

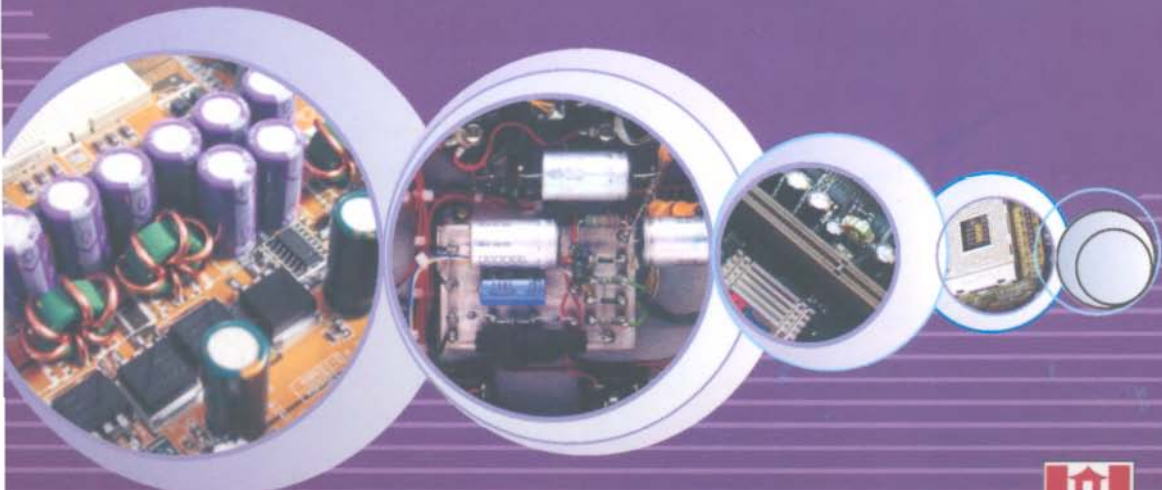


SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

VẬT LIỆU LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

Ths. PHẠM THANH BÌNH (*Chủ biên*)

GIÁO TRÌNH
VẬT LIỆU - LINH KIỆN ĐIỆN TỬ
(*Dùng trong các trường THCN*)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

Ma số: $\frac{373 - 373.7}{\text{HN} - 05}$ 65/407/05

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đông đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm "50 năm giải phóng Thủ đô", "50 năm thành lập ngành" và hướng tới kỷ niệm "1000 năm Thăng Long - Hà Nội".

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Để đáp ứng nhu cầu giảng dạy và học tập của học sinh hệ kỹ thuật viên chuyên ngành điện tử, tin học và viễn thông trong nhà trường, Khoa Công nghệ thông tin của trường TH Điện tử - Điện lạnh Hà Nội đã tiến hành biên soạn giáo trình môn học Vật liệu - linh kiện điện tử.

Giáo trình Vật liệu - linh kiện điện tử giới thiệu một số nội dung cơ bản về lý thuyết vật liệu, linh kiện và dụng cụ bán dẫn thông dụng sử dụng trong các thiết bị điện tử nhằm giúp học sinh nắm được công dụng, tính năng kỹ thuật, nguyên tắc làm việc để làm cơ sở hiểu biết áp dụng trong quá trình tiếp thu các môn lý thuyết và thực hành chuyên ngành.

Giáo trình Vật liệu - linh kiện điện tử được chia làm 4 chương:

Chương 1: Khái quát chung

Chương 2: Chất bán dẫn và dụng cụ bán dẫn

Chương 3: Điện thanh

Chương 4: Dụng cụ điện tử chân không

Giáo trình Vật liệu - linh kiện điện tử có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo giảng dạy và học tập trong các lớp đào tạo nhân viên kỹ thuật chuyên ngành điện tử, tin học và viễn thông.

Trong quá trình biên soạn giáo trình có thể còn nhiều thiếu sót. Khoa Công nghệ thông tin trường TH Điện tử - Điện lạnh rất mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của các độc giả để giáo trình Vật liệu - linh kiện điện tử được bổ sung sửa đổi hoàn thiện hơn nhằm phục vụ cho việc giảng dạy và học tập đạt hiệu quả tốt.

Nhân dịp này chúng tôi xin chân thành cảm ơn các nhà khoa học: PGS. TS. Đỗ Xuân Tiến, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Đại tá kỹ sư Đặng Ngọc Kiệt, Cục Đo lường chất lượng Quân đội, Thạc sĩ Vũ Hoàng Hoa, Trường ĐH Giao thông vận tải, Kỹ sư Lê Thị Bách Khoa, Công ty EMICO, TS. Trần Đức Sự, Giám đốc Công ty 2CE cùng các nhà khoa học khác đã nhiệt tình giúp đỡ chúng tôi trong quá trình biên soạn giáo trình này.

KHOA CNTT

TRƯỜNG TH ĐIỆN TỬ - ĐIỆN LẠNH HÀ NỘI

Chương 1

KHÁI QUÁT CHUNG

I. VẬT LIỆU ĐIỆN TỬ

1. Những khái niệm cơ bản

1.1. Sự liên kết của phân tử và nguyên tử

Tất cả các vật thể đều được cấu tạo từ các nguyên tử và phân tử. Bản thân các nguyên tử và phân tử cấu tạo từ các điện tử và ion,... Các phân tử và nguyên tử liên kết với nhau như thế nào đó là vấn đề phức tạp và có rất nhiều quan điểm khác nhau để giải thích vấn đề này.

Cấu tạo của lớp vỏ điện tử:

Theo quan điểm cơ học lượng tử, các nguyên tử, phân tử được cấu tạo bởi hạt nhân nguyên tử và các điện tử chuyển động xung quanh nó. Các nguyên tử khác nhau có khối lượng của hạt nhân nguyên tử khác nhau, tức là mang lượng điện tích dương khác nhau, số lượng các điện tử chuyển động xung quanh hạt nhân cũng khác nhau. Bình thường các nguyên tử trung hòa về điện, có nghĩa là điện tích của các điện tử và điện tích của hạt nhân nguyên tử bằng nhau nhưng ngược dấu.

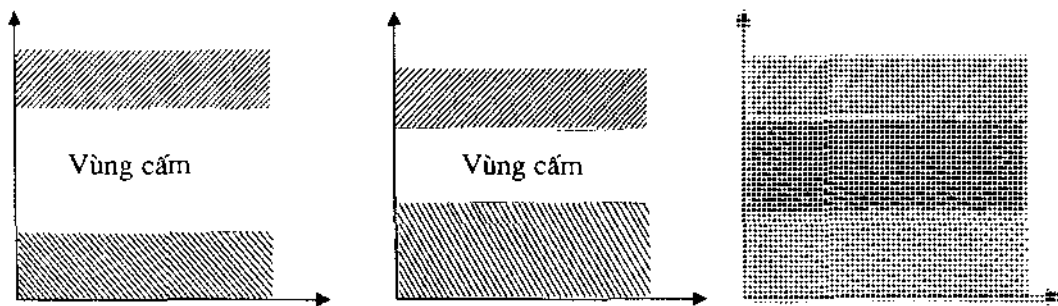
Các điện tử tự quay xung quanh mình và chuyển động xung quanh hạt nhân nguyên tử theo những quy luật nhất định. Các điện tử chuyển động xung quanh hạt nhân tạo thành lớp điện tử. Trong mỗi lớp sẽ có một số lượng điện tử tối đa nhất định, khi điện tử lớp trong đầy mới có điện tử lớp ngoài.

Các nguyên tử khác nhau có số điện tử khác nhau nên số lớp điện tử cũng khác nhau, vì thế phân mức năng lượng của các điện tử, các lớp vỏ điện tử của các nguyên tử cũng khác nhau. Các điện tử ở phân mức năng lượng thấp gần hạt nhân nguyên tử sẽ liên kết chặt chẽ hơn so với các điện tử ở phân mức năng lượng cao xa hạt nhân nguyên tử. Các điện tử ở lớp vỏ ngoài cùng của các nguyên tử dễ dàng bị tách khỏi nguyên tử dưới tác động của ngoại lực.

1.2. Thuyết chất rắn và vùng dẫn điện của vật liệu

Khi nghiên cứu phổ của chất khí thì người ta thu được phổ năng lượng của chất khí có dạng các vạch. Ở phía dưới cùng khoảng cách giữa các vạch phổ lớn, càng lên cao khoảng cách giữa các vạch phổ càng gần lại và chúng sát lại nhau. Sự sát nhau của các vạch càng xa hạt nhân chứng tỏ rằng sự dịch chuyển của điện tử từ phân mức năng lượng này sang phân mức năng lượng khác dễ dàng hơn khi xa hạt nhân. Khoảng trống giữa các vạch phổ là mức năng lượng mà điện tử không thể có mặt được, các mức đó gọi là mức cấm. Các mức mà ở đó điện tử có thể có được gọi là mức cho phép.

Phổ của một vật rắn tạo thành từng dải một chứ không còn là phổ vạch như một phân tử. Phổ của vật rắn được hình thành các vùng: vùng hóa trị, vùng cấm và vùng dẫn (Cho phép). Tùy khoảng cách giữa các vùng mà người ta phân loại vật liệu thành 3 loại chính: vật liệu cách điện (Chất điện môi), vật liệu dẫn điện (Chất dẫn điện) và vật liệu bán dẫn (Chất bán dẫn).



a) Vật liệu cách điện b) Vật liệu bán dẫn c) Vật liệu dẫn điện

Hình 1- 1: Mô tả phổ của vật rắn

Vật liệu cách điện có vùng cấm lớn, vật liệu bán dẫn có vùng cấm nhỏ, vật liệu dẫn điện không có vùng cấm mà năng lượng hóa trị và dẫn nằm sát nhau, thậm chí bao trùm nhau.

2. Vật liệu dẫn điện

Vật liệu dẫn điện gồm kim loại và các hợp kim.

2.1. Các đặc tính kỹ thuật cơ bản

- Điện trở suất ρ (đơn vị trong hệ SI là Ωm), trong thực tế thường tính ra đơn vị $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ ở 20°C .
- Hệ số nhiệt: $\alpha(1/^\circ\text{C})$ dùng để tính điện trở ở nhiệt độ khác 20°C .

- Tỷ trọng d.
- Nhiệt độ nóng chảy tính ra độ C.

2.2. Các loại vật liệu dẫn điện

Bảng tập hợp một số vật liệu dẫn điện và hợp kim có điện trở suất cao:

Bảng 1-1: Một số vật liệu dẫn điện

Tên	Điện trở suất ρ (Ωm)	Hệ số nhiệt $\alpha(1/^{\circ}\text{C})$	Tỷ trọng d	Nhiệt độ nóng chảy ($^{\circ}\text{C}$)	Phạm vi sử dụng
Đồng đỏ hay đồng kỹ thuật	0,0175	0,004	8,9	1080	<ul style="list-style-type: none"> - Dây dẫn, mạch in trong các máy. - Dây đồng có phủ men cách điện (êmay) để quấn các cuộn cảm hoặc biến áp.
Nhôm	0,028	0,0049	9,2	660	<ul style="list-style-type: none"> - Dùng làm dây dẫn điện nhẹ, rẻ tiền. - Lá nhôm dùng làm vỏ bọc kim, tụ xoay, các tấm tỏa nhiệt cho Trazitor công suất, tụ giấy và tụ hoá.
Sắt	0,09	0,0062	7,8	1520	<ul style="list-style-type: none"> - Dây sắt có vỏ bọc đồng (dây lưỡng kim) dùng làm dây truyền dẫn tần số cao. - Lá sắt mềm được dùng làm khung máy, vỏ máy, hộp bọc kim cho các bộ phận làm việc.
Thiếc	0,115	0,042	7,3	230	Dùng để hàn (có thể pha lẫn với khoảng 30% đến 60% chì).
Chì	0,21	0,004	11,4	330	<ul style="list-style-type: none"> - Dùng làm vỏ bọc dây cáp chôn dưới đất vì chì để bị oxi hóa và lớp ôxit chì bảo vệ cho nó không bị ôxi hóa nữa. - Dùng để chế tạo ắc quy axit. - Dùng để hàn.

Bảng 1 – 2: Các loại hợp kim có điện trở suất cao

Tên	Điện trở suất ρ (Ωm)	Hệ số nhiệt $\alpha(1/^\circ\text{C})$	Tỷ trọng d	Nhiệt độ nóng chảy ($^\circ\text{C}$)	Phạm vi sử dụng
Mengani (86% đồng, 12% mangan, 2% kền)	0,5	5.10^{-5}	8,4	1200	Dùng làm dây điện trở.
Nicrom (67% kền, 16% sắt, 15% Crôm, 1,5% mangan)	1,1	15.10^{-5}	8,2	1400	Dùng làm dây mỏ hàn, dây bàn là và bếp điện
Côntantan (60% đồng, 39% kền, 1% mangan)	0,5	15.10^{-6}	8,9	1270	Dùng làm dây điện trở nung nóng.

3. Vật liệu cách điện

3.1. Các đặc tính kỹ thuật cơ bản

- Độ bền về điện, tức là hiệu điện thế chịu đựng được trên một đơn vị bề dày mà không bị đánh thủng (thường tính bằng KV/mm).
- Nhiệt độ chịu đựng được T_{MAX} .
- Hằng số điện môi ϵ .
- Tỷ trọng d .
- Góc tổn hao $\text{tg } \delta$.

3.2. Những vật liệu cách điện thường dùng

3.2.1. Sứ: Độ bền về điện từ 20 đến 28 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là từ 150 đến 170 $^\circ\text{C}$, hằng số điện môi là 6 đến 7, tỷ trọng 2,5 đến 3,3, góc tổn hao là 0,03. Sứ được dùng làm giá đỡ cho đường dây dẫn, dùng làm tụ điện, đế hàn, cốt cuộn dây...

3.2.2. Thủy tinh: Độ bền về điện từ 20 đến 30 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là từ 500 đến 1700 $^\circ\text{C}$.

3.2.3. Gốm: Không chịu được điện áp cao và nhiệt độ lớn nhưng có hằng số điện môi lớn 1700 đến 4500. Gốm dùng làm tụ điện kích thước nhỏ nhưng điện dung lớn.

3.2.4. Mika: Độ bền về điện từ 50 đến 100 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là 600°C, hằng số điện môi là 6 đến 8, mika dễ tách thành lá mỏng và được dùng làm tụ điện hoặc để cách điện trong các thiết bị nung nóng.

3.2.5. Bakelit: Độ bền về điện từ 10 đến 40 KV/mm.

3.2.6. Êbônít: Độ bền về điện từ 20 đến 30 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là từ 50 đến 60°C.

3.2.7. Cao su: Độ bền về điện từ 20 đến 30 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là 55°C. Cao su được dùng làm vỏ cách điện cho dây dẫn, làm tấm cách điện.

3.2.8. Sáp ong: Độ bền về điện từ 20 đến 25 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là 65°C. Sáp ong được dùng để nhúng tấm chống ẩm.

3.2.9. Parafin: Tính chất gần giống sáp ong dùng để nhúng tấm chống ẩm.

3.2.10. Nhựa thông: Độ bền về điện từ 10 đến 15 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là 60-70°C. Nhựa thông dùng để làm sạch mối hàn hoặc kết hợp với Parafin để nhúng tấm chống ẩm.

3.2.11. Bia cách điện Pret-xopan: Độ bền về điện từ 9 đến 12 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là 100°C. Dùng làm cốt biến áp.

3.2.12. Giấy làm tụ điện: Độ bền về điện 20 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là 100°C.

3.2.13. Nhựa epôxi: Độ bền về điện từ 18 đến 20 KV/mm, nhiệt độ chịu đựng được là 140°C. Dùng làm vỏ bọc diôt, tranzistor...

Các loại chất dẻo như pôlyêtilen, têflon, pôli clovinyl,... cũng là các chất cách điện tốt.

4. Vật liệu từ

Vật liệu từ chia làm 2 loại chính: vật liệu từ mềm và vật liệu từ cứng.

4.1. Vật liệu từ mềm: Có độ từ thẩm cao và vòng từ trễ hẹp, dùng làm dây từ và lõi từ.

4.1.1. Lá thép kỹ thuật: Chứa đến 4% ailicium dùng ở tần số thấp. Thép cán nguội đặc biệt tốt, có độ từ thẩm cao.

Lõi các biến áp có cùng chất lượng thì lõi biến áp dùng thép cán nguội có trọng lượng và thể tích nhỏ hơn 40% so với lõi biến áp dùng thép kỹ thuật điện tốt nhất.

4.1.2. Pecmalôi: Hợp kim chứa 80% Ni, từ 0,5 đến 15% molipden, mangan, nhôm, crôm, đồng, silic, còn lại là sắt từ, Pecmalôi có độ từ thẩm rất cao (đến hàng trăm ngàn) nếu hàm lượng niken càng nhiều.

Pecmalôi có độ từ thẩm cao dùng làm việc trong những trường tương đối yếu và không có từ hóa 1 chiều (biến áp micro, biến áp trong các tầng công suất nhỏ dùng tranzistor).

Pecmalôi chứa ít niken (45-60%) độ từ thẩm thấp (đến 10.000) làm việc ở những trường rất mạnh và trong điều kiện có từ hoá 1 chiều không quá lớn. Loại Pecmalôi này dùng làm lõi role điện thoại, màn chắn từ các loại biến áp hạ tầng. Pecmalôi sản xuất thành dây, băng và lá dày: 0,05 – 0,5 mm.

4.1.2. Pecnendua: Hợp kim 50% coban, 2% vanadion, còn lại là sắt, làm việc khi có từ hoá 1 chiều mạnh rất tốt và dùng để làm màng điện thoại, lõi loa điện động.

4.1.3. Bột vật liệu từ: Dùng để làm lõi cuộn cao tần. Lõi từ cao tần gồm bột Pecmalôi, quặng nam châm (quặng sắt gồm ôxit sắt), sắt cacbon bột anafê (hợp kim nhôm, Silic và sắt) trộn với sơn bakelit và ép dưới áp lực cao thành các lõi có dạng cần thiết.

4.1.4. Ferit (Ôxi - Fe): Là vật liệu từ mềm, cao tần chế tạo bằng cách nung các bột ôxi sắt và bột các kim loại khác (Ni, Zn, Cu, Cd).

Ferit sản xuất thành lõi hình E, có kích thước khác nhau (dùng cho biến áp xung và hạ tần) hình vòng xuyên (dùng cho biến áp và lõi cuộn dây hình vòng xuyên), thoi hình trụ (dùng làm cuộn cảm hiệu chỉnh và anten Ferit) và hình chén (dùng làm cuộn dây mạch cao tần).

4.2. Vật liệu từ cứng: Dùng làm nam châm vĩnh cửu trong loa, micro...

Vật liệu từ cứng bao gồm:

- Thép cacbua (chứa đến 1,7 % cacbon)
- Thép vonfram và thép crôm
- Thép coban
- Anin, anixi, anicô, nhóm hợp kim chứa đến 25% niken, 10 – 15% nhôm, 3 – 6% Cu, còn lại là Fe, Co, Si.

Phân vật liệu bán dẫn sẽ được nghiên cứu cụ thể ở chương 2.

II. CÁC LINH KIỆN THỤ ĐỘNG

1. Điện trở

Điện trở là một trong những linh kiện được dùng nhiều trong các thiết bị điện tử nhằm khai thác một điện áp U khi có dòng điện I theo công thức $U = IR$ hoặc ngược lại, khai thác dòng điện I khi có điện áp U : $I = U/R$ hoặc tạo thành các mạch phân áp, mạch rẽ dòng điện...

1.1. Cấu tạo

Điện trở được chia thành 3 loại chính: Điện trở không phải dây quấn, điện trở dây quấn và điện trở nhiệt. Điện trở không phải dây quấn và điện trở dây quấn được chia làm 2 loại: điện trở cố định và điện trở biến đổi (chiết áp).

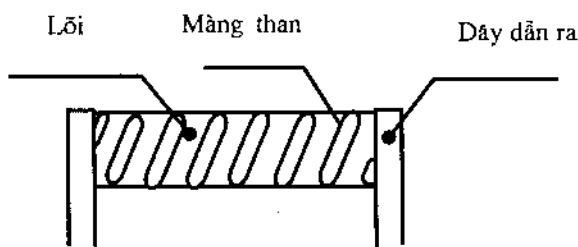
1.1.1. Điện trở không phải dây quấn

Điện trở không phải dây quấn thường có các loại: Điện trở than lớp, điện trở than ép, điện trở màng kim loại và điện trở hỗn hợp.

Điện trở than lớp cố định có lõi là một chất cách điện thường là sứ, bao quanh lõi là một màng than rất mỏng, màng than này có thể được xẻ rãnh xoáy ốc để tăng chiều dài, giảm thiết diện làm tăng điện trở, hai đầu có hai dây dẫn, toàn bộ được sơn một lớp sơn bảo vệ. (Hình 1-2)

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

l : chiều dài
 S : thiết diện
 ρ : điện trở suất



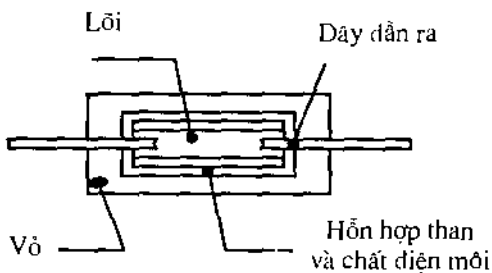
Hình 1.2. Điện trở than lớp cố định

Điện trở màng kim loại cố định có cấu tạo tương tự điện trở than lớp. Màng than được thay bằng một màng hợp kim rất mỏng có điện trở lớn. Nếu cùng một công suất chịu đựng, loại này thường có kích thước nhỏ hơn điện trở loại than lớp.

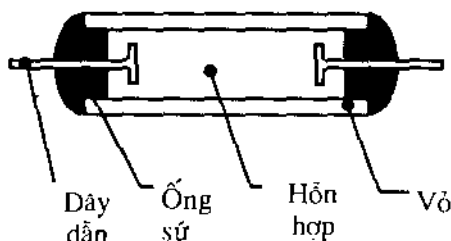
Điện trở hỗn hợp cố định có cấu tạo tương tự điện trở than lớp nhưng màng than được thay bằng một lớp mỏng hỗn hợp than và chất điện môi. (Hình 1-3)

Điện trở than ép cố định (còn gọi là điện trở thể tích cố định) có cấu tạo từ một chất dẫn điện là than đem trộn với một chất cách điện thường là đất sét và một chất kết dính thường là nhựa hoá học, đem ép lại thành thỏi, hai đầu có

hai dây dẫn. Toàn bộ điện trở được sơn một lớp sơn để bảo vệ hoặc được đặt trong những ống bằng sứ, nhựa nhiệt rắn... hai đầu bị kín lại. Loại điện trở này về một số mặt (như độ ổn định, mức tạp âm...) tuy có kém hơn các loại điện trở trên song nó có khả năng chịu công suất lớn hơn. (Hình 1-4)



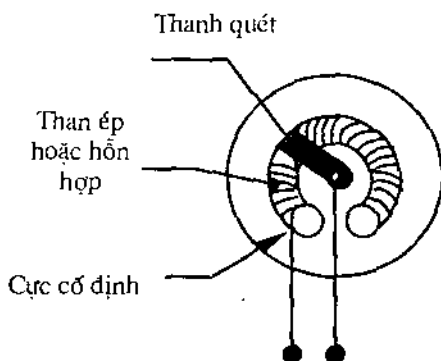
Hình 1.3: Điện trở hỗn hợp



Hình 1.4. Điện trở than ép

Chiết áp là một điện trở biến đổi nhằm lấy ra một điện trở thay đổi được. Loại này thường làm từ than lớp, kim loại, than ép hay hỗn hợp.

(Hình 1-5)

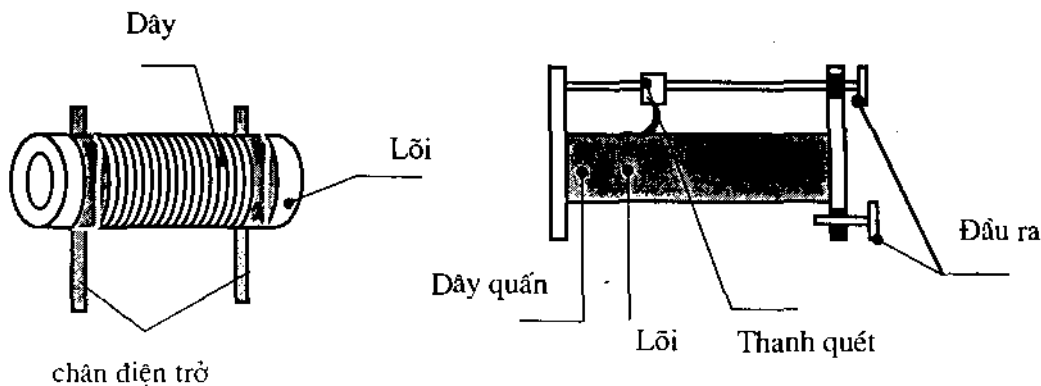


Hình 1.5. Chiết áp

1.1.2. Điện trở dây quấn

Điện trở dây quấn có lõi bằng sứ và dây quấn là loại hợp kim có điện trở lớn (constantan, mangnin, nicrom...) hai đầu cũng có dây dẫn (chân điện trở). Bên ngoài thường được bọc bằng một lớp sơn hoặc một lớp men alicat để bảo vệ. Do kết cấu quấn vòng nên kèm theo điện trở còn có một ít điện cảm và điện dung tập tán, trị số này ảnh hưởng rõ rệt khi điện trở làm việc trong các mạch điện hoạt động ở tần số cao. (Hình 1-6)

Để khắc phục hiện tượng này người ta phải áp dụng các cách quấn đặc biệt. Đặc điểm của điện trở dây quấn là sai số nhỏ, công suất lớn và chịu được nhiệt độ cao.



Hình 1.6. Điện trở dây quấn

1.1.3. Điện trở nhiệt

Điện trở nhiệt được làm từ bán dẫn. Đặc điểm của loại điện trở này là khi nhiệt độ làm việc tăng 1°C thì trị số điện trở của nó giảm khoảng 2- 6%. Loại này có tên quốc tế là tecomistor thường được dùng trong các mạch cần làm việc ổn định đối với nhiệt độ như mạch khuếch đại công suất âm thanh.

1.2. Những thông số cơ bản của điện trở

1.2.1. Điện trở danh định

Trên điện trở người ta thường không ghi giá trị thực của điện trở mà chỉ ghi giá trị gần đúng đã quy tròn, đó là giá trị điện trở danh định. Giá trị danh định có các đơn vị là: Ôm (Ω), Kilo ôm ($\text{K}\Omega$), Mega ôm ($\text{M}\Omega$), Giga ôm ($\text{G}\Omega$).

$$1 \text{ G}\Omega = 1000 \text{ M}\Omega = 1.000.000 \text{ K}\Omega = 1.000.000.000 \Omega$$

1.2.2. Sai số

Điện trở danh định không hoàn toàn đúng với giá trị điện trở thực của điện trở mà nó có một sai số nhất định. Sai số thường tính theo phần trăm của giá trị danh định. Dựa vào sai số đó, người ta chia điện trở thành hai cấp chính xác: cấp I sai số $\pm 5\%$, cấp II $\pm 10\%$.

1.2.3. Công suất chịu đựng

Khi làm việc thì điện trở nóng lên, do đó mỗi loại điện trở chỉ chịu đựng được một công suất nhất định, vượt quá công suất này thì điện trở sẽ không làm việc lâu dài được. Công suất chịu đựng là công suất tổn hao lớn nhất điện trở có thể chịu đựng được trong một thời gian dài mà không làm thay đổi trị số và chất lượng của điện trở, công suất tỷ lệ thuận với dòng điện cho phép lớn nhất chạy qua điện trở.

1.2.4. Hệ số nhiệt điện trở

Khi nhiệt độ làm việc thay đổi thì trị số điện trở của điện trở cũng thay đổi. Sự thay đổi trị số tương đối khi nhiệt độ thay đổi 1°C gọi là hệ số nhiệt của điện trở. Trừ loại điện trở nhiệt, còn các loại điện trở thông thường khác thì khi nhiệt độ thay đổi 1°C thì trị số điện trở của nó thay đổi khoảng 0,2%.

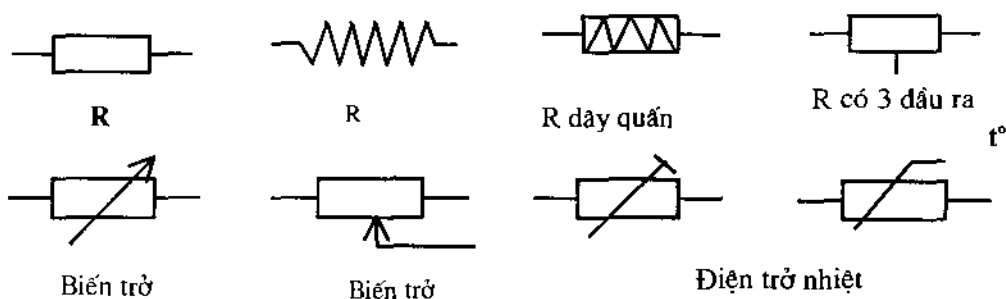
Ngoài các thông số kể trên còn có các thông số khác như: Mức tạp âm điện cảm, điện dung tạp tán...

1.3. Ký hiệu và ghi nhãn điện trở

1.3.1. Ký hiệu

Trên sơ đồ các thiết bị điện tử, điện trở được ký hiệu bằng một hình chữ nhật có chữ R và chỉ số kèm theo (như R_1, R_2, \dots), đôi khi có ghi cả trị số của điện trở, hoặc ký hiệu điện trở theo cấu tạo: (Hình 1-7)

Nếu trên sơ đồ không ghi công suất của điện trở thì mặc định công suất của điện trở đó là 1/4W (0,25W), còn nếu điện trở có công suất lớn hơn thì sơ đồ bắt buộc phải ghi rõ công suất của điện trở đó.



Hình 1-7: Ký hiệu điện trở

Các điện trở 0,25W, 0,5W, 1W, 2W thì chỉ nhận biết công suất bằng kích thước của điện trở. Các điện trở có công suất từ 5W thì có vỏ bằng sứ màu trắng và trên thân điện trở có kèm công suất của điện trở (điện trở loại này thường là điện trở dây quấn).

1.3.2. Ghi nhãn

Trên điện trở chủ yếu ghi trị số điện trở danh định, kèm theo sai số của điện trở. Nhãn có thể được ghi bằng số và chữ trực tiếp.

Ví dụ: $15\text{ K}\Omega \pm 10\%$.

Đối với điện trở có kích thước nhỏ nếu ghi nhãn bằng chữ thì việc đọc các

đại lượng rất khó khăn, nhất là khi sửa chữa phải đọc trị số của chúng khi chúng được lắp ở trong máy. Do đó, ngoài cách ghi bằng số và chữ, người ta còn dùng khá phổ biến ký hiệu màu để biểu thị giá trị và sai số của điện trở.

* Với điện trở thông thường: trên thân điện trở có 4 vòng màu.

Ký hiệu màu của điện trở biểu hiện như sau:

- Màu của vòng 1 và 2 biểu thị thay cho các số.
- Màu của vòng 3 biểu thị hệ số nhân.
- Màu của vòng 4 biểu thị cấp chính xác của điện trở (Sai số).

Trong các máy đo và máy tính cần dùng tới các điện trở có độ chính xác cao hơn, các điện trở này được ký hiệu bằng 5 vòng màu trong đó các vòng 1,2,3 biểu thị thay cho các số, vòng thứ 4 biểu thị thay cho hệ số nhân, vòng 5 biểu thị cấp chính xác.

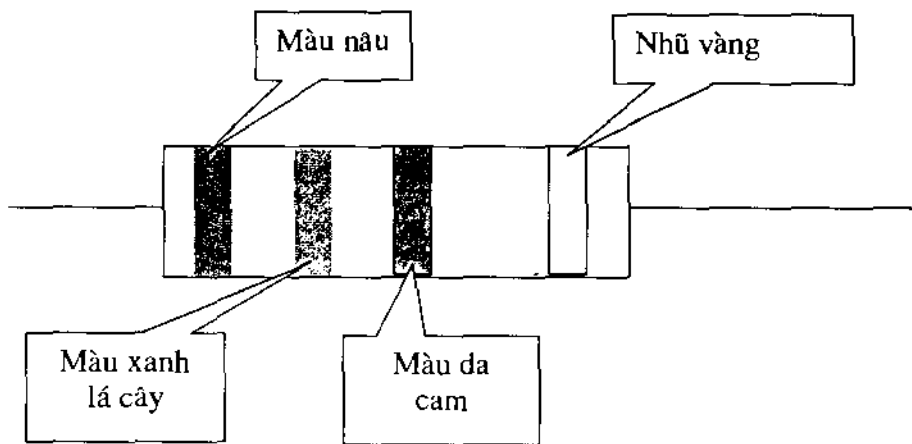
Bảng 1 - 3. Bảng phân biệt giá trị quy ước của điện trở

Màu	Giá trị bằng số (vòng 1 và 2)	Hệ số nhân (vòng 3)	Sai số (vòng 4) (%)
Đen	1	$10^0 = 1$	
Nâu	2	$10^1 = 10$	
Đỏ	3	10^2	
Da cam	4	10^3	
Vàng	5	10^4	
Xanh lá cây	6	10^5	
Xanh lơ	7	10^6	
Tím	8	10^7	
Xám	9	10^8	
Trắng	10	10^9	
Nhũ vàng		10^{-1}	$\pm 5\%$
Nhũ bạc		10^{-2}	$\pm 10\%$

Nếu vòng 3 là nhũ trắng hoặc nhũ vàng thể hiện điện trở $< 1\Omega$

Thí dụ: Cam, cam, nhũ trắng, nhũ vàng: $0,33\Omega$, sai số 5%.

Ký hiệu màu của điện trở có trị số $15K\Omega \pm 10\%$



Hình 1. 8. Ký hiệu màu của điện trở

1.4. Phương pháp kiểm tra đơn giản chất lượng điện trở

Để kiểm tra chất lượng điện trở, đối với những điện trở có điện trở danh định nhỏ (dưới $1\text{M}\Omega$) thì dùng Ôm kế hay đồng hồ đo vạn năng để ở thang đo thích hợp. Với những điện trở có điện trở danh định lớn (trên $1\text{M}\Omega$) thì dùng Mega Ôm kế để kiểm tra chất lượng của điện trở.

Nếu giá trị đo của đồng hồ lớn hơn so với trị số danh định của điện trở thì điện trở đã bị tăng trị số. Nếu đồng hồ chỉ giá trị ∞ - điện trở đã bị đứt. Nếu đồng hồ chỉ giá trị gần đúng - điện trở tốt.

Quan sát sự nguyên vẹn của điện trở, màu ở giữa thân điện trở có bị sẫm không, vì đó là biểu hiện điện trở bị nóng quá, loại này tuy chưa bị đứt nhưng thường có sai số.

Đối với chiết áp và biến trở, dùng đồng hồ đo điện trở ở hai đầu dây xem có đứt không. Sau đó, đo điện trở ở 1 đầu với điểm giữa. Khi đó, xoay chiết áp xem điện trở có thay đổi không, mức độ tiếp xúc của con chạy có tốt không. Khi xoay chiết áp, kim của đồng hồ chỉ trị số của giá trị điện trở phải thay đổi dần dần liên tục (liên tục tăng hoặc liên tục giảm), nếu thay đổi đột ngột thì độ tiếp xúc của con chạy đã kém.

2. Tụ điện

Tụ điện là một trong những loại linh kiện được dùng nhiều trong các thiết bị điện tử để tạo thành những mạch cộng hưởng, mạch lọc, liên lạc ngăn dòng 1 chiều...

2.1. Cấu tạo chung và phân loại của tụ điện

Cấu tạo chung của tụ điện gồm hai phiến dẫn điện đặt song song và có dây dẫn ra (chân của tụ điện), ở giữa là một chất điện môi. Toàn bộ thường được đặt trong một vỏ bảo vệ.

Phân loại: Dựa theo chất điện môi, tụ điện được chia thành các loại: tụ giấy, tụ hóa, tụ mica, v.v. Dựa theo sự thay đổi điện dung có các loại: tụ điện có điện dung cố định, tụ điện có điện dung thay đổi.

2.2. Những thông số cơ bản

2.2.1. Điện dung danh định

Tụ điện có khả năng tích 1 điện lượng Q dưới một điện áp U nào đó theo công thức $Q = C.U$.

Trong đó C đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện được gọi là điện dung của tụ. Điện dung của tụ điện phụ thuộc vào diện tích hữu ích S của phiến dẫn điện, chiều dày d của chất điện môi và hằng số điện môi ϵ của chất điện môi.

$$C = 0,009 \epsilon (S/d)$$

Đơn vị đo điện dung là Farad, ký hiệu là F , nhưng vì Farad lớn quá nên trong thực tế thường dùng các ước số của nó là microfarad (μF), nanô farad (nF), Picô Farad (pF). Trong đó: $1F = 10^6 F = 10^9 nF = 10^{12} pF$.

2.2.2. Sai số

Cũng như điện trở, tụ điện thường dùng có các cấp chính xác tương ứng với các sai số. Tùy theo yêu cầu của mạch điện mà chọn loại tụ điện có cấp chính xác thích hợp. Các sai số này thường không được ký hiệu trên thân của tụ điện.

2.2.3. Điện áp công tác

Điện áp công tác là điện áp lớn nhất mà tụ có thể làm việc được lâu dài (khoảng 10000 giờ). Trên tụ điện thường ghi điện áp công tác đối với dòng điện một chiều. Khi làm việc ở điện áp xoay chiều cần phải chọn tụ điện có điện áp công tác gấp (1,5 – 2) lần trị số hiệu dụng của điện áp xoay chiều.

2.2.4. Tổn hao

Tụ điện lý tưởng không tiêu hao năng lượng, còn các loại tụ điện sử dụng trong thực tế ít nhiều có tiêu hao năng lượng làm chất lượng của tụ điện giảm đi. Mức độ tổn hao của tụ điện được biểu thị bằng tang của góc tổn hao δ .

Đại lượng nghịch đảo của $\tan \delta$ được gọi là chất lượng của tụ điện và được ký hiệu là Q_c :

$$Q_c = 1 / \text{tg}\delta = 2\pi f \cdot C_R.$$

2.2.5. Điện trở cách điện

Sau khi tích điện, đáng lẽ tụ điện phải giữ được điện áp trên hai bản cực được lâu dài, nhưng do chất lượng của điện môi chỉ là một chất có điện trở lớn nên nó có một dòng điện rò (đủ rất nhỏ) hình thành giữa hai phiến của tụ điện làm tụ điện bị mất điện. Dòng điện rò lớn hay nhỏ, làm tụ điện nhanh hay lâu mất điện là do điện trở của chất điện môi quyết định.

2.2.6. Hệ số nhiệt của tụ điện

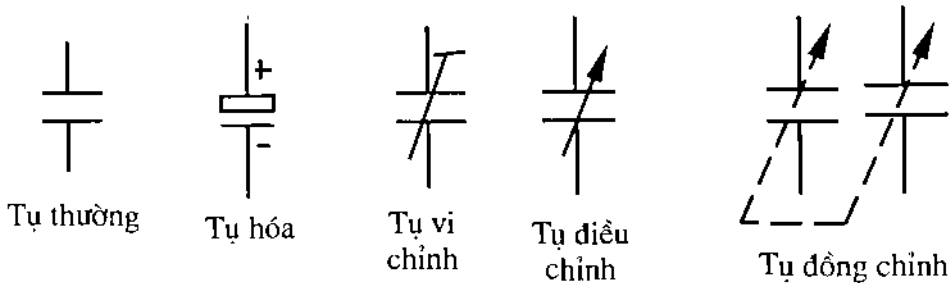
Khi nhiệt độ thay đổi sẽ làm kết cấu của tụ điện thay đổi, do đó điện dung của tụ điện thay đổi. Sự biến đổi của điện dung tính theo phần trăm (%) khi nhiệt độ thay đổi 1^o C gọi là hệ số nhiệt của tụ điện.

2.2.7. Điện cảm tap tán

Do kết cấu của tụ điện có hình thành điện cảm (các phiến và dây dẫn), điện cảm này ảnh hưởng rõ khi tụ điện làm việc với dòng điện xoay chiều ở tần số cao. Để mạch điện làm việc được ổn định, tần số công tác lớn nhất của tụ cần phải nhỏ hơn (2-3) lần tần số cộng hưởng của tụ điện (do điện dung của tụ điện và điện cảm tap tán hình thành mạch cộng hưởng).

2. 3. Ký hiệu và phân loại

Trên hình (1-9) giới thiệu ký hiệu của tụ điện trên sơ đồ.

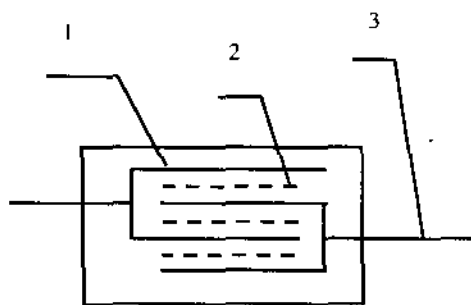


Hình 1.9. Ký hiệu tụ điện

Dựa vào chất điện môi và kết cấu người ta thường phân loại tụ điện gồm:

- *Tụ giấy*: Chất điện môi trong tụ làm bằng loại giấy mỏng không thấm nước, phiến dẫn điện thường bằng nhôm.
- *Tụ Mica*: chất điện môi là mica có chất lượng cao, phiến dẫn điện là bạc hay lớp bạc rất mỏng. Loại này có tổn hao năng lượng rất bé, điện trở cách

điện cao, được dùng chủ yếu trong các mạch cao tần. Cấu trúc của tụ mica được thể hiện trên hình (1-10).

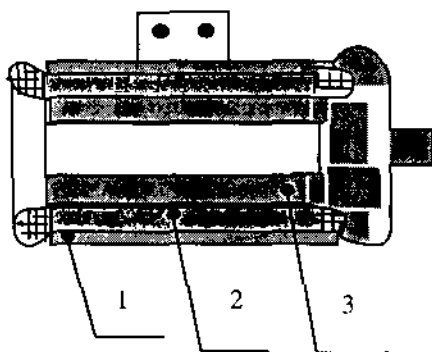


1. Tấm kim loại
2. Lá mica
3. Dây nối

Hình 1- 10. Tụ mica

- *Tụ gốm, gồm thủy tinh và men thủy tinh:* Tụ này kích thước không lớn, được dùng trong các mạch cao tần và siêu cao tần. Điện trở cách điện lớn.

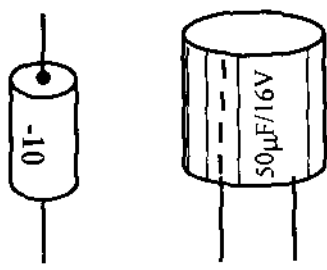
Đặc biệt có một loại sản xuất từ gốm Xacnet dùng trong mạch điện âm tần có hằng số điện môi lớn, điện trở cách điện thấp. Cấu tạo của một loại tụ gốm được thể hiện trên hình (1-11).



1. Vỏ
2. Gốm (màng nhựa)
3. Dây nối

Hình 1 – 11. Tụ gốm

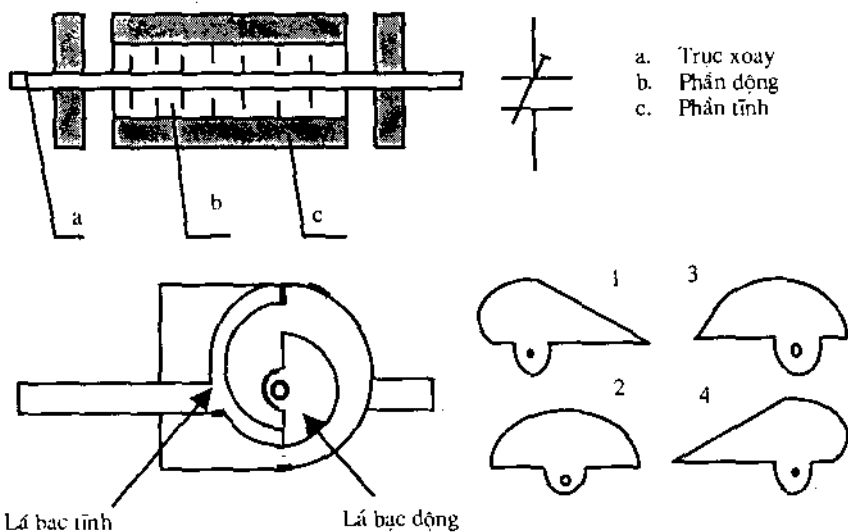
- *Tụ hóa học:* Tụ này có điện môi là một lớp oxit phủ trên kim loại làm một phiến tụ điện (cực dương), phiến thứ hai (cực âm) làm bằng chất điện phân. Phần tiếp giáp với lớp oxit kim loại làm cực dương thường là nhôm hay tantan. Tụ hóa có điện dung lớn, kích thước nhỏ, tiêu hao năng lượng và dòng rò lớn. Hình (1-12) biểu diễn một số loại tụ hoá.



Hình 1 - 12. Tụ hoá

Tụ hóa chỉ được dùng trong mạch điện một chiều và xung, thường dùng trong các bộ lọc nắn điện, chặn và ghép trong các mạch tần thấp và trong các bộ khuếch đại dùng bán dẫn. Khi để lâu không dùng, thì trị số điện dung của tụ hóa bị giảm. Nếu đấu ngược cực thì tụ hóa sẽ bị hỏng. Người ta cũng sản xuất tụ hóa không phân cực, trong đó cả hai bản cực đều là lớp oxít.

• **Tụ biến đổi (tụ xoay):** Có điện dung biến đổi được trong một khoảng nhất định. Thường điện môi là không khí, mica hoặc nhựa. Tụ gồm hai bộ má tĩnh và động do nhiều lá kim loại hợp thành và xếp xen kẽ nhau. Trị số của tụ thay đổi do diện tích đối diện của các má tĩnh và động thay đổi. Tụ này thường được dùng trong các mạch cộng hưởng cao tần của các máy thu, phát. Tụ biến đổi có loại thay đổi trị số trong khoảng nhỏ (10+60)pF, thường được dùng để hiệu chỉnh lại các trị số điện dung trong những điều kiện cần thiết cụ thể, còn được gọi là tụ tinh chỉnh. Trên hình (1-13) trình bày cấu tạo của một loại tụ xoay.



Hình 1 - 13. Tụ xoay

Trên tụ hóa và tụ giấy, người ta ghi trực tiếp các tham số như:

- + Điện dung của tụ
- + Điện áp công tác

Đối với các loại tụ khác có điện dung nhỏ, người ta chỉ ghi điện dung của tụ theo kiểu mã số bằng 3 chữ số. Trong đó, số thứ 3 bằng số chữ số 0 đứng sau hai số đầu.

Ví dụ: 473 = 47000 pF

2.4. Những điểm cần biết khi thay thế tụ điện

Khi cần thay thế tụ điện nên chọn đúng loại: Điện dung danh định, điện áp công tác, chất điện môi và kích thước phù hợp. Trừ điện dung danh định và chất làm điện môi, còn điện áp chịu đựng nếu lớn hơn thì càng tốt (thường loại này có kích thước lớn hơn loại cũ). Cần đặc biệt chú ý: Điện áp công tác của tụ mới thay vào phải lớn hơn hoặc ít nhất bằng tổng cộng điện áp mà tụ điện phải chịu đựng (xoay chiều, một chiều, xung) và phải tính theo điện áp cực đại chứ không phải điện áp hiệu dụng. Ở các mạch không đòi hỏi độ chính xác có thể thay thế bằng tụ điện có sai số lớn hơn một chút.

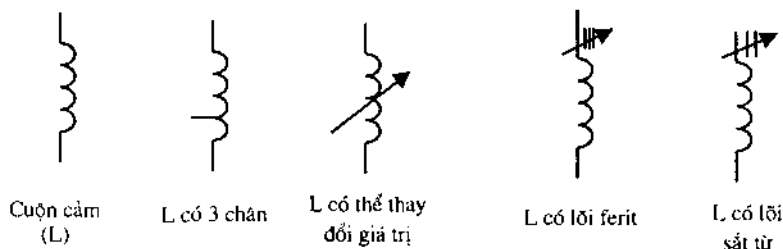
Nếu không chọn được loại tụ đúng chất điện môi, nên chọn loại có tổn hao tương đương hoặc nhỏ hơn.

3. Cuộn cảm và biến áp

3.1. Cuộn cảm

3.1.1. Công dụng - ký hiệu

Theo công dụng, cuộn cảm có thể được chia thành các loại: Cuộn cảm dao động, cuộn cảm ghép, cuộn cảm cao tần và cuộn cảm âm tần. Theo cấu tạo, cuộn cảm có các loại: Một lớp, nhiều lớp, loại hình trụ, loại quấn tổ ong, loại bọc và loại không bọc kim loại, loại có lõi và loại không có lõi... Trên hình (1-14) trình bày các ký hiệu của cuộn cảm.



Hình 1-14. Ký hiệu cuộn cảm

3.1.2. Các thông số cơ bản

* Điện cảm

Điện cảm của cuộn cảm phụ thuộc kích thước, hình dáng và số vòng. Kích thước, số vòng càng lớn thì điện cảm càng lớn. Ngoài ra vỏ bọc kim, lõi cũng ảnh hưởng nhiều đến trị số điện cảm: Lõi làm tăng điện cảm, có lõi làm giảm điện cảm – Loại dùng chất nghịch từ và vỏ bọc kim làm giảm điện cảm.

Đơn vị đo điện cảm là Henri (H), nhưng trong thực tế thường dùng các ước số của Henri là Milihenri (mH) và Microhenri (μ H).

$$1 \text{ H} = 10^3 \text{ mH} = 10^6 \mu\text{H}.$$

Điện cảm thường ký hiệu là L.

* Hệ số chất lượng

Cuộn cảm khi mắc vào mạch điện xoay chiều có tổn hao trong cuộn dây, lõi... nên tiêu thụ một phần năng lượng. Cũng như tụ điện, mức tổn hao được biểu thị bằng tang của góc tổn hao δ .

Cuộn cảm có chất lượng càng cao thì tổn hao năng lượng càng nhỏ. Vì vậy, người ta gọi trị số nghịch đảo của tổn hao là hệ số chất lượng và thường ký hiệu là Q

$$Q = 1 / \text{Tg}\delta = 2 \pi f. L / r.$$

Có thể nâng cao hệ số chất lượng bằng cách dùng lõi bằng các vật liệu từ như: Ferit, sắt cacbon, aluaife, csifo.... Vì khi đó, với trị số điện cảm như cũ chỉ cần quấn ít vòng dây hơn.

Các cuộn cảm dùng trong các thiết bị vô tuyến điện tử dân dụng cần có hệ số phẩm chất ít nhất là 40, có nhiều bộ phận cần đến 300 như cuộn cảm trong mạch dao động có đặc tuyến cộng hưởng nhọn.

* Điện dung tạp tán

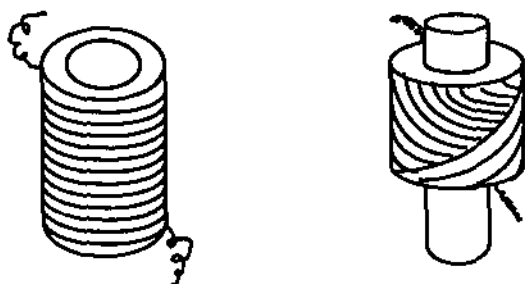
Những vòng dây và các lớp dây tạo nên một điện dung, có thể xem như có một tụ điện mắc song song với cuộn cảm. Điện dung này làm giảm chất lượng cuộn cảm. Cuộn cảm một lớp có điện dung tạp tán bé nhất (1+3)pF, cuộn cảm nhiều lớp có điện dung tạp tán khoảng (5+30) pF. Bằng cách quấn phân đoạn hay quấn tổ ong sẽ làm giảm điện dung này.

3.1.3. Phân loại cuộn cảm

* *Cuộn cảm một lớp*: Thường dùng ở tần số cao hơn 1,5 MHz, có thể quấn sát nhau hay quấn cách bước. Cuộn cảm một lớp quấn cách bước có đặc điểm là hệ số chất lượng và độ ổn định cao ($Q = 150 - 400$), chủ yếu thường dùng

trong các mạch sóng ngắn và sóng cực ngắn. Với các cuộn cảm có trị số điện cảm lớn hơn $15\mu\text{H}$ người ta có thể quấn một lớp sít nhau. Cuộn cảm quấn sít nhau có chất lượng cao và dùng nhiều trong những mạch sóng ngắn, sóng trung (với L không quá $200\mu\text{H}$). Cấu tạo của cuộn cảm lõi không khí được trình bày trên hình (1-15).

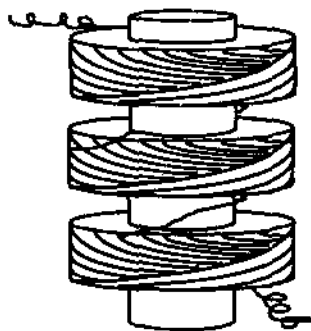
Trong các máy thu hình có băng sóng ngắn, cuộn cảm dao động một lớp thường dùng cốt bằng nhựa hóa học có đường kính (8 – 20) mm, dây quấn là dây sơn men cách điện đường kính (0,4 – 0,8) mm, với cuộn cảm ghép dùng dây nhỏ hơn (0,1 – 0,2) mm.



Hình 1-15. Cuộn cảm một lớp (lõi không khí)

* *Cuộn cảm nhiều lớp*: Cuộn cảm có điện cảm trên $100\mu\text{H}$ thường quấn nhiều lớp và dùng ở tần số $< 2,5$ MHz như cuộn cảm ở băng sóng trung, sóng dài.

Cấu tạo của cuộn cảm nhiều lớp được trình bày trên hình (1-16).



Hình 1 – 16. Cuộn cảm nhiều lớp, nhiều đoạn

Để giảm điện dung tạp tán, nâng cao hệ số chất lượng người ta thường quấn tổ ong và quấn phân đoạn.

* *Cuộn cảm hình xuyên*: Lõi một vòng hình nhẫn và dây được quấn trên đó.

* *Cuộn cảm có hình mạng nhện*: Các vòng dây được quấn trên một tán tròn có xẻ rãnh.

* *Cuộn cảm có bọc kim*: Để loại trừ can nhiễu do các điện, từ trường ở xung quanh hoặc do các cuộn cảm ở gần ảnh hưởng, người ta bọc quanh cuộn cảm một vỏ bằng kim loại (thường là nhôm) để cách ly. Do bọc kim nên các thông số của cuộn cảm thay đổi, điện cảm và hệ số chất lượng giảm, điện dung tập tán tăng. Các thông số này thay đổi càng nhiều khi vỏ bọc càng gần cuộn dây, vì vậy, vỏ bọc phải có đường kính đủ lớn.

* *Cuộn cảm có lõi Ferit từ*: Loại này thường dùng trong bộ lọc trung tần (biến áp trung tần) và mạch dao động trong máy thu. Thay đổi vị trí tương đối của lõi Ferit từ với cuộn dây sẽ điều chỉnh được điện cảm của cuộn dây (có thể thay đổi đến 50%).

* *Cuộn cảm cao tần*: Dùng để ngăn dòng điện cao tần. Chúng có thể là cuộn cảm 1 lớp hay nhiều lớp.

* *Cuộn cảm âm tần*: Với lõi bằng vật liệu sắt từ.

3.2. Biến áp

3.2.1. Cấu tạo của một biến áp gồm: Lõi, cốt, các cuộn dây và các đầu.

* *Lõi biến áp*: Gồm các lá mỏng bằng thép lá kỹ thuật điện hay hợp kim sắt – niken (pecmaloi) ghép lại hoặc bằng ferit từ mềm. (Nếu là biến áp làm việc ở tần số cao)

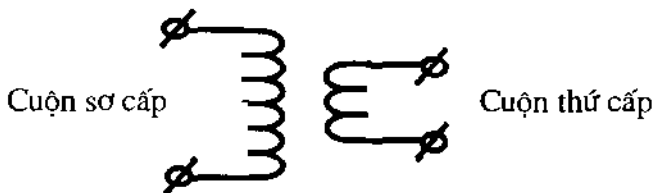
* *Cốt biến áp* thường làm nhựa hóa học.

* *Cuộn dây biến áp*: Là dây đồng tráng men, có loại còn bọc thêm lớp tơ tằm hoặc tơ nhân tạo.

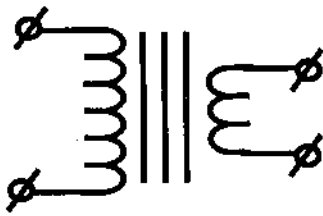
* *Các đầu dây ra* là các đầu để hàn các đầu dây của cuộn dây và để nối biến áp vào mạch điện.

3.2.2. Phân loại: Có 2 loại biến áp: biến áp âm tần và biến áp nguồn. Biến áp âm tần có các loại: biến áp nối tầng, biến áp ra.

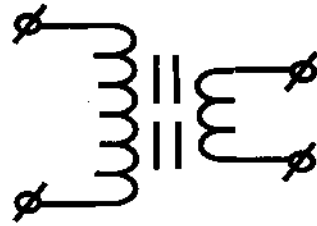
Các ký hiệu của biến áp được trình bày trên hình (1-15)



a) Biến áp lõi không khí



b) Biến áp lõi tôn Silíc



c) Biến áp lõi Ferit

Hình 1-17. Các ký hiệu của biến áp

+ **Biến áp ra** (còn gọi là biến áp xuất) dùng để ghép tầng khuếch đại cuối cùng (khuếch đại công suất) với tải của nó (loa...) nhằm phối hợp được trở kháng để đạt hệ số khuếch đại tốt nhất.

+ **Biến áp nối tầng**: Dùng để nối các tầng của bộ khuếch đại trong những trường hợp không thể dùng nối tầng bằng tụ điện - điện trở vì bất lợi. Biến áp trung gian còn có tên gọi là biến áp liên lạc.

+ **Biến áp nguồn**: Dùng để biến đổi điện áp xoay chiều 220V thành các mức điện áp xoay chiều nhỏ (6V, 12V, 24V). Sau đó đưa qua mạch chỉnh lưu để lấy ra điện áp một chiều cấp cho các mạch trong thiết bị điện tử.

Tùy thuộc cách quấn các cuộn dây mà ta có biến áp cách ly hay biến áp tự ngẫu.

+ **Biến áp cách ly**: Có cuộn sơ cấp và thứ cấp được quấn riêng biệt. Thường người ta quấn cuộn sơ cấp trước, sau đó lót một lớp giấy cách điện và quấn tiếp cuộn thứ cấp.

+ **Biến áp tự ngẫu**: Tiết kiệm được dây quấn hơn do chỉ phải dùng 1 cuộn dây có nhiều đầu ra để có điện áp phù hợp.

3.3. Kiểm tra đơn giản chất lượng cuộn cảm và biến áp

Khi kiểm tra quan sát kỹ sự nguyên vẹn xem biến áp hoặc cuộn cảm có bị mốc, các cuộn dây có bị rỉ xanh không. Hư hỏng bên trong của biến áp và cuộn cảm có thể là đứt mạch, chập mạch, điện trở cách điện giữa các cuộn dây với nhau và với lõi biến áp không đạt tiêu chuẩn. Dùng đồng hồ đo điện vạn năng để ở thang đo điện trở thích hợp đo từng cuộn dây xem có bị đứt không. Dùng Megaôm mét đo điện trở cách điện giữa các cuộn dây và giữa cuộn dây với lõi xem có đạt tiêu chuẩn không.

Khi biến áp và cuộn cảm bị chập một số vòng với nhau thường rất khó xác định (phải dùng các máy chuyên dùng). Riêng với biến áp có thể cắm vào điện

(chú ý chọn điện áp thích hợp) vài ba biến áp cùng loại, sau một thời gian nhất định (2-5) phút, những biến áp nào có nhiệt độ của lõi cao hơn hẳn các biến áp khác thường là những biến áp bị chập dây. Khi cắm điện vào biến áp, biến áp nào phát ra tiếng rung là biến áp ghép không chặt. Cũng có thể dùng bút thử điện để xem mức độ cách điện giữa các cuộn dây với lõi và giữa các cuộn sơ cấp với cuộn thứ cấp (Đối với biến áp cách ly) có điện áp thấp.

Khi kiểm tra phải làm hai lần, sau lần thứ nhất phải đổi đầu phích cắm điện rồi mới thử lần 2.

** Những điều cần chú ý khi thay thế biến áp.*

Trong cùng một loại (biến áp nguồn, biến áp nổi tăng, biến áp xuất...) số liệu cũng rất khác nhau (tiết diện lõi, số cuộn dây, số vòng, đường kính dây...) nên khi biến áp bị hỏng tốt nhất là phải dùng biến áp có số liệu đúng như biến áp cũ để thay thế. Trong trường hợp không có biến áp đúng như biến áp cũ có thể thực hiện quấn lại cuộn dây bị hỏng, lưu ý tính đúng số vòng và đường kính dây.

Đối với cuộn cảm phải thay thế cuộn mới có số liệu đúng như cuộn cũ. Cuộn cảm sau khi quấn lại hệ số chất lượng thường giảm, đặc biệt là đối với các cuộn cảm có kết cấu phức tạp (quấn tổ ong, quấn phân đoạn...).

4. Pherit, băng từ, đầu từ và thạch anh

4.1. Ferit

Ferit là một loại vật liệu sắt từ bán dẫn có công thức chung là $MO.Fe_2O_3$, trong đó M chỉ là kim loại có hóa trị 2 như: Ni, Co, Mn, Mg... Người ta sản xuất bằng cách nghiền các hỗn hợp trên theo một tỉ lệ nhất định rồi đem ép lại thành những hình dạng cần thiết và nung ở nhiệt độ khoảng $(1000 - 1400)^\circ C$. Thành phần, tỷ lệ các ôxit, điều kiện sản xuất khác nhau sẽ tạo được các loại ferit khác nhau.

Về mặt cơ học ferit gần giống sứ: Rất giòn, độ cứng cao, điện trở suất $10^2 - 10^{10} \Omega m$, chống ẩm tốt. Về mặt từ tính ferit được sản xuất dưới hai dạng ferit từ cứng (dùng làm nam châm vĩnh cửu), ferit từ mềm (dùng làm ăngten từ trong máy thu thanh, lõi các cuộn cảm làm việc ở tần số cao... chúng thường được sản xuất ra nhiều loại làm việc ở các sóng khác nhau. Vì ăngten từ dùng để thu sóng điện từ nên trong các máy thu, ăngten bao giờ cũng được đặt nằm ngang và có hướng tính tốt nhất là hướng dài phát thẳng góc với trục của ăngten).

4.2. Băng từ, đầu từ

4.2.1. Băng từ.

Băng từ là một vật liệu được dùng khá nhiều trong kỹ thuật điện từ. Nó được dùng để lưu trữ các tín hiệu âm thanh (trong ghi âm), các tín hiệu ghi hình và tiếng (trong truyền hình), các số liệu, dữ liệu để tính toán (trong máy tính điện tử).

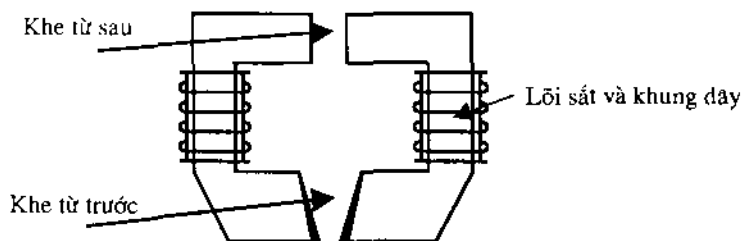
Băng từ được cấu tạo gồm một lớp bột từ, thường là oxit sắt từ Fe_2O_3 được trộn với keo dính và phủ lên trên bề mặt của một đế nhựa tổng hợp dày 0,015mm. Các hạt bột từ này hợp thành những tinh thể hình hộp hoặc hình thoi dài 0,001mm. Vì thế băng từ có hai mặt: mặt làm việc (lưu giữ tín hiệu) là mặt có phủ bột từ và mặt đế nhựa (không lưu giữ tín hiệu). Nếu bảo quản không tốt hoặc do bị nhàu nát, lớp bột từ có thể bị bong ra và không sử dụng được nữa. Chất lượng của băng từ ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng thu, phát tín hiệu.

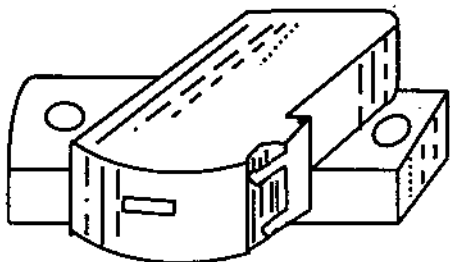
Băng từ thường được chứa trong các hộp kín (cattset) thuận tiện cho việc sử dụng. Các hộp này có kích thước tiêu chuẩn cũng như kích thước của băng từ đối với các loại thiết bị khác nhau. Băng từ dùng trong ghi âm có chiều rộng 3,81 mm và chiều dài khoảng 45m, 90m, 135m, 180 m ứng với các loại băng cattset C30, C60, C90, C120. Băng này có thể dùng ghi 2 đường hoặc 4 đường tương ứng với việc sử dụng máy MONO hay STEREO. Băng video cattset có độ rộng 12,7 mm, trong đó có 0,3 mm sát mép trên dành cho việc ghi phát tín hiệu âm thanh, 0,3 mm sát mép dưới dành cho việc ghi phát một loại tín hiệu đặc biệt dùng ổn định tốc độ băng từ, thường được gọi là tín hiệu kiểm tra. Phần còn lại lớn nhất dùng để ghi tín hiệu hình ảnh (video). Các loại băng từ dùng trong các máy chuyên dụng khác sẽ có kích thước, độ dài khác nhau phù hợp với từng loại máy.

4.2.2. Đầu từ

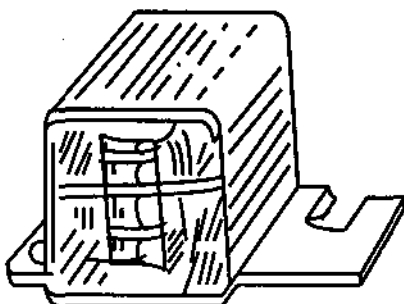
* Cấu tạo (Hình 1-18)

Đầu từ gồm có lõi sắt làm bằng vật liệu từ và cuộn dây quấn trên lõi sắt. Các đầu từ ghi, đọc, xóa đều cấu tạo như nhau nhưng khác nhau về kích thước, chất liệu lõi, độ rộng khe từ, số vòng dây và cỡ dây.





Đầu từ một kênh



Đầu từ hai kênh

Hình 1-18. Cấu tạo đầu từ

Trên hình 1-18 là hình dáng một loại đầu từ và cấu tạo của lõi. Lõi của đầu từ có thể là sắt từ gồm nhiều lá mỏng ghép lại hay ferit từ. Cuộn dây có thể có 1 cuộn hay 2 cuộn đặt 2 bên được mắc nối tiếp hay song song.

Khi ghi cho dòng điện cần ghi chạy qua cuộn dây tạo ra từ cảm biến đổi ở khe từ, khi băng từ lướt qua sẽ để lại các “vết” ghi trên băng từ. Khi đọc, băng lướt qua khe từ, các vết ghi tạo ra từ thông biến thiên trong lõi sắt làm cho ở cuộn dây sẽ nhận được điện áp tín hiệu.

Đầu từ được cố định trên máy có ốc điều chỉnh vị trí để băng từ chạy qua đúng khe từ. Nếu đầu từ đặt lệch vị trí sẽ gây ra méo tín hiệu đọc, tín hiệu ghi yếu xóa không hết, cực đầu từ phải cong tròn, bề mặt tiếp xúc với băng từ phải nhẵn.

+ Vật liệu làm lõi

Vật liệu làm lõi phải có độ từ thẩm cao, độ từ dư nhỏ. Lõi sắt từ là những lá hợp kim sắt-niken hoặc niken-mangan sắt có độ dày $0,15 \pm 0,2 \text{ mm}$ dán lại với nhau bằng keo cách điện. Lõi đầu từ xóa cần làm mỏng hơn hay dùng lõi ferit. Đầu từ tiếp xúc với băng từ nên lâu ngày sẽ bị hao mòn làm giảm chất lượng.

+ Khe từ

Chiều rộng của khe từ ở đầu từ ghi và đầu từ xóa quyết định cường độ từ trường tác động lên băng từ. Với đầu từ ghi và đầu từ xóa, chiều rộng khe từ phải bé hơn 1 nửa bước sóng ngắn nhất của tín hiệu ghi – người ta chọn chiều rộng khe nhỏ hơn $1/3\lambda_{\text{min}}$.

Đầu từ đọc chiều rộng khe quyết định khả năng có thể đọc được ở tần số cao nhất.

Đầu từ đọc cần giảm độ hở khe sau (càng hẹp độ nhạy càng cao). Nhưng

độ từ dư lại tăng, do đó đầu ghi và đầu xóa khe sau có độ rộng lớn hơn để tránh dòng ghi quá tải gây méo tín hiệu. Bề rộng khe từ được cố định bằng vật đệm không từ tính có cùng độ mòn với lõi.

Chiều cao của khe từ phụ thuộc bề rộng băng từ và số đường ghi trên băng từ.

+ *Cuộn dây đầu từ*

Người ta dùng dây đồng tráng emay để quấn cuộn dây đầu từ. Đối với đầu từ đọc thì cuộn dây càng nhiều vòng độ nhạy càng cao. Đầu từ ghi và đầu từ xóa yêu cầu số vòng vừa phải. Đầu từ thường có điện trở cuộn dây (100+300) Ω .

+ *Bọc kim đầu từ*

Đầu từ cần được bọc kim để tránh ảnh hưởng của từ trường ngoài. Kim loại dùng làm vỏ bọc là fermaloi hay kim loại có từ tính. Đầu đọc bọc kim 1 lần, đầu từ ghi bọc kim 2 lần. Đầu từ xóa thường được bọc kim bằng vỏ đồng hoặc nhựa.

• *Phân loại đầu từ*

- * Theo chức năng: Đầu từ ghi đọc, xóa và đầu từ hỗn hợp xóa ghi.
- * Theo cấu tạo: Đầu từ MONO, STEREO.
- * Theo kích thước: Đầu từ dài và đầu từ ngắn.

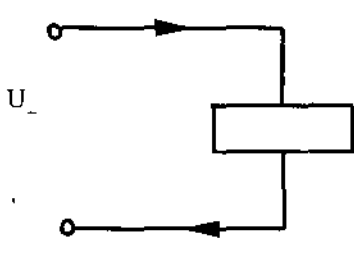
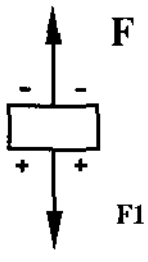
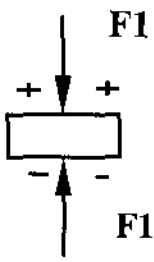
4.3. Thạch anh

4.3.1. *Thạch anh và tính chất áp điện*

Trong tự nhiên, thạch anh là những tinh thể lớn có phần chính hình lăng trụ và hai đầu hình chóp. Thạch anh sử dụng trong kỹ thuật vô tuyến điện tử là những phiến mỏng được cắt ra từ tinh thể thạch anh.

Các miếng thạch anh có tính chất áp điện.

* Nếu tác dụng lực nén vào 2 mặt của miếng thạch anh thì ở 2 mặt của miếng thạch anh xuất hiện những điện tích trái dấu, hình (1-19a)



a) Khi có lực nén

b) Khi có lực kéo

c) Khi có điện áp xoay chiều

Hình 1-19

* Nếu tác dụng lực kéo vào miếng thạch anh thì ở 2 mặt của miếng thạch anh có những điện tích trái dấu với trường hợp trên, hình (1-19b).

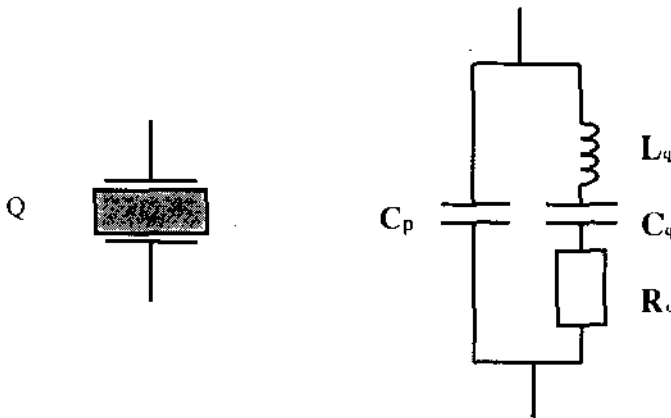
* Nếu đưa điện áp xoay chiều vào miếng thạch anh thì miếng thạch anh sẽ rung động theo tần số của nguồn điện áp đặt vào, hình (1-19c).

* Nếu ta cho miếng thạch anh rung động thì giữa 2 mặt của miếng thạch anh đó sẽ xuất hiện sức điện động xoay chiều cảm ứng.

Như vậy dưới tác dụng của điện trường xoay chiều thì thạch anh sinh ra dao động cơ học và ngược lại khi thạch anh chịu dao động cơ học thì sinh ra sức điện động xoay chiều cảm ứng, vì vậy thạch anh được sử dụng làm khung cộng hưởng.

4.3.2. Mạch tương đương và các tần số cộng hưởng của thạch anh

Miếng thạch anh dùng trong kỹ thuật điện tử có dạng bản mỏng, 2 mặt đối diện được tráng lớp kim loại mỏng và hàn dây dẫn ra. Hình (1-20) biểu diễn sơ đồ tương đương của thạch anh.



Hình 1-20. Ký hiệu và sơ đồ tương đương của thạch anh

Trong mạch L_q , C_q , R_q là các tham số của miếng thạch anh phụ thuộc kích thước và cách cắt của miếng thạch anh. Miếng thạch anh càng mỏng thì các tham số nói trên càng nhỏ, tần số cộng hưởng riêng của nó càng cao và chúng có tính ổn định rất cao. C_p là điện dung giá đỡ, hình thành giữa 2 mặt kim loại tráng bên ngoài miếng thạch anh.

Với thạch anh 1 MHz thì $L_q = 1,5\mu\text{H}$, $C_q = 0,016\text{ pF}$, $R_q = 60\Omega$, $C_p = (1 - 5)\text{ pF}$.

Nhìn vào sơ đồ tương đương của thạch anh (hình 2-20) ta có thể thấy ngay thạch anh có 2 tần số cộng hưởng.

* Tần số cộng hưởng nối tiếp là tần số tự nhiên của thạch anh f_q .

$$f_q = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_q L_q}}$$

* Tần số cộng hưởng song song là có tính đến điện dung giá đỡ f_p .

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_q \frac{C_q C_p}{C_q + C_p}}}$$

Nếu $C_p \gg C_q$ thì tần số f_p rất gần f_q .

Người ta thường sản xuất thạch anh có tần số $f_q = 1\text{KHz}$ đến 100MHz . Tần số dưới 1KHz kích thước lớn nên đắt tiền. Tần số lớn hơn 100MHz thạch anh quá mỏng, dễ vỡ.

4.3.3. Các tính chất về điện của thạch anh có thể tóm tắt như sau

- Phẩm chất cao $Q = 10^4 \dots 10^5$.

- Tỷ số L_q/C_q rất lớn nên trở kháng tương đương của thạch anh rất lớn.

Với khung dao động thì thạch anh có thể đạt được độ ổn định tần số cao $10^{-6} - 10^{-10}$.

Trong kỹ thuật vô tuyến điện tử thạch anh được sử dụng như các khung cộng hưởng nối tiếp hay khung cộng hưởng song song như trong các mạch lọc hay sử dụng làm các mạch dao động để tạo các dao động có tần số ổn định. Ngoài ra người ta còn dùng thạch anh làm dây trễ siêu âm để giữ chậm.

III. ĐĨA LƯU TRỮ THÔNG TIN

1. Cách tổ chức thông tin trên đĩa

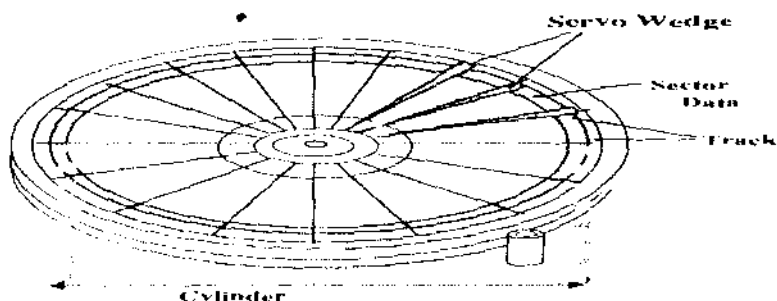
Nguyên tắc lưu trữ thông tin trên đĩa từ là dùng các hạt từ để ghi thông tin. Đĩa từ được chia thành nhiều vòng tròn đồng tâm để ghi/đọc, mỗi đường tròn như vậy được gọi là một rãnh (Track). Các rãnh lại được chia đều ra làm nhiều cung (sector). Mỗi cung dù dài hay ngắn đều được qui định là 512 Byte. Về mặt logic người ta có thể qui ước 2 cung liền nhau, tạo thành một liên cung (cluster).

Do đó ta có thể tính được dung lượng của đĩa theo cách sau:

$$\text{Số Sector} \times \text{Số rãnh/mặt} \times 512 \text{ Byte} \times \text{Số mặt đĩa}$$

Đối với đĩa từ ghi 2 mặt, các rãnh cùng đường kính nằm ở 2 mặt đĩa được

gọi là nằm trên cùng một trụ (cylinder). Người ta đánh số cả các track lẫn cylinder. Rãnh ngoài cùng nằm ở mặt trên đĩa được đánh là số 0. Tiếp đến dữ liệu sẽ được ghi/đọc trên rãnh ngoài cùng của mặt dưới, đó là rãnh 1.... Rãnh 0 và rãnh 1 đều nằm trên cylinder 0.

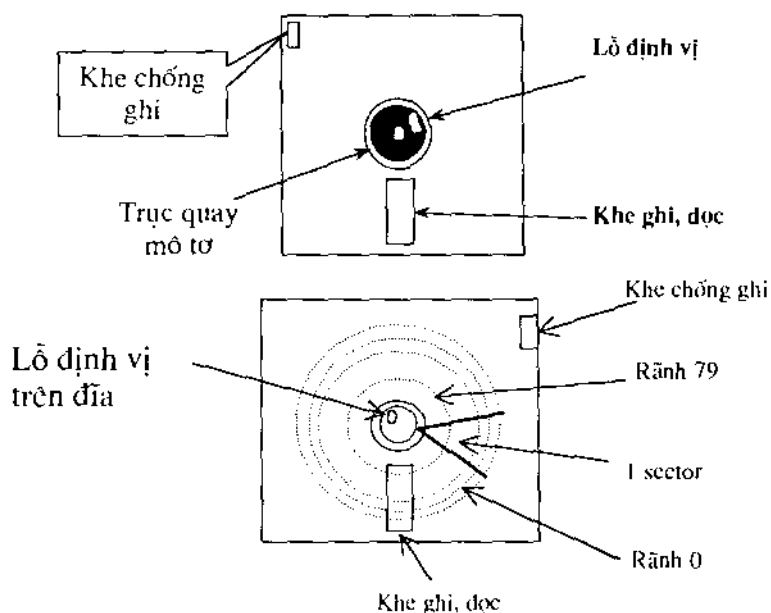


Hình 1-21. Biểu diễn cách thông tin trên đĩa

2. Đĩa mềm

Đĩa mềm có nhiều khổ khác nhau, trong các máy tính hiện đại chỉ còn tồn tại ổ đĩa 3,5 inch có dung lượng là 1,44 MB, loại đĩa mỏng 5,25 inch hầu như đã biến mất trên thị trường và không mô tả ở đây.

2.1. Cấu tạo đĩa mềm (Hình 1-22)



Hình 1 - 22: Mô tả cấu tạo đĩa mềm

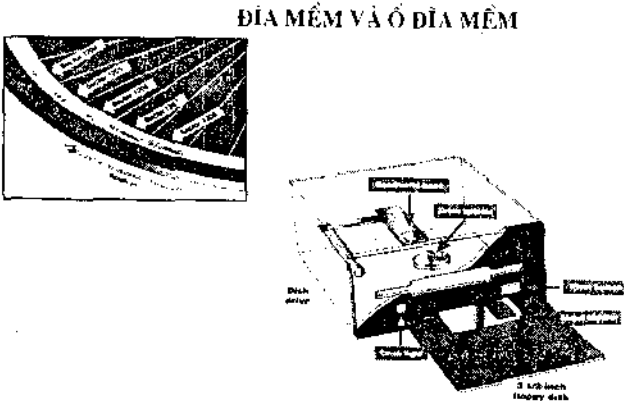
Đĩa 3,5 inch được bảo vệ bởi một vỏ nhựa cứng. Dung lượng lưu trữ của đĩa này là 1,44 MB. Trên thị trường còn tồn tại đĩa có mật độ cao cùng kích thước. Dung lượng của đĩa mật độ cao là 2,88MB.

Hiện nay loại đĩa mềm thông dụng: Đĩa 1,44 MB có 80 rãnh/mặt đĩa và 18 sector/rãnh. Vậy ta có thể tính dung lượng của đĩa là:

$$80 \times 18 \times 512 \times 2 = 737280 \times 2 = 1,44 \text{ MB}$$

Nắp bảo vệ bằng kim loại sẽ tự động trượt sang một bên khi đĩa được đưa vào ổ đĩa. Thiết kế vạt chéo một góc của đĩa và phần cơ khí tương ứng trong ổ đĩa buộc người sử dụng phải đưa đĩa vào đúng vị trí quy định. Lỗ phía dưới bên trái nếu mở thì không cho phép ghi lên đĩa. Một chốt bằng nhựa nằm trong vỏ đĩa cho phép đóng và mở lỗ bảo vệ ghi. Lỗ bên trái đánh dấu dạng đĩa, vì đĩa ngày nay đều là đĩa mật độ cao nên lỗ này luôn mở và sự tồn tại của nó chỉ là hình thức.

Hình 1-23 minh họa đĩa mềm và ổ đĩa mềm



Hình 1 – 23. Đĩa mềm và ổ đĩa mềm

Bên trong vỏ đĩa là đĩa từ làm bằng chất dẻo mylar được phủ một lớp oxit vật liệu từ (sắt, niken, coban). Đĩa từ được gắn vào tâm quay bằng kim loại. Tâm quay này chỉ tiếp xúc với động cơ ổ đĩa qua mặt dưới của đĩa. Mỗi đĩa từ có hai mặt lưu trữ thông tin, mặt trên có số thứ tự là 0, mặt dưới có số thứ tự là 1.

2.2. Cách sử dụng

Đĩa mềm dùng để lưu giữ thông tin.

* Chú ý:

- Không sờ tay vào khe tiếp xúc với đầu từ vì mồ hôi tay cũng đủ làm

máy không đọc được dữ liệu trên đĩa.

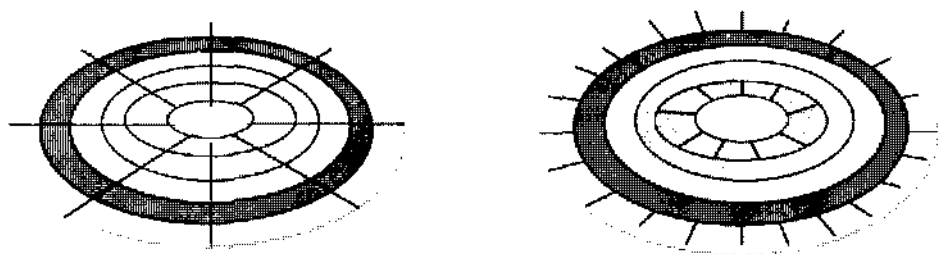
- Không nên làm bản khe tiếp xúc.
- Để đĩa xa nơi có từ trường nam châm.
- Để xa nơi có nhiệt độ cao.
- Bảo vệ chống ghi, xoá: Đối với đĩa 1,44 MB muốn chống ghi ta chỉ việc gạt lẫy chống ghi.

3. Đĩa cứng

3.1. Cấu tạo (hình 1-24)

Đĩa cứng bao gồm một hoặc nhiều đĩa từ bằng kim loại (hợp kim của nhôm, gốm hay thuỷ tinh) được xếp thành một chồng theo một trục đứng và được đặt trong một vỏ bọc kim loại cứng để tránh bụi bẩn. Giữa mỗi chồng đĩa luôn có khoảng hở để các đầu từ áp vào mặt đĩa tiến hành đọc ghi. Trong vỏ bọc kim loại đó có chứa luôn cả động cơ quay đĩa.

Đĩa cứng thường được lắp cố định trong máy.



Hình 1- 24. Cấu tạo đĩa cứng

3.2. Đặc điểm chính

* Tốc độ quay cao [với tốc độ khoảng 3600 vòng/phút (3600RPM)], hiện nay tốc độ vòng quay đã tăng lên đáng kể (5400 – 7200)vòng/phút.

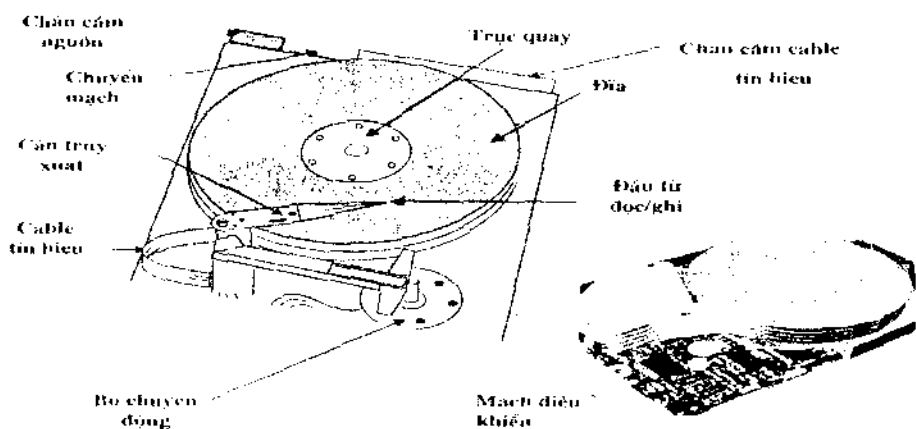
* Độ chính xác của đĩa cứng rất cao và mật độ hạt từ rất lớn nên dung lượng đĩa cứng cũng rất lớn.

Nguyên tắc hoạt động của đĩa cứng hoàn toàn tương tự như đĩa mềm. Môi trường ghi từ được phủ lên trên vật liệu làm nền hình đĩa tròn và sẽ được quay với tốc độ cao. Các đầu đọc ghi đặt rất gần trên môi trường lưu trữ, có thể dịch bước rất nhanh trên khắp mặt đĩa quay để phát hiện hoặc tạo ra những chuyển đổi từ thông theo yêu cầu.

Ổ đĩa cứng thường được dùng lưu trữ dữ liệu, chứa các phần mềm cài đặt chương trình.

1. Các thành phần của Ổ đĩa cứng

HDD



Hình 1-25. Minh họa một ổ đĩa cứng

4. Đĩa CD

4.1. Đĩa CD-ROM

Hiện nay, đĩa CD-ROM được sử dụng rất rộng rãi. Mặc dù được thiết kế để lưu trữ dữ liệu trên đĩa CD nhưng công nghệ của một đĩa CD-ROM hoàn toàn khác với công nghệ của một ổ đĩa cứng. Khác với đĩa từ, thông tin ở đây được lưu trữ không phải trên các đường tròn đồng tâm mà theo hình xoắn ốc từ điểm đầu đến điểm cuối và chạy liên tục từ tâm trục ra ngoài rìa. Vòng xoắn ốc chứa các sector có chiều dài bằng nhau và có khả năng lưu trữ một khối lượng dữ liệu như nhau.

4.1.1. Cấu tạo đĩa quang

Đĩa quang (Đĩa CD) là một đĩa nhựa có đường kính 120 mm, dày 1,2 mm. Đường kính lỗ trục quay là 15 mm. Lỗ thông tin (pit) có đường kính 0,6 μm , sâu 0,12 μm . Các rãnh (Track) cách nhau 1,6 μm , mật độ đĩa vào khoảng 16000 TPI (Track Per Inch). Khác với đĩa từ, dữ liệu ghi trên đĩa quang đi từ trong ra ngoài theo hình xoắn ốc. Một đĩa CD có 22188 đạo. Dữ liệu trên CD-ROM được chia thành từng khối tương tự như trong đĩa cứng.

Mỗi khối bao gồm 12 Byte đồng bộ, 4 byte đĩa chỉ khối, 2048 byte dữ liệu, 288 byte mã sửa lỗi.

Tốc độ đọc cơ sở của một đĩa quang là 150 Kbyte/giây. Các ổ đĩa đọc nhanh có tốc độ là bội số của tốc độ cơ sở này (Ví dụ 24X, 32X, 36X, ..., 52X). Thời gian truy nhập một đĩa CD - ROM nhanh hơn 150 ms.

CD - ROM chỉ có thể đọc vì thông tin được ghi bằng công nghệ đốt cháy. Thông tin này chỉ viết vào đĩa một lần vì bề mặt của đĩa thực sự được nhúng các dữ liệu. Bề mặt CD - ROM lưu trữ các dữ liệu dưới dạng các hốc lõm và những chỗ bằng phẳng. Các hốc lõm đại diện cho bit 0 và chỗ bằng phẳng đại diện cho bit 1. Khoảng cách giữa các vòng xoắn ốc xấp xỉ 1,6 micromet. Với kích thước nhỏ như vậy, mỗi đĩa CD - ROM chứa khoảng 16000 rãnh trên mỗi inch sít hơn so với đĩa mềm và đĩa cứng.

4.1.2. Nguyên tắc hoạt động đọc dữ liệu

Các đĩa dùng tia laser hội tụ rất mảnh và bộ phận phát hiện tia laser để biết chỗ nào có, chỗ nào không có hốc lõm. Nguồn tia và bộ phận phát hiện tia được lắp trên một cái giá chạy dọc theo bán kính của đĩa CD. Chuyển động từ trong đĩa ra ngoài đĩa của mắt LASER cộng với chuyển động quay tròn của đĩa CD sẽ tạo lên vệt đọc hình xoắn ốc từ trong ra ngoài đĩa. Tốc độ quay của đĩa phụ thuộc vào vị trí của đầu đọc. Đầu đọc càng gần tâm đĩa thì đĩa quay càng nhanh, còn ra ngoài vành đĩa thì tốc độ quay càng giảm. Tia laser hướng vào mặt dưới của đĩa xuyên qua hơn 1mm nền plastic trước khi chiếu lên mặt phản xạ. Khi tia laser đập vào một đỉnh bằng sẽ phản xạ lại qua các hệ thấu kính về các "điốt nhận" rất mạnh (tương ứng mức logic 1). Khi tia laser đập vào hốc, ánh sáng phản xạ bị phân tán nên hầu hết năng lượng laser bị tán xạ ra mọi hướng và tín hiệu quay trở về các điốt nhận rất yếu (mức logic 0).

CD - ROM được sử dụng để đọc các dữ liệu trên đĩa CD - ROM với độ tin cậy cao.

4.2. Đĩa CD ghi được (CD-R) và đĩa CD ghi lại được (CD - RW)

CD ghi được là loại đĩa quang từng được gọi là WORM (Write once, read multiple). Đĩa này có cấu trúc và hoạt động tương tự như CD thường. Lợi điểm của CD-R là dùng được trong bất kỳ ổ đĩa CD nào. Tuy nhiên nó có nhược điểm là không ghi chồng được lên dữ liệu cũ (chỉ ghi được một lần).

Đĩa CD - R bao gồm các lớp sau:

- Lớp nhãn hiệu (không nhất thiết cần đến).
- Lớp phủ chống xước (không nhất thiết cần đến).
- Lớp phim bảo vệ tia tử ngoại

- Lớp phim phản xạ (vàng hay hợp kim màu bạc, 50÷100 nm)
- Lớp mẫu polymer hữu cơ
- Lớp polycarbonat trong suốt.

Lớp mẫu Polymer là lớp chứa dữ liệu và nằm ngay sát mặt chứa nhãn hiệu. Vì vậy lưu ý tránh làm xước mặt này khi dùng CD - R. Khi bị tia Laser đốt cháy, lớp mẫu này chuyển sang màu đen và đóng vai trò các lỗ dữ liệu (PIT) của CD thường.

CD ghi lại được CD - RW (CD - Rewriteable) bao gồm các lớp sau:

- Lớp nhãn hiệu (không nhất thiết cần đến).
- Lớp phủ chống xước (không nhất thiết cần đến).
- Lớp phim bảo vệ tia tử ngoại.
- Lớp phim phản xạ (vàng hay hợp kim màu bạc, 50+100 nm).
- Lớp cách điện trên.
- Lớp kim loại lưu trữ dữ liệu.
- Lớp cách điện dưới
- Lớp polycarbonat trong suốt.

Ta thấy sự khác nhau duy nhất giữa CD - R và CD - RW là lớp chứa dữ liệu. Nguyên tắc ghi dữ liệu dựa theo sự thay đổi trạng thái của lớp kim loại: trạng thái tinh thể (phản xạ ánh sáng, vùng trống) và trạng thái vô định hình (không phản xạ ánh sáng, vùng lỗ trong CD hay mẫu bị đốt đen trong CD - R). Quá trình thay đổi trạng thái này có thể thay đổi bất kỳ tùy theo công suất laser. Vì thế CD - RW có thể được ghi rồi xóa đi ghi lại nhiều lần.

Để thực hiện nguyên tắc này ổ đĩa CD - RW sử dụng ba mức công suất laser khác nhau:

* *Công suất cao* hay còn gọi là công suất ghi, dùng để tạo lớp vô định hình (lớp không phản xạ).

* *Công suất vừa* hay còn gọi là công suất xóa, dùng để tạo lớp tinh thể (lớp phản xạ).

* *Công suất thấp* hay còn gọi là công suất đọc, dùng để đọc dữ liệu như trong CD thường.

4.3. Đĩa quang mật độ cao DVD

Đĩa DVD (Digital Video Disk hay Digital Versatile Disk) là thế hệ đĩa quang mới sẽ thay thế đĩa CD. Đây là một đĩa quang có dung lượng dữ liệu lớn

hơn và khả năng truy nhập nhanh hơn các đĩa quang trước nó. DVD có khả năng lưu trữ phim, nhạc dạng số và dữ liệu của máy vi tính trong cùng một khổ đĩa. Hiện nay, đĩa DVD sẽ thay thế các loại băng VIDEO ghi hình, đĩa LESER DISK, CD - ROM, CD - RW.

Nguyên tắc cấu tạo đĩa DVD giống như đĩa CD. Các tham số liệt kê sau đây sẽ giải thích tại sao dung lượng dữ liệu của DVD lớn hơn của CD nhiều lần:

- Kích thước lỗ nhỏ hơn 2,08 lần (0,40 àm).
- Khoảng cách giữa các đạo nhỏ hơn 1,02 lần (0,74 àm).
- Vùng dữ liệu lớn hơn 1,02 lần.
- Mã hoá dữ liệu tiết kiệm hơn 1,06 lần.
- Sửa lỗi hiệu quả hơn 1,332 lần.
- Kích thước phần đầu khối nhỏ hơn 1,06 lần.

Như vậy, với một lớp dữ liệu duy nhất, dung lượng đĩa DVD lớn hơn CD khoảng 7 lần. Đĩa DVD có thể dùng nhiều lớp dữ liệu để lưu trữ thông tin. Khoảng cách giữa hai lớp này vào khoảng $(20\div 70)\mu\text{m}$. Để giảm nhiễu giữa hai lớp dữ liệu, kích thước lỗ của lớp thứ hai (0,44 μm) lớn hơn kích thước của lỗ đầu (0,40 μm). Ngoài ra vận tốc tuyến tính của đầu đọc cho lớp thứ hai nhanh hơn đầu đọc CD (của DVD là 3,84 m/s, của CD là 3,49 m/s). Dữ liệu trên DVD được lưu trữ theo chuẩn UDF. Tốc độ truy nhập cơ bản (1X) của một ổ đĩa DVD là 1,321 Mbyte/giây. Thời gian truy nhập từ 100÷250 m/s, như vậy tốc độ truy nhập của DVD nhanh gấp 9 lần tốc độ một ổ đĩa CD thường. Các ổ đĩa DVD 4X đều có khả năng đọc CD - ROM với tốc độ 32X. Ổ đĩa DVD được nối với máy vi tính qua các giao diện tương tự như ổ đĩa CD - ROM hay ổ đĩa cứng: IDE, SCSI-2.

Bốn loại đĩa DVD ghi được là:

* DVD-R chỉ ghi được dữ liệu một lần và tuần tự. Đĩa DVD này dùng công nghệ của CD - R, lưu trữ dữ liệu trên một lớp mẫu polymer hữu cơ. Dung lượng trung bình vào khoảng 4,7 Gbyte.

* DVD-RAM ghi dữ liệu nhiều lần, dùng công nghệ đối trạng thái tương tự như đĩa quang từ. Đĩa này không tương thích với các ổ đĩa quang khác. Đĩa DVD-RAM nằm trong một CATTSETT bằng nhựa, đĩa chỉ hoạt động trong vỏ CATTSETT này. Kích thước CATTSETT là 124,6 mm x 135,5 mm x 8,0 mm. Dung lượng vào khoảng 4,7 Gbyte trên một mặt.

* DVD-RW ghi dữ liệu nhiều lần, dùng công nghệ đối trạng thái lớp hợp kim

ghi dữ liệu như CD - RW. Dung lượng trung bình vào khoảng 4,7 Gbyte. Tuổi thọ đĩa DVD-RW, DVD-R, CD - R, CD - RW vào khoảng từ 50 đến 300 năm.

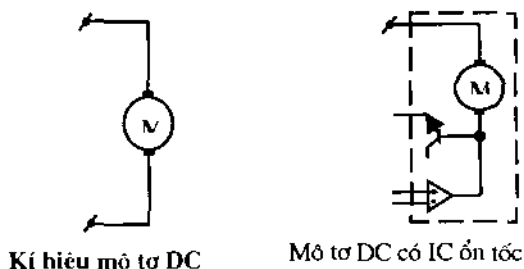
* DVD+RW ghi dữ liệu nhiều lần, dung lượng trung bình trên một mặt là 2,8 Gbyte. Dùng hai chế độ đọc: Chế độ vận tốc tuyến tính không đổi CLV để đọc dữ liệu phim và chế độ vận tốc góc không đổi CAV để truy nhập dữ liệu thường. Thế hệ DVD+RW thứ hai sẽ có dung lượng 4,7 Gbyte.

IV. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU CỖ NHỎ

Trong các máy CASSETTE dù hoạt động ở chế độ nào (ghi hay đọc, xóa) thì băng từ được giữ cho chuyển động lướt qua đầu từ với một tốc độ không đổi. Vận tốc tương đối của đầu đọc trên vệt ghi của đĩa CD cũng không đổi. Để đảm bảo yêu cầu này nguồn quay thông thường hay dùng là các động cơ điện cỡ nhỏ 1 chiều, gọi là mô tơ DC.

Ngoài chức năng làm nguồn quay kéo các băng từ, quay đĩa CD, mô tơ DC cũng còn làm nhiều chức năng khác trong các thiết bị điện tử, chuyển mạch...

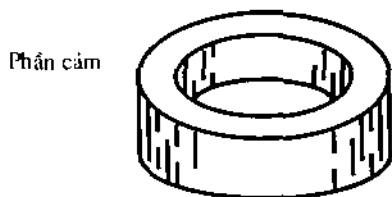
Trong các sơ đồ mạch điện, mô tơ DC thường được ký hiệu như hình (1- 26).



Hình 1-26. Ký hiệu mô tơ DC

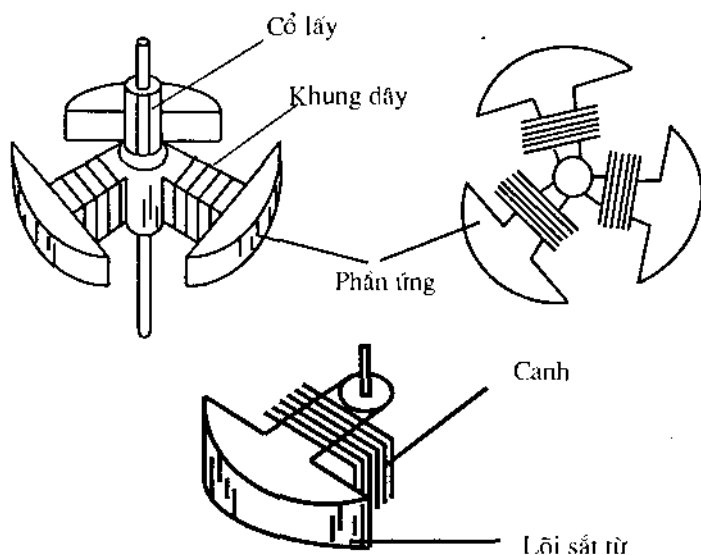
Cấu tạo của nó gồm có các phần sau:

1. Phần cảm: Thường được chế tạo từ vật liệu sắt từ hay ferit có từ tính. Các nam châm này được từ hóa mạnh và trở thành nam châm vĩnh cửu. Từ trường của phần cảm tạo ra lực từ trong các cạnh dây đồng đặt trong phần ứng. (Hình 1-27)



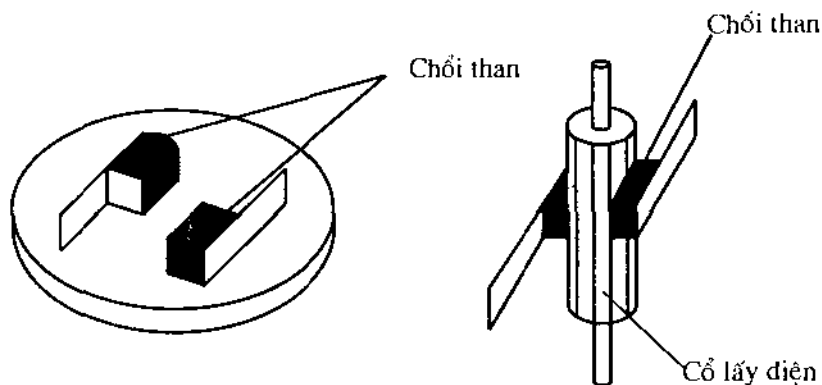
Hình 1- 27. Phần cảm của mô tơ DC

2. Phần ứng: Làm bằng các vật liệu sắt từ trên đó có các rãnh để đặt các khung dây. Khung dây được đặt trên các cạnh của phần ứng nằm trong từ trường của phần cảm. Các cạnh ứng này được cấp dòng từ cổ lấy điện ra và dòng của các cạnh ứng sẽ làm phát sinh các lực từ tạo ra momen quay và làm quay phần ứng. (Hình 1- 28)



Hình 1-28. Cấu tạo phần cứng của Mô tơ DC

3. Chổi than: Có kết cấu là 2 lá đồng, ở phần ép sát với cổ lấy điện có than để làm giảm điện trở ở nơi tiếp xúc, qua cổ lấy điện nguồn điện ngoài được cấp dòng cho các cuộn ứng. Trong 1 số mô tơ DC người ta dùng các que than chì để làm giảm ma sát và giảm tiếng ồn phát ra từ cổ lấy điện. (Hình 1 - 29)



Hình 1-29. Cấu tạo chổi than của Mô tơ DC

Ngoài các bộ phận chính mô tơ DC còn có các phân phụ sau:

- *Vỏ và bộ lọc chống ồn*: Mô tơ được đặt trong 1 vỏ kim loại dày để cố định trục quay và tạo độ bền cơ học. Do khi quay mô tơ phát ra mức tiếng ồn lớn nên người ta thường ngăn nhiễu điện từ bằng cách bọc mô tơ trong vòng cuốn kim khí. Mô tơ được gắn vào các hệ cơ qua các bộ đệm nhựa hoặc cao su để giảm rung.

- *Bộ ổn định tốc độ mô tơ*: Để đảm bảo tốc độ quay của mô tơ không đổi người ta dùng thêm bộ ổn tốc. Nó được lắp ngay trong mô tơ hoặc lắp trong mạch của thiết bị.

V. MẠCH IN

Mạch in là vật liệu được dùng phổ biến hiện nay để lắp ráp các thiết bị điện tử. Nó cho phép chúng ta thực hiện được công việc cơ khí hóa, tự động hóa quá trình sản xuất, tăng được năng suất lao động, nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm giá thành đồng thời thuận tiện cho việc vận hành sửa chữa.

Mạch in có nhiệm vụ chủ yếu là tạo ra dây dẫn nối các linh kiện với nhau, gá đỡ các linh kiện ở các vị trí cố định trong thiết bị, làm cho kết cấu thiết bị gọn nhẹ. Đôi khi người ta còn gia công các linh kiện, chi tiết ngay trên mạch in.

Cơ sở để tạo ra mạch in là một tấm gốc vật liệu cách điện, có thể dày hay mỏng (0,3 - 0,5 mm), độ cách điện cao hay thấp và độ hút ẩm như thế nào do yêu cầu sử dụng đặt ra. Trên bề mặt của tấm gốc này, người ta tiến hành phủ 1 lớp kim loại dẫn điện mỏng thường là đồng đỏ. Người ta có thể phủ kim loại bằng các phương pháp khác nhau như kết tủa, điện hóa, ép... Sao cho lớp đồng đỏ bám chặt vào bề mặt của tấm gốc và cũng có thể phủ lên 1 hoặc 2 mặt của tấm gốc.

Khi gia công, người ta tính toán vị trí các linh kiện một cách hợp lý, vẽ sơ đồ nối mạch các linh kiện trên tấm vật liệu cách điện đã phủ đồng.

Bằng sơn hoặc mực in, thực tế người ta dùng phương pháp in lưới để phủ lên bề mặt tấm phíp đồng sơ đồ nối dây của mạch lắp ráp, rồi cho cả tấm phíp này vào dung dịch ăn mòn đồng (thường là dung dịch $FeCl_3$). Sau đó rửa sạch sơn hoặc mực in, tẩy chất chống ăn mòn, phủ lên bề mặt một lớp sơn để bảo vệ cho lớp đồng còn lại khỏi bị oxy hoá, nhưng phải chừa lại chỗ chân linh kiện để khoan làm lỗ cắm chân linh kiện. Sau tất cả các công việc ta có được một bảng mạch in hoàn chỉnh để chuẩn bị cho việc cắm linh kiện.

Câu hỏi và bài tập chương 1

1. Trình bày thuyết chất rắn và vùng dẫn điện của vật liệu. Tuỳ theo vùng dẫn điện, vật liệu được chia thành bao nhiêu loại.
2. Nêu khái niệm, các đặc tính kỹ thuật cơ bản của vật liệu dẫn điện. Cho ví dụ một số vật liệu dẫn điện phổ biến và phân tích đặc tính kỹ thuật cơ bản của các vật liệu này.
3. Nêu khái niệm, các đặc tính kỹ thuật cơ bản của vật liệu cách điện. Cho ví dụ một số vật liệu dẫn điện phổ biến và phân tích đặc tính kỹ thuật cơ bản của các vật liệu này.
4. Nêu khái niệm, phân loại vật liệu từ, cho ví dụ.
5. Nêu khái niệm, phân loại, cấu tạo, công dụng của điện trở.
6. Trình bày các thông số cơ bản của điện trở.
7. Kí hiệu và ghi nhãn cho điện trở, cách xác định giá trị điện trở màu.
8. Phương pháp kiểm tra, đánh giá chất lượng của điện trở.
9. Nêu cấu tạo chung, phân loại tụ điện.
10. Nêu các thông số cơ bản của tụ điện.
11. Nêu cấu tạo, phân tích ưu nhược điểm và ứng dụng của một số tụ: Tụ giấy, tụ mica, tụ gốm, tụ hoá, tụ xoay.
12. Kí hiệu và ghi nhãn cho tụ điện.
13. Nêu công dụng, kí hiệu của cuộn cảm.
14. Trình bày các thông số cơ bản của cuộn cảm.
15. Phân loại và nêu cấu tạo của từng loại cuộn cảm.
16. Trình bày cấu tạo, phân loại và kí hiệu của biến áp.
17. Cách kiểm tra chất lượng cuộn cảm và biến áp. Những lưu ý khi sử dụng cuộn cảm và biến áp.
18. Nêu cấu tạo, phân loại, nguyên tắc hoạt động và các ứng dụng của lõi ferit, băng từ, đầu từ.
19. Nêu tính áp điện của thạch anh và các ứng dụng của loại vật liệu này.
20. Nêu cách tổ chức thông tin trên đĩa và cách tính dung lượng đĩa.
21. Nêu cấu tạo và cách sử dụng đĩa mềm.
22. Nêu cấu tạo, đặc điểm của đĩa cứng.
23. Nêu cấu tạo của đĩa quang, nguyên tắc đọc dữ liệu của đĩa quang.
24. Nêu cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của động cơ điện một chiều cỡ nhỏ.
25. Nêu công dụng, đặc điểm và công nghệ chế tạo mạch in.

Chương 2

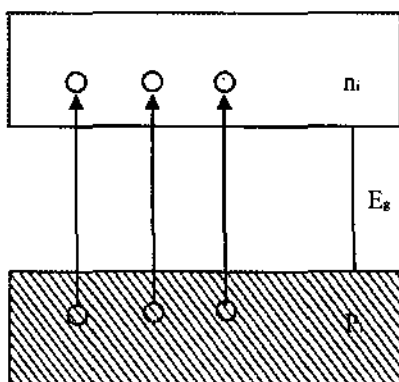
CHẤT BÁN DẪN VÀ DỤNG CỤ BÁN DẪN

Chất bán dẫn là các chất trung gian giữa các chất dẫn điện và chất cách điện. Vùng cấm của chất bán dẫn hẹp ($E_g \leq 2eV$). Điện trở suất của chất bán dẫn vào khoảng $10^{-5} \div 10^7 \Omega m$ và phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thành phần tạp chất, nhiệt độ, ánh sáng, tia phóng xạ cường độ điện trường.v.v...

I. ĐẶC TÍNH DẪN ĐIỆN CỦA CHẤT BÁN DẪN

1. Đặc tính dẫn điện của bán dẫn tinh khiết (còn gọi là bán dẫn thuần).

Hai chất bán dẫn tinh khiết điển hình là giecmanium (Ge) và silicium (Si) có cấu trúc vùng năng lượng như hình (2-1) với $E_g=0,72eV$ và $E_g=1,12eV$ thuộc nhóm 4 của bảng tuần hoàn Mendeleep.

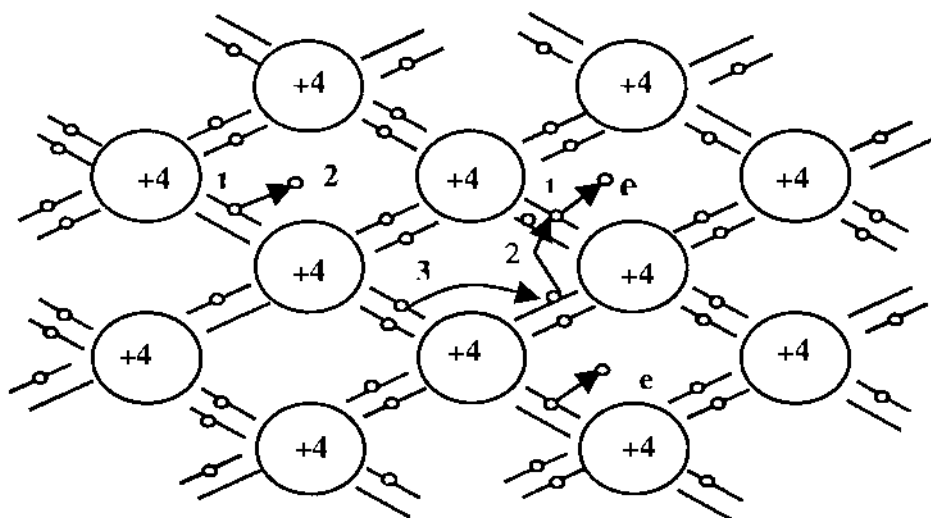


Hình 2-1: Cấu trúc vùng năng lượng

Mô hình cấu trúc mạng tinh thể như hình (2-2). Trong mạng tinh thể mỗi nguyên tử có 4 điện tử ở lớp ngoài cùng, nên cần 4 điện tử nữa để liên kết mới trở thành bền vững. Vì các nguyên tử ở bên cạnh cũng cần các điện tử để tạo ra mối liên kết chứ không thừa điện tử để cho chúng liên kết đồng hoá trị. Do

vậy cứ 2 nguyên tử cạnh nhau góp chung một đôi điện tử, đôi điện tử này chuyển động trên quỹ đạo chung cho cả hai hạt nhân tạo ra lực liên kết giữa 2 nguyên tử.

Vì mỗi nguyên tử cần 4 đôi điện tử để tạo ra lớp điện tử bên vững ở lớp ngoài cùng, nên nó phải liên kết với 4 nguyên tử khác ở bên cạnh (hình 2-2), vì vậy trong mạng tinh thể không có điện tử tự do.



Hình 2-2: Mô hình cấu trúc mạng tinh thể

Tuy nhiên, nếu có một tác động nào đó như chuyển động nhiệt, tia bức xạ, phóng xạ, lực điện trường.v.v...đủ phá vỡ một mối liên kết sẽ tạo ra một điện tử tự do thoát khỏi mối liên kết. Lúc đó ở chỗ vừa bị phá vỡ (điểm 1 trên hình 2-2) sẽ có một điểm thiếu điện tử gọi là lỗ trống hay lỗ. Bình thường nguyên tử ở trạng thái trung hoà. Khi nguyên tử mất một điện tử để lại một lỗ trống, nó sẽ trở thành tích điện dương do đó mỗi lỗ trống ứng với một điện tích dương e^+ . Lỗ trống là nơi cần điện tử nên sẽ kích thích điện tử ở một mối liên kết nào đó bên cạnh nhảy đến “lấp lỗ” và để lại một lỗ mới. Đến lượt mình, lỗ vừa được tạo thành sẽ kích thích một điện tử khác đến lấp lỗ, tạo thành một lỗ mới. Cứ thế tiếp diễn, ta thấy ứng với một mối liên kết bị phá vỡ sẽ tạo ra một cặp điện tử lỗ trống di chuyển hỗn loạn trong khối tinh thể.

Nếu có nhiều mối liên kết bị phá vỡ thì mật độ điện tử tự do và lỗ trống trong khối tinh thể tăng lên nhiều. Lúc đó, nếu đặt khối tinh thể vào điện trường, các điện tử sẽ chuyển động ngược chiều điện trường, còn lỗ trống

(tương ứng với điện tích dương) sẽ chuyển động theo chiều điện trường tạo thành dòng điện. Như vậy dòng điện trong chất bán dẫn là dòng điện tử và dòng lỗ trống chuyển dời có hướng.

Mật độ điện tử và lỗ trống trong chất bán dẫn càng lớn thì nó dẫn điện càng tốt. Các yếu tố có tác dụng đến phá vỡ mối liên kết trong bán dẫn sẽ làm tăng độ dẫn điện của nó. Đối với bán dẫn tinh khiết, tính dẫn điện chịu ảnh hưởng của các yếu tố chính sau đây:

* *Nhiệt độ*: Nhiệt độ tăng thì dao động của các nút mạng tinh thể tăng lên, dễ phá vỡ mối liên kết giữa các nguyên tử. Nhờ vậy, tính dẫn điện của bán dẫn tăng lên. Ở gần 0°K các chất bán dẫn hầu như không dẫn điện.

* *Các tia bức xạ như ánh sáng, tia tử ngoại...* khi chiếu vào khối tinh thể sẽ truyền năng lượng cho điện tử ở lớp ngoài làm cho nó dễ thoát ra trở thành điện tử tự do và tạo ra chỗ trống. Cường độ ánh sáng càng mạnh độ dẫn điện càng tăng.

* *Cường độ điện trường* sẽ tác dụng lực lên các điện tử. Khi lực tĩnh điện đủ mạnh sẽ phá vỡ mối liên kết và lúc đó bán dẫn trở thành dẫn điện tốt. Ngoài ra, các tia phóng xạ cũng gây ảnh hưởng đến tính dẫn điện của chất bán dẫn.

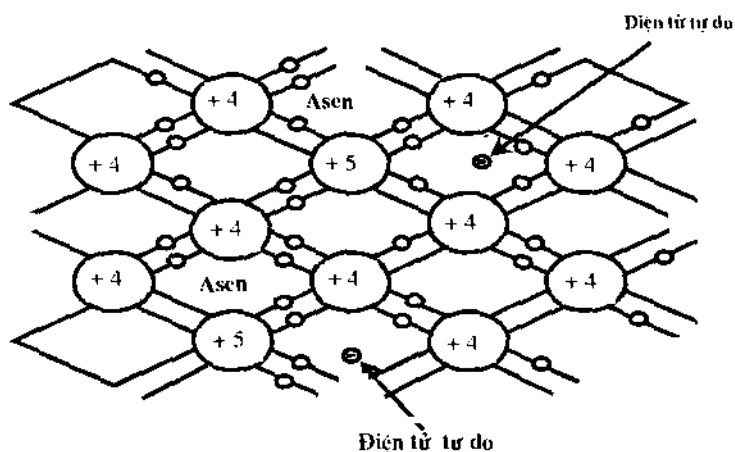
Ở chất bán dẫn tinh khiết, mật độ điện tử và lỗ trống luôn luôn bằng nhau. Tính dẫn điện này được gọi là dẫn điện thuần. Nói chung mật độ điện tử và lỗ trống trong bán dẫn tinh khiết rất nhỏ nên chúng được gọi là các phân tử dẫn điện thiếu số hoặc phân tử dẫn điện không cơ bản. Ta cũng có thể thay đổi tính dẫn điện bằng cách pha thêm tạp chất vào bán dẫn. Lúc đó mật độ điện tử và lỗ trống không bằng nhau, ta sẽ có bán dẫn tạp, tùy theo mật độ điện tử hay mật độ lỗ lớn hơn, ta có bán dẫn loại N hay bán dẫn loại P.

2. Đặc tính dẫn điện của bán dẫn tạp

Nếu pha thêm tạp chất vào bán dẫn tinh khiết, tính dẫn điện sẽ thay đổi. Nếu tạp chất là nguyên tố có quá 4 điện tử ở lớp ngoài cùng (như nguyên tố nhóm 5 hay 6) ta gọi là tạp chất cho. Ngược lại, nếu nguyên tố tạp chất có ít hơn 4 điện tử ở lớp ngoài cùng (như các nguyên tố ở nhóm 3), ta gọi là tạp chất nhận.

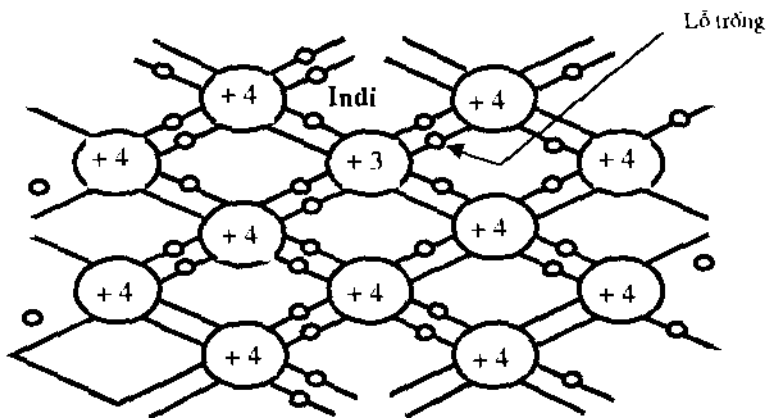
Ta xét điển biến của mạng tinh thể bán dẫn khi lẫn tạp chất cho, chẳng hạn cho asen (arsenic) vào tinh thể germani. Nguyên tử asen có 5 điện tử ở lớp ngoài cùng. Trong mạng tinh thể, nó chỉ cần 4 điện tử để liên kết với 4 nguyên tử germani ở lân cận, còn thừa ra một điện tử. Điện tử này liên kết yếu với hạt nhân và dễ dàng trở thành điện tử tự do (hình 2.3) và không để lại lỗ trống. Kết quả là mật độ điện tử tăng lên nhiều còn mật độ lỗ không đổi. Khi đó, bán dẫn dẫn

điện chủ yếu bằng điện tử nên gọi là bán dẫn điện tử hay bán dẫn loại N (từ chữ negative nghĩa là âm). Phần tử dẫn điện chủ yếu gọi là phần tử cơ bản hay phần tử dẫn điện đa số. Ở bán dẫn loại N, phần tử dẫn điện cơ bản là điện tử.



Hình 2-3: Mô hình cấu trúc mạng tinh thể bán dẫn tạp loại N

Nếu tạp chất thuộc loại nhận, chẳng hạn như Indi thì hiện tượng diễn ra ngược lại. Ta biết nguyên tử Indi có 3 điện tử ở lớp ngoài cùng. Trong mạng tinh thể, nó cần 4 điện tử để liên kết với các nguyên tử bên cạnh. Như vậy mỗi nguyên tử Indi tạo ra một lỗ trống (hình 2-4) mà lỗ trống này không kèm theo sự xuất hiện điện tử tự do. Kết quả là mật độ lỗ tăng lên nhiều, còn mật độ điện tử không đổi. Khi đó bán dẫn dẫn điện chủ yếu bằng lỗ nên gọi là bán dẫn lỗ hay bán dẫn loại P (từ chữ positive nghĩa là dương). Ở bán dẫn loại P, phần tử dẫn điện cơ bản là lỗ trống.



Hình 2-4: Mô hình cấu trúc mạng tinh thể bán dẫn tạp loại P

Việc pha tạp chất vào bán dẫn tinh thể làm tăng độ dẫn điện của chúng lên đến hàng vạn lần. Chẳng hạn, ở điều kiện thường, mỗi cm^2 tinh thể germani tinh khiết (có $4,2 \cdot 10^{27}$ nguyên tử) có chứa $2,5 \cdot 10^{13}$ điện tử dẫn và lỗ trống. Nếu pha thêm 0,001% arsen thì trong thể tích đó xuất hiện tới 10^{17} điện tử dẫn, còn số lỗ không đổi. Nhờ vậy độ dẫn điện tăng lên một vạn lần.

3. Một số ứng dụng của chất bán dẫn

Bán dẫn có thể là đơn chất như silic, germani, selen, sắt, photpho, nhôm... hoặc hợp chất như các ôxít, sunfua, selenua, tenua. Do các đặc tính dẫn điện như trên, chúng có rất nhiều ứng dụng trong kỹ thuật và khoa học.

Nhờ tính dẫn điện thay đổi theo nhiệt độ nên có thể ứng dụng để chế tạo các điện trở nhiệt và nhiều ứng dụng khác. Điện trở nhiệt bằng bán dẫn có độ nhạy rất cao vì hệ số nhiệt điện trở của nó lớn hơn nhiều so với kim loại. Chẳng hạn, khi nhiệt độ tăng thêm 10°C , điện trở kim loại tăng khoảng 0,4%, còn điện trở bán dẫn thay đổi (4-8)% nghĩa là lớn gấp hàng chục lần.

Các chất bán dẫn được ứng dụng làm các pin nhiệt điện, pin quang điện, tế bào quang điện, các vật liệu từ... các ứng dụng này đều mang lại những tính chất quý báu như hiệu quả cao, hiệu suất lớn. Đặc biệt, các chất bán dẫn được ứng dụng để chế tạo các diốt, tranzitor, tiristo...

Các dụng cụ bán dẫn thay thế rất có kết quả các loại đèn cổ điển, lại có nhiều ưu điểm như tuổi thọ cao, cấu tạo đơn giản, gọn nhẹ, công suất tiêu thụ nhỏ, hiệu suất cao v.v... Đó là những ưu điểm cơ bản, cho phép tạo ra cuộc thay đổi sâu sắc trong lĩnh vực kỹ thuật điện tử. Chẳng hạn, máy tính điện tử dùng đèn bán dẫn thay đèn điện tử đã cho phép nâng cao tốc độ tính toán và dung lượng bộ nhớ lên nhiều lần mà cấu tạo lại gọn nhẹ, công suất tiêu thụ ít hơn so với máy tính thế hệ cũ.

Ngày nay, cùng với tiến bộ của lý thuyết về cấu tạo mạng tinh thể (vật lý chất rắn) và màng mỏng, người ta đã chế tạo ra các mạch chức năng vi điện tử, đã cho phép thu gọn kích thước các linh kiện rất nhiều, mở ra một lĩnh vực mới về ứng dụng chất bán dẫn vào kỹ thuật điện tử, như các thiết bị vi xử lý (micro processor) chẳng hạn.

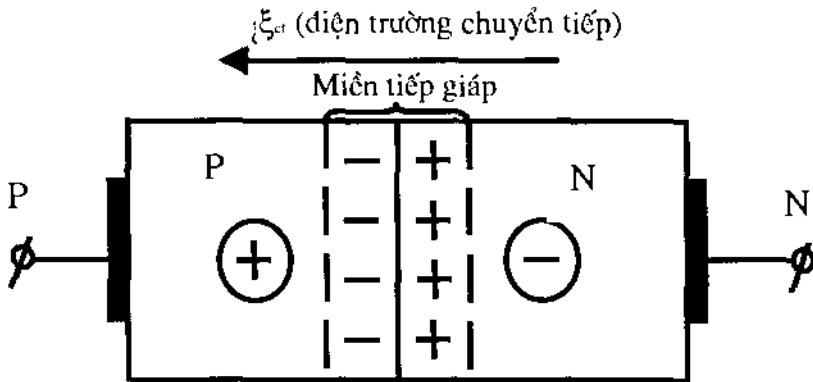
Người ta cũng đang nghiên cứu ứng dụng các hợp chất bán dẫn gồm các nguyên tố ở nhóm 3 và nhóm 6 để chế tạo các dụng cụ bán dẫn như gali-asen, gali-antimoan, Indi-asen, Indi-antimoan... Các chất này đã mở ra một triển vọng rất lớn trong việc chế tạo các dụng cụ bán dẫn mới có những tính năng đặc biệt như công suất lớn, dải tần số làm việc cao v.v...

II. ĐIỐT BÁN DẪN

1. Cấu tạo

Điốt bao gồm 2 lớp bán dẫn P và bán dẫn N ghép với nhau.

Khi cho hai lớp bán dẫn khác loại là bán dẫn loại P và bán dẫn loại N tiếp xúc với nhau (hình 2-5) giữa chúng sẽ hình thành lớp tiếp giáp P-N. Vì ở bán dẫn loại P mật độ lỗ lớn hơn rất nhiều so với bán dẫn loại N, còn ở bán dẫn loại N mật độ điện tử lớn hơn rất nhiều so với bán dẫn loại P nên xảy ra hiện tượng khuếch tán điện tử từ N sang P và khuếch tán lỗ từ P sang N. Mật độ hai bên càng chênh lệch thì mức độ khuếch tán càng mạnh.

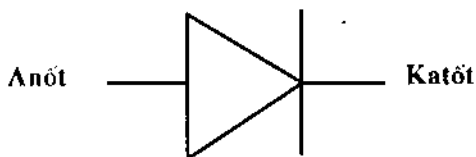


Hình 2-5: Cấu tạo của Điốt

Khi có sự di chuyển của các phân tử dẫn điện qua tiếp giáp P-N sẽ xảy ra sự phân bố lại điện tích. Trước khi tiếp giáp, các lớp bán dẫn ở trạng thái trung hoà. Bây giờ, ở lớp N do mất bớt điện tử, nhận thêm lỗ trống trở thành tích điện dương. Lớp P nhận thêm điện tử làm mất các lỗ nên trở thành tích điện âm. Kết quả là lớp tiếp giáp có một điện trường gọi là điện trường chuyển tiếp ξ_{ct} có hướng từ lớp N sang P. Điện trường này có tác dụng di chuyển lỗ từ lớp N về lớp P, di chuyển điện tử từ lớp P về lớp N. Nói khác đi, điện trường chuyển tiếp có tác dụng ngăn cản sự khuếch tán các phân tử dẫn điện đa số từ lớp nọ sang lớp kia. Khi lực tác dụng của điện trường chưa đủ cân bằng với lực khuếch tán, thì các phân tử dẫn điện đa số còn tiếp tục được phân bố lại, tức điện tử từ N tiếp tục sang P và lỗ từ P tiếp tục sang lớp N, cường độ điện trường chuyển tiếp tăng lên. Khi lực điện trường đủ cân bằng với lực khuếch tán thì mật độ phân bố các phân tử đa số không thay đổi nữa, hệ thống đạt tới trạng thái cân bằng động: trong một đơn vị thời gian, có bao nhiêu phân tử đa số khuếch tán qua lớp ngăn thì cũng có bấy nhiêu phân tử đa số được lực điện

trường di chuyển trở lại và sẽ không có dòng điện tổng qua tiếp giáp. Vì thế tiếp giáp P-N còn gọi là lớp ngăn P-N.

Điốt có 2 cực: Anốt (A) và Katốt (K), trong đó Anốt được nối với miền bán dẫn P, còn Katốt được nối với miền bán dẫn N. Ký hiệu của điốt trong các sơ đồ được trình bày như sau:

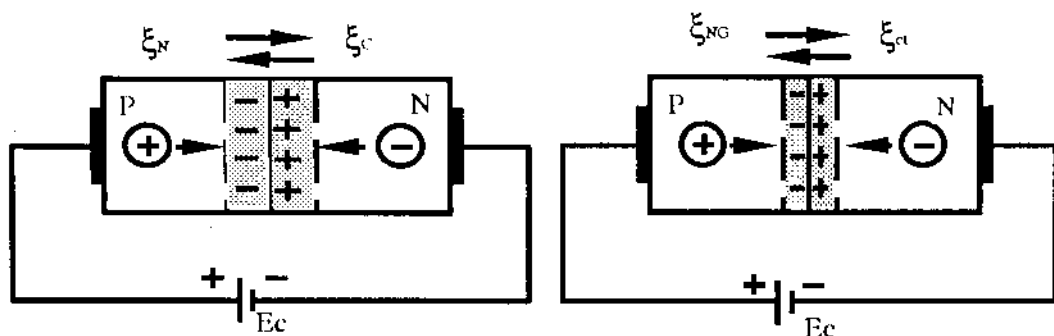


Hình 2 - 6: Ký hiệu của Điốt

2. Nguyên tắc làm việc

2.1. Nguyên tắc phân cực thuận

Đặt tiếp giáp P-N vào một điện áp sao cho cực dương nối với lớp P (Anốt), cực âm nối với lớp N (Katốt). Điện áp này được gọi là điện áp phân cực thuận hay điện áp thuận (hình 2-7).

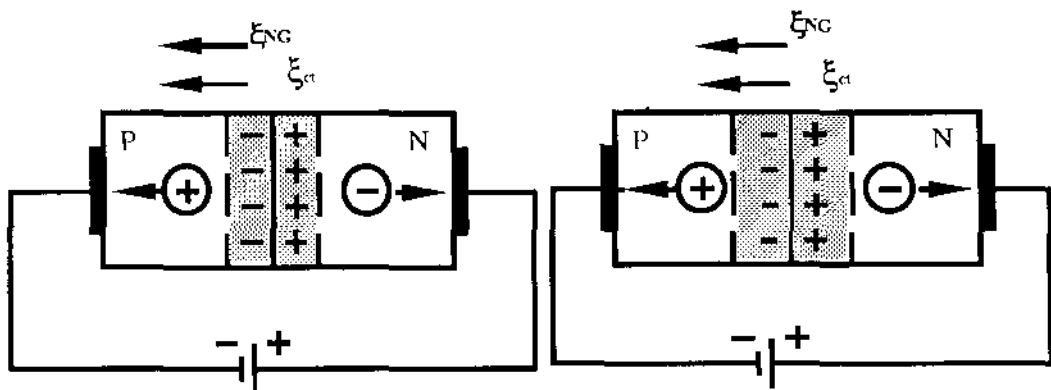


Hình 2-7: Nguyên tắc phân cực thuận của Điốt

Nó tạo ra điện trường ngoài ξ_{NG} hướng từ P tới N, tức ngược chiều với điện trường chuyển tiếp. Điện trường ngoài có tác dụng khử điện trường lớp ngăn để các phân tử dẫn điện đa số dễ dàng qua được tiếp giáp, tức là lỗ di chuyển từ P qua N và điện tử từ N qua P. Vì phân tử dẫn điện đa số có mật độ rất lớn nên dòng điện này có trị số lớn được gọi là dòng điện thuận. Điện trở của tiếp giáp P-N theo chiều thuận gọi là điện trở thuận, có trị số nhỏ. Dòng điện thuận có chiều (quy ước) từ lớp P qua lớp N.

2.2. Nguyên tắc phân cực ngược

Bây giờ đổi chiều cực của điện áp ngoài, tức là cực dương mắc vào lớp N (Katốt), cực âm vào lớp P (Anốt) (hình 2-8) tiếp giáp sẽ chịu điện áp phân cực ngược hay điện áp ngược.



Hình 2-8: Nguyên tắc phân cực ngược của Điốt

Điện trường ngoài ξ_{NG} cùng chiều với điện trường lớp ngăn ξ_{ct} , nên sẽ làm tăng tác dụng ngăn cản sự di chuyển của các phân tử dẫn điện đa số. Dòng điện của các phân tử đa số sẽ bằng không. Lúc đó chỉ còn lại sự di chuyển của các phân tử điện thiếu số, tức lỗ từ lớp N sang P, điện tử từ lớp P sang N. Đó là dòng điện của các phân tử thiếu số gọi là dòng điện ngược. Vì mật độ các phân tử dẫn điện thiếu số nhỏ hơn rất nhiều so với phân tử dẫn điện đa số nên dòng điện ngược nhỏ hơn rất nhiều so với dòng điện thuận. Nói cách khác, điện trở ngược của tiếp giáp P-N lớn hơn nhiều lần so với điện trở thuận. Dòng điện ngược có chiều từ lớp N sang lớp P.

Như vậy, hệ thống tiếp giáp P-N cũng có đặc tính dẫn điện theo một chiều, chiều từ P sang N và không dẫn điện theo chiều ngược lại. Đó chính là đặc tính chỉnh lưu của điốt.

3. Đặc tính và phân loại điốt bán dẫn

3.1. Các thông số cơ bản của điốt

* *Dòng điện thuận* hay trị số trung bình của dòng điện nắn (dòng chỉnh lưu) lớn nhất cho phép. Dòng điện này phụ thuộc vào điện tích lớp ngăn và mật độ dòng điện cho phép qua lớp ngăn. Nếu làm lạnh tốt, các điốt silic có thể đạt mật độ dòng điện thuận cho phép tới hàng trăm A/cm² và do đó đã mở ra một lĩnh vực kỹ thuật mới gọi là kỹ thuật bán dẫn công suất lớn.

* Điện áp thuận trên diốt ứng với dòng điện thuận.

* Điện áp ngược lớn nhất cho phép là điện áp lớn nhất đặt vào diốt theo chiều phân cực ngược, lớp tiếp giáp P-N không bị đánh thủng.

* Dòng điện ngược là dòng điện ứng với điện áp ngược lớn nhất cho phép. Dòng điện này càng nhỏ càng tốt.

* Trở kháng động hay độ dốc của đường đặc tính vôn- ampe ở phân thuận.

* Dải tần số làm việc.

* Điện dung của diốt là điện dung của lớp ngăn P-N khi có điện áp ngược. Các thông số này thường cho sẵn trong các sổ tay kỹ thuật.

3.2. Phân loại

* Căn cứ theo vật liệu chế tạo: Diốt gecmani, silic, selen, ôxít đồng...

* Căn cứ theo công dụng: Diốt nắn điện (van điện) và diốt tách sóng.

* Căn cứ theo dải tần số làm việc: Diốt tần số thấp và diốt cao tần, diốt xung.

* Căn cứ theo đặc điểm tiếp xúc: Diốt tiếp xúc điểm và diốt tiếp xúc mặt.

3.3. Ưu nhược điểm chính của diốt

* Ưu điểm:

- Kích thước gọn, trọng lượng nhẹ, dễ lắp ráp.
- Kết cấu đơn giản, chắc chắn, công nghệ sản xuất không phức tạp.
- Tiêu thụ rất ít năng lượng vì sụt áp trong diốt rất nhỏ.
- Hiệu suất cao.
- Thời gian khởi động nhanh, đóng mạch là có thể làm việc ngay.
- Tuổi thọ lớn.
- Điện dung nhỏ, đặc biệt là diốt tiếp xúc điểm nên cho phép dùng ở mạch siêu cao tần.

* Nhược điểm:

- Điện áp ngược cho phép nhỏ, khi cần thiết phải mắc nối tiếp nhiều diốt để giảm điện áp ngược trên mỗi phần tử.
- Điện trở ngược không bằng vô cùng, mà vẫn có một giá trị giới hạn nên vẫn có dòng điện ngược tuy rất nhỏ.
- Điện trở biến thiên theo nhiệt độ. Khi nhiệt độ giảm thì điện trở thuận và ngược đều tăng.

Để đánh giá chất lượng điốt, người ta dùng hệ số nắn (chỉnh lưu) điện K_{nd} , đo bằng tỷ số giữa dòng điện thuận và dòng điện ngược:

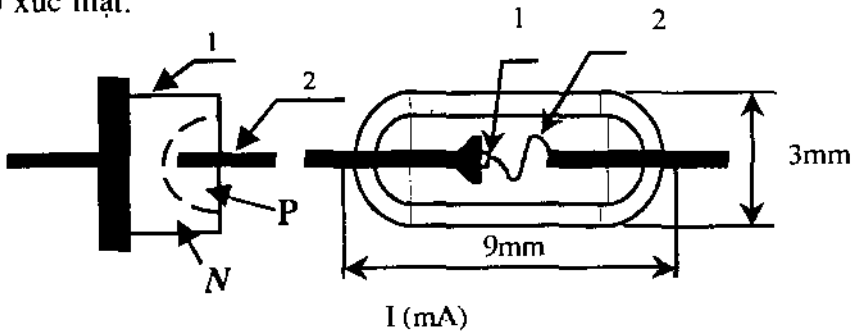
$$K_{nd} = \frac{I_f}{I_{ng}} = \frac{R_{ng}}{R_f}$$

Ở đây I_f và I_{ng} là dòng điện thuận và ngược ứng với cùng một trị số điện áp, cũng như R_f và R_{ng} là điện trở thuận và ngược tương ứng. Hệ số nắn (chỉnh lưu) điện càng lớn thì điốt càng có chất lượng.

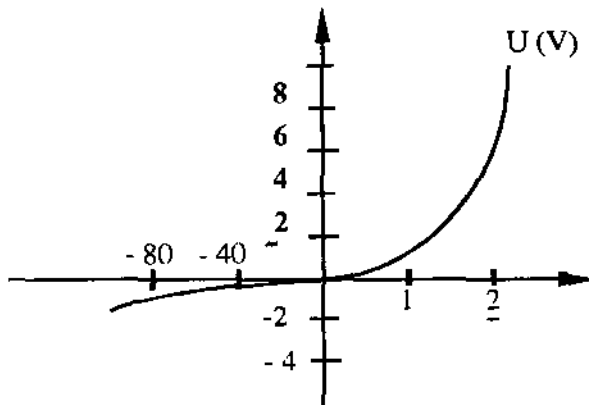
4. Một số loại điốt

4.1. Điốt gecmani và silic

Điốt gecmani và điốt silic sử dụng chung một nguyên tắc tạo ra lớp ngăn P-N là: trên khối tinh thể Gecmani (hay Silic) có tính dẫn điện loại P, người ta tạo ra một vùng có tính dẫn điện loại N hay ngược lại. Các điốt này có thể là loại tiếp xúc mặt.



a) Cấu tạo Điốt

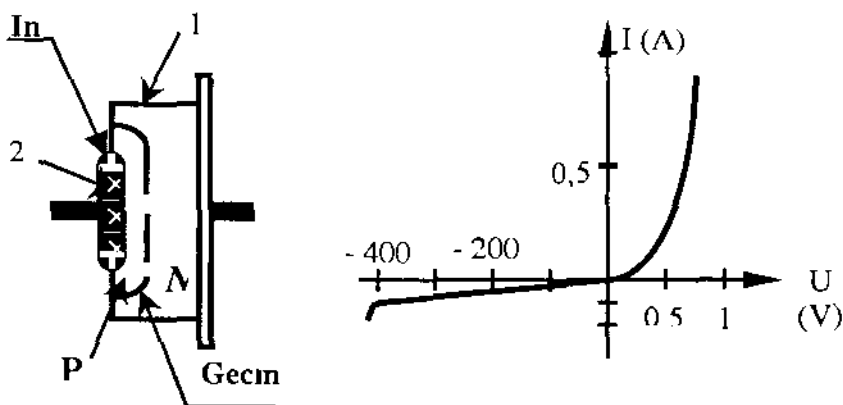


b) Đặc tuyến Vôn - Ampe

Hình 2-9: Điốt gecmani tiếp điểm

Điốt gecmani tiếp điểm (hình 2-9a) gồm một vỏ bằng thủy tinh hay kim loại, đường kính khoảng 3-9mm. hai đầu có hai dây dẫn ra. Ở đầu của một dây có gắn lớp tinh thể gecmani 1 có tính dẫn điện loại N, ở đầu dây kia gắn một kim nhọn 2, mũi nhọn làm bằng Indi. Lớp tiếp giáp P-N được tạo ra trong quá trình chế tạo bằng cách phóng một dòng điện xung qua điốt. Lúc đó các nguyên tử Indi khuếch tán vào khối gecmani tạo thành một lớp bán dẫn loại P (Gecmani có lẫn tạp chất Indi thuộc nhóm 3) và do đó tiếp giáp P-N được hình thành. Ở bên trái (hình 2-9a) có vẽ to lớp tiếp giáp này. Hình 2 - 9b là đặc tuyến Vôn - Ampe của điốt này.

Điốt gecmani tiếp xúc mặt (hình 2-10) gồm tấm gecmani 1 có pha một ít asen hoặc antimoan để có tính dẫn điện tử. Trên tấm gecmani là lớp Indi 2 nối tới điện cực ra.



Hình 2-10: Điốt gecmani tiếp xúc mặt

Khi chế tạo, người ta đặt miếng Indi lên mặt lớp gecmani đã được nung tới nhiệt độ khoảng 500°C (cao hơn nhiệt độ nóng chảy của Indi). Lúc đó Indi nóng chảy và khuếch tán vào khối gecmani tạo thành một lớp mỏng có tính dẫn điện loại P. Nhờ đó, lớp tiếp giáp P-N được tạo thành.

Hiện nay loại điốt Gecmani tiếp xúc mặt đang được sản xuất nhiều và sử dụng trong kỹ thuật bán dẫn công suất lớn. So với điốt gecmani, điốt silic có các ưu điểm sau:

1. Điện áp ngược cho phép lớn hơn, tới 700-800V và hàng nghìn vôn, trong khi điốt gecmani có điện áp ngược khoảng 400V.

2. Nhiệt độ làm việc cao hơn, tới 125 - 150°C trong khi điốt gecmani làm việc ở nhiệt độ 50 - 75°C. Nếu chế tạo đặc biệt, điốt silic có thể làm việc ở 300°C.

3. Mật độ dòng điện cho phép lớn hơn, tới 60-80 A/cm², tối đa có thể tới 200A/cm², trong khi diốt gecmani chỉ làm việc với mật độ 20- 40A/cm², tối đa cũng chỉ tới 100A/cm².

4. Dòng điện ngược của diốt silic nhỏ hơn của diốt gecmani tới vài lần.

Nhược điểm của diốt silic là sụt áp trên diốt lớn hơn so với diốt gecmani. Sụt áp ở diốt silic là 0,5 - 0,8V, còn ở diốt Gecmani là 0,3V.

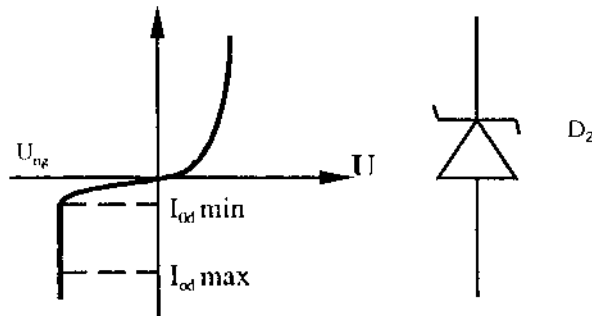
4.2. Một số diốt bán dẫn đặc biệt

4.2.1. Diốt ổn áp (diốt Zêne)

Diốt ổn áp ứng dụng hiện tượng Zêne nên còn gọi là diốt Zêne, dùng để ổn định điện áp đặt vào tải.

Hình 2-10 là dạng đường đặc tính Vôn-Ampe của diốt ổn áp.

Phần thuận của đặc tính này cũng giống như các diốt thông thường. Phần ngược của đặc tính có khác. Nếu tăng điện áp ngược, lúc đầu dòng điện ngược cũng có trị số rất bé như diốt khác.



Hình 2-11: Ký hiệu và đặc tuyến Vôn – Ampe của diốt Zêne

Nhưng đến một trị số nhất định của U_{ng} (điểm A) sẽ xảy ra đột biến, dòng điện ngược tăng đột ngột, còn điện áp giữ gần như không đổi, đường đặc tính gần như song song với trục dòng điện (đoạn AB). Đó chính là đoạn ổn áp. Ở các diốt thông thường hiện tượng đánh thủng xảy ra sẽ làm hỏng tiếp giáp, do đó diốt bị hỏng. Sở dĩ di ốt Zêne không bị hỏng tiếp giáp khi bị đánh thủng là khi chế tạo người ta đã tính toán để tiếp giáp chịu được dòng điện ngược khi chọc thủng nhờ sử dụng loại bán dẫn với mức tạp chất phù hợp. Các diốt Zêne thường làm bằng silic là loại vật liệu có sức chịu nhiệt độ tốt. Hình 2-11 là ký hiệu của diốt Zêne trên sơ đồ.

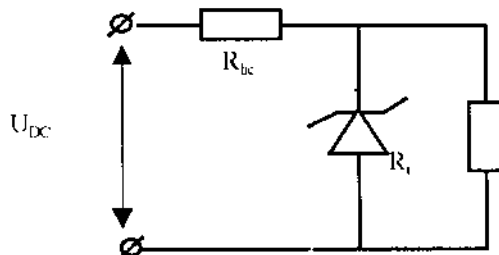
Giới hạn ổn định điện áp là từ dòng điện ngược bé nhất $I_{od\ min}$ đến lớn nhất $I_{od\ max}$ xác định theo điều kiện công suất tiêu tán cho phép P_{max} .

$$I_{od, \min} = \frac{P_{\max}}{U_{cd}}$$

Nếu dòng điện làm việc nhỏ hơn $I_{od, \min}$, điểm làm việc sẽ ở đoạn cong của đặc tính diốt không ổn áp được. Nếu dòng điện làm việc lớn hơn $I_{od, \max}$ công suất tiêu tán lớn sẽ làm hỏng diốt.

Giá trị lớn nhất của dòng điện từ 0,02 đến 2A. Điện áp ổn áp từ 3 đến 100V tùy theo loại diốt. Điện trở động, tức độ dốc của đoạn AB trên đường đặc tính Vôn-Ampe là khoảng 20 - 50Ω. Điện trở này càng nhỏ thì tác dụng ổn định càng nhạy, điện áp càng ít thay đổi.

Hình 2-12 là mạch ổn áp đơn giản: Diốt Zênc mắc song song với tải cần ổn định. Giữa diốt với nguồn có một điện trở hạn chế R_{hc} . Chú ý là diốt được mắc phân cực ngược. Khi điện áp nguồn thay đổi, dòng điện ngược qua diốt Zênc Đ sẽ thay đổi theo, do đó sụt áp trên R_{hc} biến thiên tương ứng, bù lại sự biến thiên điện áp nguồn. Giữ cho điện áp trên tải ổn định. Ngoài kiểu sơ đồ này, diốt zênc phối hợp với tranzito tạo nên nhiều sơ đồ ổn áp khác.

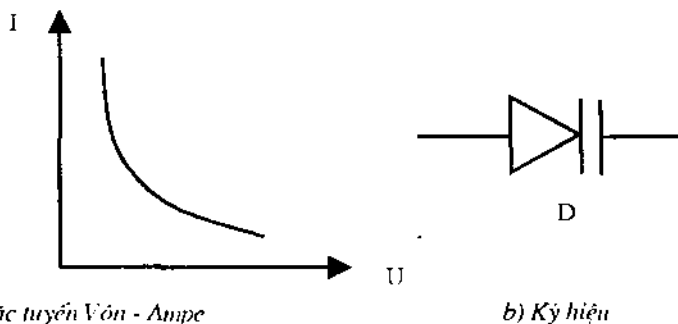


Hình 2 - 12: Sơ đồ ổn áp đơn giản

4.2.2. Diốt biến dung (diốt varicap).

Diốt biến dung là diốt có điện dung của lớp ngăn P-N thay đổi theo trị số điện áp ngược, nên còn gọi là diốt Varicap (Vari-biến đổi, capacitan-điện dung). Hình 2-13b là ký hiệu của nó trên sơ đồ.

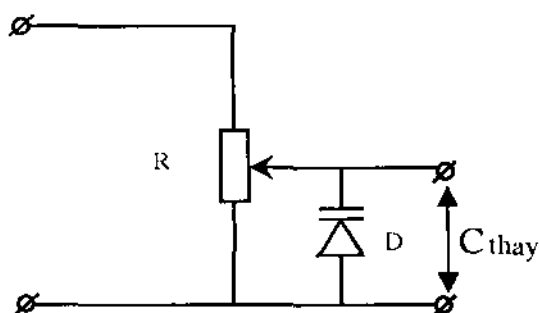
Khi đặt tiếp giáp P-N vào điện áp ngược, hai mặt lớp ngăn sẽ hình thành một điện trường, và do đó diốt tương đương như một tụ điện có 2 cực là hai miền P và N, còn điện môi là lớp ngăn P-N. Khi tăng điện áp ngược, bề dày lớp ngăn P-N tăng, cũng tương tự như tăng khoảng cách giữa hai điện cực của tụ điện và do đó, điện dung lớp ngăn giảm. Ngược lại, giảm điện áp ngược thì điện dung tăng (hình 2-13a). Người ta lợi dụng đặc tính đó để chế tạo diốt biến dung.



Hình 2- 13. Đặc tuyến Vôn - Ampe và ký hiệu của Điốt biến dung

Điốt biến dung thường là điốt silic, có dòng điện ngược nhỏ, điện áp đánh thủng lớn.

Điốt Varicap được sử dụng như một tụ điện biến đổi trong các sơ đồ điện tử (Hình 2-14).



Hình 2 - 14. Sơ đồ đơn giản dùng Điốt biến dung

* Các thông số cơ bản của Điốt biến dung là:

1. Điện dung định mức ứng với điện áp phân cực ngược định mức.
2. Điện dung cực đại C_{max} , cực tiểu C_{min} ứng với thiên áp cực tiểu và cực đại và hệ số biến đổi điện dung:

$$K_c = \frac{C_{max}}{C_{min}}$$

3. Hệ số phẩm chất Q ở tần số làm việc: $Q = \frac{x_c}{r}$

Ở đây $x_c = \frac{1}{\omega C}$ với C là điện dung định mức, ω là tần số làm việc, r là điện trở tổn hao của điốt.

4. Hệ số biến đổi điện dung theo nhiệt độ và hệ số biến đổi phẩm chất Q theo nhiệt độ.

5. Trị số thiên áp lớn nhất cho phép.

5. Một số vấn đề về sử dụng diốt bán dẫn

Các diốt bán dẫn ngày càng được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật điện tử nói chung, trong điện tử công nghiệp nói riêng và các mục đích như nắn điện, ổn áp, tách sóng, hạn chế tín hiệu, ổn định các chế độ làm việc của tranzito, điều chế v.v... Khi dùng diốt cần chú ý các điểm sau đây:

- Trong điều kiện sử dụng thông thường, muốn xác định chất lượng của diốt có thể dùng đồng hồ vạn năng, để ở thang đo thích hợp để đo điện trở thuận và ngược của diốt. Thông thường điện trở thuận vào khoảng vài chục Ω , còn điện trở ngược khoảng vài trăm kilôôm.

- Cần phải biết công dụng của từng loại diốt để dùng đúng. Diốt tiếp xúc mặt thường dùng để nắn điện, còn loại tiếp xúc điểm thường để tách sóng, diốt Zenc để ổn áp.

- Mỗi loại diốt đều có các thông số nhất định, cần tra cứu, nắm vững các thông số để diốt không làm việc quá giới hạn cho phép như điện áp ngược, dòng điện trung bình cho phép, dải tần số, nhiệt độ công tác... để diốt có thể làm việc lâu bền. Các thông số dòng điện, điện áp và công suất phải nhỏ hơn các trị số giới hạn.

- Không được sử dụng các diốt ở chế độ làm việc với hai thông số đều đạt giá trị giới hạn.

Khi dùng diốt để nắn điện cần phải chú ý không để biên độ điện áp ngược quá 0,75 – 0,8 biên độ điện áp ngược cho phép của diốt.

- Không để diốt chịu nhiệt độ quá cao.

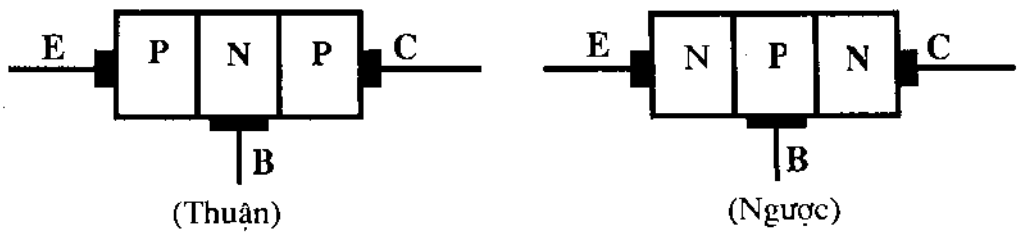
- Khi chọn diốt sử dụng, cần tính đến sự biến đổi lớn nhất có thể xảy ra của các thông số trong thời gian sử dụng và bảo quản.

III. TRANZITO

1. Tranzitor lưỡng cực

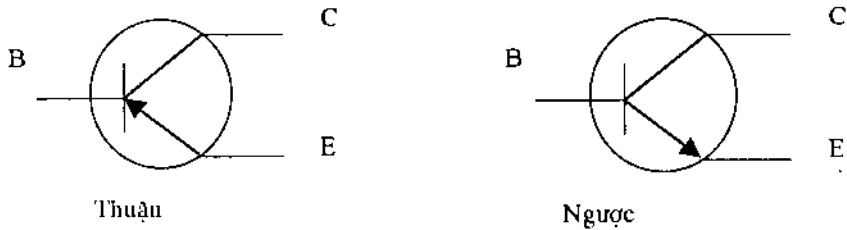
1.1. Cấu tạo

Tranzito gồm có 3 lớp bán dẫn ghép liên tiếp với nhau (hình 2-15), hai lớp ngoài (1 và 3) cùng loại, lớp giữa 2 khác loại. Lớp 1 gọi là emitor, có mật độ phân tử dẫn điện lớn nhất kí hiệu là E, lớp giữa là bazơ, kí hiệu là B; lớp còn lại gọi là colectơ, kí hiệu là C;



Hình 2-15: Cấu tạo của tranzito

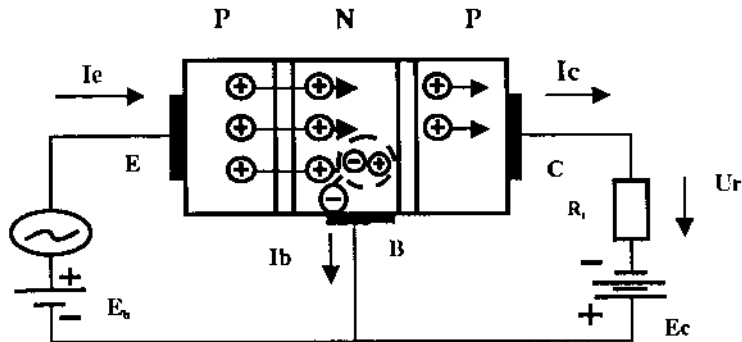
Tùy theo sự phân bố của các lớp bán dẫn, ta có tranzito PNP hay tranzito NPN. Ký hiệu của tranzito như sau (hình 2-16). Trong chế tạo người ta cho lớp emitor có nhiều tạp chất hơn so với lớp hazơ và lớp colectơ. Do đó mật độ phân tử dẫn điện ở cực emitor lớn hơn nhiều so với cực bazơ. Đồng thời, lớp bazơ cần có kích thước mỏng.



Hình 2-16: Ký hiệu của tranzito

1.2. Nguyên lý hoạt động của tranzito

Ta xét sự hoạt động của tranzito PNP mắc theo sơ đồ cực gốc chung (hình 2-17).



Hình 2-17: Mô tả nguyên lý hoạt động của tranzito PNP

Do có ba lớp bán dẫn đặt liền nhau nên tranzito có hai tiếp giáp P-N: tiếp giáp EB và tiếp giáp BC.

Đặt vào tiếp giáp BC nguồn điện cực góp E_c theo chiều phân cực ngược, đặt vào tiếp giáp EB nguồn điện áp E_b theo chiều phân cực thuận làm cho các điện tích đa số (lỗ trống) truyền qua tiếp giáp EB tạo lên dòng I_c , chúng tới vùng bazơ trở thành hạt thiểu số và tiếp tục khuếch tán sâu vào vùng bazơ hướng tới tiếp giáp BC. Trên đường khuếch tán một phần nhỏ lỗ trống tác hợp với hạt đa số của bazơ (điện tử) tạo nên dòng điện cực bazơ (I_b). Do cấu tạo miền bazơ mỏng nên gần như toàn bộ các hạt khuếch tán tới được bờ của vạch BC và bị trường gia tốc do BC phân cực ngược cuốn tới miền coléctơ tạo nên dòng điện coléctơ (I_c). Qua phân tích trên ta rút ra được hệ thức cơ bản về các dòng điện trong tranzito:

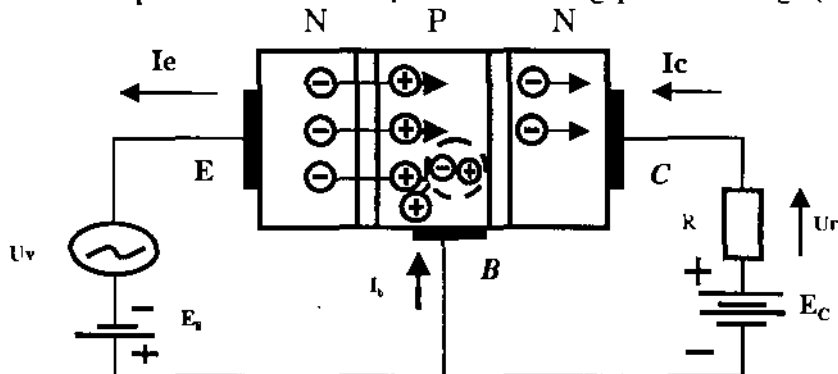
$$I_e = I_b + I_c$$

Để đánh giá mức hao hụt dòng khuếch tán trong vùng bazơ, người ta định nghĩa hệ số truyền đạt dòng điện của tranzito:

$$\alpha = \frac{I_c}{I_e}$$

Hệ số xác định chất lượng tranzito, càng có giá trị gần bằng 1 thường chất lượng của tranzito càng tốt.

Đối với tranzito NPN nguyên lý hoạt động cũng tương tự với điều kiện các cực nguồn E_c , E_b phải đảo cực so với sơ đồ của tranzito PNP và phân tử dẫn điện đa số xuất phát từ emitơ là điện tử chứ không phải lỗ trống. (Hình 2-18)



Hình 2-18: Mô tả nguyên lý hoạt động của tranzito NPN

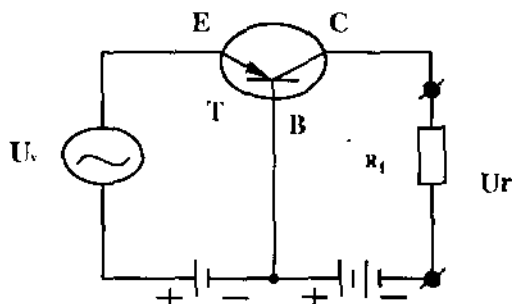
1.3. Cách mắc và thông số tĩnh của tranzito

Các sơ đồ mắc tranzito

Tùy theo cách mắc nguồn tín hiệu đưa vào và lấy ra, tranzito có ba sơ đồ mắc cơ bản sau đây:

* Sơ đồ cực bazơ chung (hình 2-19)(BC)

Trong đó tín hiệu vào đặt ở 2 cực EB, tín hiệu ra lấy ở 2 cực BC. Dòng điện vào là dòng điện cực emitor ($I_v = I_e$), còn dòng điện ra là dòng điện colectơ ($I_a = I_c$):

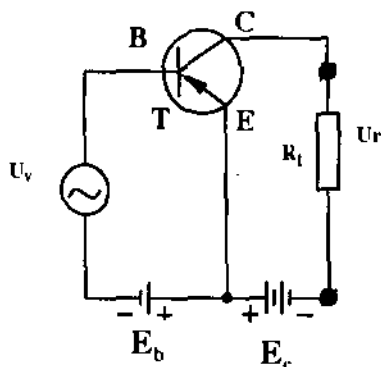


Hình 2-19. Sơ đồ mắc BC dùng PNP

Tín hiệu vào U_v sẽ làm thay đổi điện áp thuận trên tiếp giáp EB, do đó có tác dụng điều khiển dòng cực góp I_c và điện áp lấy ra trên R_l sẽ biến thiên theo quy luật của U_v , với biên độ lớn hơn nhiều. Như vậy sơ đồ này có tác dụng khuếch đại điện áp. Dòng điện cực góp xấp xỉ bằng dòng điện cực phát, nên sơ đồ này không có tác dụng khuếch đại dòng điện.

* Sơ đồ cực Emitơ chung (hình 2-20) (EC)

Trong đó tín hiệu đặt vào ở hai cực BE, tín hiệu ra lấy trên 2 cực CE. Dòng điện vào là dòng điện cực bazơ ($I_v = I_b$), còn dòng điện ra là dòng điện cực colectơ ($I_a = I_c$).



Hình 2-20. Sơ đồ mắc EC dùng PNP

Cũng như sơ đồ trên, điện áp vào làm thay đổi dòng cực colectơ I_c . Nhờ vậy điện áp lấy ra trên điện trở tải R_l sẽ biến thiên theo quy luật của U_v với biên độ lớn hơn nhiều, và sơ đồ này có tác dụng khuếch đại điện áp.

Vì dòng bazơ I_b nhỏ hơn nhiều so với dòng cực colectơ I_c , vì vậy sơ đồ này có tác dụng khuếch đại dòng điện. Để đánh giá tác dụng điều khiển của dòng điện I_b tới dòng colectơ I_c người ta định nghĩa hệ số khuếch đại dòng điện β của tranzitor:

$$\beta = \frac{I_c}{I_b}$$

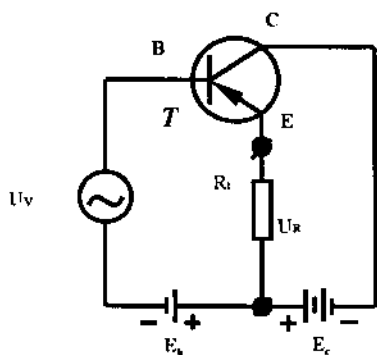
β thường có giá trị từ vài chục tới vài trăm. Trong đoạn mạch EB ngoài nguồn phân cực thuận E_b , còn có mắc nguồn tín hiệu U_v cần khuếch đại làm cho mức phân cực thuận BE thay đổi tạo ra dòng I_b biến thiên nhỏ gây ra dòng I_c biến thiên lớn hơn β lần I_b . Vậy là tranzitor đã có tác dụng khuếch đại dòng điện.

* Sơ đồ cực Colectơ chung (hình 2-21) (CC)

Trong đó tín hiệu vào đặt ở hai cực BC, tín hiệu ra lấy trên 2 cực EC. Sơ đồ này còn gọi là sơ đồ tải cực emitơ, vì điện trở tải đặt trên cực emitơ. Dòng điện vào là dòng điện cực bazơ ($I_b=I_c$), còn dòng ra là dòng cực emitơ ($I_e=I_c$).

Điện áp tín hiệu vào U_v qua R_i sẽ làm thay đổi điện áp thuận trên tiếp giáp EB và làm thay đổi dòng cực colectơ. Riêng điện áp ra trên R_t gần như lặp lại trị số điện áp vào, nên sơ đồ này không có tác dụng khuếch đại điện áp nhưng hệ số khuếch đại dòng điện lớn.

Sơ đồ cực emitơ chung có hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp đều lớn hơn nên được dùng rất rộng rãi. Sơ đồ cực colectơ chung có ưu điểm là rất ổn định vì thế thực hiện hồi tiếp âm sâu nên cũng hay được dùng trong lĩnh vực siêu cao tần vì nó có giải tần số làm việc cao hơn so với các sơ đồ kia.



Hình 2-21. Sơ đồ mắc CC dùng PNP

Đối với loại NPN thì cách mắc cũng tương tự nhưng chỉ thay đổi cực tính của các nguồn cung cấp.

1.4. Các thông số kỹ thuật của tranzito

Khi sử dụng tranzito cần biết các thông số kỹ thuật của nó. Các thông số này thường cho sẵn trong sổ tay tra cứu. Các thông số chính là:

- Loại tranzito là loại PNP hay NPN
- Dòng cực colectơ lớn nhất cho phép I_{cm} là trị số dòng lớn nhất qua cực colectơ lâu dài không làm nóng quá nhiệt độ cho phép của tranzito.
- Điện áp cực góp lớn nhất cho phép U_{cm} là trị số điện áp lớn nhất đặt vào hai cực CE (sơ đồ EC hoặc CC) hay hai cực CB (sơ đồ BC) không làm tiếp giáp BC bị chọc thủng.
- Công suất tiêu hao lớn nhất cho phép trên cực colectơ P_{cm} là trị số công suất lớn nhất tiêu hao trên tiếp giáp CB trong thời gian dài, tranzito vẫn làm việc bình thường.
- Hệ số khuếch đại dòng điện tĩnh hay cho biết khả năng khuếch đại của tranzito. Hệ số hoặc càng lớn, khả năng khuếch đại càng mạnh.
- Dòng colectơ ban đầu hay dòng colectơ rò I_{σ} là trị số dòng cực colectơ khi mạch vào hở ($I_v = 0$). Đó chính là dòng điện phân cực ngược của tiếp giáp BC. Dòng điện này càng nhỏ thì chất lượng tranzito càng tốt. Tranzito silic có I_{σ} nhỏ hơn nhiều so với tranzito gecmani.
- Nhiệt độ làm việc giới hạn là nhiệt độ cho phép lớn nhất đảm bảo cho tranzito làm việc ổn định, dòng I_{σ} không tăng quá mức và các trị số cho phép I_{cm} , U_{cm} , P_{cm} không giảm quá mức.
- Tần số cắt f_c là tần số cao nhất tranzito có thể làm việc mà hệ số khuếch đại dòng điện giảm đi còn 0,7 trị số ban đầu. Quá giới hạn f_c , hệ số khuếch đại của tranzito giảm nhanh.

Ngoài ra, sổ tay tra cứu tranzito còn cho biết hệ số tạp âm, công dụng (khuếch đại âm tần, cao tần, trộn tần, tạo sóng, tách sóng ...) và kiểu hở trí chân (dầu ra) của tranzito.

1.5. Cách sử dụng tranzitor

1.5.1. Một số cách ghi ký hiệu của tranzitor

* Ký hiệu theo cách của Nhật Bản thường bắt đầu bằng các chữ và các số: 2SA, 2SB, 2SC, 2SD.

VD: 2SA671; 2SB562; 2SC828; 2SD468...

Ý nghĩa của các ký hiệu như sau:

2: Tranzitor

S: Vật liệu chế tạo bằng silic.

A: Tranzitor loại PNP cao tần (làm việc ở tần số cao).

B: Tranzitor loại PNP âm tần (làm việc ở tần số thấp).

C: Tranzitor loại NPN cao tần (làm việc ở tần số cao).

D: Tranzitor loại PNP âm tần (làm việc ở tần số thấp).

VD: Linh kiện có tên: 2SC828: Đây là tranzitor có vật liệu chế tạo bằng silic loại NPN có khả năng làm việc ở tần số cao. Số “828” là tên của tranzitor dùng vào việc tra cứu các thông số của tranzitor này trong sổ tay tra cứu.

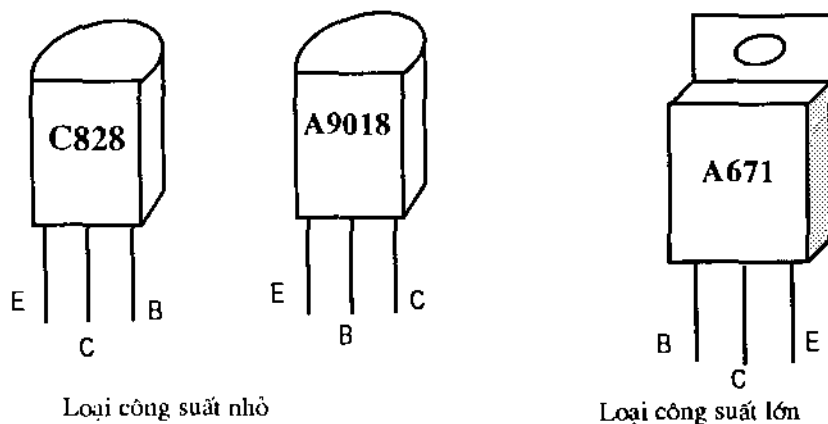
* Ký hiệu theo cách của Mỹ thường bắt đầu bằng các chữ và các số: 2N.
VD: 2N3055.

Các tranzitor ký hiệu theo kiểu này ta phải sử dụng sổ tay tra cứu để biết các thông số cũng như loại tranzitor.

* Ký hiệu theo cách của Trung Quốc thường bắt đầu bằng chữ S.

VD: S9018. Các tranzitor ký hiệu theo kiểu này ta phải sử dụng sổ tay tra cứu để biết các thông số cũng như loại tranzitor.

1.5.2. Một số sơ đồ bố trí chân của tranzitor thông dụng



Hình 2-22. Sơ đồ bố trí chân của tranzitor

1.5.3. Một số vấn đề về sử dụng tranzitor

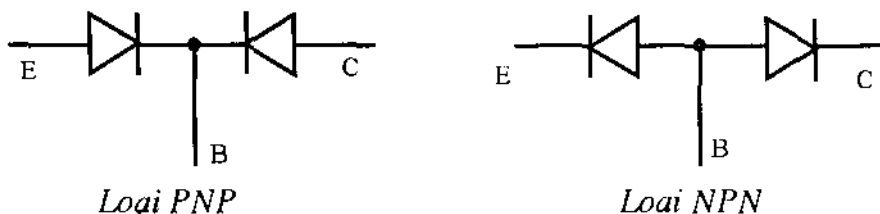
Để sử dụng tốt tranzitor ta cần phải chú ý:

- Xác định đúng loại tranzitor (NPN hay PNP).
- Xác định đúng các cực của tranzitor (B, C, E).

- Nắm được các thông số của tranzitor (tra trong sổ tay tra cứu).
- Biết cách đo kiểm tra tranzitor

Có thể tham khảo cách đo sau đây:

* Kiểm tra tranzitor thực chất là ta kiểm tra các tiếp giáp P-N của tranzitor. Ta có thể coi sơ đồ tương đương của tranzitor (Hình 2 - 23) như sau để thực hiện đo kiểm tra:



Hình 2-23. Sơ đồ tương đương của tranzito

Nhìn vào hình vẽ ta thấy rằng để kiểm tra tranzitor chỉ việc đo kiểm tra như hai diốt mà thôi.

1.5.4. Cách xác định loại tranzitor và xác định các chân bazơ

* Đặt lần lượt que đen của đồng hồ vạn năng (cực dương nguồn pin) vào chân bất kỳ, que đỏ (cực âm nguồn pin) lần lượt đặt vào hai chân còn lại.

+ Nếu ở lần đo nào mà cả hai lần đặt vào chân còn lại đều được phân cực thuận (tức điện trở tiếp giáp khoảng vài chục ôm) thì kết luận chân mà que đen đặt vào là chân bazơ và tranzitor đó là tranzitor ngược (NPN).

+ Nếu tất cả các lần đo mà không có lần nào được phân cực thuận, thì kết luận tranzitor đó là tranzitor thuận (PNP). Và chân bazơ được xác định ngược lại với quá trình trên, tức là đảo hai que lại cho nhau.

2. Tranzitor trường (FET- Field Effect Tranzito)

2.1. Khái niệm

Trong các loại tranzito NPN và PNP đã nêu trên, dòng điện do cả 2 loại hạt dẫn điện tử và lỗ trống tạo nên khi qua một hệ thống gồm 2 mặt ghép P - N rất gần nhau, để khi điều khiển một mặt ghép có nghĩa là làm thay đổi dòng điện vào của mặt ghép này sẽ làm thay đổi dòng điện ra của mặt ghép kia.

Nhưng tranzito trường lại hoạt động dựa trên nguyên lý hiệu ứng trường để điều khiển độ dẫn điện của tinh thể bán dẫn nhờ tác dụng của một loại hạt dẫn tạo ra. Cơ sở vật lý của tranzito trường là dòng điện chạy qua một môi trường

bán dẫn có tiết diện thay đổi dưới tác dụng của điện trường thẳng góc với lớp bán dẫn đó. Thay đổi cường độ trường sẽ làm thay đổi điện dẫn của lớp bán dẫn và do đó làm thay đổi dòng điện đi qua, điện trường ở đây làm nhiệm vụ điều khiển dòng điện. Hay nói cách khác tranzito trường là một điện trở bán dẫn được điều khiển bằng thế.

* *Đặc điểm của tranzito trường là:*

- Điện trở vào rất lớn, từ vài megaôm đến hàng chục megaôm
- Cho phép khuếch đại các nguồn tín hiệu công suất bé.
- Mức nhiễu nhỏ nên chất lượng làm việc tốt.
- Hiệu ứng nhiệt đi theo chiều ngược so với các tranzito thông thường, nhiệt độ tăng thì dòng điện giảm chứ không tăng.

* *Phân loại:*

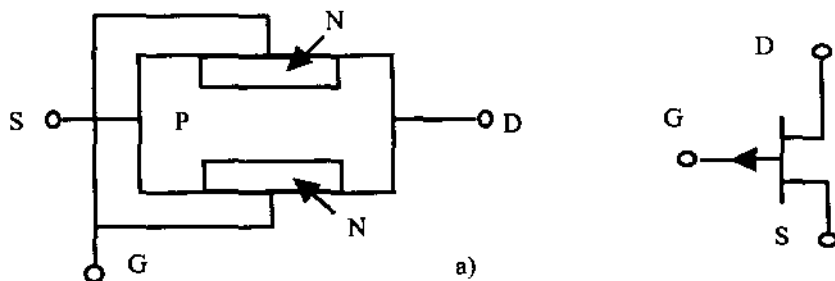
- Tranzitor trường dùng chuyễn tiếp P-N (JFET).
- Tranzitor trường dùng tiếp xúc kim loại-bán dẫn (MESFET). Cả JFET và MESFET có cấu trúc hoàn toàn giống nhau, nhưng mỗi loại có những ưu việt riêng.
- Tranzitor trường có cực cửa cách điện (MOSFET) hay còn viết tắt đơn giản hơn là MOST hoặc MOS kênh.

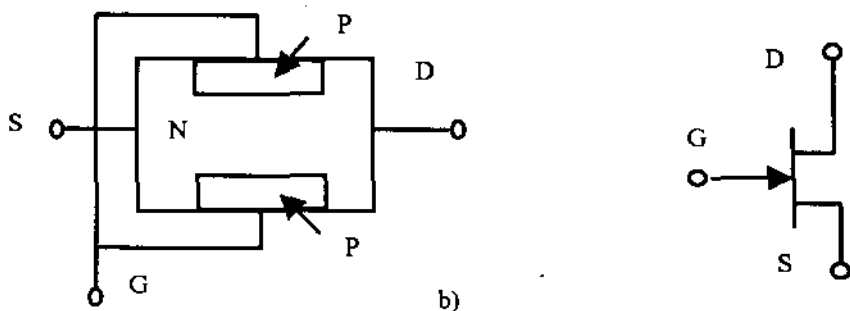
* *Ứng dụng:*

Tranzito trường được ứng dụng để khuếch đại, tạo sóng, phối hợp trở kháng, nắn điện có điều khiển, làm bộ ngắt điện có hạn chế dòng, các phần tử nhớ và các ứng dụng khác.

2.2. Các loại tranzitor trường

2.2.1. Tranzito trường dùng tiếp giáp PN (JFET)





Hình 2-24. Cấu tạo và ký hiệu tranzitor trường

* Cấu tạo và kí hiệu quy ước (Hình 2-24)

Cấu tạo của tranzitor này gồm một tấm bán dẫn loại P, ta khuếch tán vào đó hai lớp bán dẫn loại N về hai phía khác nhau (Hình 2-24a). Hai lớp bán dẫn loại N này nối với nhau tạo ra cực điện khiển, ta gọi là cực cửa G (Gate), lớp bán dẫn P nằm giữa hai lớp bán dẫn N gọi là kênh dẫn. Với cách cấu tạo như vậy ta có tranzito tiếp giáp kênh P. Ở hai đầu mút của bán dẫn loại P, một bên là cực nguồn S (Source), một bên là cực máng D (Drem). Như vậy tranzito có 3 cực G-D-S về hình thức nó tương ứng với 3 cực của tranzito lưỡng cực B-C-E. Cấu tạo của tranzito kênh N hoàn toàn tương tự (Hình 2-24b).

* Nguyên lý làm việc:

(Ta khảo sát loại JFET kênh P dựa vào đó sẽ suy ra JFET kênh N)

Người ta dùng nguồn điện áp ngoài là U_{DS} và U_{GS} . Do tác dụng của các điện trường này trên kênh dẫn P xuất hiện một dòng điện (dòng điện tử) hướng từ D tới S gọi là dòng điện cực máng I_D . Dòng có độ lớn tùy thuộc vào các điện áp U_{DS} và U_{GS} , vì độ dẫn điện của kênh N phụ thuộc vào độ lớn của hai điện trường này.

Hiện tượng xảy ra trong JFET tương tự như hiện tượng tiếp xúc P-N. Hình 2-25 cho thấy sự hình thành lớp điện tích không gian như thế nào, khi đặt điện áp vào thì nó bị biến dạng như thế nào. Mật độ điện tích trong lớp này nhỏ nên gọi là lớp nghèo. Khi điện áp phân cực ngược cho tiếp xúc P-N càng lớn thì lớp nghèo càng rộng và tiết diện của kênh càng lớn, như vậy tiết diện của kênh sẽ điều chế theo điện áp phân cực ngược của tiếp xúc P-N. Khi tiết diện các kênh thay đổi thì điện trở của kênh cũng thay đổi, cụ thể dòng điện chạy trong kênh sẽ thay đổi theo điện áp U_{GS} và U_{DS} . Như vậy ta chỉ cần đặt một điện áp nhỏ U_{GS} vào thôi mà ta có thể điều khiển được dòng điện lớn (tùy thuộc kết cấu của từng loại JFET), phần lớn dùng để khuếch đại tín hiệu.

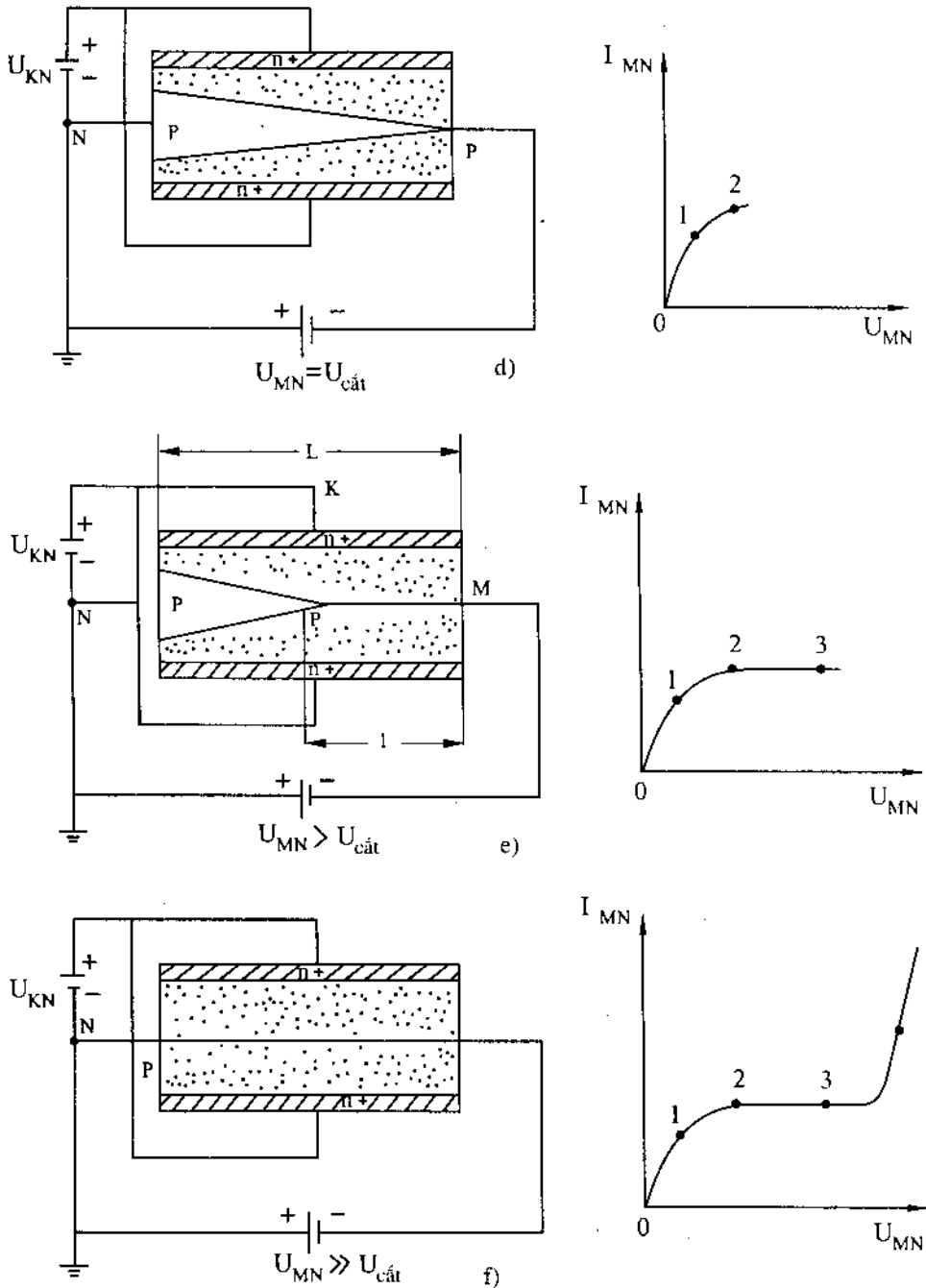
Ta có thể giải thích đặc tuyến Von - Ampe khảo sát khi $U_{GS} = \text{const}$ (Hình 2-25)

+ Khi chưa cung cấp điện áp bên ngoài, nghĩa là $U_{GS} = 0$ và $U_{DS} = 0$, lúc này cũng hình thành lớp nghèo như tiếp xúc P-N khi không có điện áp phân cực đặt vào, độ dày của lớp nghèo không đổi dọc theo chiều dài của kênh.

+ Khi ta đặt điện áp vào, chỉ xét với một đường đặc trưng (ứng với một giá trị của U_{GS} ($U_{GS} = \text{const}$)), U_{GS} sẽ đảm bảo phân cực ngược cho tiếp xúc P-N, khi có U_{GS} rồi nhưng U_{DS} vẫn chưa có thì dòng I_{DS} vẫn bằng 0, và bề dày của lớp nghèo sẽ dày hơn trong trường hợp $U_{GS} = 0$. Bây giờ ta tăng điện áp U_{DS} lên nhưng vẫn nhỏ hơn một giá trị điện áp gọi là điện áp cắt kênh, ta thấy lớp điện tích không gian (lớp nghèo) sẽ có độ dày thay đổi, càng đi về phía cực máng thì lớp nghèo càng dày lên, sở dĩ như vậy vì điện áp phân cực ngược càng về phía máng càng lớn. Nói cách khác, càng về phía cực máng thì kênh càng bị hẹp. Tiếp tục tăng U_{DS} lên nữa độ rộng của kênh ngày càng thu hẹp cho đến khi $U_{DS} = U_{cut}$ thì hai lớp nghèo trên và dưới chập vào nhau ở điểm trùng với cực máng, ta gọi là điểm cắt kênh ký hiệu là P. Điện áp U_{DS} ứng với điểm P này gọi là điện áp cắt.

Tiếp tục tăng U_{DS} lên nữa thì điểm P sẽ dịch dần về phía cực nguồn, nếu độ dài của kênh dẫn là L, l gọi là độ dài kênh cắt, tức là khi U_{DS} tăng lên thì độ dài kênh cắt l sẽ tăng và dòng điện chạy qua JFET sẽ hầu như không đổi, bởi vì khi tăng U_{DS} thì độ dài của kênh (tính từ điểm P đến cực nguồn) sẽ giảm đi, sự tăng và giảm này gần như bù trừ cho nhau nên dòng điện sẽ giữ nguyên không đổi và bằng dòng bão hoà, lúc này kênh bị cắt, nhưng sở dĩ vẫn có dòng chạy trên kênh là do các hạt dẫn phun từ kênh dẫn ở điểm P (là điểm tiếp xúc với vùng nghèo) vào vùng nghèo, hiện tượng này tương tự như hiện tượng xảy ra trong tranzito lưỡng cực.

Khi tiếp tục tăng U_{DS} lên nữa đến mức nào đó điểm P sẽ trùng với cực nguồn lúc đó bị cắt hoàn toàn, khi kênh bị cắt hoàn toàn thì chế độ bão hoà chấm dứt, đến lúc đó mà ta vẫn tiếp tục tăng U_{DS} lên nữa sẽ sinh ra hiện tượng đánh thủng và dòng lúc đó tăng vọt, trên đặc tuyến Von- Ampe sẽ ứng với điểm 4.



Hình 2-25. Mô tả sự hình thành lớp điện tích không gian và đặc tuyến
 Vôn - Ampe tương ứng

* Các đặc tính cơ bản:

- Đặc trưng tĩnh cơ bản của JFET:

+ Độ dẫn của kênh.

+ Điện áp đánh thủng.

+ Điện trở vào.

+ Điện trở phân bố.

+ Ảnh hưởng của nhiệt độ và sự dịch chuyển của hạt dẫn điện.

- Đặc trưng động cơ bản của JFET: Tần số cắt và nhiễu

Như vậy muốn tranzito làm việc được thì tần số làm việc f nhỏ hơn tần số cắt $f_{cắt}$ (JFET kênh n có $f_{cắt}$ lớn hơn $f_{cắt}$ JFET kênh p, để tranzito làm việc được ở tần số cao thì ta phải giảm L tức giảm chiều dài của kênh)

Độ nhiễu của dòng dò cực cửa G và nhiệt sinh ra trong kênh dẫn.

2.2.2. Tranzito trường kim loại - oxyt - bán dẫn (MOSFET) kênh cảm ứng

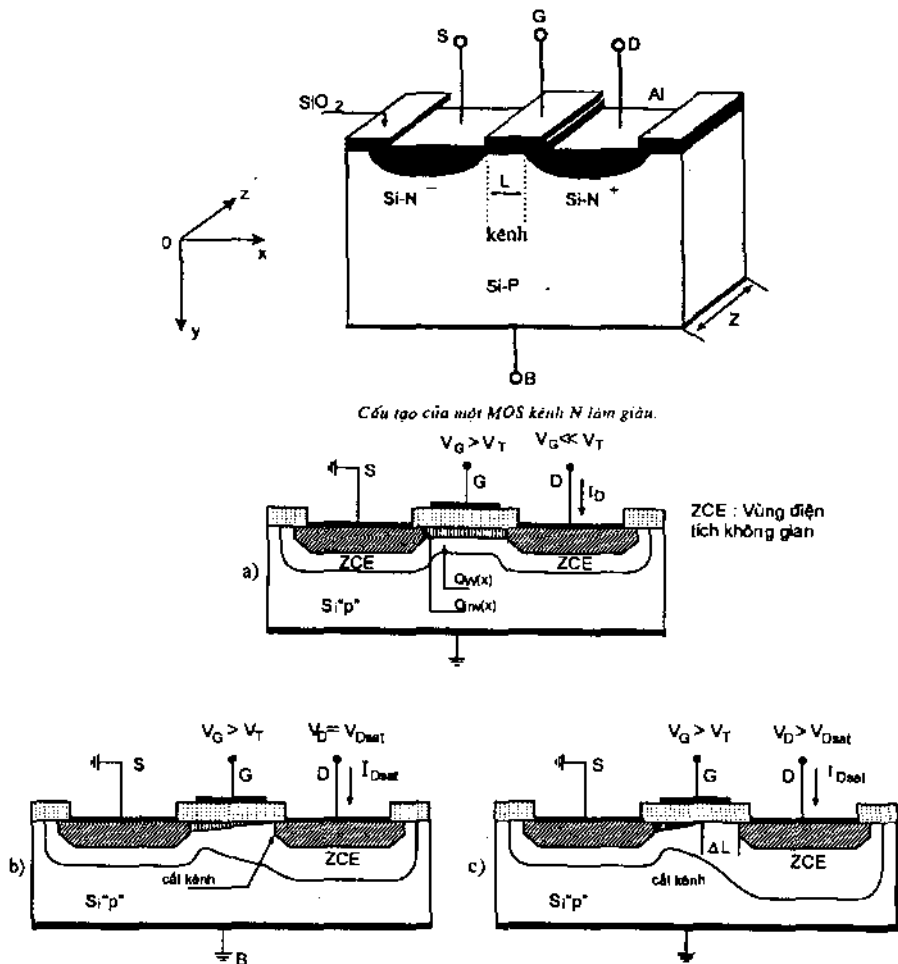
* Cấu tạo và kí hiệu. (hình 2-26)

- Cấu tạo: Gồm 3 chất rắn ghép lại với nhau là kim loại, oxyt và bán dẫn. Cực cửa cách điện với kênh bằng một lớp điện môi SiO_2 nên gọi là tranzito trường có cực cửa cách ly IGFET.

Công nghệ tạo MOSFET là trên một đế bán dẫn loại p khuếch tán vào đó hai lớp bán dẫn khác loại nồng độ lớn n^+ , một lớp là cực nguồn và một lớp là cực máng, sau đó phủ lớp điện môi SiO_2 lên trên mặt đế bán dẫn p^- , trên lớp điện môi mới phủ ở khoảng giữa hai lớp khuếch tán nồng độ lớn n^+ lại phủ tiếp một lớp kim loại, lớp kim loại này dùng làm cực cửa, sau đó ta nối dây dẫn ra bằng các dây kim loại ta sẽ có 3 cực G, D, S cũng giống như JFET. Vậy ta có tranzito trường kim loại - oxyt - bán dẫn kênh n, ký hiệu MOSFET kênh n. Tương tự ta cũng có tranzito trường kim loại - oxyt - bán dẫn kênh p.

Để phân biệt hai loại MOSFET kênh n và MOSFET kênh p cần lưu ý:

Nếu đế là chất bán dẫn có nồng độ thấp loại p (p^-) thì MOSFET là MOSFET kênh n, còn nếu là loại n^- thì MOSFET là MOSFET kênh p. Vì đế bán dẫn có nồng độ thấp nên điện trở của nó lớn và để được cách điện với các cực D, S và kênh. MOSFET cơ bản khác với JFET là các hạt dẫn điện nằm ở vùng sát bề mặt bán dẫn và nồng độ của các hạt dẫn này phụ thuộc vào điện trường do điện áp ở cực cửa tạo ra. Vì vậy điều khiển chế độ dẫn của kênh là điều khiển nồng độ của hạt dẫn trong kênh chứ không phải điều khiển tiết diện của kênh như trong tranzito điều khiển bằng tiếp xúc p-n (JFET).



Hình 2-26: Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của tranzito MOS

Tranzito trường loại này cơ bản là dùng lớp đảo ở gần biên giới của điện môi và bán dẫn nên còn gọi là tranzito trường MOS loại đảo.

* Tham số chính của MOSFET:

- Điện dung của cấu trúc MOS.
- Điện áp ngưỡng.
- Hồ dẫn của MOSFET (đặc trưng cho sự phụ thuộc của dòng điện I_{DS} vào điện áp U_{GS}).
- Tần số cắt (tần số làm việc cực đại).

Trong quá trình làm việc điện áp ở cực cửa tăng thì sẽ làm giàu điện tích

ở lớp đảo nên đôi khi còn gọi là tranzito MOS loại giàu. Các điện tích ở lớp đảo có được do sự cảm ứng của các điện tích trái dấu ở phiến kim loại của cực cửa, nên gọi là tranzito trường MOS cảm ứng.

- Tính không ổn định khi làm việc của MOSFET:

+ Trôi do nhiệt độ.

+ Do điện trường gây ra.

- Các hạn chế vật lý của MOSFET

+ Hạn chế về điện áp cho phép cực đại của cực máng D.

+ Hạn chế do hiệu ứng cắt kênh hoàn toàn.

+ Hạn chế về tốc độ của hạt dẫn, về công suất...

* *Đặc điểm cơ bản của MOSFET*

- Điện trở vào lớn, đó là điện trở của lớp điện môi ở cực cửa cỡ $10^{13} - 10^{15}$ Ôm.

- Điện dung vào lớn hơn nhiều của tranzito lưỡng cực làm hạn chế độ tác động nhanh của MOSFET khi làm việc ở chế độ tĩnh. Thường dùng làm phần tử nhớ trong bộ ghi dịch (thời gian nhớ là thời gian lưu điện). Có thể đọc/ ghi tin tức trong khoảng thời gian cỡ nano giây mà thông tin không bị phá huỷ.

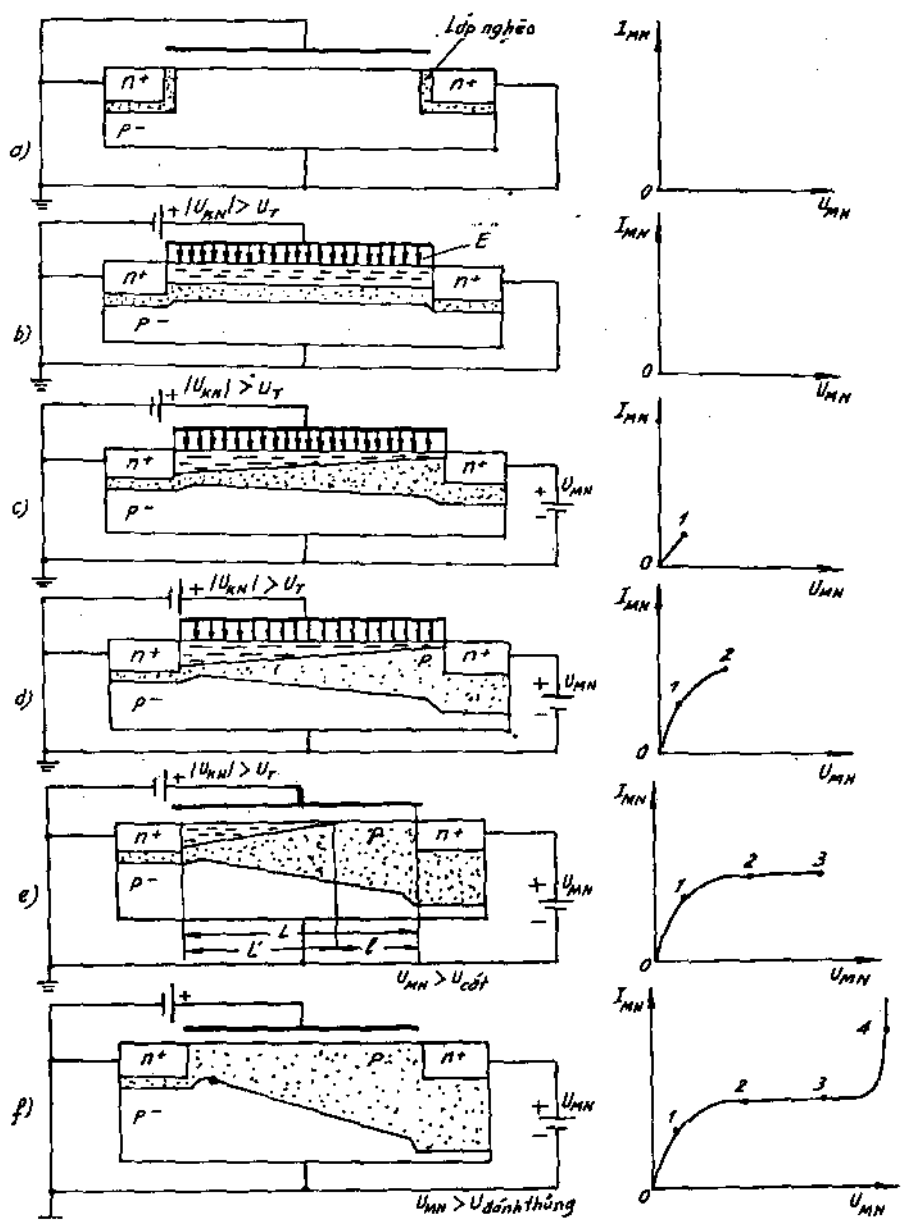
- Làm việc ổn định hơn dưới tác động của môi trường xung quanh vì làm việc bằng các hạt điện dẫn cơ bản.

Cấu tạo đơn giản và chất lượng làm việc cao hơn so với tranzito lưỡng cực nên sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật vi điện tử số và kỹ thuật mạch tổ hợp cỡ lớn (LSI) và rất lớn (VLSI).

- Tranzito trường màng mỏng (TFT) dùng làm phần tử tích cực trong mạch tổ hợp màng mỏng. Tranzito trường màng mỏng (TFT) giống IGFET. Nó phân biệt với MOSFET bởi phương pháp chế tạo, chế tạo bởi phương pháp nuôi định hướng hoặc bốc hơi trong chân không liên tiếp các lớp siêu mỏng các vật liệu khác nhau lên một đế cách điện.

- Làm các tầng Katot dùng tranzito trường MOS trong các sơ đồ tổ hợp người ta chế tạo loại tranzito trường MOS bốn điện cực trong đó có 2 điện cực điều khiển, một cực nguồn và một cực máng.

Trên hình 2-27 mô tả nguyên tắc hoạt động của MOSFET



Hình 2-27: Mô tả nguyên tắc hoạt động của MOSFET

2.2.3. Tranzito trường có kênh đặt sẵn

Bình thường tranzito trường kênh cảm ứng khi chưa có điện áp ở cực cửa thì kênh dẫn chưa được hình thành và khi U_{GS} tăng thì nồng độ hạt dẫn trong kênh giàu lên. Ngược lại, tranzitor trường có kênh đặt sẵn cũng tương tự nhưng

khi chưa có điện áp ở cực cửa ($U_{GS} = 0$) thì kênh dẫn đã được hình thành khi U_{GS} tăng thì nồng độ hạt dẫn trong kênh nghèo đi.

Nguyên tắc hoạt động giống nguyên tắc hoạt động của tranzito trường kênh cảm ứng.

2.3. Kiểm tra tranzito trường

Đo kiểm tra tiếp giáp GD và GS

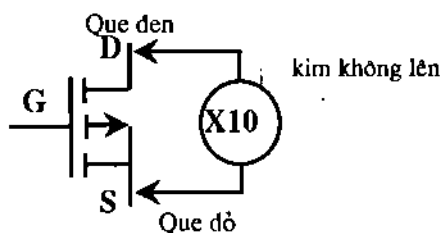
- Kiểm tra tiếp giáp G-D: Dùng đồng hồ (thang X10K) đo điện trở giữa hai cực G và D (nhớ đảo que đo) nếu kim không lên ($\approx \infty$) thì tốt. Kim lên là tiếp giáp GD đã bị chập.

- Kiểm tra tiếp giáp GS: Kiểm tra tương tự G-D. Kim không lên ($\approx \infty$) thì tốt.

- Thử tiếp giáp D-S:

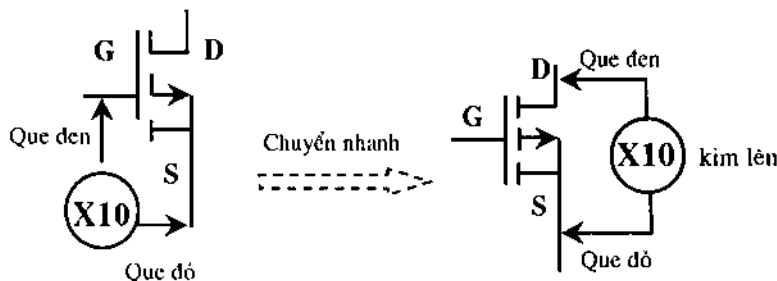
+ Trước khi đo tiếp giáp D-S ta nên chập cực G với cực S để đưa FET về trạng thái ngắt, sau đó mới đo tiếp giáp D-S. Nếu hai lần đo (có đảo chiều) mà kim đồng hồ đều lên thì chứng tỏ tiếp giáp D-S đã bị chập (hỏng). Trường hợp đèn FET tốt thì chỉ có một lần lên (que đỏ nối với D và que đen nối với S).

+ Dùng đồng hồ thang X10K, que đỏ cố định ở cực S, que đen đặt vào cực D, lúc này kim đồng hồ không lên.



Hình 2- 28: Kiểm tra cực D và S

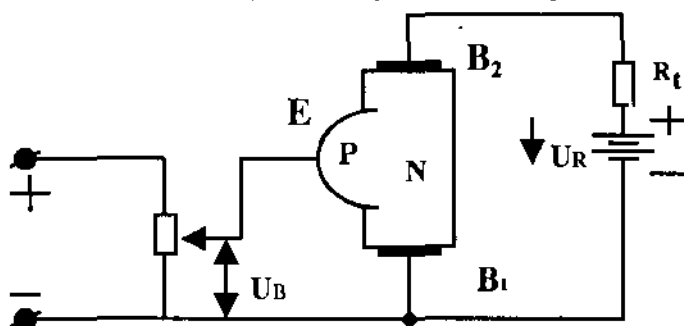
Di chuyển que đen sang cực G sau đó nhanh chóng chuyển que đen lại cực D, lúc đó kim đồng hồ sẽ lên (FET dẫn)



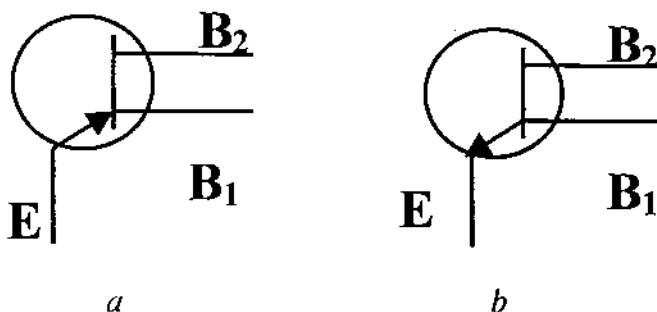
Hình 2-29. Kiểm tra cực G và S

3. Tranzitor một tiếp giáp

Tranzito một tiếp giáp khác tranzito thường ở chỗ nó chỉ gồm một lớp tiếp giáp P-N. Hình 2-30 là nguyên tắc của loại tranzito này. Nó gồm một khối tinh thể bán dẫn N làm cực bazơ (B). Hai đầu lấy ra B_1 và B_2 . Dùng phương pháp nóng chảy để gắn vào một tinh thể bán dẫn khác loại (loại P) làm thành cực emitơ E. Hình 2-31a là ký hiệu của loại tranzito này.



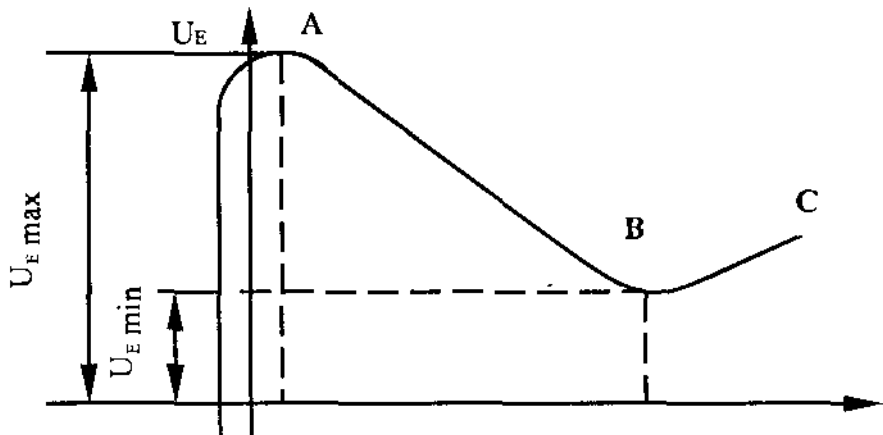
Hình 2-30. Tranzitor một tiếp giáp



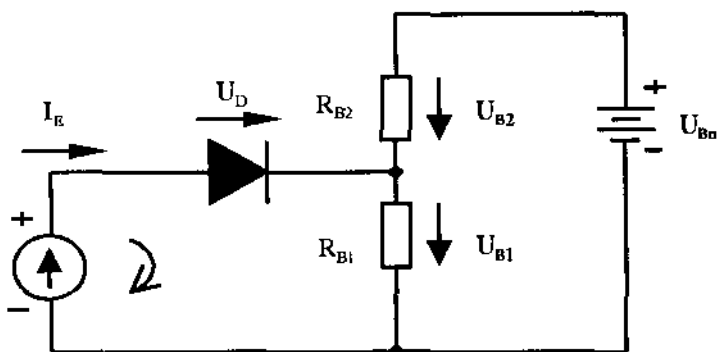
Hình 2-31: Ký hiệu loại tranzitor một tiếp giáp

Cũng có thể cấu tạo ngược lại, khối tinh thể P làm cực bazơ (B), bán dẫn loại N làm cực emitơ và ta có tranzito một tiếp giáp ký hiệu như hình 2-31b

Chính nhờ đoạn đặc tuyến có điện trở âm (đoạn AB) trên hình 2-32, tranzito một tiếp giáp có những ứng dụng đặc biệt như để tạo mạch nối sự phóng điện cho các bộ nắn điện có điều khiển, chẳng hạn như tiristo sẽ xét sau đây. Sơ đồ tương đương hình 2 - 33.



Hình 2-32: Đặc tuyến V - A



Hình 2-33: Sơ đồ tương đương tranzitor một tiếp giáp

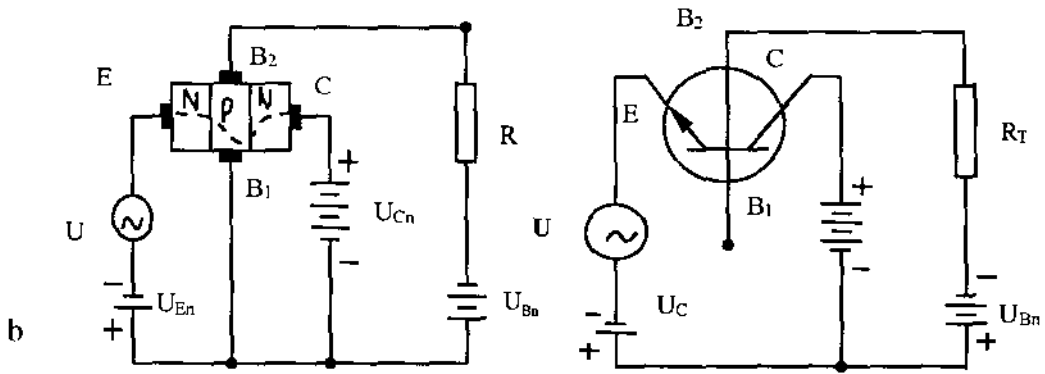
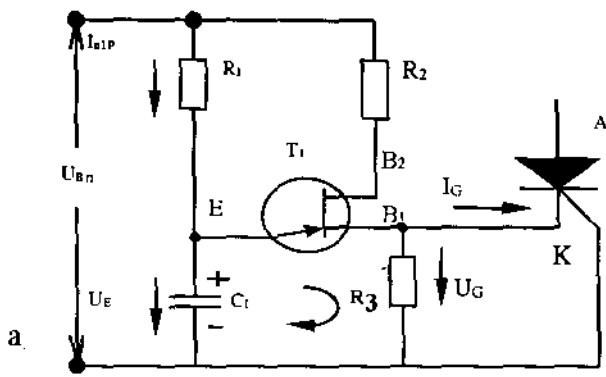
Tranzitor một lớp chuyển tiếp P-N có những ưu điểm sau đây:

- Điện áp khởi phát ổn định
- Dòng đỉnh có giá trị thấp.
- Đặc trưng có đoạn điện trở âm.
- Có khả năng cung cấp một xung dòng lớn.

Ngoài ra trong thực tế còn có tranzito một lớp chuyển tiếp P-N có thể lập trình được, nó cho phép lập chương trình rất chính xác các trạng thái dẫn và khoá của tiristo hay của triac.

4. TRANZITO bốn cực.

Cấu tạo của tranzito bốn cực (hình 2-34a) dựa trên loại tranzito ba cực thường, ngoài cực bazơ cơ bản B_1 có thêm cực bazơ phụ thứ hai B_2 . Cách nối dây theo sơ đồ cực bazơ chung của tranzito bốn cực vẽ trên hình 2-34b.



Hình 2-34: Cấu tạo và cách nối dây của tranzito bốn cực

Ngoài hai điện áp nguồn U_{E_n} và U_{C_n} , sơ đồ này còn dùng nguồn phân cực cho hai cực bazơ U_{B_n} .

Do nguồn phân cực U_B đặt vào B_1 - B_2 , dòng điện tích đa số qua miền bazơ bị đẩy xuống phía dưới, đi vào gần cực bazơ B_1 . Điều này dẫn đến việc giảm tiết diện dẫn điện giữa cực bazơ và cực colectơ, và do đó giảm nhỏ điện dung kí sinh góp bazơ C_{bc} . Nhờ vậy tranzito này nâng cao được giới hạn tần số làm việc có thể tới 100-200 MHz.

Do các điện tích đa số bị đẩy xuống gần cực bazơ cơ bản B_1 nên dòng điện bazơ I_B tăng lên so với tranzito thường. Kết quả là hệ số khuếch đại bị giảm đi, chỉ vào khoảng 0,8. Bù lại sự giảm khả năng khuếch đại, tranzito này cho phép làm việc được ở tần số cao.

IV. CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN NHIỀU CHUYỂN TIẾP P-N

1. Tiristo

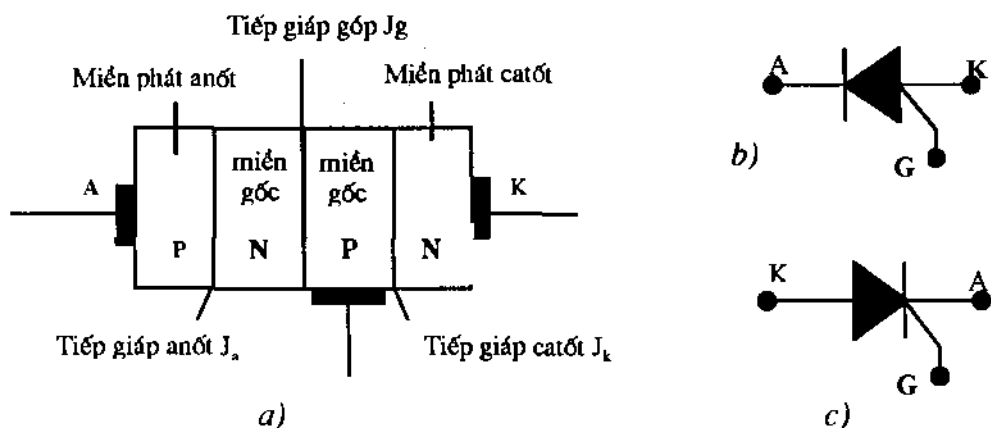
Tiristo là một chuyển mạch có điều khiển, khi chịu một điện áp ngược, nó

sẽ đóng với điều kiện là điện áp này phải vượt quá một giá trị xác định nào đó; còn khi phân cực thuận nó cũng đóng, nhưng nếu có một xung dòng tác động vào cực điều khiển gọi là cửa (G-gate) thì nó sẽ dẫn; người ta nói nó đã được mỗi. Nó luôn luôn được mỗi chừng nào mà dòng qua nó lớn hơn giá trị của dòng duy trì.

Về phương diện lý thuyết có hai loại tiristo: tiristo loại N và loại P

1.1. Cấu tạo

Cấu tạo của tiristo (hình 2-35a) gồm có 4 lớp tinh thể khác loại đặt liên nhau theo trình tự P-N-P-N. Hai lớp ngoài gọi là hai miền phát (emitor), miền phát P gọi là anốt A, còn miền phát N gọi là catốt K. Hai lớp giữa gọi là miền gốc (bazơ). Tiếp giáp giữa hai miền gốc gọi là lớp góp (colectơ), còn tiếp giáp giữa mỗi miền gốc và miền phát gọi là lớp phát. Một trong 2 miền gốc được đưa ra ngoài thành điện cực thứ 3 gọi là cực điều khiển G. Nếu cực điều khiển ở cạnh catốt thì tiristo có ký hiệu như hình 2-35b và gọi là tiristo loại P. Ngược lại nếu cực G ở cạnh anốt thì tiristo thuộc loại N và có ký hiệu như hình 2-35c.



Hình 2-35: Cấu tạo và ký hiệu của tiristo

Để chế tạo tiristo loại P, đầu tiên người ta dùng phương pháp hợp kim để chế tạo tranzito loại PNP tiếp mặt. Sau đó dùng phương pháp khuếch tán để phủ lên trên cực góp của tranzito một lớp bán dẫn loại N để tạo thành cực phát thứ 2 là catốt. Còn cực phát ban đầu sẽ là anốt, cực gốc ban đầu là cực điều khiển. Đối với tiristo loại N thì đầu tiên chế tạo loại tranzito tiếp mặt NPN, rồi phủ lên trên cực góp một lớp dẫn loại P làm thành anốt. Cực phát ban đầu là catốt, cực gốc ban đầu là cực điều khiển.

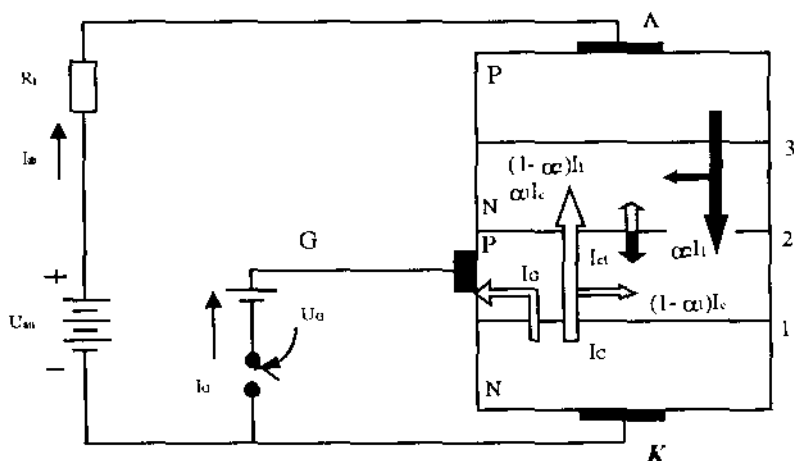
Lớp tiếp giáp góp còn lại là tiếp giáp điều khiển J_G , lớp tiếp giáp phát cạnh catốt còn gọi là tiếp giáp anốt J_A , lớp tiếp giáp phát cạnh anốt còn gọi là tiếp giáp anốt J_A .

Tiristo có điều khiển có hai loại: tiristo chỉ điều khiển được khi mở đèn và tiristo điều khiển được cả khi tắt và khi mở đèn.

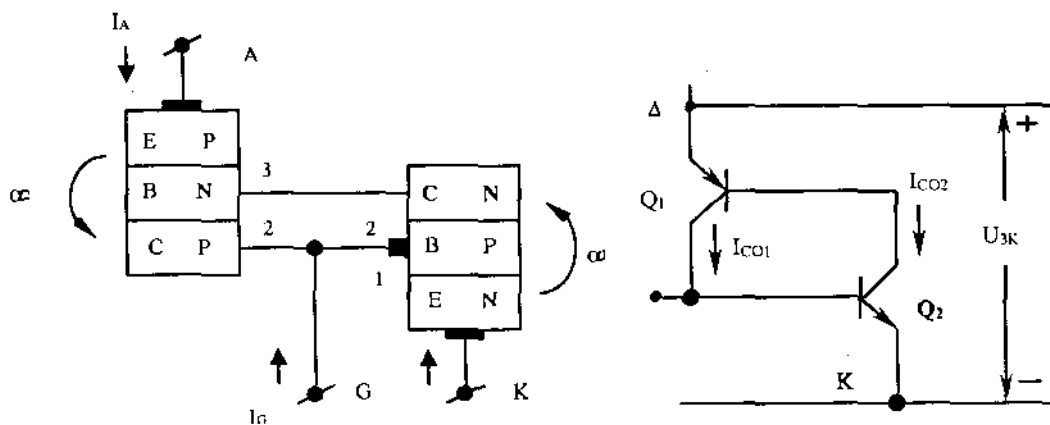
1.2. Nguyên lý làm việc của tiristo (Hình 2-36a)

Giữa anốt và catốt có nguồn anốt U_{an} và điện trở tải R_t . Ở giữa cực điều khiển và ca tốt có điện áp điều khiển U_G , dòng điện qua tải là I_a , dòng điện qua cực G là I_G và dòng điện katốt là I_k

Vì có thêm cực phát thứ hai nên tiristo đương với hai tranzito nối phức hợp (hình 2-36b).

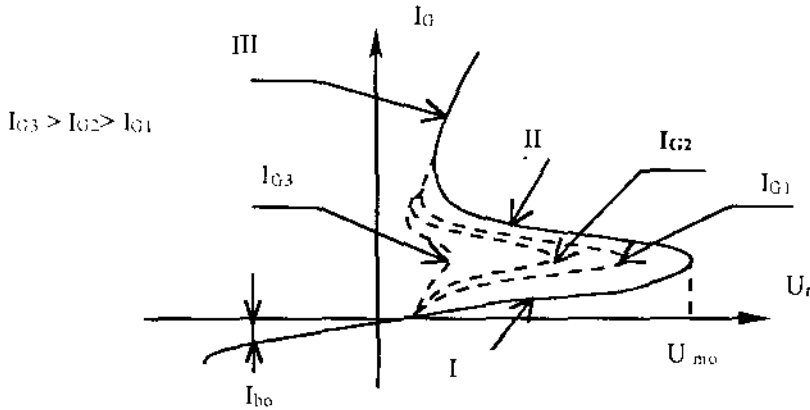


Hình 2-36a: Nguyên lý làm việc của tiristo



Hình 2-36b: Ký hiệu và sơ đồ tương đương

Hình 2-37 vẽ 4 đường đặc tính: đường liên nét ứng với các $I_G = 0$, còn các đường nét đứt ứng với các I_G khác nhau. I_G càng lớn thì điểm mở đèn càng dịch chuyển về điểm không.



Hình 2-37. Đặc tuyến V-A

1.3. Các thông số cơ bản

1.3.1. Các thông số tĩnh

- Điện áp quay trở lại hoặc là điện thế mỗi U_m khi chưa có tín hiệu điều khiển ở cực G
- Dòng mỗi tương đương với điện áp mỗi.
- Giá trị điện trở tương đương.
- Điện áp ngưỡng ở trạng thái đóng.
- Dòng ở trạng thái đóng.
- Dòng duy trì cực tiểu có nghĩa là nếu dòng anốt hé hơn dòng này thì tiristo sẽ bị tháo mỗi.

1.3.2. Các thông số động

- Tác động của điện thế điều khiển.
- Tác dụng về dòng điều khiển có nghĩa là mỗi tiristo sẽ tương ứng với một xung dòng tác động có biên độ và chiều dài xác định.
- Thời gian mỗi: Chính là khoảng thời gian trễ khi dòng qua tiristo chưa được xác lập. Nó phụ thuộc rất mạnh vào biên độ của dòng cửa.
- Thời gian tháo mỗi: Là khoảng thời gian cần thiết để tiristo lấy lại điện dung khoá theo chiều thuận sau khi có dòng hướng từ anốt sang katốt.

Hiện nay có rất nhiều loại tiristo với dòng từ vài miliampe (mA) tới 56000A, có thể chịu được điện thế đến 10^4 V

Tiristo được ứng dụng nhiều trong kỹ thuật bán dẫn mạnh để thành lập các sơ đồ nắn điện công suất lớn, các sơ đồ tự động khống chế trong truyền động điện. Trên cơ sở bán dẫn silic, người ta sản xuất được các tiristo công suất lớn.

Ngoài ra trong thực tế còn có loại tiristo GTO, đây là loại tiristo có tốc độ hoạt động rất nhanh, khởi phát nhờ các xung dương và khoá nhờ các xung âm tác động lên một cực lưới.

Hiện nay người ta đã sản xuất các loại GTO có các thông số:

V_{DRM} (Thế đỉnh lặp lại của GTO) 600-800-1000V với dòng 10-15-25A.

V_{DRM} 1000V-1300-1500V với dòng 2.2 và 6,5A.

1.4. Phôtô tiristo

Trong linh kiện này, sự môi được thực hiện bằng một dòng ánh sáng dẫn tới nhờ một sợi quang điện, chùm sáng sinh ra các cặp điện tử-lỗ trống trong tinh thể đặt dưới cửa sổ chiếu sáng. Để khởi phát (môi), cần có cường độ sáng cực tiểu; cường độ sáng này giảm khi điện thế anốt tăng. Mặt khác, hươc sóng của ánh sáng tới cũng ảnh hưởng tới sự khởi tạo.

Phôtô tiristo có ích lợi rất lớn khi người ta muốn nghiên cứu sự cách điện hoàn toàn giữa mạch điều khiển và mạch chính. Chúng được sử dụng trong các mạch kiểm tra quang điện, điều khiển và chuyển mạch bằng quang học...v...v.

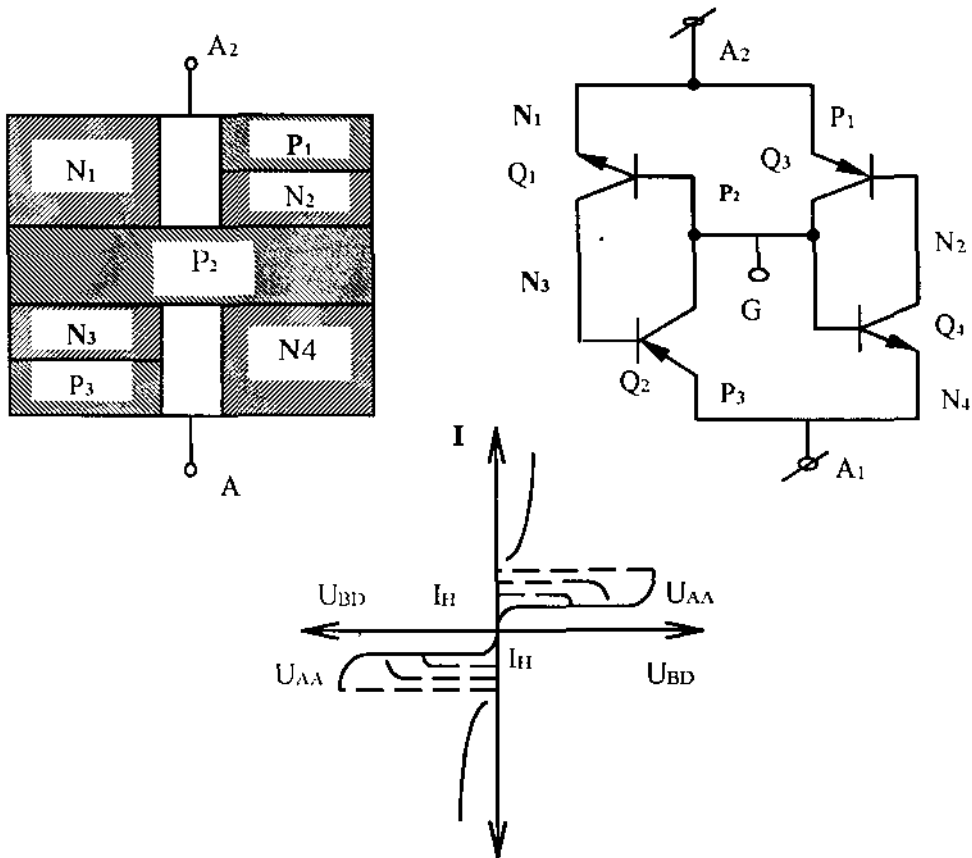
2. Các dụng cụ chỉnh lưu có cấu trúc bốn lớp khác (TRIAC và DIAC)

2.1. Triac

Đó là một tiristo lưỡng hướng, vì thế nó biểu hiện một trạng thái OFF và ON khi có điện thế dương hoặc âm tác dụng vào anốt.

Đó là linh kiện có 6 lớp bán dẫn, vì vậy có 5 lớp chuyển tiếp P-N cùng với 3 chuyển tiếp đoạn mạch. Nó có hai cực A_1 A_2 và một cực cửa G.

Cấu trúc, sơ đồ tương đương và đặc tuyến vôn-ampe của TRIAC được trình bày trên hình 2-38

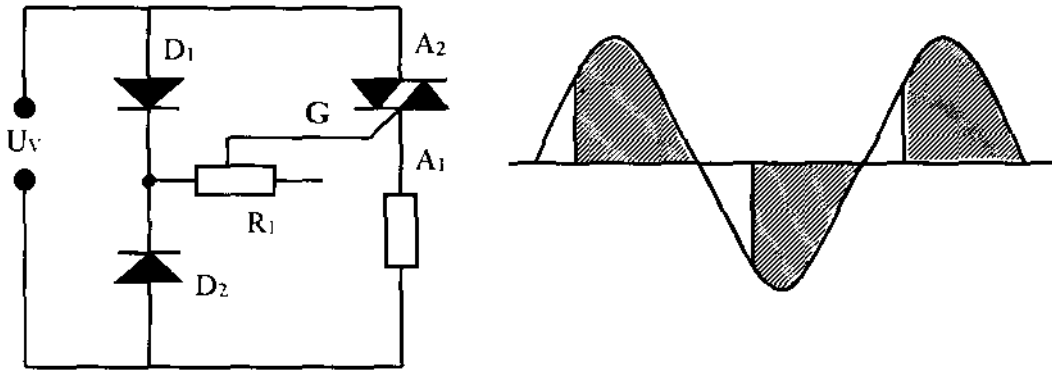


Hình 2-38: Ký hiệu và sơ đồ tương đương của Triắc

Từ sơ đồ tương đương có thể thấy rằng TRIAC tương đương với hai tiristo mắc song song chung cực G. Vì tương đương với hai tiristo mắc song song ngược chiều cho nên hai cực của nó không thể gọi là anốt và catốt mà gọi là A₁ và A₂. Khi điện thế cực G dương so với A₁, cực A₂ cũng dương so với A₁, các tranzito tương đương Q₃ và Q₄ mở. Trong trường hợp này A₂ đóng vai trò anốt, còn A₁ đóng vai trò catốt. Khi cực G và A₁ có điện thế dương so với A₂ tranzito tương đương Q₁ và Q₂ mở, khi ấy A₁ đóng vai trò anốt còn A₂ đóng vai trò catốt. Từ đó thấy rằng TRIAC dẫn điện theo cả hai chiều.

Sơ đồ khống chế dùng TRIAC được trình bày trên hình 2-39. Chú ý rằng ký hiệu mạch của TRIAC là tổ hợp của hai ký hiệu tiristo. Trong khoảng nửa chu kỳ dương của điện áp đặt vào diốt D₁ được phân cực thuận, diốt D₂ phân cực ngược và cực G dương so với cực A₂, điều chỉnh R₁ sẽ khống chế được điểm bắt đầu mở của TRIAC.

Nguyên lý làm việc của TRIAC giống như của hai tiristo mắc song song ngược chiều, quá trình vật lý xảy ra trong từng nhánh của TRIAC hoàn toàn tương tự như trong tiristo cho nên không cần nêu lại ở đây.



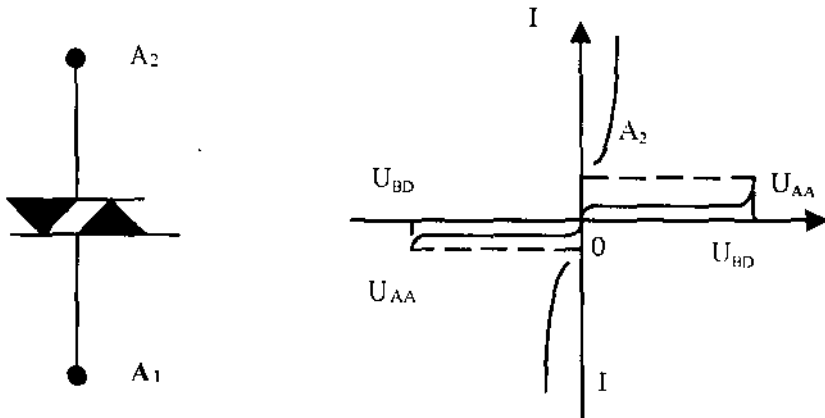
Hình 2-39: Sơ đồ khống chế dùng Triac

*** Ứng dụng:**

Các loại linh kiện này được ứng dụng rất rộng rãi trong điện tử và điện kỹ thuật như: kiểm tra và điều khiển vận tốc của motor điện, kiểm tra và điều khiển nhiệt độ, kiểm tra và điều khiển cường độ chiếu sáng và làm mạch quét trong màn hình TV...v.v.

2.2. Điác

Về mặt cấu tạo ĐİAC hoàn toàn giống như TRIAC nhưng không có sự khống chế của G. ĐİAC được kích mở bằng cách nâng cao điện áp đặt vào hai cực. Ký hiệu mạch và đặc tuyến vôn-ampe của ĐİAC được trình bày trên hình 2-40. Khi điện áp đặt vào các điện cực lớn hơn U_{A0} hay U_{B0} điác sẽ dẫn dòng lớn.



Hình 2-40: Ký hiệu và đặc tuyến V- A

2.3. Điốt bốn lớp

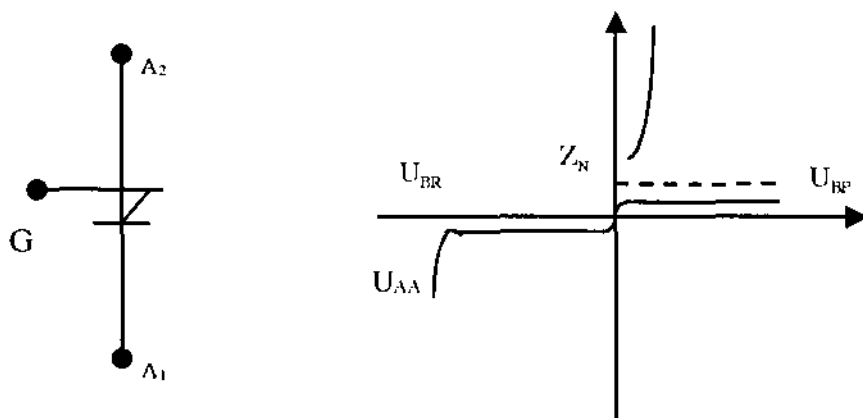
Điốt bốn lớp còn được gọi là điốt Soc-lay (Shockley), về mặt cấu tạo tương đương tiristo nhưng không có cực khống chế G. Điốt được kích mở bằng cách nâng cao điện áp trên hai cực của điốt (vượt quá điện áp mở thuận). Điện áp mở thuận của điốt bốn lớp tương ứng với điện áp đánh thủng thuận của tiristo. Dòng cực tiểu chảy qua điốt khiến cho điốt mở (I_s). Dòng ghim I_m và điện áp dẫn thuận U_F của điốt bốn lớp cũng tương tự như trong tiristo. Điốt bốn lớp đôi khi còn gọi là dinisto (chỉ dụng cụ chỉnh lưu có khống chế 2 cực).

Một trong những ứng dụng phổ biến nhất của điốt bốn lớp là dùng nó để tạo ra dao động răng cưa.

Nếu điốt bốn lớp này được ghép song song và ngược chiều sau đó đặt chung vào một vỏ bọc ta sẽ được điốt bốn lớp hai chiều. Nguyên lý làm việc của điốt bốn lớp hai chiều cũng tương tự như điốt bốn lớp một chiều vừa kể trên, nhưng do ghép hai điốt ngược chiều nhau cho nên nó dẫn điện cả hai chiều.

Công tác silic một chiều và hai chiều có kí hiệu mạch như hình 2-41, thực chất chỉ là điốt bốn lớp một chiều và hai chiều có thêm cực cửa G.

Ngoài ra cấu trúc bốn lớp tương tự như cấu trúc tiristo nhưng có hai cực cửa G và làm việc ở chế độ đóng mở cũng được gọi là công tác silic. Vì là cấu trúc bốn lớp cho nên sơ đồ tương đương của công tác silic cũng giống hệt như tiristo.



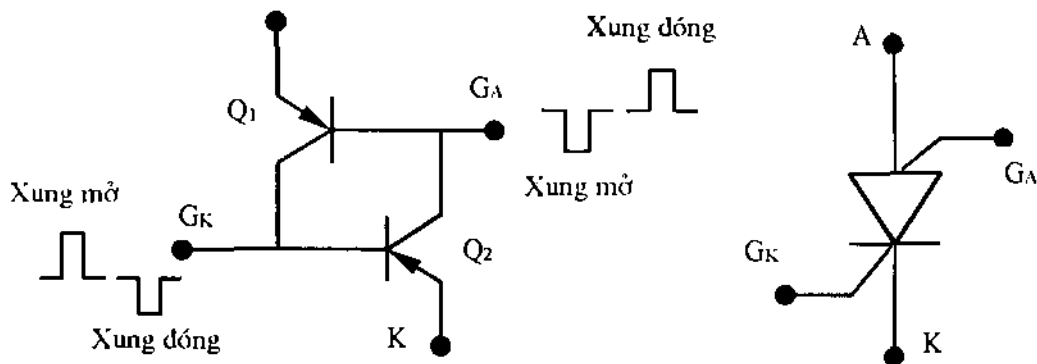
Hình 2-41: Ký hiệu và đặc tuyến V-A

V. MỘT SỐ LINH KIỆN BÁN DẪN KHÁC

1. Điện trở nhiệt (termisto)

Như ta đã nghiên cứu ở trên, độ dẫn điện của bán dẫn phụ thuộc vào nhiệt

độ. Khi nhiệt độ tăng, điện dẫn của bán dẫn tăng và mức tăng rất lớn. Chẳng hạn, ở nhiệt độ thường, khi tăng 1°C, điện dẫn tăng 3-6% và khi tăng 100°C điện dẫn có thể tăng tới 50 lần. Người ta ứng dụng tính chất này để tạo các điện trở có trị số biến đổi theo nhiệt độ, gọi là điện trở nhiệt hay termisto, hình 2-42 trình bày cấu tạo của termisto.



Hình 2-42: Ký hiệu và cấu tạo termisto

Điện dẫn của kim loại cũng biến đổi theo nhiệt độ và giảm xuống khi nhiệt độ tăng, nhưng hệ số biến đổi nhỏ hơn của bán dẫn nhiều lần. Khi nhiệt độ biến thiên điện trở của Termisto bán dẫn thay đổi mạnh hơn nhiều lần so với termisto kim loại.

Termisto có rất nhiều ứng dụng trong công nghiệp. Một ứng dụng phổ biến là dùng để đo nhiệt độ. Nhiệt kế termisto có giới hạn đo rộng, độ nhạy cao, cấu tạo gọn nhẹ, thời gian sử dụng lâu. Kết hợp termisto với bộ điều chỉnh tự động sẽ thực hiện việc duy trì nhiệt độ không đổi cho các thiết bị nhiệt (tự động điều chỉnh nhiệt độ).

2. Varisto

Varisto là điện trở bán dẫn không dương thẳng, giá trị điện trở của nó phụ thuộc vào dòng điện chạy qua. Vật liệu làm ra Varisto là cachua silic, hợp kim của các nguyên tố nhóm III và V trong bảng hệ thống tuần hoàn Mendeleev. Sự thay đổi điện trở khi dòng điện chạy qua nó có liên quan đến cấu trúc hạt vật chất, liên quan đến các quá trình vật lý khác nhau trong varisto (sự biến đổi điện trở của khe tiếp xúc giữa các hạt, sự thay đổi của độ dẫn điện của lớp ôxit trên bề mặt...).

Đặc tuyến Von-Ampe của varisto được biểu thị ở hình 2-43. Ta có quan hệ.

$$I = BU$$

Ở đây β là hệ số phụ thuộc vào vật liệu và cấu trúc của varisto.

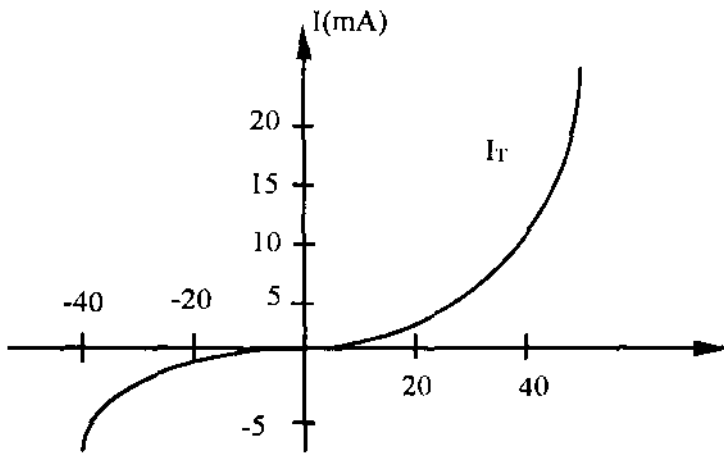
$$\beta = \frac{U}{I} \cdot \frac{dI}{dU} = \frac{R_0}{R_c}$$

β là hệ số không đường thẳng của đặc tuyến von-ampe, một tham số quan trọng nhất của varisto trong đó R_0 là điện trở một chiều và R_c là điện trở vi phân của varisto. Giá trị của β tuân theo định luật.

$$\beta = 1 + \frac{b}{2} \sqrt{U}$$

Trong đó b là hằng số không đường thẳng. Ngoài ra varisto còn có những tham số đặc trưng cho sự làm việc của varisto là điện áp giới hạn, dòng điện giới hạn và công suất tiêu hao cho phép của varisto.

Varisto được dùng trong các mạch bảo vệ quá áp, các hệ thống ổn định và điều chỉnh về điện.



Hình 2-43. Đặc tuyến V-A

3. Pin áp điện

Có một số tinh thể bán dẫn như thạch anh, titan, bari, photphat, amoni... có đặc tính là khi bị ép theo một phương nào đó thì sinh ra các điện tích trái dấu trên hai mặt bị ép của tinh thể. Đó là hiện tượng áp điện do Pie và Jắc Quyri tìm ra. Như vậy, công cản lực cơ học làm biến dạng tinh thể đã được chuyển thành năng lượng điện. Nếu làm biến dạng tinh thể theo cách kéo thì điện áp - áp điện cũng sẽ xuất hiện nhưng ngược chiều với khi ép.

Giải thích sơ lược hiện tượng này như sau: Mạng tinh thể của các chất có tính áp điện gồm các ion dương và âm. Khi chưa chịu tác dụng của lực, các

ion sắp xếp đối xứng và toàn thể mạng tinh thể trung hoà về điện. Khi bị lực tác dụng làm biến dạng, thì các ion bị dịch chuyển khỏi vị trí cân bằng điện tích, và do đó làm xuất hiện điện tích trái dấu ở hai phía bị tác dụng lực. Lực tác dụng càng mạnh thì điện tích xuất hiện càng nhiều, tức điện áp càng lớn.

Ứng dụng hiện tượng này, người ta chế tạo ra các dụng cụ biến đổi các dao động cơ học thành điện gọi là pin áp điện.

Nó có thể làm bộ cảm biến để đo cường độ lực, đo va chạm, đếm các va đập, chẳng hạn để đo số lượng các thiên thạch va chạm vào vệ tinh nhân tạo bay trên quỹ đạo.

VI. CÁC LINH KIỆN QUANG - ĐIỆN TỬ

1. Những khái niệm chung

Một linh kiện bán dẫn có khả năng hấp thụ hoặc phát xạ sóng ánh sáng được gọi là linh kiện quang - điện tử. Các linh kiện loại này được chia làm hai loại:

- Nếu chuyển đổi ánh sáng thu được thành các đại lượng điện, thì linh kiện đó được gọi là linh kiện phát hiện quang học.
- Nếu phát ra tia sóng khi cung cấp năng lượng điện cho nó, thì linh kiện đó được gọi là linh kiện phát xạ quang học.

Trong một linh kiện quang - điện tử luôn luôn có sự trao đổi năng lượng giữa tia sóng (ánh sáng) và vật chất (vật liệu bán dẫn). Tia sóng được đặc trưng bằng bước sóng, còn bán dẫn được đặc trưng bằng độ rộng vùng cấm E_g .

Khi vật liệu bán dẫn được chiếu sáng, các photon có thể bị hấp thụ hoặc không, tùy thuộc vào bước sóng của tia sáng chiếu xạ và vật liệu bán dẫn.

+ Nếu $E_{ph} = h < E_g = E_c - E_v$ thì photon không bị hấp thụ.

+ Nếu $E_{ph} = E_g$ thì photon bị hấp thụ và sinh ra cặp điện tử - lỗ trống.

+ Nếu $E_{ph} > E_g$ thì các cặp điện tử - lỗ trống được tạo ra, còn phần năng lượng dư sẽ chuyển thành nhiệt năng làm nóng vật liệu bán dẫn.

Một vật liệu bán dẫn chỉ có thể hấp thụ hoặc phát xạ một số tia sáng nhất định gọi là đặc trưng phổ của nó.

2. Các linh kiện phát hiện tia sóng

Đây là các linh kiện có khả năng phát hiện một tín hiệu quang học bằng các quá trình điện. Đó là tế bào quang dẫn photon điốt, pin mặt trời và các loại khác. Phổ của các tín hiệu này trải từ miền hồng ngoại xa đến tia cực tím.

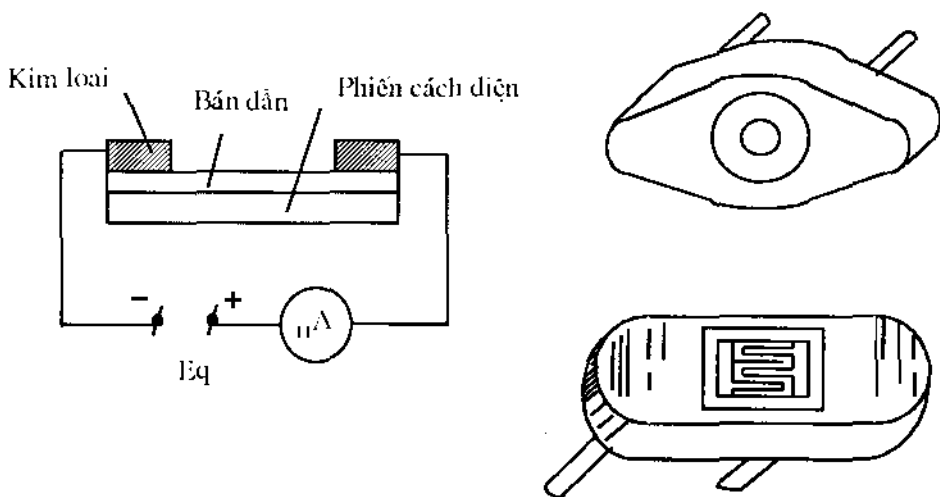
2.1. Tế bào quang dẫn (hay được gọi là quang dẫn - quang điện trở)

Dưới sự chiếu sáng, trên bề mặt bán dẫn có thể tạo ra các cặp điện tử - lỗ trống. Các hạt tải dư thừa được tạo ra này khuếch tán vào trong và bị tái hợp. Các hạt tải này làm thay đổi độ dẫn điện của bán dẫn. Do vậy, nếu đặt một hiệu điện thế ở hai đầu thanh bán dẫn thì dòng điện sẽ tăng.

Tùy theo nhiệm vụ của chúng người ta đã chế tạo quang điện trở từ những vật liệu bán dẫn khác nhau: seleni, sulfit chì, sulfit bitmuyt và aulfít catmi.

Phương pháp chế tạo quang điện trở như sau: trên phiến cách điện 1 (xem hình 2-44a) ta phủ lớp bán dẫn 2 bằng cách bốc hơi trong chân không. Trên lớp 2 đặt hai cực tiếp xúc 3 bằng kim loại để nối quang điện trở với mạch ngoài.

Hình 2-44b và c trình bày cấu tạo của quang điện trở sulfit chì (C-AI).



Hình 2-44: Cấu tạo quang điện trở

* Các tham số cơ bản đặc trưng cho quang điện trở gồm có: độ nhạy tích phân, suất độ nhạy tích phân, và $R_{tối}$.

+ Độ nhạy tích phân của quang điện trở là tỉ số dòng điện I trên quang thông F sinh ra nó ứng với trị số điện áp danh định U của nguồn điện ngoài.

+ Suất độ nhạy của quang điện trở ứng với khi quang điện trở chưa được chiếu sáng và điện áp U có trị số danh định. Thường $R_{tối}$ có giá trị (0,2-0,5) $M\Omega$ khi đó dòng điện tối có giá trị rất nhỏ.

Loại quang điện trở chế tạo bằng sulfit chì có $R_{tối} = (10 - 100)K\Omega$; chế tạo bằng sulfit canmis, sulfit bitmuyt hoặc Tali giá trị $R_{tối}$ lên tới vài $M\Omega$. Khi

chiếu sáng, điện trở tối giảm nhỏ từ (3 -5) lần, còn dòng điện sẽ tăng lên tương ứng. Mỗi loại quang điện trở chỉ nhạy cảm với một phần nhất định của phổ ánh sáng.

Quang điện trở thường có điện trở tối từ 1 đến 100M Ω , điện trở chiếu sáng từ 300 đến 3K Ω . Tuy nhiên cần chú ý đến quán tính của linh kiện: điện trở tối được xác lập ngay sau khi tắt nguồn sáng 1 phút trong khi điện trở chiếu sáng được thiết lập nhanh hơn. Tần số cắt của quang dẫn tương đối thấp (cỡ 20Hz đến 1KHz).

2.2. Đèn quang điện chỉnh lưu

Đèn quang điện chỉnh lưu là những dụng cụ bán dẫn tự tạo ra một sức điện động khi chịu tác dụng của ánh sáng.

Chúng có kết cấu tương tự nhau, chỉ khác là hình dạng kích thước, vật liệu bán dẫn ban đầu, phương pháp tạo điện cực, công nghệ chế tạo lớp chắn v.v..

Tuỳ theo chế độ làm việc đèn quang điện chỉnh lưu có thể thực hiện nhiệm vụ:

- Nguồn phát quang điện nghĩa là nguồn sức điện động tạo ra trực tiếp bởi năng lượng ánh sáng.

- Biến đổi quang điện, khi đó có mắc thêm nguồn điện áp ngoài theo hướng phân cực nghịch. Dưới tác dụng của quang thông độ dẫn điện của đèn, do đó trị số của dòng quang điện chảy ở mạch ngoài sẽ tăng lên rất lớn.

Đèn quang điện chỉnh lưu được chế tạo bằng nhiều loại vật liệu seleni, suljit tali, suljit bạc, gecmani, và silic. Do điện trở trong của đèn nhỏ nên chỉ sử dụng hiệu quả trong các mạch có trị số tải nhỏ (các dụng cụ đo lường, các bộ khuếch đại có điện trở vào nhỏ).

Tham số cơ bản của đèn là: Độ nhạy tích phân, xác định bằng tỉ số dòng quang điện trên quang thông sinh ra nó khi ngắn mạch các điện cực của đèn.

Một tham số rất quan trọng của các đèn quang điện chỉnh lưu là hiệu suất quang điện của chúng. Đèn silic có hiệu suất cao nhất (10-13%) khi dùng ánh sáng mặt trời chiếu trực tiếp. Do đó đèn silic được sử dụng để làm pin quang điện (pin mặt trời).

Công suất của đèn phát ra ứng với mỗi mét vuông bề mặt lên tới 100W

* *Điốt quang điện*

Đèn được mắc nối tiếp với nguồn điện áp ngoài E theo hướng phân cực nghịch. Trị số E_c khoảng một vài chục vôn. Chiều cao hàng rào ở mặt tiếp giáp P-N khi đó sẽ tăng lên một lượng E_c .

Khi $F = 0$ (dèn chưa được chiếu sáng), vẫn có dòng điện nhỏ bé chạy qua dèn gọi là dòng điện tối. Nó được tạo ra do các động tử thiểu số chuyển dịch qua tiếp giáp P-N dưới tác dụng của nguồn điện áp ngoài.

Mật độ lỗ thiểu số và điện tử đa số trong lớp n sẽ tăng lên khi lớp n được chiếu sáng. Sự tăng mật độ lỗ ở từng chỗ gần tiếp giáp lại càng làm cho chúng khuếch tán nhiều đến tiếp giáp, rồi chuyển dịch qua tiếp giáp sang lớp P. Chiếu sáng lớp n càng mạnh thành phần dòng điện “sáng” càng lớn.

Tóm lại dèn có khả năng chỉnh lưu dòng điện và khả năng dòng quang điện lên rất nhiều khi được chiếu sáng. Vì vậy ta thường gọi dèn quang điện chỉnh lưu làm việc ở chế độ biến đổi quang điện là điốt quang điện gọi tắt là điốt quang.

* Một số loại phôtô điốt (điốt quang) đặc biệt:

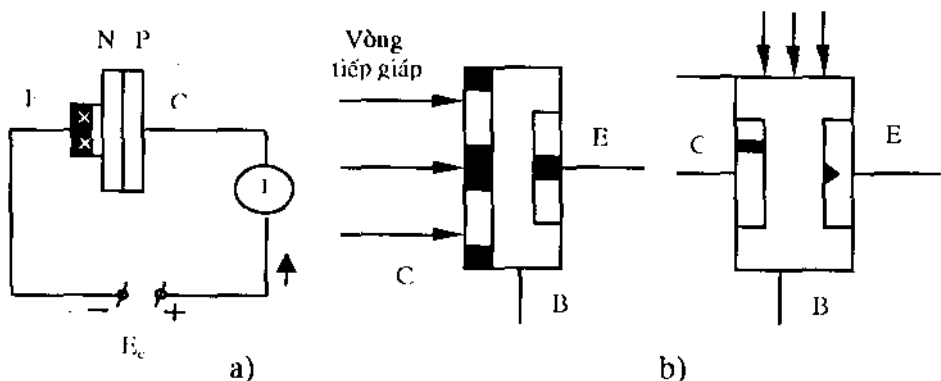
- Phôtô điốt pin: Loại này thường có tốc độ phản ứng nhanh và độ nhạy cao.
- Phôtô điốt thác lũ: Loại này có hệ số khuếch đại lớn đạt tới hàng trăm lần. Tuy nhiên cần chú ý là hệ số khuếch đại phụ thuộc vào thế phân cực ngược và nhiệt độ.
- Phôtô điốt Schottky: Loại này là trong suốt với các tia gần cực tím.
- Pin mặt trời: Đó là các phôtô điốt hoạt động không cần nguồn phân cực bên ngoài nhưng lại cho dòng điện chạy qua tải.

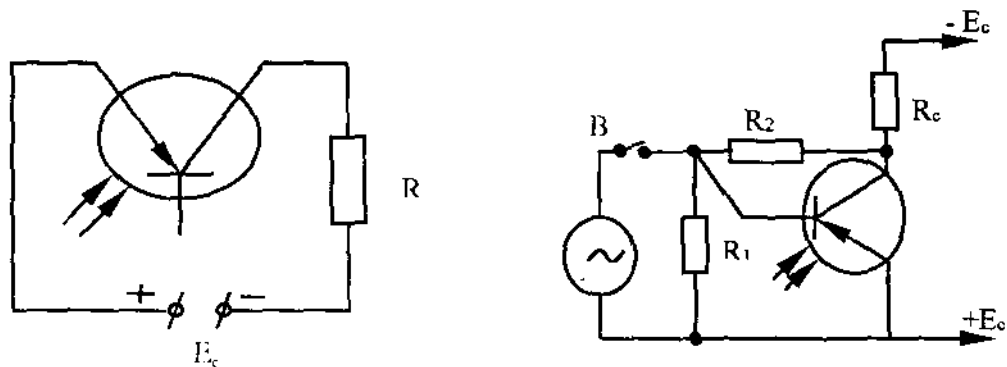
*** Triốt quang điện**

Triốt quang điện còn gọi là tranzito quang, đây là dụng cụ bán dẫn có ba lớp (pnp hoặc npn), có hai tiếp giáp P-N và có hai hoặc ba đầu ra.

Về mặt cấu tạo nó không khác gì loại triốt tiếp mặt đã nghiên cứu. Vật liệu chế tạo thường là Ge hoặc Si.

Hình 2-45 trình bày sơ đồ nguyên lý và cấu tạo của loại triốt quang pnp có cực gốc để hở.





Hình 2-45: Sơ đồ nguyên lý và cấu tạo triốt quang

Tinh thể bán dẫn được đặt trong vỏ kim loại kín để bảo vệ, phần trên có cửa sổ tròn bằng thủy tinh hoặc bằng nhựa trong suốt để không cản ánh sáng chiếu vào đèn. Các loại triốt quang khác nhau có hình dạng ngoài khác nhau, mặt khác cách xếp đặt các tiếp giáp P-N cũng khác nhau: loại này có tiếp giáp đặt thẳng góc, loại kia đặt song song với hướng chiếu sáng, (xem hình 2-45b).

Để không còn ánh sáng chiếu vào cực gốc, lớp bán dẫn ngoài có kích thước nhỏ hơn.

Do cách mắc nguồn cung cấp E_c , cực phát E phân cực thuận đối với cực gốc B, cực góp C phân cực nghịch với gốc B. Như trên đã nói, cực gốc không có đầu ra nên dòng gốc $I_b=0$

Khi chiếu sáng đèn, trong phần gốc xuất hiện nhiều điện tử và lỗ thiếu số. Lỗ thiếu số sẽ khuếch tán từ B sang C dưới tác dụng của điện trường giữa B-C tạo nên thành phân dòng quang điện I_p trong mạch ngoài.

Triốt quang chỉ có thể làm việc trong chế độ biến đổi quang điện, khi đó đèn được mắc với nguồn điện áp ngoài khoảng (3-5)V.

Một số loại triốt quang có thêm đầu vào các cực gốc (còn gọi là đầu vào về phương diện điện), nhờ đó có thể tổng hợp được cả tín hiệu quang và tín hiệu điện. Dòng điện trên tải lúc này phụ thuộc cả vào biến thiên của tín hiệu quang và tín hiệu điện.

Đèn quang điện hiện nay được sử dụng rộng rãi trong nhiều thiết bị điện tử công nghiệp để kiểm tra mức độ chiếu sáng, tình trạng nung nóng của các vật thể, kích thước và chất lượng gia công bề mặt của các sản phẩm v.v... trong những ứng dụng đầu thiết bị chỉ kiểm tra những giá trị giới hạn (tác dụng như rơle quang), trong những ứng dụng sau thiết bị làm nhiệm vụ đo liên tục tình trạng chiếu sáng của đối tượng (thiết bị đo quang điện).

3. Các linh kiện phát quang

3.1. Laze bán dẫn

Tên gọi laze (Lazer) là do viết tắt từ tiếng Anh “Light Anphfication of Stimulated Emision of Radiation”. Như vậy laze là sự phát đi những bức xạ điện từ được kích thích, những bức xạ này được hình thành tại một vùng nhất định trong vật liệu của dụng cụ do sự phát xạ các hức xạ cưỡng hức.

Nguyên lý làm việc của laze bán dẫn dựa trên cơ sở ba quá trình vật lý sau đây: hấp thụ, bức xạ tự nhiên và bức xạ cưỡng hức.

Laze bán dẫn thường được làm bằng bán dẫn hợp chất GaAs. Các chuyển tiếp P - N của laze bán dẫn thường được chế tạo bằng phương pháp khuếch tán. Ngoài ra cũng có thể chế tạo bằng phương pháp epipaxi. Để tạo ra bộ dao động người ta thường chọn kích thước: 0,1; 0,15; 0,5 mm.

3.2. Điốt phát quang (LED)

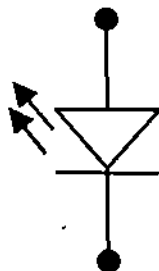
Hiện tượng phát sáng xảy ra trong điốt phát quang là do quá trình tái hợp hức xạ trong chuyển tiếp PN đối với các hạt dẫn tự do phun vào chuyển tiếp khi phân cực thuận.

Vật liệu bán dẫn hiện được dùng để chế tạo các điốt phát quang chủ yếu là GaAs vì các chuyển tiếp P - N chế tạo từ vật liệu này có hiệu suất lượng tử cao.

Điốt phát quang làm từ GaAs phát ra ánh sáng hồng ngoại. Để mắt thường có thể nhìn được, người ta phải cho ánh sáng hồng ngoại do điốt phát ra đập vào một chất phát quang. Nếu thêm vào GaAs phốt pho (P) để tạo ra bán dẫn ba thành phần GaAsP có thể phát ra ánh sáng nhìn thấy (đỏ hoặc vàng). Hiện nay còn một số những bán dẫn hợp chất khác cũng được dùng để chế tạo các điốt phát quang, ví dụ GsP, tùy theo loại tạp chất pha vào bán dẫn này mà điốt có thể phát ra ánh sáng màu xanh hoặc màu đỏ.

Điốt phát quang không phải chỉ được chế tạo riêng lẻ từng chiếc mà thường còn được chế tạo thành từng bộ ghép có thể tạo thành những số chữ hoặc các dấu hiệu khác. Nhiệm vụ chủ yếu của các điốt phát quang là làm các dụng cụ biểu thị. Ví dụ trên hình (2-46) trình bày ký hiệu mạch của điốt phát quang và một kiểu ghép đơn giản bộ điốt phát quang để làm bộ hiển thị số.

Kiểu xếp này thường gọi là kiểu bảy đoạn. Tất cả các số từ 0 đến 9 đều có thể biểu thị bằng cách cho dòng điện đi qua các điốt thích hợp



Hình 2-46: Ký hiệu của điốt quang

4. Hiện thị tinh thể lỏng

Như trên đã trình bày LED có thể dùng làm các hộ hiển thị chữ và số tuy rằng dùng LED làm nhiệm vụ này so với các phương pháp hiển thị khác có nhiều ưu điểm nhưng nó còn có nhược điểm lớn là dòng tiêu thụ tương đối lớn. Ví dụ, nếu dùng 4 bộ bảy đoạn phát quang làm nhiệm vụ hiển thị cho một máy tính nhỏ thì dòng tiêu hao của nó lớn tới 500 mA.

Nguyên lý làm việc của bộ hiển thị tinh thể lỏng khác hẳn với nguyên lý làm việc của LED, nhưng vì nhiệm vụ chủ yếu của loại dụng cụ này là hiển thị, hơn nữa nó cũng là một loại dụng cụ chất rắn cho nên xếp vào mục này.

Để biến các loại vật liệu tinh thể lỏng thành các dụng cụ hiển thị người ta thường kẹp vật liệu tinh thể lỏng vào giữa hai kim loại trong suốt dùng làm điện cực. Nếu hai điện cực đều là trong suốt thì gọi là kiểu phát xạ. Khi chỉ còn một điện cực là trong suốt, còn điện cực kia được phủ một lớp phản xạ ánh sáng thì được gọi là kiểu phản xạ. Bản thân tinh thể lỏng không phát ra ánh sáng mà nó chỉ truyền hoặc phản xạ ánh sáng từ nguồn bên ngoài, bởi vậy, nó chỉ đòi hỏi một năng lượng cung cấp rất nhỏ dùng làm xuất hiện hiệu ứng tán xạ trên tinh thể. Cũng tương tự như LED, tinh thể lỏng cũng thường được gộp với nhau tạo thành từng bộ để làm nhiệm vụ hiển thị chữ số hoặc các dấu. Phổ biến nhất nó thường được gộp thành bộ bảy đoạn để hiển thị các số từ 0 đến 9.

5. Bộ ngẫu hợp quang điện (Optron)

Bộ ngẫu hợp quang điện thực chất là một điốt phát quang và một tranzito quang điện được gộp chung vào cùng một vỏ bọc. Hai đầu vào của nó là hai cực của điốt phát quang thường làm bằng GaAs, còn hai đầu ra là cực của tranzito làm bằng silic. Cấu trúc và ký hiệu mạch của Optron (còn gọi là tran-copto) như hình (2-47), Optron là một loại dụng cụ quang bán dẫn mới được chế tạo và dùng rộng rãi trong những năm gần đây.

Nếu cho một dòng điện đi vào mạch vào sẽ làm cho diốt phát quang làm việc toả ra ánh sáng, ánh sáng này kích thích tranzito quang làm cho tranzito quang mở. Không chế dòng điện ở đầu vào tức là không chế mức độ phát sáng của diốt quang, do đó cũng không chế dòng colectơ của tranzito quang, tức là không chế dòng điện ra của trancopto bằng 60% dòng vào của nó.



Hình 2 – 47: Ký hiệu Opton

Opton cũng có thể làm việc như các khóa điện tử. Ở trạng thái đóng, cả hai diốt phát quang và tranzito quang đều đóng. Khi có xung dòng đi qua mạch vào của opton làm cho tranzito quang mở tức là ở mạch ra của opton có dòng chảy trong suốt thời gian tồn tại xung dòng của mạch vào. Nó cũng có thể làm việc ở chế độ ngẫu hợp tuyến tính bằng cách thiết lập dòng phân cực thích hợp đối với diốt phát quang.

VII. MẠCH TỔ HỢP VI ĐIỆN TỬ (IC-INTEGRATED CIRCUITS)

Kỹ thuật vi điện tử là ngành kỹ thuật điện tử mới phát triển trên 15 năm nay nhưng đã có những bước tiến kỳ diệu, đóng góp xuất sắc vào nhiều ngành khoa học kỹ thuật. Đây là ngành kỹ thuật mới dựa vào sự tổng hợp phức tạp của nhiều ngành kỹ thuật như lý hoá, kỹ thuật mạch, luyện kim, công nghệ chế tạo để tạo nên những thiết bị điện tử có kích thước cực nhỏ đảm nhiệm một chức năng kỹ thuật nhất định.

1. Khái niệm chung

Mạch vi điện tử hiện nay được dùng rất rộng rãi trong các mạch điện tử. Phần lớn các mạch điện tử sử dụng trong các ngành kỹ thuật từ dân dụng đến chuyên dụng... đều có dùng mạch vi điện tử. Trước hết cần lưu ý rằng danh từ mạch tổ hợp hay mạch vi điện tử hay mạch kết, mạch rắn đều chỉ chung một loại mạch được dùng phổ cập trong các thiết bị máy. Khái niệm vi điện tử chỉ ra rằng kích thước các linh kiện trong mạch là rất nhỏ, đó là chỉ về lượng. Còn khái niệm mạch tổ hợp là nói đến nguyên tắc lắp ráp linh kiện theo kiểu mới, kiểu tổ hợp, đó là chỉ về chất.

1.1. Đặc điểm

Mạch tổ hợp (IC) là mạch vi điện tử trong đó các phần tử của mạch được chế tạo trên một hoặc một số phiến đơn tinh thể với kích thước rất nhỏ, bằng cùng một quá trình công nghệ, các phần tử của mạch không thể tách rời nhau và nó hoàn thành những chức năng xử lý tín hiệu nhất định.

Cho nên còn có thể nói: Mạch tổ hợp là một thiết bị điện tử có mật độ lắp ráp cao, các phần tử mạch điện, trong đó tất cả hay một phần các phần tử được thực hiện một cách không phân cách và được nối với nhau đến mức có thể coi thiết bị đó như một tổng thể thống nhất.

1.2. Phân loại

Trong kỹ thuật vi điện tử thì các mạch tổ hợp được sử dụng như là các cấu kiện để tạo nên các hệ thống điện tử. Do đó cho nên tuy mỗi mạch vi điện tử hoàn thành chức năng nhất định nhưng không thể làm gì khác nó được như tách biệt các phần tử trong nó ...

Người ta có nhiều cách để phân loại mạch tổ hợp. Dưới đây là một số cách phân loại phổ biến nhất.

1.2.1. Dựa vào quá trình công nghệ (phương pháp chế tạo) để sản xuất ra IC.

Theo quan điểm này, mạch tổ hợp có 3 loại chính:

❖ Mạch tổ hợp màng mỏng:

Đây là loại mạch có đế (trên đó tạo mạch điện) làm bằng vật liệu cách điện như sứ, thủy tinh. Các linh kiện điện tử được chế tạo bằng màng mỏng kim loại điện môi và bán dẫn. Các linh kiện này được gắn liền để nhờ phương pháp tương tự như phương pháp in hoa vào vải (đối với màng dày trên 1 μm) hoặc bằng phương pháp cho kim loại bay hơi trong chân không (đối với các màng mỏng nhỏ hơn $1\mu\text{m}$).

❖ Các mạch tổ hợp khối bán dẫn.

Trong loại này, lớp đế cũng làm bằng chất bán dẫn silic và các linh kiện thụ động lẫn tích cực được chế tạo ngay bằng bản thân chất bán dẫn tạo nên đế đó. Toàn sơ đồ mạch điện được tạo bởi một block bán dẫn. Các dây dẫn nối các linh kiện được tạo nên bằng cách phun kim loại trong chân không. Còn các linh kiện tích cực và thụ động chế tạo bằng các quá trình ôxi hoá, khuếch tán, quang khắc và epitaxi.

❖ Các mạch tổ hợp lai:

Mạch tổ hợp lai cũng là mạch màng mỏng, trong đó chỉ chế tạo các linh

kiện thụ động, còn các linh kiện tích cực thì được lắp ráp dưới dạng riêng lẻ vào sau. Vì các linh kiện tích cực ở đây là được lắp rời nên có thể nhanh chóng thay đổi quá trình chế tạo cho phù hợp với yêu cầu của thiết kế mới. Ngoài ra, các linh kiện thụ động chế tạo theo phương pháp này có những giá trị mở rộng hơn nhiều so với bán dẫn. Lẽ dĩ nhiên mật độ linh kiện ở mạch lai ít hơn nhiều so với mật độ linh kiện ở mạch khối bán dẫn. Mạch khối bán dẫn dùng nhiều ở các thiết bị đòi hỏi các linh kiện giống nhau, còn mạch lai dùng ở các vị trí linh kiện có thể đa dạng không chuẩn.

1.2.2. Dựa trên quan điểm thiết kế

Dựa vào mức độ tổ hợp các phần tử (sự bố trí các phần tử trên một diện tích khối đơn tinh thể) có các loại sau:

- SSI (Small Scale Integrated): Mạch tổ hợp cỡ nhỏ: số phần tử của nó ít hơn 30 phần tử.

- MSI (Medium Scale Integrated): Mạch tổ hợp cỡ trung bình: số phần tử trong khoảng từ 30 – 100.

- LSI (Large Scale Integrated): Mạch tổ hợp cỡ lớn: số phần tử trong khoảng từ 100 đến 150.

- VLSI (Very Large Scale Integrated): Mạch tổ hợp cực lớn có số phần tử trên 500, nên là mạch tổ hợp logic thì số bộ cộng trong nó lớn hơn 100.

6.3.3. Theo quan điểm kết cấu IC: mạch tổ hợp có các họ sau:

+ RTL: Có cấu trúc bằng điện trở tranzito logic (Registen Tranzito logic).

+ DTL: Có cấu trúc bằng điốt, tranzito logic.

+ TTL: Có cấu trúc tranzito-tranzito logic.

+ MOS: Có cấu trúc bán dẫn, kim loại, ôxit.

Ngày nay, họ MOS lại bao gồm rất nhiều các nhánh như: MOST, CMOS, DMOS, PMOS, NMOS.

Vì hai họ TTL và CMOS được dùng rất phổ biến nên sẽ được giới thiệu chi tiết ở phần sau:

1.2.3. Phân loại theo chức năng làm việc: Về cách phân loại có thể chia làm hai loại lớn:

❖ **Mạch tổ hợp số (DIC- Digital IC):**

Mạch tổ hợp số hay mạch tổ hợp logic là loại mạch làm việc với tín hiệu gián đoạn và khi làm việc nó ở trạng thái khác nhau. Hai trạng thái đó tương

ứng với trạng thái “0” và trạng thái “1” trong hệ cơ số 2. Loại mạch này được dùng nhiều trong kỹ thuật tính toán và kỹ thuật điều khiển tự động theo chương trình. Vì loại mạch điện này làm việc ở hai trạng thái khác nhau nên tín hiệu hay linh kiện có thể sai số mà cũng không ảnh hưởng lắm tới điều kiện làm việc của mạch điện.

❖ *Mạch tổ hợp tuyến tính (AIC- Analog IC)* (còn gọi là mạch tổ hợp đường thẳng, hay tương tự)

Mạch này làm việc với những tín hiệu liên tục, tín hiệu ra về cơ bản giống tín hiệu vào. Loại này ứng dụng trong các mạch khuếch đại thị tần khuếch đại vi phân, khuếch đại dải rộng, tại xung tách sóng...

Chức năng làm việc của nó là liên tục nên sai số của linh kiện ảnh hưởng lớn tới điều kiện làm việc của mạch. Vì thế loại mạch này đòi hỏi chất lượng chế tạo cao hơn.

1.3. Các nguyên tắc cơ bản để xây dựng một vi mạch

Một vi mạch không chỉ là sự tổ hợp trực tiếp các linh kiện rời rạc mà phải tuân theo một số các nguyên tắc sau đây:

* Chứa đựng toàn bộ sơ đồ như một mạch điện hoàn chỉnh để sao cho cần ít nhất các linh kiện rời mắc bên ngoài. Vi mạch sẽ không còn ý nghĩa nếu các linh kiện mắc thêm bên ngoài có thể tích lớn hơn thể tích của vi mạch. Nhờ sự tiến bộ của công nghệ tích hợp mà đến nay không còn các loại vi mạch phải dùng đến các linh kiện rời để thực hiện các chức năng điện tử của nó nữa, mà có thể thực hiện một hay nhiều chức năng.

* Chọn loại linh kiện để sao cho nó chiếm ít diện tích nhất ở trong mỗi “chíp”. Điều này được thực hiện bằng cách giảm tối thiểu các linh kiện thụ động như điện trở và tụ điện vì các linh kiện loại này chiếm diện tích bề mặt rất lớn so với các linh kiện tích cực. Do vậy, để tăng mức độ tích hợp cần thay thế các linh kiện thụ động bằng các linh kiện tích cực.

* Sử dụng các tầng khuếch đại vi phân để giảm tiêu tán nhiệt độ ở trong mạch. Hơn nữa, các bộ khuếch đại vi phân rất dễ được thực hiện về phương diện công nghệ và thể tích của chúng cũng được rút bớt đáng kể.

* Sử dụng tối đa các tải tích cực trên các colectơ, có nghĩa là các nguồn dòng có trở kháng cao.

* Tính đến các hạn chế của các yếu tố tích cực: Nên sử dụng các tranzito N-P-N vì hiệu năng của nó tốt hơn của loại P-N-P.

Chú ý đến các đặc trưng của các điện trở khuếch tán: Giới hạn về giá trị, độ sai số, thế chịu được và độ ổn định của chúng. Các điện trở có độ chính xác cao không thể chế tạo hàng vi mạch được mà phải mắc ở bên ngoài vi mạch; trong trường hợp này phải để chân ra cho nó.

* Tính đến các diốt ký sinh phân cực ngược trong mạch: Các ngăn giữa chất cách điện - đế, giữa collector - đế, điện trở - ngăn cách cũng như các tụ điện MOS với các dây nối hàng nhôm trên SiO_2 ($80\text{pF}/\text{mm}^2$).

* Hạn chế bớt các chân ra để không cần thiết phải dùng các vỏ có kích thước lớn. Tuy nhiên với độ phức tạp các hệ thống vi mạch có thể có các vi mạch có 300 chân ra.

* Chú ý đến công suất cực đại được phép tiêu tán của vi mạch để dùng hoặc không dùng các vỏ có cánh tỏa nhiệt.

* Chọn công nghệ thích hợp cho tất cả các linh kiện của mạch. Thực vậy, sẽ có nhiều khó khăn nếu thực hiện nhiều công nghệ khác nhau trên cùng một vi mạch. Tuy nhiên, công nghệ Bi-CMOS cũng là công nghệ hoàn chỉnh ứng dụng các ưu điểm của mỗi loại.

1.4. Đặc điểm công nghệ chế tạo IC

Sở dĩ mạch tổ hợp (mạch vi điện tử) ra đời là nhờ tiến bộ khoa học về phương diện công nghệ. Quá trình sản xuất IC gồm hai công nghệ chính.

* *Công nghệ plana*: bao gồm một loạt các công đoạn kỹ thuật nhằm xử lý gia công các phiến đơn tinh thể bán dẫn từ một mặt. Các công đoạn chính là:

- *Oxi hoá*: Trên phiến đơn tinh thể silic tạo một lớp ôxit silic (SiO_2), lớp này đóng vai trò rất quan trọng trong kỹ thuật vi điện tử. Nó là một chất cách điện trong suốt và đóng vai trò ion hoá không cho nguyên tử của một số nguyên tố khuếch tán qua nó. Độ dày lớp SiO_2 phủ trên mặt silic là hoàn toàn có thể điều khiển được. Cũng giống như điều khiển độ dày các lớp mạ vàng, mạ bạc...

- *Quang khắc*: Là một công đoạn kỹ thuật dùng ánh sáng để khoét những lỗ thủng xuyên qua lớp SiO_2 (tạo ra những vị trí mong muốn).

Trước hết người ta phải che mặt nạ, đó là những âm bản hoặc dương bản hình dạng của mạch vi điện tử hoặc hình dạng từng phần tử.

Sau khi che mặt nạ, người ta tiến hành phủ chất nhũ cảm quang, chất nhũ cảm quang là một hợp chất hữu cơ mà tại những vùng chiếu sáng, tùy theo tính chất từng loại, nó có thể trở nên bền vững hoặc không bền vững trong một số các dung môi khi được chiếu sáng.

Công việc cuối cùng quan trọng nhất của quang khắc là chiếu sáng. Ánh sáng dùng trong kỹ thuật quang khắc có thể là ánh sáng trắng, có thể là tia hồng ngoại hoặc tử ngoại...

Sau khi chiếu sáng, bóc mặt nạ bằng cách đem ngâm vào trong dung môi để làm tan chất nhũ cảm quang. Nếu chất nhũ cảm quang là loại không tan thì tiến hành bóc chất cảm quang trên mặt silic còn lại lớp SiO_2 ở những chỗ có chất cảm quang.

- *Khuếch tán*: Khuếch tán là một quá trình đưa các tạp chất donor hoặc accepto vào trong bán dẫn để biến đổi tính dẫn điện của bán dẫn tại những vùng mong muốn. Sự khuếch tán thường xảy ra dưới nhiệt độ cao giữa các phân tử trong mạch vi điện tử cần có sự cách li về phương diện điện. Người ta dùng ngay chuyển tiếp P - N phân cực ngược hay các lớp SiO_2 hoặc dùng ngay phiến đế.

Sau khi công nghệ các vùng P và N người ta lại quang khắc để khoét đi lớp SiO_2 rồi phủ lớp màng mỏng bằng nhôm. Phủ mặt nạ và cho ăn mòn chỗ không cần thiết để trở thành cách điện.

* *Công nghệ nối mạch*: Đặt phiến đơn tinh thể trên một đế cách điện hình tròn hoặc hình chữ nhật...trên đế có một số chân. Từ chân có các sợi dây rất mảnh nối vào các điện cực. Số chân được đánh dấu giống tranzito.

Vì các phân tử nằm sâu trong miếng đơn tinh thể, cách li với ngoài tốt cho nên mạch vi điện tử rất tin cậy. Tuy nhiên các linh kiện này cũng rất dễ hỏng vì mấy nguyên nhân sau:

- Nếu độ ẩm môi trường lớn sẽ làm hỏng các sợi nối rất mảnh chân IC vào các phân tử.

- Bản thân IC cần dùng nguồn cung cấp phải rất ổn định. Nếu nguồn không ổn định sẽ dễ làm bong chân nối các phân tử.

1.5. Các ưu – nhược điểm của mạch tổ hợp vi điện tử

1.5.1. Ưu điểm

Hiện nay, người ta đã chế tạo được các loại mạch tổ hợp: mạch tổ hợp đường thẳng, mạch tổ hợp số...các mạch tổ hợp này có ưu điểm là kích thước, trọng lượng và công suất yêu cầu nhỏ, giá thành hạ, độ tin cậy cao. Nó có thể kết hợp với một số linh kiện phụ để mở rộng chức năng. Hiện có các mạch tổ hợp đa chức năng, có công suất hàng trăm oát.

So với các linh kiện rời, vi mạch có rất nhiều ưu điểm. Đó là:

- Giá thành rất rẻ do sản xuất hàng loạt.
- Sự tiến bộ của công nghệ vi mạch cho phép rút gọn số lượng các vi mạch cho cùng một chức năng.
- Độ tin cậy tốt: Tỷ lệ hư hỏng dưới $0,15/10^6$ giờ/mạch.
- Tiêu thụ năng lượng càng ngày càng được giảm bớt.
- Thỏa mãn độ ổn định ở nhiệt độ cao.

1.5.2. Nhược điểm

Bên cạnh những ưu điểm đã nêu ở trên, vi điện tử còn có một số nhược điểm như sau:

- Trang thiết bị cho nghiên cứu và sản xuất các vi mạch mới rất cao.
- Công suất tiêu tán của mỗi mạch bị hạn chế.
- Cuộn cảm kháng không thể sản xuất trong vi mạch được.
- Người sử dụng không thể biến đổi vi mạch được.

Mặc dù có những nhược điểm, nhưng các loại vi mạch được sản xuất ngày càng nhiều, nhất là trong lĩnh vực vi xử lý bởi vì trong lĩnh vực này tín hiệu có công suất nhỏ nhưng lại yêu cầu chức năng xử lý cao và phức tạp.

1.6. Sự phát triển của mức độ phức tạp trong các vi mạch

Những chiếc vi mạch đầu tiên được sản xuất ngay từ năm 1959 theo công nghệ lưỡng cực - "bipolaire" và đến năm 1962 bắt đầu theo công nghệ MOS. Cho đến nay, mật độ tích hợp không ngừng được nâng cao. Người ta thấy rằng, vào thời kỳ đầu, cứ mỗi năm mật độ này tăng lên gấp đôi, sau đó tốc độ này có giảm đi đôi chút nhưng cứ sau hai năm nó lại tăng gấp đôi. Đến năm 1990 thì đã đạt tới 10^7 linh kiện trong một vi mạch. Cũng trong thời gian này, giá thành trên một đơn vị thông tin của tranzito trong các vi mạch ULSI giảm từ 1 đến 10^{-4} . Đồng thời đường kính của thanh đơn tinh thể silic cũng tăng từ 25,4 mm tới 250mm và diện tích bề mặt của nó cũng tăng từ 490 đến 10000mm².

Kỹ thuật quang khắc cũng ngày một tinh vi hơn. Chẳng hạn 1985 kỹ thuật quang khắc chỉ đạt 2 μ m thì đến năm 1988 nó đạt tới 1 μ m. Người ta dự đoán đến năm 2000 có thể đạt tới 0,4 μ m trên đơn tinh thể silic. Với công nghệ MOS cho phép tạo được những vi mạch có mật độ cao. Bảng 2-1 cho thấy mức độ phức tạp trong từng loại vi mạch.

Bảng 2-1: Giới thiệu một số loại vi mạch

Loại vi mạch	Số lượng chức năng	Số lượng tranzito	Diện tích bề mặt của mỗi vi mạch
SSI	2 đến 20	100	3 mm ²
MSI	20 đến 100	500	8 mm ²
LSI	100 đến 50 000	100 000	20 mm ²
VLSI	50 000 đến 100 000	250 000	40 mm ²
ULSI	100 000 đến 4 000 000	1.000.000 đến 4.000. 000	70 mm ² đến 150mm ²

1. 7. Một số loại vi mạch

1. 7.1. Mạch tổ hợp tuyến tính (AIC-Analog Integrated Circuits)

Mạch tổ hợp tuyến tính còn được gọi là mạch tổ hợp đường thẳng, mạch tổ hợp tương tự hay mạch khuếch đại thuật toán. (ICOA: Integrated Circuits Operational Amplifier).

IC tuyến tính là những mạch tổ hợp mà điện áp ra là một hàm liên tục đối với tín hiệu vào. Tức là nó làm việc với những tín hiệu liên tục, tín hiệu ra về cơ bản giống như tín hiệu vào.

Những IC gồm cả mạch tuyến tính lẫn mạch logic gọi là IC giao tiếp. IC tuyến tính và IC giao tiếp thường tùy theo mạch điện mà có thể trao đổi chức năng của nhau.

Như ở các phần trên chúng ta đã xét, IC là vi mạch điện tử hay là mạch tổ hợp. Cũng như thế, IC tuyến tính còn được gọi là mạch khuếch đại thuật toán (KĐTT hay ICOA), mạch khuếch đại thuật toán lý tưởng có các thông số sau:

- Hệ số khuếch đại $K_o = \infty$
- Trở kháng đầu vào $Z_v = \infty$
- Trở kháng ra $Z_r = 0$
- Đãi thông số $\Delta f = \infty$

và các thông số trên không phụ thuộc vào nhiệt độ.

Tuy nhiên các IC thuật toán thực tế có các thông số còn thấp hơn điều kiện lý tưởng.

IC tuyến tính rất phong phú, việc ứng dụng của nó trong các ngành kỹ thuật vì thế cũng rất đa dạng. Các IC có cùng sơ đồ chân nhưng chức năng có thể có những khác biệt. Ví dụ: LM 324 và TL 084 có sơ đồ chân hoàn toàn

giống nhau nhưng TL 084 là loại IC khuếch đại thuật toán có đầu vào JFET với $R_{in} = 10 \text{ M}\Omega$, trong khi LM 324 có điện trở vào $R_{in} = 2 \text{ M}\Omega$. Các IC có chức năng hoàn toàn tương đương và sơ đồ chân giống nhau có thể có ký hiệu khác nhau tùy theo hãng chế tạo. Ví dụ: LM 555 (National semiconductor) = A555 (Fairchild) = MC 555, MC 1555 = MC 1455 (Motorola) = NE 555 (Signetic) = CA 555 (RCA), SW 72555 (Teras lustr) = TDC 0555 = SE 555 (Thomson) = AM 555 (Advanced Microdevices) = RC 555 (Nhật)...

1.7.2. Mạch tổ hợp số(DIC) (Digital Intergrated Circuits)

Mạch tổ hợp số còn được gọi là mạch logic hay IC logic

Ngày nay ta có thể gặp các thiết bị logic trong rất nhiều lĩnh vực từ các máy tính đến các máy công cụ, từ các trung tâm điện thoại đến các trò chơi điện tử... Tất cả các thiết bị logic đều hoạt động theo một phương thức nào đó đã được xác định trước. Cơ sở toán học cho các thiết bị logic là đại số logic còn gọi là đại số Bun (Boole), nhà toán học G.Pöle (1815 -1864).

Trong đại số logic, mọi câu hỏi, trả lời đều chỉ lựa chọn một trong hai khả năng phủ định nhau: đúng hoặc sai (có hoặc không). Vì vậy các biến logic chỉ có hai giá trị, kí hiệu là 1 và 0 hoặc H (high: cao) và L (Low: thấp), đặc trưng cho hai sự lựa chọn đúng và sai trên gọi là mức logic. Trong các mạch logic điện tử, người ta chọn hai khoảng điện áp đại diện cho hai mức logic: mức "1" (cao) có điện áp nằm trong khoảng 2,4-5V; mức "0" (thấp) có điện áp từ 0-2,4V.

Các phép toán cơ bản của đại số logic có thể được hệ in bằng các mạch khoá điện tử (tranzito hoặc IC). Nét đặc trưng nhất ở đây là hai mức điện thế cao hoặc thấp của mạch khoá hoàn toàn cho một sự tương ứng đơn vị với hai trạng thái của biến hay hàm logic. Nếu sự tương ứng được quy ước là điện thế thấp- trị "0" và điện thế cao "1" ta gọi đó là logic dương. Trong trường hợp ngược lại, với quy ước mức thế thấp trị "1" và mức thế cao - trị "0" ta có logic âm. Để đơn giản trong phần này chúng ta chỉ xét với các logic dương.

Các thiết bị logic là những phương tiện kĩ thuật để thực hiện các hàm logic xác định. Chúng được xác định từ các hàm logic cơ bản: và (AND) hoặc (OR); đảo (NO); và-đảo(NAND); hoặc-đảo (NOR). Các phần tử thực hiện các hàm logic cơ bản trên gọi là các phần tử logic cơ bản hay các cổng logic còn tổ hợp ra các hàm logic khác như: Phần tử tương đương (cộng, khác dấu) EX-NOR); phần tử so sánh hai số nhị phân; phần tử nửa tổng; phần tử tổng toàn phần gồm 3 đầu vào...

1.8. Sự phát triển của công nghệ

1.8.1. Công nghệ silicium

Để thu được các kích thước linh kiện từ $1\mu\text{m}$ đến $0,4\mu\text{m}$, cần thực hiện Litographie bằng các chùm điện tử và bằng các tia X có thể tạo nên các kích thước hình học đến 20 nm. Kỹ thuật Litographie bằng các chùm tia ion có thể thu được các kích thước hình học còn tinh vi hơn. Các phương pháp này gắn liền với kỹ thuật quang khắc ion và plasma cho phép thu được những kích thước hình học với độ chính xác mong muốn. Tuy nhiên, kích thước hình học của một tranzito phải thỏa mãn một số các quy tắc vật lý, bởi vì việc giảm bớt một kích thước này sẽ kéo theo việc giảm bớt các kích thước khác. Chẳng hạn trong một tranzito MOS việc giảm chiều dài của cửa sẽ kéo theo việc giảm bớt chiều dày của lớp oxit ở cửa.

* Giới hạn về nhiệt độ

Ở nhiệt độ hoạt động của vi mạch, các điện tử chịu một dao động nhiệt với năng lượng khoảng 30meV. Do vậy thế tác động và cửa phải lớn hơn $10 \times 30\text{mV} = 0,3\text{V}$. Nếu tính đến điện trường tới hạn phun điện tử vào trong lớp oxit ($\sim 3 \cdot 10^5 \text{ V/m}$), thì độ dày tối thiểu của lớp oxit phải là 2nm. Độ dày này tương đương với độ dày của cửa ($0,1\mu\text{m}$).

* Giới hạn về phương điện điện

Trong một tranzito có cửa ngắn, điện trường tại đó rất cao, có thể đạt đến điện trường tới hạn. Điện trường này có thể phá hủy lớp oxit ở cửa, do vậy nó không còn khả năng để tải dòng. Để tránh hiện tượng đó cửa phải có độ dài tối thiểu là $0,16\mu\text{m}$ để có thể chịu được thế phân cực 0,5V.

* Giới hạn về lượng tử

Chiều dày của lớp oxit nhỏ hơn một giới hạn nào đó, thì nó sẽ không còn là một chất cách điện mà trái lại nó sẽ cho dòng điện đi qua nhờ hiệu ứng lượng tử (đường hầm). Chiều dày này vào khoảng 5nm. Do vậy để tránh hiệu ứng này, cửa phải có chiều dày $0,25\mu\text{m}$.

* Thời gian truyền

Thời gian truyền quyết định độ nhanh của một vi mạch. Kích thước của nó càng ngắn thì thời gian truyền sẽ càng ngắn. Tuy nhiên, điện trở và điện dung ký sinh sẽ tăng thời gian truyền cho các kích thước hình học dưới $1\mu\text{m}$.

* Dây nối và chất lượng của vi mạch

Các công nghệ VLSI và ULSI cần rất nhiều dây nối, vì vậy trong mỗi vi mạch đôi khi sử dụng một, hai hoặc ba cấp dây nối. Các vật liệu có điện trở suất nhỏ cũng đã được thay thế cho các dây nối hàng nhôm.

Chiều dài các dây nối làm tăng thời gian truyền. Người ta xác nhận rằng diện tích bề mặt của các dây nối lớn hơn rất nhiều diện tích bề mặt của các linh kiện tích cực.

Việc tăng mức độ tích hợp dẫn đến vấn đề tích nhiệt trong các vi mạch. Hiện nay, giới hạn nhiệt độ $1W/cm^2$ thì chưa cần đến các hộp tỏa nhiệt. Người ta dự định dùng các vỏ tỏa nhiệt bằng Freon có thể làm lạnh đến nhiệt độ $-40^\circ C$.

Nhờ kỹ thuật làm lạnh, có thể tăng vận tốc chuyển động định hướng của các điện tử thêm được 30%. Tuy nhiên, hệ số tin cậy (công suất x thời gian truyền) giữ nguyên không thay đổi.

Với công nghệ SOS (silic trên corindon) cho phép tạo được các tranzito nhanh hơn rất nhiều so với phương pháp cổ điển.

1.8.2. Công nghệ arsenic gali (GaAs)

Công nghệ arsenic gali được sử dụng để sản xuất các linh kiện siêu cao tần và các linh kiện quang điện tử, bởi vì trong vật liệu này điện tử có vận tốc chuyển động định hướng và độ linh động rất cao. Bảng dưới đây cho ta thấy sự so sánh sự khác nhau trong hai loại vật liệu silic và arsenic gali.

Bảng 2- 2: So sánh một số đặc tính của Si và GaAs

	Si	GaAs
Độ linh động ($cm^2/V.s$)	1350	6500
Vận tốc (cm/s)	$0,8 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^7$

Hai tranzito có cùng kích thước thì tranzito GaAs hoạt động nhanh gấp 4 lần MOS silic. Hơn nữa, đế của tranzito GaAs là chất cách điện rất dễ thực hiện và có điện dung ký sinh rất nhỏ.

Một tranzito trường GaAs có thể hoạt động tới tần số 40GHz trong khi MOS silic chỉ hoạt động đến 8GHz. Sự phát triển của công nghệ GaAs rất đặc biệt. Kể từ khi xuất hiện năm 1976, mức độ tổ hợp tăng gấp ba lần trong một năm. Điều đó cho phép tiên đoán mức độ tích hợp trong các vi mạch GaAs sẽ chiếm vị trí độc tôn, nhưng giá thành của nó vẫn còn cao so với các vi mạch silic cùng loại. Với lưu lượng số lớn hơn 1Gbit/s công nghệ GaAs là công nghệ duy nhất đảm đương trọng trách này.

Các vi mạch có cấu trúc nhiều lớp bán dẫn loại Al GaAs có độ linh động của điện tử tăng rất mạnh so với các cấu trúc thông thường. Độ linh động tăng gấp 2 lần ở nhiệt độ phòng và có thể tăng gấp 15 lần ở nhiệt độ nitơ lỏng

(- 195°C). Các tranzito loại này được gọi là TEGEFET (two-dimentional electron gas FET) và HEMT (high electron mobility tranzito).

Các vi mạch loại này có công suất tiêu thụ 100 lần ít hơn của các vi mạch silic. Với kích thước hình học khoảng 1 μ m, thời gian truyền có thể đạt tới 10ps và công suất tiêu tán chỉ khoảng 100 μ W.

1.8.3. Công nghệ sử dụng các chuyển tiếp Josephson

Các chuyển tiếp Josephson (JJ) không sử dụng vật liệu bán dẫn mà dùng hai vật liệu siêu dẫn phân cách nhau bằng một lớp oxit mỏng khoảng từ 2 đến 5 nm. Do vậy các linh kiện loại này chỉ hoạt động ở vùng nhiệt độ heli lỏng 4°K (- 269°C). Chính vì vậy giá thành của chúng còn khá cao.

Trong vùng nhiệt độ đó, các mạch (JJ) này hoạt động cực nhanh nhưng tiêu thụ năng lượng lại rất ít. Chẳng hạn một mạch có kích thước hình học khoảng 2,5 μ m, người ta thu được thời gian truyền chỉ 13ps qua một cổng OR và 16ps cho một cổng AND.

Công nghệ này đã được nghiên cứu ở hãng IBM, nhưng chưa đưa ra các linh kiện trong sản xuất hàng loạt. Có thể trong thế kỷ 21 linh kiện này sẽ xuất hiện dưới dạng sản phẩm hàng loạt.

2. Các loại vi mạch Mos

2.1. Tranzito MOS

Các vi mạch MOS là tổ hợp của các tranzito MOS. Nguyên tắc hoạt động của tranzito MOS đã được nghiên cứu trong phần trước, trong phần này chỉ đề cập đến các công nghệ tích hợp các tranzito này để tạo nên các vi mạch MOS có các đặc tính thỏa mãn các yêu cầu thực tế.

Khi lựa chọn một công nghệ thích hợp, cần chú ý đến các thông số sau đây:

- Kênh là loại P hay N?
- Hướng trục tinh thể bán dẫn làm đế [1.1.1] hay [1.0.0]?
- Bản chất tự nhiên của cực cửa: Nhôm, silic đa tinh thể hay polysilicium?
- Pha tạp chất từ đế hay là lớp epitaxie?
- Loại hoạt động: làm giàu hay làm nghèo?

Bảng 2-3 cho thấy sự đặc trưng của các tranzito sản xuất theo các công nghệ khác nhau. Từ bảng cho thấy công nghệ MOS cho mức độ tích hợp cao nhất. Bởi vì chính sự thu nhỏ chiều dài của kênh và lớp ngăn cách điện giữa hai MOS không còn cần thiết nữa do đó đã làm rút ngắn rất nhiều kích thước

hình học của linh kiện. Thông thường độ dài của kênh cỡ $1\mu\text{m}$; công nghệ tiên tiến có thể rút xuống còn $0,65\mu\text{m}$ hoặc thậm chí chỉ còn $0,4\mu\text{m}$. Kênh càng ngắn thì độ dày của lớp cách điện ở cửa phải càng mỏng (20 hoặc 30 nm) để bảo đảm linh kiện có độ dốc của đặc tuyến có thể chấp nhận được.

Bảng 2 - 3: So sánh đặc tính của một số công nghệ

Các đặc trưng	TTL	MOS	CMOS	Đơn vị
Số lần quang khắc	8 đến 12	7-9	9-12	
Mức độ tích hợp	50-500	500-2000	500-1000	tranzito/ mm^2
Nguồn nuôi	2-40	5	5	V
Dòng	<5A	50	50	mA
Công suất/cổng	10	4	0,5	pJ
Thế ngưỡng	0,6	0,7	0,7	V
Tần số xung nhịp	1	0,1	0,2	GHz

* Thế ngưỡng của linh kiện phụ thuộc:

- + Vào hướng trục tinh thể của bán dẫn làm đế.
- + Vào độ dày và vào bản chất của chất cách điện ở cửa.
- + Vào độ pha tạp của bán dẫn silic.

Thế ngưỡng này có giá trị rất nhỏ nếu định hướng trục tinh thể [1.0.0] và cực cửa làm bằng silic đa tinh thể.

* Nitrisilic (Si_3N_4) là chất cách điện rất được ưa dùng để làm chất cách điện cho cực cửa (G) của tranzito MOS. Nó có hằng số điện môi 7,5 trong khi của SiO_2 chỉ bằng 3,9. Ngoài ra, nó còn chịu được thế đánh thủng cao hơn của SiO_2 . Do vậy cho phép giảm độ dày và giảm thế ngưỡng.

Chất cách điện này chống lại sự xâm nhập của các ion sodium cho đến tận nhiệt độ 200°C , nên tranzito có độ ổn định lâu dài. Tuy nhiên, người ta không thể cấy trực tiếp Si_3N_4 lên silic, vì làm như vậy sẽ xuất hiện các điện tích không mong muốn ở bề mặt phân cách. Do vậy buộc phải tạo một lớp mỏng SiO_2 trên bề mặt silic trước khi cho ngưng đọng lớp Si_3N_4 dày khoảng dưới 100nm .

* Bản chất tự nhiên của cực cửa cũng có liên quan đến thế ngưỡng. Thực vậy, sự khác nhau giữa công thoát điện tử để tách một điện tử ra khỏi cực cửa và công thoát điện tử của đế tạo nên điện thế tiếp xúc, mà thế ngưỡng lại phụ thuộc vào điện thế tiếp xúc này. Điện thế tiếp xúc giữa nhôm và silic loại p với

điện trở từ 1 đến $10\Omega\text{cm}$ vào khoảng $-0,9\text{V}$. Nếu thay nhôm bằng silic đa tinh thể pha tạp mạnh, thì điện thế tiếp xúc chuyển tới $+0,3$. Có nghĩa là có hiệu thế $1,2\text{V}$. Thế này dẫn tới giảm cả thế ngưỡng.

* *Tranzito MOS kênh n* xuất hiện sau MOS kênh p chỉ vì lý do công nghệ. Trong công nghệ chế tạo các tranzito MOS kênh n, sự nhiễm bẩn trong sản xuất thường tạo nên các điện tích dương. Các ion dương ký sinh này tích tụ ở bề mặt phân cách giữa oxit-silic. Các điện tích này gây ra sự xê dịch thế ngưỡng làm cho tranzito MOS kênh n làm giàu được giải toả sớm. Các điện tích này cũng có mặt trong MOS kênh p, nhưng các ion dương ở đây bị các ion âm của cực cửa hút về phía mặt phân cách nhôm oxit, nên không ảnh hưởng đến thế ngưỡng.

MOS kênh n rất ưu việt vì độ linh động của điện tử lớn gấp từ 2 đến 3 lần độ linh động của lỗ trống. Ngoài ra, điện trở của kênh n (ở chế độ ON) cũng nhỏ hơn và vận tốc làm việc của nó cũng nhanh hơn.

2.2. Công nghệ CMOS và SOS

2.2.1. Công nghệ CMOS

Vì mạch CMOS là một cấu trúc gồm các tranzito MOS kênh P có chung đế với một tranzito MOS kênh N. Vì thế nó được gọi là tranzito MOS bù trừ. Nhờ cấu trúc đó, người ta thu được một bộ đảo rất lý tưởng.

Các đặc trưng của CMOS:

- Thế nuôi nhỏ: 1V đến 5 V tùy loại.
- Thời gian truyền dẫn nhanh: $< 3\text{ ns}$ trên từng cổng.
- Tiêu thụ năng lượng có thể loại trừ trạng thái nghỉ.
- Khả năng chống nhiễu cao.
- Thế nuôi duy trì: 2 V.

2.2.2. Công nghệ SOS

Đó là công nghệ sản xuất các MOS trên đế saphir nên còn gọi là tranzito SOS (silicon Over Saphir). Như đã biết, người ta có thể tạo các lớp epitaxi trên các đế khác nhau với điều kiện vật liệu làm đế có cùng cấu trúc trực tinh thể như của lớp epitaxi đó. Saphir và silic có cùng cấu trúc trực tinh thể diamant, vì vậy có thể ngưng đọng một lớp epitaxi của silic trên đế saphir. Tranzito SOS không nhạy cảm với các tia chiếu xạ, vì thế nó được ứng dụng rộng rãi trong quân sự, trong liên lạc không gian và trong điện tử hạt nhân. Tuy nhiên giá thành của loại này tương đối cao.

2.3. Công nghệ chế tạo các loại vi mạch GaAs

2.3.1. Tranzito trường GaAs

Các tranzito trường chế tạo từ GaAs có độ linh động của điện tử cao ($6500\text{cm}^2/\text{V.s}$) và độ rộng vùng cấm lớn ($1,43\text{eV}$), điện trở suất cao ($10^8\Omega\text{cm}$). Tranzito trường làm bằng bán dẫn GaAs có độ dài của kênh rất ngắn: $0,25\mu\text{m}$; Vì vậy các tranzito trường làm bằng bán dẫn này hoạt động ở vùng tần số rất cao, thường là lớn hơn 100GHz , có nghĩa là thời gian truyền cũng rất ngắn khoảng 50ps trong một bộ đảo. Tuy nhiên loại này có nhược điểm: độ linh động của lỗ trống nhỏ ($400\text{cm}^2/\text{V.s}$). Điều này ngăn cản sự chế tạo các tranzito CMOS và tranzito kênh P.

Với công nghệ GaAs người ta có thể tạo được các mạch FET loại vi sóng với tần số $> 18\text{GHz}$ có thể tích rất nhỏ không công kênh có thể tái sản xuất, vì vậy giá thành sản phẩm rất hạ. Các vi mạch số, các mạng mạch phức tạp trước khi phát, các đầu thu vệ tinh của TV ở tần số 12GHz ... đều được chế tạo theo công nghệ này. Ngoài ra, việc truyền dẫn lưu lượng cao trên các cáp quang trong dải từ 140 hoặc 560 Mbit/s đến $1,2$ hoặc $2,4$ Gbit/s cũng dùng các linh kiện này.

2.3.2. Phân loại

- Công nghệ chế tạo các JFET được điều khiển bằng chuyển tiếp P-N dành cho các vi mạch cứng.

- Công nghệ MESFET được điều khiển bằng diốt SCHOTTKY. Công nghệ này được sử dụng nhiều nhất.

- Các tranzito có độ linh hoạt điện tử cao HEMT. Đó cũng là công nghệ chế tạo tranzito trường MESFET, nhưng kênh dẫn là một chất khí điện tử hai chiều được tạo nên nhờ chuyển tiếp dị tinh thể giữa một lớp GaAs pha tạp loại N và một lớp GaAs tinh khiết. Tranzito này hoạt động rất tốt ở vùng nhiệt độ thấp, nhất là nhiệt độ nitơ lỏng 77K có độ linh hoạt điện tử rất cao $> 100\ 000\ \text{cm}^2/\text{V.s}$.

- Tranzito HBT N-P-N được cấu tạo nhờ chuyển tiếp dị tinh thể giữa GaAs n/ GaAs p^{++} có tần số cắt đến 45GHz

2.4. Công nghệ BI - CMOS

Đầu những năm 80, CMOS đã trở thành một công nghệ chủ yếu chế tạo nên các vi mạch logic và nhớ VLSI tiêu tán năng lượng cực thấp. Đến năm 1983, một quy trình tương đồng với Bipolar nhưng lại dựa trên công nghệ CMOS đã được phát triển hàng cách sử dụng các ưu thế của các linh kiện

Bipolar lẫn CMOS. Như vậy, công nghệ BI – CMOS đã ra đời. Trong đó, cả công nghệ Bipolar và công nghệ MOS được áp dụng trên cùng một chip bán dẫn. Cho đến nay, nó đã trở thành công nghệ ngự trị trong việc sản xuất các vi mạch VLSI tốc độ cao và đa năng.

Công nghệ BI – CMOS tập trung những ưu việt của công nghệ Bipolar và công nghệ CMOS:

- Công nghệ CMOS có công suất tiêu thụ rất nhỏ, mật độ tích hợp rất cao và lễ chống nhiễu rất lớn. Do vậy, nó thích hợp để chế tạo các vi mạch phức tạp.
- Ngược lại, công nghệ Bipolar lại có dòng lối ra mạnh và vận tốc hoạt động rất cao.

Trên những ưu điểm đó, theo quan điểm về mạch, công nghệ BI – CMOS rất hấp dẫn vì các hệ thống tương tự và các hệ thống số được thực hiện trên cùng một chip và cải thiện đáng kể những ưu việt của CMOS về vận tốc, về công suất tiêu thụ thấp và lễ chống nhiễu. Hiện nay, trước những yêu cầu cao về tốc độ và mức độ tích hợp, công nghệ BI – CMOS cũng đã được cải thiện và tinh vi hơn rất nhiều để tạo nên các mạch logic mảng (array), các bộ nhớ tĩnh có dung lượng cực lớn nhưng tốc độ truy cập cực nhanh (nhỏ hơn 10 ns). Đáp ứng những yêu cầu đó, công nghệ BI – CMOS ECL LSI đã ra đời.

2.5. Các vi mạch công suất

Các tranzito VMOS có cấu trúc thẳng đứng là các MOS có cực cửa được thực hiện dưới dạng hình chữ V. Với cấu trúc này, kích thước của kênh được thu nhỏ nhất; nhờ đó điện trở cũng như điện dung giảm đến mức tối thiểu và vì vậy cho phép tăng vận tốc chuyển mạch và tần số hoạt động của các linh kiện. Các tranzito VMOS thực hiện dễ dàng trong các vi mạch có thể kích thích các dòng lớn nên rất thích hợp cho các vi mạch công suất.

** Các đặc trưng của VMOS:*

- Trở kháng vào rất cao cho phép tác động về thế.
- Vận tốc chuyển mạch cỡ ns (nanô giây) cho phép thực hiện các bộ chuyển mạch gần như lý tưởng.
- Hệ số khuếch đại công suất cực lớn cỡ hàng nghìn lần.
- Độ tuyến tính cao cho phép thực hiện các bộ khuếch đại tuyến tính về công suất.
- Không có sự quá tải về nhiệt độ và cũng không có hiện tượng đánh thủng thứ cấp do hệ số nhiệt độ dương.

- Mặc song song nhiều mạch cơ sở không gây nên bất kỳ vấn đề nào và cũng không cần biện pháp bảo vệ đặc biệt nào. Điều đó có nghĩa là cấu trúc VMOS rất dễ thực hiện về mặt công nghệ.

- Điện trở nối tiếp là nhược điểm duy nhất của VMOS so với loại lưỡng cực. VMOS kênh P có điện trở nối tiếp lớn gấp 2 đến 3 lần VMOS kênh N vì lỗ trống có độ linh động rất nhỏ so với điện tử.

Hãng Siemens của Đức đưa ra MOS có cấu trúc thẳng đứng có tên gọi là SIPMOS (Siemens Power MOS). Loại này có thể cấm khoảng 2 V, độ ổn định nhiệt rất cao cho phép ghép song song nhiều mạch cơ sở mà không gây nên rắc rối nào. SIPMOS có ưu điểm là:

- Chuyển mạch công suất lớn và nhanh.
- Đặc trưng tuyến tính.
- Tần số hoạt động cao.
- Chịu được thế lớn.
- Cắt được các dòng mạnh.
- Thời gian chuyển mạch ngắn.

* SIPMOS được sử dụng rộng rãi trong:

- Chuyển đổi dòng xoay chiều, nguồn nuôi có ngắt quãng.
- Tạo sóng và khóa.
- Tự động hóa điện tử.
- Chuyển mạch cho các tải cảm ứng.
- Các bộ khuếch đại âm tần trong Hi - Fi.
- Các máy phát siêu âm.
- Viễn thông, tin học.
- Các mạch ghép nối máy tính CMOS, NMOS.
- Điện tử công nghiệp và dân dụng.

2.5. Các bộ nhớ dùng hiệu ứng trường

2.5.1. Các bộ nhớ RAM

RAM tên tiếng Anh là Random Access Memory hay còn gọi là bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên. Có nghĩa là người ta có thể đạt đến bất kỳ điểm nào của bộ nhớ một cách trực tiếp nhờ vào các địa chỉ. RAM là bộ nhớ lớn, trong đó người ta có thể ghi, đọc hay xóa thông tin mỗi khi người ta muốn.

❖ RAM tĩnh (SRAM)

SRAM được thực hiện nhờ công nghệ Bipolar hoặc thông dụng hơn cả là MOS. Nó cần hai bộ đảo với phản hồi bởi điểm nhớ, hoặc là bit.

Các bộ nhớ SRAM CMOS được sản xuất theo các loại từ 4K đến 256K

Ưu việt của RAM tĩnh (SRAM) so với RAM động (DRAM):

- Hoạt động dễ hơn, tương đồng với TTL.
- Chỉ cần một thế nuôi.
- Tiêu thụ ít hơn.
- Ít nhạy với nhiễu và với các tia chiếu xạ hơn.
- Không cần phải làm mát.
- Vận tốc cao, nhất với công nghệ ECL.

Nhược điểm:

- Diện tích bề mặt của silic trên điểm nhớ nhiều hơn; mật độ linh kiện nhỏ hơn; giá thành đắt hơn, dung lượng nhớ nhỏ hơn.

- Thị trường của SRAM thì không quan trọng bằng thị trường của DRAM

Ứng dụng:

Các bộ nhớ SRAM được ưa chuộng trong các hệ thống có dung lượng nhớ trung bình hoặc nhỏ vì tốc độ của chúng và vì sự tiêu thụ ít năng lượng.

❖ RAM động (DRAM)

Trong các bộ nhớ DRAM, số liệu được lưu trữ dưới dạng điện tích chứa trong tụ điện nối giữa nguồn nuôi và cực gốc.

Trong công nghệ NMOS, tế bào nhớ chiếm diện tích bề mặt cực tiểu nhưng điện dung lại có giá trị cực đại. Một số các DRAM sử dụng một tranzito CMOS thay vào chỗ của NMOS. Như vậy, sẽ thu được dòng ban đầu nhỏ hơn, thời gian chuyển mạch nhanh hơn và độ chống nhiễu cũng tốt hơn. Ngược lại, sự thực hiện mạch sẽ phức tạp hơn.

Việc nghiên cứu và sản xuất các DRAM cần sự đầu tư rất lớn để nó phù hợp với sự phát triển của công nghệ.

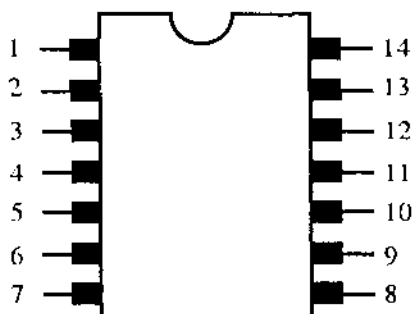
2.5.2. Các bộ nhớ ROM ((Read Only Memory)

Các bộ nhớ chỉ đọc ROM là một bộ nhớ “chết” trong đó thông tin chỉ được ghi một lần trong cả quá trình sản xuất, do đó, thông tin sẽ không bị mất khi bị tắt nguồn. Để đảm bảo giá thành của ROM không quá cao, cần phải sản xuất với số lượng lớn thì công nghệ CMOS và NMOS với cực cửa silic là phù hợp.

3. Cách sử dụng mạch tổ hợp (IC)

Như đã nói ở trên, vi mạch (IC) thực chất là bộ khuếch đại, toàn bộ các linh kiện được lắp ghép trên một tấm có các chân đưa ra, mỗi chân có một chức năng riêng. Theo cách phân loại dựa vào chức năng làm việc mạch tổ hợp có 2 loại là IC tuyến tính và IC số. Với mỗi loại này lại có rất nhiều ứng dụng khác nhau. Vì thế khi kiểm tra và sửa chữa thay thế chúng... phải am hiểu kỹ chức năng và chế độ làm việc của chúng trong từng mạch cụ thể. Ở phần này chỉ nhằm cung cấp một số kiến thức tối thiểu và rất cần thiết cho các công việc đó.

Nói chung kết cấu các mạch tổ hợp rất đa dạng, số chân nhiều ít khác nhau bao gồm 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24...v.v, chân phổ biến nhất là 14 chân (Hình 2- 48). Thứ tự các chân được đánh dấu như sau: nếu nhìn mặt sau thì đếm cùng chiều kim đồng hồ số chân từ 1 cho đến hết, nếu nhìn mặt trên (Top View) đếm ngược chiều kim đồng hồ.



Hình 2-48. Sơ đồ bố trí các chân của IC

Sự bố trí các chân tùy theo loại nhưng nói chung các vi mạch bao giờ cũng có các mạch cơ bản sau:

- Nối mát (đất)
- Cấp nguồn
- Đầu vào
- Đầu ra
- Khử dao động ký sinh
- Hồi tiếp...

Trong đó mạch cấp nguồn có thể cấp ở nhiều chân, đầu vào - đầu ra có thể có một hay hai. Mạch hồi tiếp có thể có một hoặc hai mạch và mạch khử dao động ký sinh cũng vậy. Vì lẽ đó IC phải có nhiều đầu ra (nhiều chân).

Câu hỏi và bài tập chương 2

1. Nêu đặc tính dẫn điện của chất bán dẫn tinh khiết.
2. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính dẫn điện của chất bán dẫn (nhiệt độ, ánh sáng, cường độ điện trường, tia bức xạ).
3. Tại sao trong hầu hết các linh kiện điện tử không chế tạo bằng vật liệu dẫn điện mà lại dùng vật liệu bán dẫn.
4. Phân tích đặc tính dẫn điện của chất bán dẫn tạp. So sánh với đặc tính dẫn điện của chất bán dẫn tinh khiết.
5. Nêu một số ứng dụng của chất bán dẫn.
6. Nêu cấu tạo, nguyên tắc làm việc, kí hiệu của Điốt.
7. Phân tích các đặc tính của Điốt.
8. So sánh ưu nhược điểm của Điốt gecmani và Điốt silic.
9. Trình bày công nghệ chế tạo Điốt loại tiếp điểm và tiếp mặt.
10. Nêu nguyên tắc làm việc của điốt Zener, vẽ đặc tuyến Vôn – Ampe và cách mắc điốt vào mạch điện.
11. Nêu nguyên tắc làm việc của điốt biến dung, vẽ đặc tuyến Vôn – Ampe và cách mắc vào mạch điện.
12. Khi sử dụng điốt cần chú ý những điểm gì?
13. cấu tạo tranzito thuận, nghịch và nguyên tắc hoạt động.
14. Cách mắc tranzito PNP và NPN cực bazơ chung, colectơ chung, emitor chung. Phân tích khả năng khuếch đại dòng, áp, công suất của các loại cách mắc.
15. Nêu các thông số kĩ thuật cách sử dụng tranzito, cách kiểm tra xác định loại tranzito, chân tranzito.
16. Cấu tạo kí hiệu và nguyên tắc làm việc của tranzito thường JFET.
17. Cấu tạo, kí hiệu và nguyên tắc hoạt động của tranzito trường MOSFET.
18. Phân tích ưu nhược điểm của tranzito lưỡng cực.
19. Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của tranzito 1 tiếp giáp, tranzito 4 cực.
20. Cấu tạo, kí hiệu, nguyên tắc hoạt động, ứng dụng của tiristor.
21. Cấu tạo, sơ đồ tương đương của Triac, Diac, điện trở nhiệt và các ứng dụng.
22. Cấu tạo, công nghệ chế tạo, nguyên tắc hoạt động của tế bào quang dẫn.
23. So sánh Điốt quang điện và triốt quang điện.
24. Trình bày cấu tạo của bộ ngẫu hợp quang điện.
25. Nêu đặc điểm, cách phân loại mạch tổ hợp IC, các nguyên tắc cơ bản để xây dựng 1 vi mạch.
26. Phân tích đặc điểm công nghệ chế tạo IC, ưu nhược điểm của từng loại.
27. Cách sử dụng IC và cách bố trí một số chân trên một số IC thông dụng.

Chương 3

ĐIỆN THANH

Điện thanh là phần học nghiên cứu cấu tạo, nguyên lý làm việc và công dụng của các thiết bị điện thanh như micro, loa, ống nghe.

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ÂM THANH

1. Nguồn gốc âm thanh

Khi ta dùng tay bập vào dây đàn, dây đàn rung lên và phát ra tiếng. Tiếng đàn ngân dài, cho đến khi dây đàn hết rung thì âm thanh cũng tắt. Nếu ta gõ trống, mặt trống rung lên và cũng phát ra tiếng..v.v.

Như vậy ta có thể kết luận: Âm thanh là do vật thể rung động, phát ra tiếng và làm truyền đi trong không khí. Sở dĩ tai ta nghe được âm thanh là nhờ có màng nhĩ. Màng nhĩ nối liền với hệ thần kinh trung ương.

Làn sóng âm thanh từ vật thể rung động phát ra, được lan truyền trong không gian, tới tai ta làm rung động màng nhĩ theo đúng nhịp điệu rung động của vật thể đã phát ra tiếng. Nhờ đó tai ta nghe được âm thanh.

Âm thanh cũng lan truyền được trong không khí, chất lỏng, chất rắn, nhưng không truyền lan trong khoảng chân không.

Một số chất truyền dẫn âm thanh kém. Các chất dẫn âm kém thường là loại mềm như xốp, bông, dạ, cỏ khô. Các chất này gọi là chất hút âm, được dùng để lót tường các rạp hát, các phòng bá âm...để hút âm, giảm tiếng vang.

Vận tốc truyền lan của âm thanh phụ thuộc vào chất truyền âm.

Thí dụ: Trong không khí là 340 m/s, trong nước là 1480 m/s, trong chất sắt là 5000m/s.

Trong không khí vận tốc truyền lan phụ thuộc nhiệt độ và tính theo công thức:

$$C = 331 \sqrt{\frac{T_0}{273}} (m/s)$$

T_0 là nhiệt độ tuyệt đối của không khí. Như vậy nhiệt độ càng cao thì âm thanh truyền càng nhanh. Người ta thường chọn $C = 340 \text{ m/s}$ là tốc độ tương ứng với nhiệt độ $T^0 = 290^0\text{K}$ (tức là 17^0C).

Trong hành trình truyền lan, nếu gặp phải các vật chướng ngại như tường, núi đá... thì phần lớn năng lượng của âm thanh sẽ bị phản xạ trở lại, một phần nhỏ tiếp tục truyền lan về phía trước, còn một phần nhỏ nữa của năng lượng âm thanh bị cọ sát với chướng ngại vật, biến thành nhiệt năng tiêu tan đi.

2. Đặc tính của âm thanh

Âm thanh được đặc trưng bằng các đặc tính như sau:

2.1. Tần số dao động của âm thanh

Tần số của một âm đơn là số lần dao động của không khí truyền âm trong 1 giây đồng hồ.

VD: Khi ta gảy nốt mí của đàn thì dây sẽ rung 330 lần/ giây. Ta gọi tần số của âm mí là 330 Héc,(Hz).

Đơn vị của tần số là Héc (viết tắt là Hz)

1 Mêga Héc (MHz) = 1000 Kilo Héc (KHz) = 1000.000 Héc (Hz).

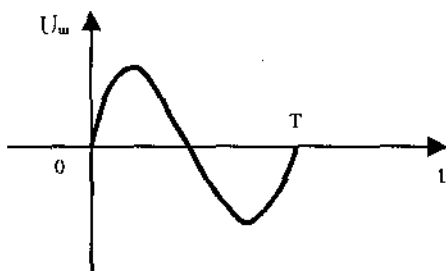
Tần số biểu thị độ cao của âm thanh: Tiếng trầm có tần số thấp, tiếng bổng có tần số cao. Tai người có thể nghe được các tần số thấp tới 16Hz và tần số cao tới 20.000Hz.

Dải tần số từ 16Hz đến 20.000Hz gọi là dải tần số âm thanh, gọi tắt là âm tần. Những âm có tần số dưới 16Hz gọi là hạ âm. Những âm có tần số trên 20.000Hz gọi là siêu âm.

Dòng điện có tần số trong khoảng 16 đến 20.000Hz gọi là dòng điện âm tần.

Ứng với mỗi tần số dao động f có chu kỳ dao động T và một bước sóng (đọc là làm đa). (Hình 3 - 1).

Chu kỳ của dao động âm thanh là thời gian âm đó dao động được 1 lần. Chu kỳ ký hiệu là T , có đơn vị là giây (s), $T = 1/f$



U_m : Biên độ dao động âm thanh

T : Chu kỳ dao động âm thanh

Hình 3-1.

Đồ thị thời gian của dao động âm thanh

Bước sóng của âm thanh ký hiệu bằng λ có đơn vị là mét.

$\lambda = C.T$, C là tốc độ truyền lan của âm thanh trong không khí ($C=340\text{m/s}$). T là chu kỳ của âm thanh. Vậy bước sóng của âm thanh chính là khoảng lan truyền của âm thanh tương ứng với một chu kỳ dao động. Bước sóng của âm thanh tương ứng trong dải âm tần là từ 21,25 m đến 0,017 m

Trên thực tế 1 âm phát ra thường không phải là 1 âm đơn, mà là một âm phức. Âm phức này bao gồm âm đơn và 1 số âm dài có tần số gấp 2,3,4... lần âm đơn.

Trong dải âm tần, người ta chia ra: tiếng trầm từ 16Hz đến 300Hz, tiếng vừa từ 300Hz đến 3000Hz, tiếng bổng (hay tiếng thanh) từ 3000Hz đến 20.000Hz.

Tiếng nói của người thường có tần số từ 80-1200 Hz. Các nốt nhạc ở bát độ thứ 3 có tần số: đô: 262Hz, rê: 294 Hz, mi: 300Hz, pha: 349Hz, la: 440Hz, si: 494Hz.

2.2. Công suất âm thanh

Công suất âm thanh là năng lượng âm thanh đi qua 1 diện tích S trong thời gian 1 giây.

Công suất âm thanh P có thể tính bằng công thức:

$$P = pSv$$

Trong đó: p là thanh áp

v là vận tốc của 1 phần tử không khí tại đó

S là diện tích

Công suất âm thanh tính theo W (oát)

2.3. Cường độ âm thanh

Cường độ âm thanh là công suất âm thanh đi qua 1 đơn vị diện tích là I .

$$I = P/S = pv$$

Ba đại lượng: Áp suất âm thanh, công suất âm thanh, cường độ âm thanh gắn liền với nhau: $P = IS = pvs$. Cả 3 đều biểu thị độ lớn nhỏ của âm thanh, âm thanh có năng lượng càng lớn thì công suất, cường độ và áp suất âm thanh càng lớn.

3. Sự thụ cảm của tai người đối với âm thanh

Người bình thường có thể nghe được âm thanh trong dải tần số từ 20Hz đến 15.000Hz. Có người nghe được âm thanh có tần số cao hơn, có người lại chỉ nghe được âm thanh có tần số thấp hơn. Người già nghe tiếng thanh kém hơn người trẻ.

Người ta có thể phân biệt được 130 mức thanh áp khác nhau, mỗi mức cách nhau 1 độ. Tai người nghe nhạy với các tần số trong khoảng 500Hz đến 5000Hz, ở những tần số này chỉ cần nguồn âm thanh có thanh áp nhỏ, nghe cũng không kém gì ở khoảng tần số cao hay thấp có thanh áp lớn.

Tai người có thể phân biệt được những âm sắc khác nhau.

Âm sắc là sắc thái riêng của âm thanh, giúp ta phân biệt được các nguồn âm khác nhau. Hai loại nhạc cụ cùng dạo một bản nhạc như nhau nhưng nghe khác nhau vì có âm sắc khác nhau. Hai âm phức có âm cơ bản giống nhau về tần số và biên độ, nhưng hai âm đó có tần số, biên độ khác nhau... nên có âm sắc khác nhau.

Tai người có khả năng ưu tiên nghe rõ các tiếng mà mình nghe quen. Chẳng hạn người Việt Nam nghe tiếng Việt khi thuyết minh phim rõ hơn tiếng ngoại quốc. Người ta có thể xác định được hướng âm thanh truyền tới nhờ hai tai. Vì vậy ta có thể nghe được âm thanh lập thể.

II. MICRÔ

Micrô là dụng cụ điện thanh, có tác dụng biến đổi năng lượng của các dao động âm thanh thành năng lượng dao động điện âm tần. Dạng của dao động âm tần lấy ra từ hai đầu của micrô phải giống hệt dạng dao động âm thanh đưa tới micrô.

1. Các đặc tính chính của micrô

1.1. Độ nhạy

Độ nhạy của micrô là mức điện áp ra ở hai đầu ra của micrô (đo ở 100Hz) khi micrô được đấu đúng tải và thanh áp ở trước micrô là 1 micrô bar (bar). Đơn vị tính độ nhạy là milivôn trên mỗi micrô bar (mV/ μ bar). Độ nhạy của micrô còn có thể tính là mức công suất ra trên tải chuẩn khi thanh áp ở trước micrô là 1 μ bar. Độ nhạy này tính theo mW.

Độ nhạy của micrô cũng thường tính theo đêxi Ben (dB). Micrô nào có độ nhạy tính theo dB càng lớn thì độ nhạy càng lớn. Chẳng hạn micrô có độ nhạy -55dB khoẻ hơn micrô có độ nhạy -70dB.

1.2. Đặc tuyến tần số

Đặc tuyến tần số của micrô biểu thị sự biến đổi mức điện ra của micrô khi tần số thay đổi. Nó phản ánh độ trung thực của micrô. Dải tần số càng rộng và độ không đồng đều của nó càng nhỏ thì chất lượng của micrô càng cao.

Đặc tuyến tần số của micro cần phù hợp với máy tăng âm và với yêu cầu sử dụng. Đặc tuyến tần số còn kèm theo mức không đồng đều của nó tính theo dB.

1.3. Trở kháng danh định

Có 2 loại trở kháng:

- Micro trở kháng thấp có trở kháng 200 Ω m, 250 Ω m, 60 Ω m như phần lớn các micro cuộn dây của Liên Xô.

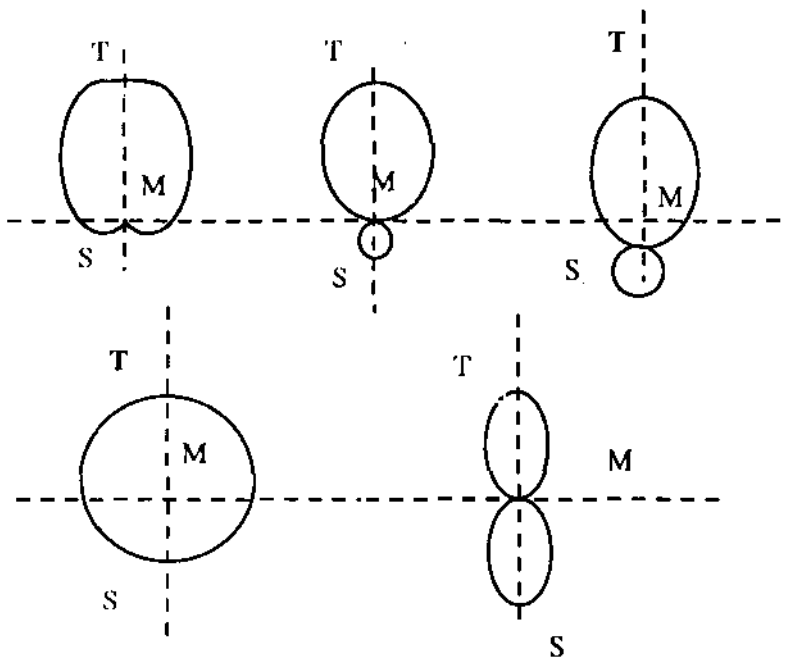
- Micro có trở kháng cao: Có trở kháng hàng chục kilô Ω m trở lên như các micro tinh thể, hay một số micro cuộn dây của Trung Quốc.

Một số micro có cả 2 mức trở kháng (cao và thấp).

1.4. Búp hướng của micro

Biểu thị sự biến đổi về độ nhạy của micro tùy theo hướng của nguồn âm thanh dội vào micro.

Hình 3-2 Biểu thị các kiểu búp hướng của micro.



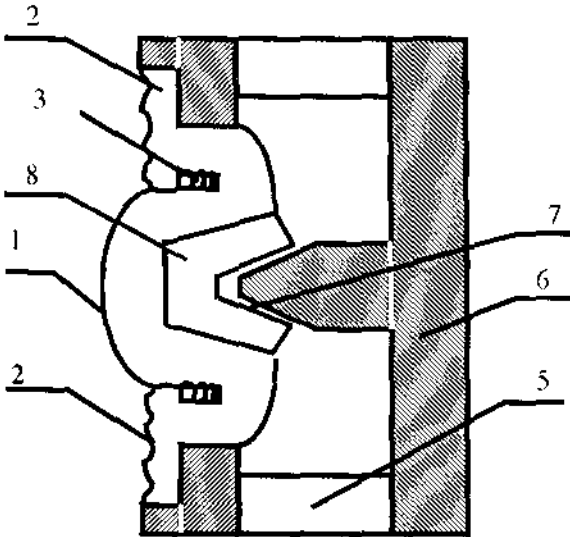
Hình 3-2: Các dạng búp hướng của micro

Khi biết búp hướng micro thì biết chọn loại micro dùng ở chỗ thích hợp và biết cách bố trí micro thu tốt và tránh được tiếng rú (Larsen).

2. Các loại micro

- Micro điện động kiểu cuộn dây. Đây là kiểu micro thông dụng nhất
- Micro tinh thể
- Micro tụ điện
- Micro than

Trên hình 3-3 minh họa loại micro điện động



1. Màng micro
2. Màng nhện
3. Cuộn dây
4. Khe sắt có từ trường mạnh thường gọi là khe từ
5. Nam châm hình nhẫn
6. Trụ sắt non
7. ống thoát li
8. Dấu hút ẩm

Hình 3-3: Cấu tạo micro điện động

3. Sử dụng, bảo quản micro

3.1. Sử dụng loại micro thích hợp

Nếu là máy tăng âm hay ghi âm có trở kháng vào nhỏ thì dùng micro có trở kháng thấp, nếu là máy tăng âm có trở kháng vào lớn thì dùng micro có trở kháng cao.

Các đài truyền thanh cơ sở chỉ nên dùng micro điện động kiểu cuộn dây cũng đủ đảm bảo chất lượng, lại dễ sử dụng, ít hư hỏng. Nếu dùng trang âm các cuộc họp, học tập, mít tinh, ca nhạc phổ thông cũng chỉ cần dùng loại micro điện động chất lượng thường.

Trong trường hợp phải thu các buổi biểu diễn nhạc giao hưởng các buổi ca nhạc đặc biệt thì mới dùng đến các micro tụ điện hoặc micro điện động kiểu cuộn dây có đặc tuyến tần số rộng... Khi dùng các loại micro này phải hết sức nhẹ nhàng, tránh va chạm có thể làm hỏng micro.

3.2. Tránh va chạm mạnh

Trừ micrô than có kết cấu khá chắc chắn, còn các micrô khác đều có màng rất mỏng, kết cấu mảnh mai... chỉ va chạm mạnh hoặc đánh rơi có thể làm cho màng lệch khe từ hoặc méo mó micrô.

3.3. Không để micrô ở chỗ ẩm thấp, bụi bặm, có nhiệt độ cao, từ trường mạnh

Khi không dùng nên cất vào hộp kín có chất chống ẩm. Những micrô có nguồn pin khi không dùng một thời gian phải tháo pin ra để đề phòng pin hỏng, chảy nước làm hỏng micrô.

3.4. Khi trang âm thông thường, cần chọn loại micrô 1 hướng và bố trí micrô và loa sao cho tiếng loa phát ra không dội lại micrô làm phát sinh tiếng rú (Larsen)

III. LOA

Loa là dụng cụ điện thanh có tác dụng biến đổi năng lượng điện âm tần thành năng lượng âm thanh. Nó đóng một vai trò đặc biệt quan trọng đối với ngành điện thanh. Loa được dùng trong các máy tăng âm, máy thu thanh, máy ghi âm, máy thu hình, màn hình máy tính, trong mạng lưới truyền thanh có dây.

1. Các đặc tính của loa

1.1. Công suất danh định: Là công suất lớn nhất có thể cung cấp cho loa mà loa có thể chịu đựng để các bộ phận của loa không bị biến dạng (như cuộn dây bị nóng, màng loa bị méo) và đảm bảo hệ số méo không đường thẳng không vượt quá mức quy định.

Đơn vị tính công suất của loa là Vôn-Ampe (VA).

1.2. Điện áp danh định: Là điện áp âm tần đưa vào 2 đầu loa để có công suất danh định, đơn vị tính điện áp là vôn (V).

1.3. Trở kháng danh định: là trở kháng đo được khi đưa vào loa một dòng điện âm tần hình sin có tần số quy định (thường là 100Hz hay 400Hz). Mức điện áp đưa vào loa là 30% điện áp danh định. Trở kháng của loa thay đổi theo tần số.

1.4. Thanh áp: Thanh áp của loa biểu thị độ nhạy của loa. Với cùng một công suất âm tần cung cấp cho loa, loa nào có thanh áp lớn hơn thì độ nhạy cao hơn. Độ nhạy của loa được đánh giá bằng thanh áp chuẩn của loa. Thanh áp chuẩn của loa đo ở điểm trên trục loa cách miệng loa 1m, khi đưa vào loa công suất 0,1 VA. Thanh áp tính theo đơn vị μbar

Thanh áp chuẩn của loa là trung bình cộng của các thanh áp chuẩn riêng, đo ở các tần số 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4500, 5500, 6500, 8000, 10.000 Hz.

1.5. Đặc tuyến tần số

Đặc tuyến tần số của loa biểu thị sự biến đổi của thanh áp chuẩn của loa khi tần số thay đổi.

Đặc tuyến tần số biểu thị tính trung thực của loa. Loa có chất lượng cao thì tần số công tác ở dải âm tần có dạng rộng và độ không đồng đều đáp tuyến tần số càng ít. Màng loa càng to thì tiếng trầm càng rõ.

1.6. Độ méo không đường thẳng

Nếu đưa vào loa một dòng điện hình sin thì tiếng loa phải là một đơn âm. Nhưng do kết cấu của loa kém nên tiếng phát ra bị méo, vì tiếng phát ra là một âm phức tạp.

1.7. Búp hướng của loa

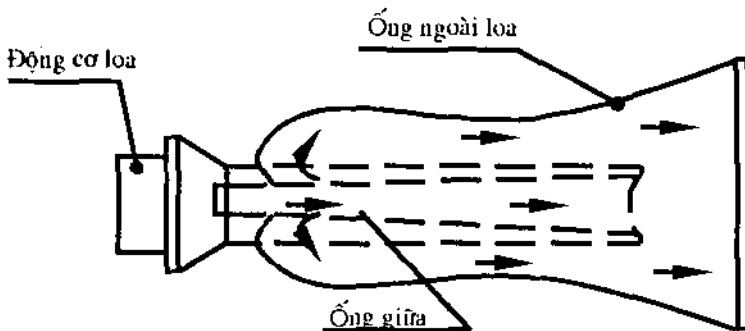
Loa cũng có hướng tính như micrô. Các điểm xung quanh loa có cùng mức thanh áp, tạo thành đường đặc tính phương hướng của loa. Loa đơn treo lơ lửng có búp hướng hình cầu, âm thanh toả đều ra mọi phía. Loa cột và loa nén có búp hướng nhọn. Đối với loa đơn thì tiếng trầm có búp hướng giống hình cầu, tiếng thanh có búp hướng nhọn.

1.8. Hiệu suất của loa: Là tỉ lệ giữa công suất âm thanh phát với công suất điện âm tần đưa vào. Hiệu suất của loa phụ thuộc vào kết cấu và chất lượng các chi tiết của loa.

2. Các loại loa

- Loa điện động
- Loa sứ áp điện
- Loa nén

Trên hình 3-4 minh họa loại loa điện động, loa nén và tai nghe.



Hình 3-4: Cấu tạo loa nén

3. Sử dụng và bảo quản loa

3.1. Cần chọn loại loa thích hợp với yêu cầu sử dụng, ở những nơi ồn ào đông người như nhà ga, bến xe, công trường cần dùng loa nén để phát ra tiếng to, vang xa, trong hội trường nên dùng loa hộp bố trí rải rác 2 bên hoặc dùng loa cột.

Loa truyền thanh nên dùng loa nén. Loa điện động dùng trong mạng lưới truyền thanh nhất thiết phải có kèm biến áp để nâng trở kháng loa lên 3600 ôm hoặc 6000 ôm rồi mới đấu vào đường dây 30W.

3.2. Phải đặt loa ở nơi khô ráo, không có bụi bặm, nhiệt độ không cao, ẩm thấp dễ làm hỏng màng loa, gỉ cuộn dây, gỉ các miếng sắt non. Bụi lọt vào khe từ làm cho tiếng loa bị rè, nhiệt độ cao làm giảm từ tính của nam châm. Loa cần đặt trong hộp gỗ hay nhựa có vải bịt phía trước để tiếng phát ra to, ấm và bảo vệ khỏi bị chuột, gián, thạch sùng phá hỏng.

3.3. Không cắm nhầm loa vào ổ cắm điện, loa sẽ bị cháy.

3.4. Chỉ nên dùng loa nén ở những nơi thật cần thiết... để khỏi gây ồn ào, ảnh hưởng đến sự yên tĩnh khi nhân dân cần nghỉ ngơi.

Loa nén trên đường dây truyền thanh nhất thiết phải có kèm theo biến áp. Có thể đấu biến áp cho loa tiêu thụ ở mức công suất yêu cầu. Chỉ nên cho loa tiêu thụ nhiều lắm là 40% đến 60% mức công suất danh định của loa để tiếng loa được rõ, không bị rè và lâu hỏng. Biến áp loa cần đặt trong hộp kim loại và có bộ phận chống sét. Cần đấu loa theo đúng yêu cầu của kỹ thuật trang âm để tiếng loa tốt nhất.

Câu hỏi và bài tập chương 3

1. Trình bày các đặc tính của âm thanh.
2. Các đặc tính của micro.
3. Cách sử dụng và bảo quản micro.
4. Các đặc tính của loa, phân tích mối quan hệ hai dụng cụ điện thanh là micro và loa.
5. Nêu cách sử dụng và bảo quản loa.

Chương 4

DỤNG CỤ ĐIỆN TỬ CHÂN KHÔNG

I. KHÁI NIỆM

1. Sự phát xạ điện tử

1.1. Điện tử trong nguyên tử và sự phát xạ điện tử

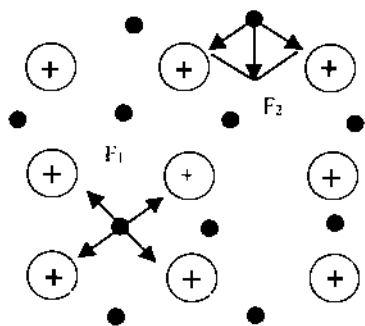
Ta biết mọi chất đều được cấu tạo bởi nguyên tử. Theo những hiểu biết hiện nay, nguyên tử gồm có 2 phần: hạt nhân tích điện dương và các điện tử tích điện âm quay xung quanh hạt nhân. Khối lượng của nguyên tử chủ yếu là khối lượng hạt nhân, còn khối lượng điện tử rất nhỏ bé so với khối lượng hạt nhân. Số điện tử trong mỗi nguyên tử bằng số thứ tự của nguyên tố trong bảng tuần hoàn Menledeev. Các điện tử này xếp thành các lớp từ trong ra ngoài. Số lớp điện tử được tính từ trong ra ngoài. Số điện tử = số photon trong hạt nhân. Khi đó nguyên tử trung hòa về điện.

Trong các lớp điện tử bao quanh hạt nhân, lớp trong cùng tối đa có 2 điện tử, còn các lớp ngoài số điện tử tối đa là 8. Khi lớp ngoài cùng có số điện tử tối đa thì lớp đó rất bền vững (khí trơ).

Nếu số điện tử lớp ngoài cùng gần tối đa nguyên tử dễ dàng nhận thêm điện tử cho đủ 8. Khi đó, nguyên tử tích điện âm, gọi là ion âm.

Nếu số điện tử lớp ngoài cùng chỉ có 1 hoặc 2 điện tử thì các điện tử này liên kết yếu với hạt nhân và dễ dàng tách khỏi hạt nhân để trở thành điện tử tự do, lúc đó nguyên tử tích điện dương và gọi là ion dương.

Hiện tượng các nguyên tử trung hòa trở thành các ion gọi là quá trình ion hóa. Các điện tử tự do nằm trong khối tinh thể sẽ bị các ion dương ở nút ngang tinh thể hút về các phía, tổng các lực hút điện tử là cân bằng (Hình 4 - 1). Do đó các điện tử dễ dàng di chuyển tự do trong khối tinh thể kim loại.



Hình 4 - 1: Mô hình mạng tinh thể và năng lượng liên kết

Khi điện tử đi ra khỏi bề mặt, lực hút điện tử chỉ tồn tại ở 1 phía và điện tử bị hút trở lại trong khối kim loại. Như vậy, muốn điện tử thoát khỏi khối kim loại, phải truyền cho nó 1 năng lượng cần thiết, để thắng được lực hút khối kim loại. Năng lượng cần truyền thêm để thoát khỏi bề mặt kim loại gọi là công thoát.

Hiện tượng điện tử tách khỏi bề mặt kim loại đi vào môi trường xung quanh gọi là sự phát xạ điện tử. Tùy theo dạng năng lượng cung cấp, công thoát cho điện tử ta có các dạng phát xạ điện tử như sau:

- *Phát xạ nhiệt điện tử:* Công thoát do nhiệt cung cấp.
- *Phát xạ điện tử tĩnh điện:* Công thoát do trường tĩnh điện cung cấp.
- *Phát xạ điện tử thứ cấp:* Công thoát do các điện tử sơ cấp và các ion đến đập vào bề mặt kim loại, truyền bớt năng lượng cho điện tử.
- *Phát xạ quang điện tử:* Công thoát do các tia bức xạ truyền năng lượng cho điện tử.

1.2. Các dạng phát xạ

* Phát xạ nhiệt điện tử:

Đây là dạng phát xạ rất phổ biến trong các đèn điện tử. Trong đó, catốt được nung nóng, các điện tử tự do trong kim loại được truyền thêm động năng. Khi động năng của điện tử đạt hay vượt quá giá trị của công thoát thì điện tử hút khỏi mặt catốt và trở thành điện tử phát xạ.

Dòng nhiệt điện tử phát xạ phụ thuộc các yếu tố sau:

Tỷ lệ gần như bậc 2 với nhiệt độ tuyệt đối.

Tỷ lệ nghịch với công thoát.

Tỷ lệ thuận với diện tích phát xạ.

** Phát xạ điện tử tĩnh điện:*

Điện tử cũng có thể bứt ra khỏi bề mặt kim loại dưới tác dụng của lực điện trường. Điện tử là vật tĩnh điện âm nên trong điện trường nó bị hút về cực dương tức là lực hút điện tử ngược chiều với chiều cường độ điện trường.

Lực hút này làm giảm công thoát của điện tử và làm cho điện tử dễ bị phát ra. Khi cường độ điện trường đủ lớn, lực hút tĩnh điện tăng lên có thể hút được điện tử ra khỏi bề mặt kim loại gây ra sự phát xạ điện tử tĩnh điện.

** Phát xạ điện tử thứ cấp:*

Sự phát xạ điện tử thứ cấp là hiện tượng gây ra bởi các điện tử ban đầu bay đến đập vào mặt kim loại. Lúc đó điện tử sơ cấp va chạm với các điện tử trong kim loại, truyền bớt năng lượng cho các điện tử này. Kết quả là một số điện tử mới nhận thêm năng lượng đủ lớn sẽ bứt khỏi mặt kim loại, tạo thành các điện tử phát xạ thứ cấp.

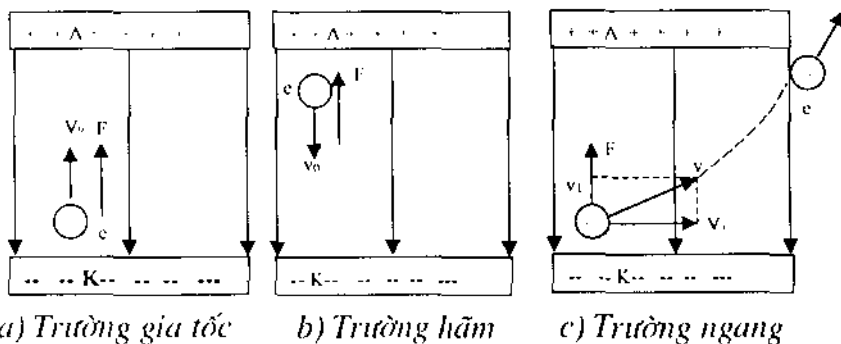
Mỗi điện tử sơ cấp có thể tạo thành 1 hoặc vài điện tử thứ cấp và cũng có thể không tạo nên 1 điện tử thứ cấp nào. Số điện tử thứ cấp phụ thuộc các yếu tố sau:

- Tốc độ của điện tử sơ cấp.
- Góc nghiêng của điện tử bay đến đập vào mặt kim loại.
- Vật liệu kim loại.

2. Chuyển động của điện tử trong điện trường và từ trường

2.1. Chuyển động của điện tử trong điện trường

Nguyên lý làm việc của các đèn điện tử và ion nói chung đều dựa vào sự chuyển động của các điện tích tự do dưới tác dụng của điện trường. Điện trường trong đèn điện tử trong thực tế không phải là điện trường đều, nhưng cũng không khác điện trường đều bao nhiêu. Do đó, đơn giản, ta giả thiết điện trường trong đèn là đều và xét sự chuyển động của điện tử trong điện trường đều.



Giá sử có điện tử e với vận tốc ban đầu là V_0 nằm ngang trong một điện trường đều giữa 2 điện cực: cực nối với dương nguồn là anốt A, cực nối với âm nguồn gọi là katốt K. Lực điện trường tác dụng lên điện tử là F . Tùy theo quan hệ giữa lực F và vận tốc ban đầu V_0 ta sẽ có các trường hợp sau:

- *Trường tăng tốc* (trường gia tốc) là trường hợp điện tử phát xạ từ katốt, có V_0 cùng chiều với F . Khi đó, điện tử được gia tốc, động năng của điện tử tăng lên và đạt giá trị lớn nhất khi tới anốt A.

- *Trường hãm* (trường giảm tốc) là trường hợp điện tử phát xạ từ anốt, có V_0 ngược chiều với F . Khi đó, điện tử bị điện trường hãm lại. Nếu V_0 đủ lớn thì điện tử mới đến được katốt, còn ngược lại thì lực điện trường sẽ hãm điện tử lại và gia tốc cho điện tử bay về anốt.

- *Trường ngang* là trường hợp vận tốc ban đầu của điện tử có phương vuông góc với đường sức, khi đó có 2 chuyển động.

+ Chuyển động thẳng đều theo phương vuông góc với đường sức, tốc độ V_0 .

+ Chuyển động có gia tốc theo phương đường sức, chiều từ K về A, tốc độ V_1 , là gia tốc của điện trường.

Kết quả, điện tử sẽ chuyển động theo quỹ đạo parabol. Khi ra khỏi phạm vi ảnh hưởng của điện trường, điện tử sẽ chuyển động theo quán tính.

2.2. Chuyển động của điện tử trong từ trường đều

Điện tử chuyển động sẽ tạo thành dòng điện. Chiều quy ước của dòng điện là ngược chiều chuyển động của điện tử. Nếu điện tử chuyển động trong từ trường nó sẽ chịu tác động của lực điện từ F .

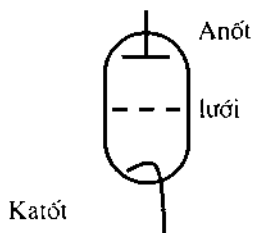
Nếu điện tử chuyển động vuông góc với đường sức từ thì áp dụng quy tắc bàn tay trái, ta thấy lực F vuông góc với tốc độ V_0 của điện tử nên sẽ làm cong quỹ đạo. Kết quả là điện tử sẽ chuyển động theo quỹ đạo tròn.

Nếu điện tử chuyển động xiên góc với đường sức từ ta thấy lực F cũng có tác dụng làm cong quỹ đạo của điện tử. Trong trường hợp này, tốc độ V_0 làm cho điện tử chuyển động xiên xuống phía dưới nên quỹ đạo của điện tử có dạng lò xo. Ta thấy, cường độ từ cảm càng mạnh thì quỹ đạo của điện tử càng bị uốn cong nhiều.

3. Cấu tạo các bộ phận chính của đèn điện tử (Hình 4 - 3)

3.1. Vỏ đèn: Làm bằng thủy tinh hay kim loại, sau khi đã đưa các bộ phận (điện cực, sợi đốt) vào trong vỏ được hút chân không và hàn kín. Lúc đó, độ chân không có thể đạt tới 10^{-6} mmHg.

3.2. Katôt: Là bộ phận rất quan trọng của đèn, có nhiệm vụ phát xạ điện tử để tạo thành dòng điện qua đèn. Có nhiều loại katôt nhưng phổ biến nhất là katôt nhiệt.



Hình 4- 3: Mô hình cấu tạo đèn điện tử

❖ Đặc tính và các thông số của Katôt

+ Đặc tính của Katôt: Để katôt phát xạ điện tử cần nung nóng đến nhiệt độ nhất định bằng dòng điện nung. Từ đây, người ta chia làm 2 loại katôt: katôt nung trực tiếp và katôt nung gián tiếp. Ở loại katôt nung trực tiếp dòng điện nung đi thẳng qua katôt để nung nóng nó, còn loại nung gián tiếp thì dòng điện nung đi trong sợi đốt riêng, sau đó truyền nhiệt sang và làm nóng katôt.

+ Các thông số đặc trưng của katôt như sau:

- Năng lực phát xạ của katôt, xác định bởi mật độ dòng phát xạ ứng với nhiệt độ quy định.

- Công suất nung là công suất ứng với 1cm^2 bề mặt Katôt.

- Hiệu suất phát xạ xác định bằng tỷ số dòng phát xạ với công suất chung.

- Nhiệt độ làm việc của katôt.

- Tuổi thọ của katôt.

3.3. Anốt của đèn: Là bộ phận tiếp nhận điện tử phát ra từ katôt nên nó luôn bị dòng đến đập vào bề mặt gây ra tác động cơ học và làm nóng anốt. Vì thế, anốt phải có độ bền, chịu được nhiệt độ và tản nhiệt nhanh. Anốt thường làm bằng kim loại có nhiệt độ nóng chảy cao, nhiệt độ làm việc cho phép lớn và thường có màu đen để bức xạ nhiệt mạnh.

3.4. Lưới: Là điện cực làm nhiệm vụ khống chế dòng điện tử nên có cấu tạo sao cho nó gây được nhiều ảnh hưởng đến dòng điện tử nhưng vẫn cho điện tử đi qua.

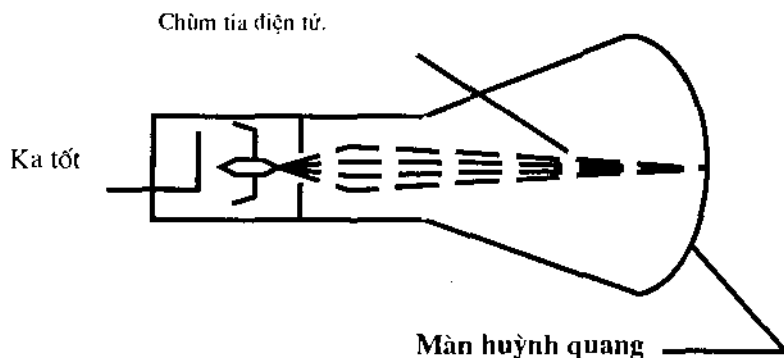
3.5. Chân đèn: Để hàn các đầu dây của các cực dẫn ra ngoài. Chân đèn xuyên qua đế của vỏ đèn và có sườn cách điện. Đèn điện tử có nhiều chân ra được bố trí thành vòng tròn thường tính theo chiều kim đồng hồ.

3.6. Đế đèn: Được cắm vào đèn để lắp mạch. Đế đèn gồm các lỗ để cắm các chân đèn và lỗ này phải có cốt để hàn nối với các mạch điện.

II. ỐNG TIA ĐIỆN TỬ

Ống tia điện tử là những dụng cụ chân không để biến đổi tín hiệu điện thành hình ảnh. Hình (4-4) là biểu thị hình dạng chung của ống tia điện tử.

Sự biến đổi này được thực hiện nhờ chùm tia điện tử đã được hội tụ rất mảnh đập vào màn huỳnh quang làm cho màn phát sáng.

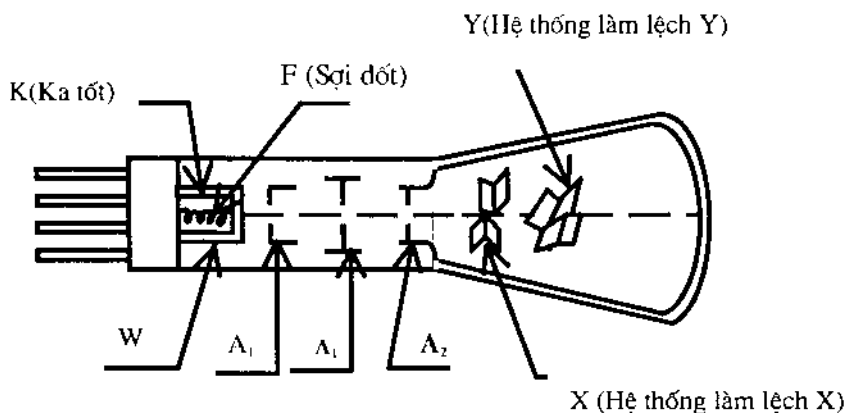


Hình 4-4: Cấu tạo của ống tia điện tử

Khi nguyên tử chất huỳnh quang trở về trạng thái bình thường chúng sẽ phát ra năng lượng dưới dạng ánh sáng tạo trên màn 1 vệt sáng nằm trên quỹ đạo di chuyển của điểm nút của chùm tia, quỹ đạo này biểu thị sự thay đổi của điện áp hay dòng điện đã điều khiển đường đi của chùm tia thông qua điện trường hay từ trường do chúng tạo nên. Để phân loại ống tia điện tử đưa vào phương pháp hội tụ, làm lệch tia điện tử trong ống và độ dư huy của màn sau khi ngừng tác dụng.

1. Ống tia điện tử điều khiển quét bằng điện trường

Đây là loại ống tia điện tử dùng một bóng thủy tinh có độ chân không cao để điện tử không bị cản trở khi nó chuyển động từ katốt đến màn, ống làm việc ổn định và lâu dài.(hình 4-5)



Đèn tia điện tử với hệ hội tụ và lái tia tĩnh điện

Hình 4-5: Cấu tạo đèn ống tia điện tử với hệ hội tụ và lái tia tĩnh điện

1.1. Màn sáng

Chất huỳnh quang được chế tạo từ hợp chất kim loại kiềm sunfua hay catmi sunfua,... để tăng độ sáng của màn người ta trộn thêm 1 ít chất hoạt tính như đồng hay mangan...

Khi tia điện tử đập vào màn, ngoài tác dụng kích thích cho màn sáng nó còn làm cho màn phát xạ điện tử thứ cấp. Điện tử thứ cấp từ màn sẽ dịch chuyển về anốt A_2 , một số chuyển dịch về thành ống nạp điện tích âm cho ống, khi đó chùm tia kém hội tụ. Để tránh hiện tượng này người ta quét 1 lớp keo than chì hay 1 lớp kim loại vào mặt trong của ống, lớp than chì này nối với A_2 về điện.

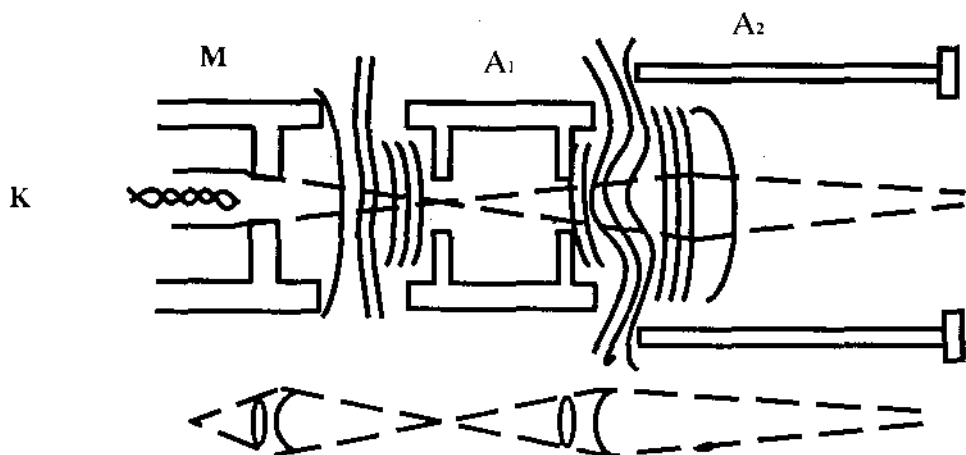
Độ dư huy là thời gian mà chất huỳnh quang tiếp tục phát sáng sau khi bị các điện tử kích thích. Thời gian này phụ thuộc vào thành phần chất huỳnh quang. Các ống thường có độ dư huy khoảng $10\mu s$ đến vài trăm μs .

Khi sử dụng ống ta điều chỉnh điện thế cực điều chế để điều chỉnh độ sáng của vết. Khi điện thế cực điều chế âm hơn nhiều điện thế điểm xuất phát của đặc tuyến thì súng điện tử hoàn toàn tắt.

1.2. Hệ thống tiêu tụ

Các dạng tiêu tụ của điện trường trong súng điện tử được minh họa trong (Hình 4-6).

Điện trường trong ống tạo ra hai thấu kính hội tụ điện tử tương tự hai thấu kính hội tụ quang học. Thấu kính (1) tạo nên nhờ điện trường giữa cực điều chế và anốt thứ nhất, thấu kính thứ (2) tạo nên nhờ điện trường giữa hai anốt.



Hình 4-5. Hệ thống tiêu cự

Qua hai thấu kính tia điện tử hội tụ hai lần, lần thứ hai tia điện tử tiêu tụ có tiêu điểm đúng trên màn. Do chúng tương tự như hệ thống quang học nên ta thấy đường đẳng thế quay về phía katốt có tác dụng hội tụ tia điện tử và đường đẳng thế quay về phía anốt có tác dụng phân kỳ tia điện tử. Nhưng trong vùng hội tụ, tốc độ điện tử còn nhỏ thời gian điện tử chuyển động trong vùng hội tụ lớn hơn. Vì vậy, chọn cấu tạo, hình dạng, kích thước các cực sao cho tác dụng hội tụ của hai thấu kính là chính. Trong quá trình sử dụng ta điều chỉnh điện thế anốt A_1 để có độ hội tụ tốt nhất.

Khi điện thế đổi chiều sẽ làm thay đổi hình dạng của trường thấu kính xác định vị trí tiêu điểm thứ nhất, nên để phục hồi lại vị trí tiêu điểm đó cần phải thay đổi điện thế A_1 .

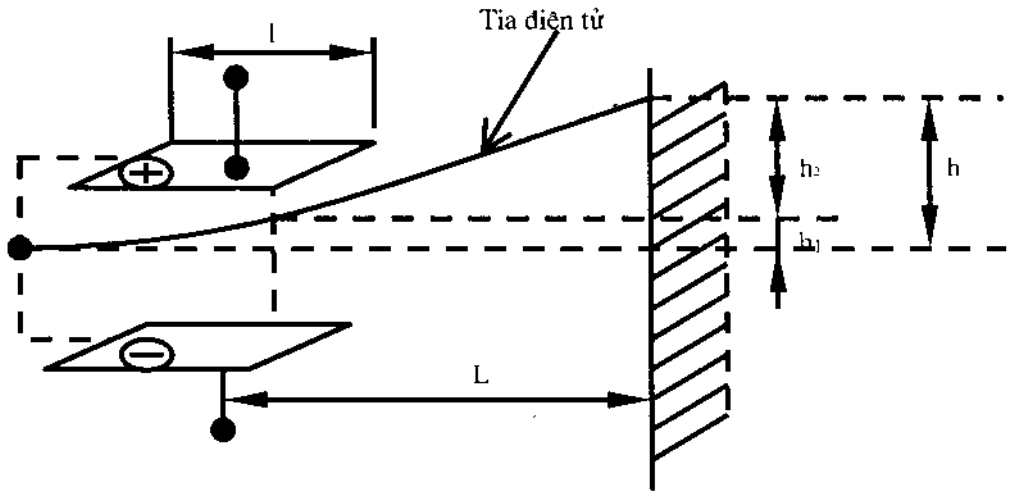
1.3. Hệ thống làm lệch

Để cho tia điện tử di chuyển tạo nên hình ảnh trên màn giống dạng tín hiệu cần nghiên cứu ta dùng hệ thống làm lệch, bằng cách dùng hai cặp phiến X và Y vuông góc nhau. Điện trường do chúng tạo nên có phương thẳng góc với phương của tia. Khi điện áp đặt vào các cặp phiến, tia điện tử sẽ bị lệch về phiến có điện thế dương. Sự chuyển động của tia là tổng hợp của hai chuyển động do hai điện áp đặt vào hai cặp phiến.

Ta thấy độ lệch của điểm sáng h gồm hai phần h_1 là độ lệch có được khi cho tia di chuyển trong không gian giữa hai phiến với quỹ đạo là Parabol và h_2 là độ lệch khi tia đó di chuyển trong đoạn còn lại với quỹ đạo là đường thẳng.

Tỷ số giữa độ lệch h và điện áp U_y là độ nhạy của ống. Ta thấy độ nhạy càng lớn khi L càng lớn và U_{s2} càng bé.

Điện áp răng cưa đặt vào phiến X có dạng như hình 4-7



Hình 4-7. Hệ thống làm lệch bằng điện trường

Đoạn tăng của U tương ứng với bước quét thuận của tia, đoạn giảm của U ứng với đoạn trở về của tia.

Muốn cho hình ảnh được ổn định thì yêu cầu chu kỳ quét T phải là bội số nguyên lần chu kỳ tín hiệu.

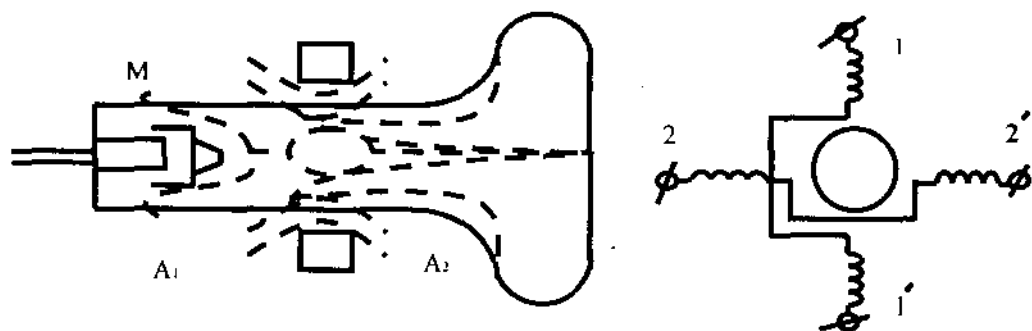
$$T = n \cdot T_y \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Người ta dùng mạch đồng bộ để đảm bảo n là số nguyên, khi đó hình ảnh trên được ổn định.

Đồng thời nghiên cứu 2 hay nhiều tín hiệu trên cùng 1 màn, hai hay nhiều tia. Cấu tạo mỗi tia như trên.

2. Ống tia điện tử điều khiển quét bằng từ trường

Ống tia này dùng hệ thống phát xạ giống như loại ống trên, chỉ khác là sự tiêu tụ lần thứ hai thực hiện nhờ từ trường của cuộn dây có trục trùng với trục ống. Dưới tác dụng của từ trường tia điện tử sẽ đi theo đường xoắn ốc, tiết diện chùm tia nhỏ dần và tụ thành 1 điểm trên màn. (hình 4-8)



Hình 4-8: Đèn ống tia điện tử điều khiển quét bằng từ trường

Ta điều chỉnh tiêu điểm bằng cách thay đổi dòng điện qua cuộn dây.

So với loại ống tia điện tử điều khiển bằng điện trường thì loại này có độ tiêu tụ cao hơn nhưng chỉ làm việc tốt ở tần số thấp và tiêu tụ công suất nguồn lớn.

III. ĐÈN HÌNH ĐEN TRẮNG

1. Cấu tạo: (được trình bày ở hình 4-9)

- Phần súng điện tử và hệ thống tiêu tụ giống như ở ống tia điện tử làm lệch bằng từ trường.

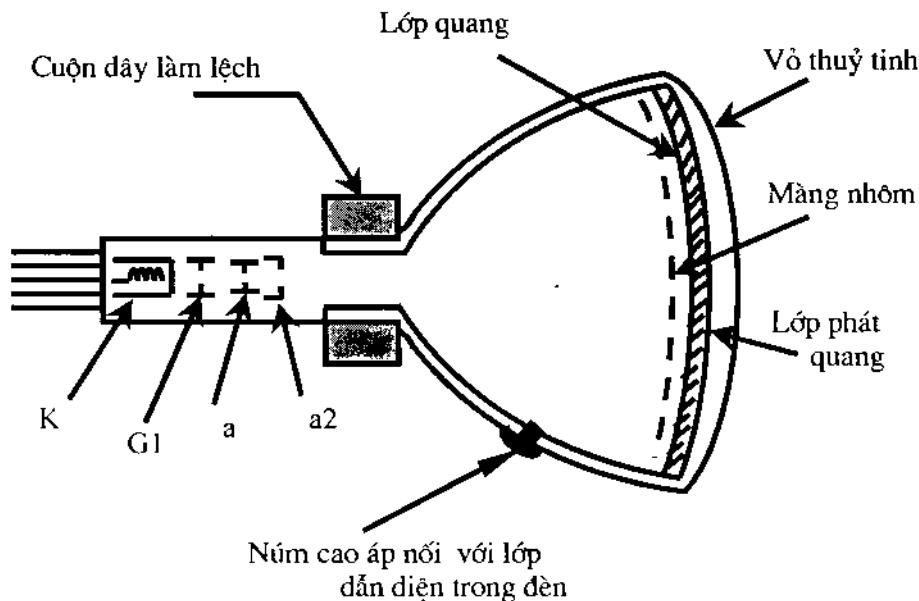
- Katốt được đưa tín hiệu hình từ tầng khuếch đại tới có điện thế dương. Điện áp katốt càng dương cao số điện tử phát ra càng giảm, độ sáng của hình ảnh càng kém.

- Hệ thống làm lệch gồm hai cuộn dây:

+ Cuộn dây quét dòng điều khiển tia điện tử quét ngang trên màn hình với tần số 15625 Hz. Dòng điện quét có tần số lớn, dòng quét biến đổi nhanh nên cuộn dây này không có lõi sắt và đặt theo mặt thẳng đứng.

+ Cuộn dây quét màn hình điều khiển tia điện tử quét dọc trên màn hình với tần số 50 Hz. Dòng điện quét có tần số nhỏ, dòng quét biến đổi chậm nên cuộn dây này có lõi sắt và đặt theo mặt nằm ngang.

- Lưới điều khiển hình ống có 1 lõi nhỏ ở đáy có điện áp gần bằng 0. Khi tắt máy điện áp âm khá lớn đảm bảo cho điện tử không hiện lên màn hình.



Hình 4- 9: Cấu tạo đèn hình đen trắng

2. Nguyên tắc làm việc của đèn hình đen trắng: Tương tự như ống tia điện tử điều khiển quét bằng từ trường.

IV. ĐÈN HÌNH MÀU

Đây là thiết bị biến đổi tín hiệu điện của ảnh màu thành tín hiệu quang ảnh màu hoặc thành quang đen trắng khi thu chương trình đen trắng. Dựa vào súng điện tử thì chia đèn hình màu thành hai loại: loại có một súng điện tử và loại có ba súng điện tử.

* Đèn màu ba súng điện tử tạo lại ảnh màu trên màn hình theo phương pháp trộn màu đồng thời. Vì độ phân giải của mắt có hạn nên khi xem ngồi cạnh màn hình một khoảng nhất định mắt sẽ không phân biệt được từng điểm hoặc từng sọc của cả ba màu R, G, B. Do đó mắt sẽ cảm nhận được tổng hợp màu của cả màu (có hiện tượng trộn màu trong mắt).

* Đèn hình màu một súng điện tử, tạo lại ảnh màu trên màn hình theo phương pháp trộn lần lượt, với phương pháp này sự trộn màu trong mắt dựa trên đặc tính lưu ảnh của mắt.

Do đèn màu ba súng có nhiều ưu điểm hơn nên hiện nay, phần lớn các máy thu hình chỉ sử dụng loại có ba súng điện tử như đèn hình màu màn chắn lỗ tròn và đèn hình màu màn chắn khe hẹp (PIL, Trinitron).

1. Đèn hình màu màn chắn có lỗ tròn

Loại đèn này lần đầu tiên ra đời do RCA tại Mỹ sản xuất năm 1950.

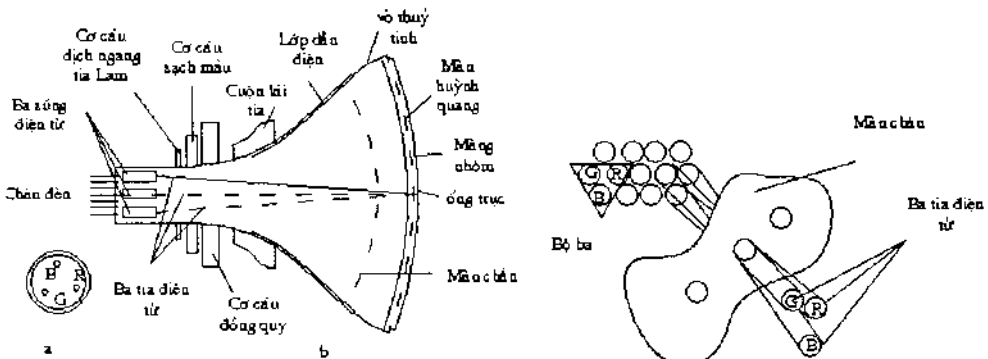
1.1. Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động

Đèn hình này là một dụng cụ chân không, có ba súng điện tử tạo ra ba tia điện tử. Đèn hình này là một dụng cụ chân không, có ba súng điện tử tạo ra ba tia điện tử (R-G-B). Cấu tạo xem hình 4-10.

* Súng điện tử: Đèn hình có ba súng điện tử, để tạo ra ba tia điện tử kích thích các điểm huỳnh quang phát ra ba màu cơ bản. Ba súng điện tử được bố trí ở ba đỉnh của tam giác đều có tâm trùng với trục của ống đèn hình. Mỗi súng điện tử bao gồm: sợi nung, Katốt, lưới điều khiển g_1 , lưới gia tốc g_2 , lưới hội tụ g_3 và Anốt của đèn. Ngoài ra còn hệ thống đầu cực trong để hội tụ ba tia điện tử về hướng tâm. Lưới điều khiển, lưới hội tụ và Anốt tạo thành thấu kính hội tụ nhằm bảo đảm cho tia điện tử bắn vào màn hình huỳnh quang trên một điểm nhỏ.

Nếu nhìn từ phía đuôi ống, thông thường súng điện tử tạo ra tia điện tử để kích thích điểm huỳnh quang phát ra màu lam ở trên, màu lục bên trái và màu đỏ ở bên phải.

* Màn huỳnh quang: Trên màn huỳnh quang có ba chất huỳnh quang có thành phần hoá học khác nhau được phủ lên các vị trí khác nhau ở mặt trong của màn làm bằng thủy tinh. Mỗi điểm huỳnh quang chỉ phát ra một màu cơ bản (R-đỏ, G-lục, và B-lam), khi có tia điện tử bắn phá các điểm huỳnh quang sắp xếp thành hàng ngang theo trật tự nhất định. Mỗi phần tử của ảnh bao gồm ba điểm huỳnh quang R,G,B nằm kề nhau ở các đỉnh của một tam giác đều gọi là một 'bộ ba'. Tâm các điểm phát ra màn huỳnh quang R, G, B kề nhau nằm ở các đỉnh một tam giác đều.



Hình 4-10: Cấu tạo đèn hình màu

* **Màng nhôm:** Trên bề mặt màn huỳnh quang lại phủ một lớp nhôm rất mỏng chừng $0,5\mu\text{m}$ với mục đích giữ lại các ion âm nhằm bảo vệ màn huỳnh quang, nhờ đó mà ở nền màu không xuất hiện cái gọi là “vết ion” làm phân xạ luồng ánh sáng do màn huỳnh quang phát ra về hướng phía trong ống, làm tăng độ sáng của màn.

* **Màn chắn** là một màn kim loại mỏng ($0,15\text{mm}$) có nhiều lỗ tròn và đặt cách màn huỳnh quang khoảng 10 đến 18mm. Số lượng lỗ tròn trên màn chắn bằng số ‘bộ ba’ khi nguồn chiếu là vô tận. Màn chắn có tác dụng tách riêng các màu cơ bản, tức là làm cho tia điện tử của mỗi súng điện tử chỉ bắn đúng các điểm huỳnh quang đã được qui định dành cho nó, do đó cải thiện được độ sạch mẫu của đèn hình.

* **Các cực của đèn hình màu:**

- + Cực Katốt gồm ba Katốt đưa ra để đèn bằng ba chân đèn riêng biệt.
- + Sợi nung: Có ba sợi nung của ba súng điện tử được nối với nhau bên trong đèn, thường các sợi nung được nối song song và đưa ra hai chân.
- + Cực lưới điều khiển g_1 : Có ba cực điều khiển nối với ba chân riêng biệt.
- + Cực lưới gia tốc g_2 : Có ba cực điều khiển nối với ba chân riêng biệt.
- + Cực lưới hội tụ g_3 : Ba cực lưới hội tụ của ba súng điện tử được nối với nhau ở bên trong đèn chỉ đưa ra một chân.
- + Cực Anốt của ba súng điện tử được nối với nhau rồi nối với màn chắn, màng nhôm, lớp dẫn điện mặt trong đèn hình và hệ thống đầu cực trong.

* **Cấp điện cho đèn**

- Điện áp nung (U_n) là điện áp một chiều hay xoay chiều với điện áp 6.3 V, dòng nung là $I_n = 0.6-0.07 \text{ A}$.

- Điện áp anốt: $E_{an} = (20 \div 25) \text{ KV}$.

- Điện áp cực gia tốc $E_g = (250 \div 800) \text{ V}$

- Điện áp cực hội tụ $E_{G3} = (15 \div 30) \% E_{An}$

- Điện áp cực điều khiển $E_g = -(60 \div 150) \text{ V}$

Ngoài ra ở cổ đèn hình còn có các cơ cấu sau:

- Cuộn lái tia dòng và màn.

- Cơ cấu dịch ngang tia lợ (B) và cơ cấu hội tụ theo hướng tâm. Hai cơ cấu này để điều khiển ba tia điện tử đều chui qua một lỗ tròn trên màn chắn để bắn đúng vào điểm huỳnh quang quy định thuộc “bộ ba”.

- Cơ cấu làm sạch màu: Cơ cấu này cần điều chỉnh sao cho các súng điện tử R, G, B trên toàn bộ màn ảnh. Điều chỉnh đúng cơ cấu làm sạch màu thì ta thấy trên màn hình chỉ có màu đỏ khi tắt các tia G và B.

1.2. Ưu nhược điểm

- Ưu điểm:

Loại đèn hình này có kết cấu đơn giản, có khả năng sản xuất hàng loạt và đảm bảo chất lượng hình ảnh.

- Nhược điểm

Dòng điện tia điện tử càng lớn thì giá trị tín hiệu video phải càng lớn mới điều chế có hiệu quả mật độ dòng điện tử, đồng thời rút ngắn tuổi thọ của catốt. Điện áp càng cao thì khối lượng bụi ra rơnghen càng cao.

Số điện tử bị giữ lại trên màn chắn sẽ biến thành nhiệt năng để làm cho màn chắn giãn nở quá mức hoặc vênh, để gây méo màu.

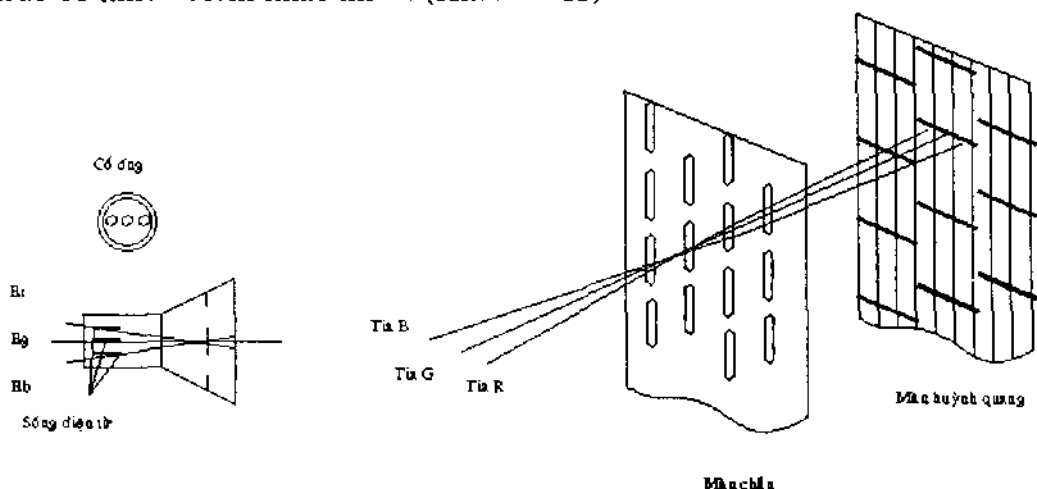
Để được ảnh truyền hình màu có chất lượng cao phải có cơ cấu điều chỉnh pha, do đó việc điều chỉnh và sử dụng máy thu hình màu khá phức tạp.

2. Đèn hình màn chắn có khe hẹp

2.1. Đèn hình tự hội tụ (PIL)

Đèn hình PIL sản xuất năm 1975 màn hình rộng với đường chéo từ 38cm đến 62cm, góc lệch từ 90° tới 110°, đường kính cổ đèn hình khoảng 29mm.

Về nguyên lý giống đèn hình màu màn chắn có lỗ tròn nhưng về mặt cấu trúc có nhiều điểm khác nhau. (Hình 4 - 11).



Hình 4-11: Kết cấu màn chắn và màn huỳnh quang

Loại này cũng có ba súng điện tử để tạo ba tia điện tử song ba súng điện tử bố trí trong mặt phẳng ngang thì súng điện tử ở giữa, trục của nó trùng với trục đèn hình, còn trục hai súng điện tử bên tạo với trục đèn hình một góc nhỏ. Ba catốt của ba súng độc lập nhau, các cực khác của ba súng điện tử đã được nối lại với nhau bên trong ống nhưng mỗi tia điện tử lại bay qua dây màn chắn dành riêng cho nó. Với cấu trúc như vậy, cho phép nâng cao độ chính xác trong công nghệ chế tạo súng điện tử, giảm độ lệch tâm của các tia điện tử, giảm đường kính và chiều dài cổ đèn hình.

Màn huỳnh quang gồm nhiều dải huỳnh quang dọc và mảnh. Mỗi dải chỉ có khả năng phát ra một màu cơ bản và sắp xếp xen kẽ với nhau. Cứ ba dải huỳnh quang kề nhau hình thành một bộ ba, giữa các dải huỳnh quang phủ một chất có khả năng hấp thụ ánh sáng sóng.

Màn chắn cũng gồm nhiều khe dọc, hẹp, bố trí thành từng dãy. Số lượng khe hẹp trên màn chắn bằng số lượng các bộ ba dải huỳnh quang R, G, B trên màn. Vị trí các khe hẹp trên dãy kề nhau, xê dịch theo chiều dọc để khử đường vân trên ảnh truyền hình. Mỗi dãy khoét thành nhiều khe chắn chứ không khoét thành nhiều khe dài nhằm đảm bảo độ bền cơ học.

Bên ngoài cổ ống đèn hình ngoài cuộn làm lệch chung cho cả ba tia điện tử chỉ có nam châm làm sạch màu và nam châm hội tụ chứ không có cơ cấu hội tụ động.

Loại đèn hình màu PIL có nhiều ưu điểm so với đèn hình màu, màn dạng điểm:

Màn hình sáng hơn là do màn chắn ít cản trở và điện tích màn huỳnh quang được chiếu sáng so với toàn bộ điện tích màn huỳnh quang cũng lớn hơn.

Từ trường trái đất ít ảnh hưởng đến độ sạch màu trên toàn bộ màn, vì từ trường trái đất chủ yếu ảnh hưởng tới sự dịch chuyển của tia điện tử theo chiều thẳng đứng, nhưng đối với đèn hình PIL thì tia điện tử luôn bắn vào cùng một dải huỳnh quang.

Ít cơ cấu điều chỉnh phụ, sử dụng đơn giản

2.2. Đèn hình màu Trinitron

Trinitron là loại đèn hình màu chỉ có một hệ thống điện tử quang học mà có khả năng tạo ra ba tia điện tử. Trinitron được sản xuất đầu tiên tại Nhật Bản vào năm 1968.

Về kết cấu: Màn huỳnh quang và màn chắn tương tự như đèn hình PIL. Hệ thống điện tử – quang học của súng điện tử có kết cấu như hình (4-12).

- Súng điều khiển gồm ba sợi nung và ba katôt riêng được sắp xếp theo mặt phẳng ngang.

- Cực điều khiển g_1 : Đèn hình màu Trinitron có một cực điều khiển chung cho cả ba tia điện tử. Cực điều khiển có hình lăng trụ phía trước có lỗ nhỏ đối diện với ba katôt.

- Ba tia điện tử được sắp xếp theo trật tự: Ở giữa là tia G trùng với trục đèn hình, ở hai bên là tia B và tia R đặt nghiêng với trục một góc 1° .

- Cực gốc g_2 của đèn hình màu Trinitron có cấu tạo theo hình lăng trụ phía trước có ba lỗ nhỏ cho cả ba tia điện tử đi qua.

- Cực hội tụ g_3 cũng là hình lăng trụ tròn chung cho cả ba tia.

- Cực anốt: gồm hai phần (4) và phần (5) đặt trước và sau cực hội tụ và kết hợp với cực hội tụ tạo thành thấu kính tĩnh điện để hội tụ ba tia điện tử.

- Một lăng kính tĩnh điện gồm hai phiến trong (6) và hai phiến ngoài (7) để hội tụ ba tia điện tử. Hai phiến trong được nối với anốt, lớp dẫn điện bên trong ống và màng nhôm.

Tia G bay qua khoảng không gian giữa hai phiến trong (6). Hai tia R và B bay qua khoảng không gian giữa phiến trong (6) và phiến ngoài (7), thấu kính hội tụ được hình thành bởi các cực: anốt (4), (5), cực hội tụ (3), cả 3 tia điện tử chuyển động qua thấu kính này do ba tia được hội tụ tốt. Vì vậy hiệu suất của đèn hình này được nâng cao và độ sáng của màn tăng lên.

Cung cấp điện cho các cực:

- Điện áp nung (U_n) là điện áp một chiều hay xoay chiều với điện áp 6,3 V.

- Điện áp anốt: (19 ÷ 20) KV.

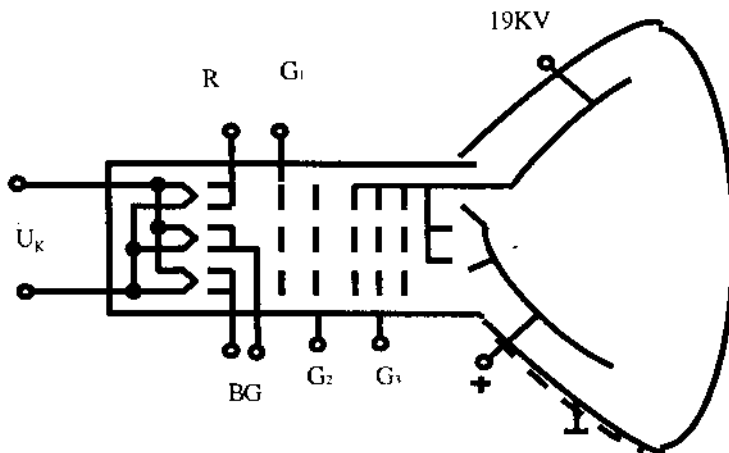
- Điện áp cực gia tốc (240 + 450)V

- Điện áp cực hội tụ (500 + 800) V

- Điện áp hai phiến trong (6): (19 ÷ 20) KV.

- Điện áp hai phiến ngoài (7) nhỏ hơn hai phiến trong 3%.

Ký hiệu như hình vẽ 4-12



Hình 4-12: Ký hiệu đèn hình màu Trinitron

Ưu điểm của đèn hình màu Trinitron như sau:

- Độ sáng của màn ảnh tương đối lớn do số điện tử tới màn huỳnh quang tăng nhiều.
- Độ nét và độ bão hoà màu ảnh tốt.
- Giảm ảnh hưởng của từ trường trái đất đến độ sạch màu.
- Giảm nhỏ được công suất quét màn hình và quét dòng cung cấp cho cuộn lái tia.
- Cơ cấu điều chỉnh đơn giản.

V. MÀN HÌNH TINH THỂ LỎNG

1. Màn hình phẳng

Những màn hình máy tính đều dựa trên CRT. Trong khi CRT đã cải tiến nhằm vào việc đáp ứng yêu cầu cải tiến độ phân giải và độ sắc nét màu, chúng vẫn bị giới hạn bởi kích thước công kênh, nặng và công suất tiêu thụ lớn, đó là những yếu tố không mong muốn cho hệ thống tính toán di động.

Màn hình phẳng tạo ra kích thước nhỏ, nhẹ, công suất tiêu thụ thấp và đạt tiêu chuẩn là điều lý tưởng cho máy tính xách tay và bỏ túi.

Quan tâm về vấn đề môi trường và sự phát xạ của màn hình đã làm cho màn hình phẳng được dùng như màn hình để bàn. Có hai họ của màn hình phẳng được phát triển trong các máy tính nhỏ: LCDs màn hình tinh thể lỏng và GPDs (Gas Plasma Display).

2. Kỹ thuật của màn hình tinh thể lỏng

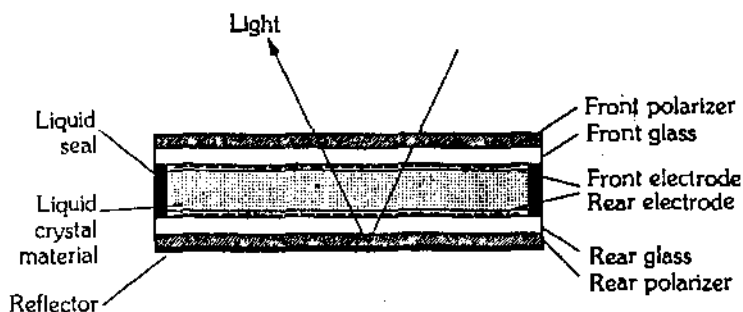
Tinh thể lỏng là một vật chất hữu cơ bất thường mà bạn được biết theo

khoa học trong nhiều năm. Mặc dù nó là chất lỏng về hình dáng nhưng tinh thể lỏng cho thấy một cấu trúc phân tử kết tinh mà tạo thành rắn. Nếu bạn xem một ví dụ về chất tinh thể lỏng dưới kính hiển vi thì bạn sẽ thấy một dãy lớn các phân tử hình ống. Trong trạng thái bình thường của nó thì tinh thể lỏng hoàn toàn rõ, nhẹ sẽ đi qua hầu như suốt một bộ chứa của chất tinh thể lỏng. Khi mà các chất tinh thể lỏng được gắn vào trong màn hình phẳng thì các phân tử có xu hướng xoắn lại.

Hoàn toàn tình cờ người ta đã khám phá ra điện áp tác động ngang qua một khối tinh thể lỏng tạo các lực lên các phân tử giữa các điện cực tích cực theo hướng thẳng. Khi mà điện áp được loại bỏ thì các phân tử tinh thể lỏng theo hướng thẳng đứng quay trở về hướng xoắn lại của chúng. Đó chỉ là một vấn đề đơn giản loại bỏ các ảnh hưởng tinh thể lỏng hơn là các tò mò khoa học nhưng các thể nghiệm xa hơn nữa đã khám phá ra một hiện tượng lý thú khi chiếu sáng vào các vật chất bị phân cực đặt lên cả 2 mặt của lớp tinh thể lỏng, các vùng của chất tinh thể lỏng bị tác động bởi một điện áp bên ngoài trở nên tối và có thể thấy được. Khi điện áp bị cắt thì các vùng này trở nên rõ và không thể thấy được. Sự phân cực là một tấm phim mỏng mà chỉ có ánh sáng đi qua theo một chiều.

Bằng cách dùng các mẫu điện cực khác nhau thì các ảnh khác nhau có thể được tạo thành. Các phát triển mới nhất trong công nghệ màn hình tinh thể lỏng đơn giản có liên quan tới như là các màn hình xoắn nematic. Chú ý rằng một dãy các điện cực trong suốt được in và dán bên trong mỗi một lớp thủy tinh. Có bốn bộ phận tinh thể lỏng khác nhau chính mà bạn cần phải biết: twisted (TN), super twisted nematic (STN), nientialized super twisted nematic (NTN hoặc NSTN), và phom nen super twisted nematic (FTN hay FSTN). (hình4-13)

Mỗi một sự thay đổi khác nhau này xử lý ánh sáng khác nhau và cung cấp các đặc tính hiển thị độc nhất.



Hình 4. 13: Mô phỏng kỹ thuật màn hình tinh thể lỏng

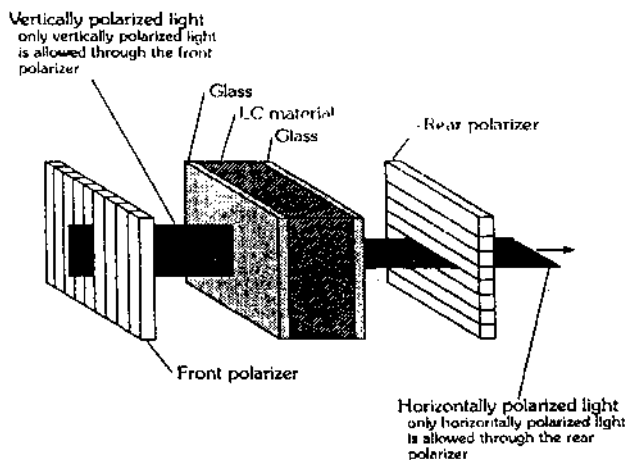
3. Các loại màn hình tinh thể lỏng

3.1. Loại màn hình tinh thể lỏng loại TN

Các màn hình tinh thể lỏng TN (Twisted Nematic) được minh họa trong hình 4-14. Ánh sáng có thể xuất phát từ nhiều nguồn khác nhau và đập vào lớp phân cực hoá trước nhưng chỉ có lớp phân cực theo hướng dọc mới cho phép các sóng ánh sáng theo hướng dọc đi xuyên qua tới tế bào tinh thể lỏng.

Khi mà các sóng ánh sáng theo hướng dọc đi vào tới các bộ phận tinh thể lỏng thì hướng xoắn 90° của chúng đi theo các phần tử xoắn trong chất tinh thể lỏng. Lúc ánh sáng ra khỏi một tế bào tinh thể lỏng thì bây giờ nó là hướng ngang. Bởi vì sự phân cực mặt sau được canh theo hướng ngang nên ánh sáng xuyên qua và các màn hình tinh thể lỏng xuất hiện trong suốt.

Khi mà một ảnh điểm được kích hoạt thì vật chất tinh thể lỏng được tích năng lượng theo hướng canh thẳng. Sự xoắn lại sẽ trở thành 0° và ánh sáng sẽ không thể thay đổi sự phân cực của nó trong một tế bào tinh thể lỏng. Ánh sáng được phân cực của nó trong một tế bào tinh thể lỏng. Ánh sáng được phân cực theo hướng dọc bị khoá bởi lớp phân cực mặt sau theo hướng ngang. Điều này làm cho các ảnh điểm xuất hiện bị tối.

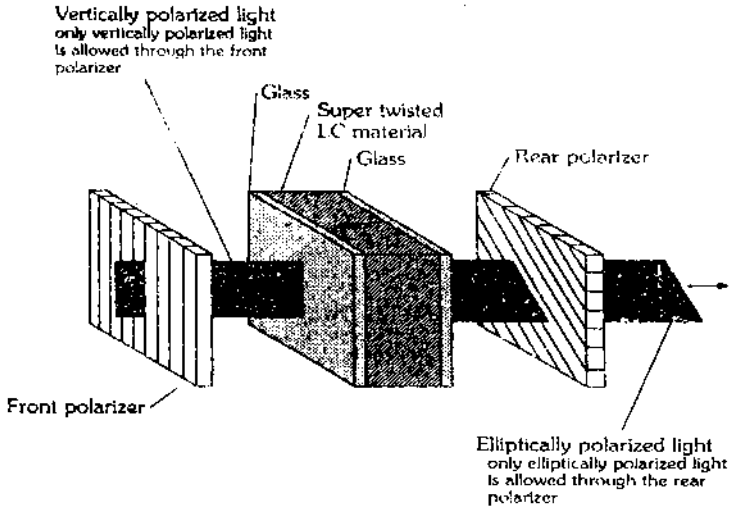


Hình 4. 14: Mô phỏng cấu tạo màn hình tinh thể lỏng TN

Kỹ thuật twisted nematic được chấp nhận vì giá thấp, cấu trúc đơn giản và thời gian đáp ứng tốt nhưng nó bị giới hạn bởi góc nhìn thấp và độ tương phản thấp, đối với các màn hình TN được thay thế phần lớn bởi bất cứ một trong 4 loại màn hình STN - NTN - FTN.

3.2. Màn hình tinh thể lỏng STN

Một phần cứng về STN (Super Twisted Nematic) được mô tả trong hình 4-15. Ban đầu việc tiếp cận đến STN cũng giống với kỹ thuật TN nhưng có hai khác biệt chính. Đầu tiên một chất tinh thể lỏng ST được sử dụng cung cấp nhiều hơn 200° xoắn thay vì chỉ là 90° trong công thức TN. Góc phân cực mặt sau cũng phải thay đổi theo để tương thích với độ xoắn của chất tinh thể lỏng. Ví dụ như nếu một chất tinh thể lỏng có một độ xoắn 220° thì lớp phân cực mặt sau phải được canh cùng hướng như vậy.

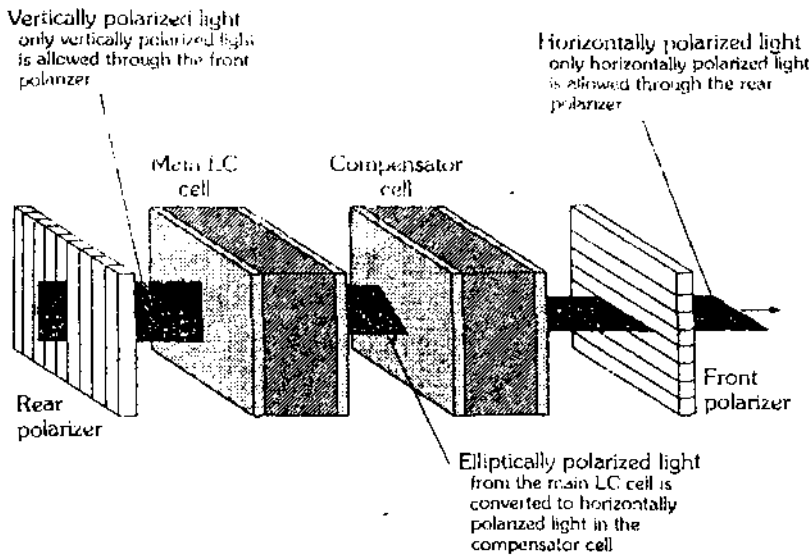


Hình 4. 15: Mô phỏng nguyên lý cấu trúc màn hình tinh thể lỏng STN

Trong vận hành STN thì ánh sáng canh theo hướng dọc xuyên qua lớp phân cực mặt trước đi đến tế bào tinh thể lỏng. Khi ánh sáng xuyên qua tế bào tinh thể lỏng thì hướng của nó thay đổi theo công thức xoắn đặc biệt. Góc xoắn có thể là ít hơn 200° hay nhiều hơn 270° . Ánh sáng thoát ra tế bào tinh thể lỏng xuyên qua lớp phân cực mặt sau và làm cho hiển thị xuất hiện trong suốt. Nếu một ảnh điểm được kích hoạt thì chất tinh thể lỏng tại điểm đó sẽ hoàn toàn thẳng. Ánh sáng không cần xoắn để tương thích với sự phân cực mặt sau, vì vậy ảnh điểm xuất hiện bị tối.

Một màn hình TNS cung cấp độ tương phản và góc nhìn tốt hơn nhiều so với kiểu TN bởi vì cộng thêm vào độ xoắn. Kỹ thuật super twisted nematic cũng hoạt động rất tốt đối với các độ phân giải cao (lên tới 1024×800 ảnh điểm). Tuy nhiên các màn hình STN đắt hơn nhiều so với các màn hình TN và thời gian đáp ứng để kích hoạt mỗi ảnh điểm thấp vì sự thêm vào cuộn xoắn.

3.3. Các màn hình tinh thể lỏng NTN



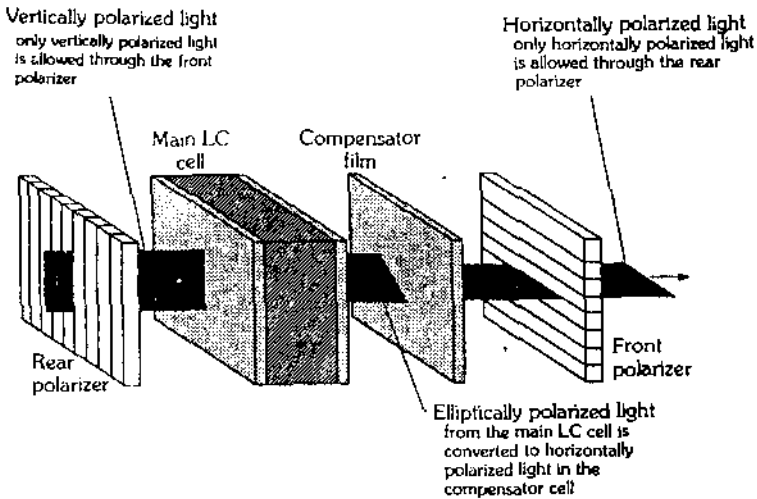
Hình 4- 16: Mô phỏng nguyên lý cấu trúc màn hình tinh thể lỏng NTN

Một màn hình NTN hay NSTN (Neutralized Super Twisted Nematic) được mô tả như hình 4-16 trên ánh sáng được định hướng theo chiều dọc do bản cực trước, trước khi nhận vào phần tử LC đầu tiên ánh sáng vào phần tử LC đầu tiên được xoắn hơn 270° . Một phần tử LC thứ hai (gọi là cell bổ chính) thêm độ xoắn theo sự phân cực ánh sáng, kết quả là ngõ ra ánh sáng định hướng theo chiều ngang ánh sáng xuyên qua LC thứ hai rồi qua bản cực sau, và kết quả là một màn hình trắng. Nhớ rằng chỉ có cell LC đầu tiên làm cho ảnh điểm hoạt động. Cell bổ chính chỉ tăng cường độ xoắn.

Khi một ảnh điểm hoạt động trên cell LC đầu tiên, các phần tử LC chỉnh và ánh sáng tại điểm đó không bị xoắn do cell bổ chính. Vì vậy, điểm bị ngăn cản bởi bản cực sau và xuất hiện màu tối. Ánh sáng xuyên qua một ảnh điểm chưa hoạt động bị xoắn và rồi xoắn lần nữa do cell bổ chính. Với sự xoắn xuyên qua bản cực sau và điểm không hoạt động xuất hiện trong suốt.

Màn hình NTN tạo ra hình ảnh có góc nhìn lớn, độ tương phản cao, sắc nét. Nhưng màn hình NTN cũng khá nặng và rất đắt hơn so với các loại màn hình khác. Cũng khó tạo nguồn sáng backlight như cấu hình của cell LC. Đối với các loại máy tính nhỏ, màn hình FTN được yêu thích hơn kiểu NTN.

3.4. Các màn hình tinh thể lỏng loại FTN



Hình 4- 17: Mô phỏng cấu trúc màn hình tinh thể lỏng FTN

Hình 4-17 minh họa cấu trúc cơ bản của một màn hình FTN hoặc FSTN. Như bạn thấy thì màn hình FTN rất giống với màn hình NTN. Tuy nhiên màn hình FTN dùng một lớp phim bù quang học thay cho tế bào LC thứ hai để đạt được phân cực ánh sáng ngang. Ánh sáng canh theo hướng dọc xuyên qua lớp phân cực phía trước rồi được tăng lên một góc nhiều hơn 200° bởi tế bào LC. Khi ánh sáng phát ra từ tế bào LC thì nó xuyên qua một tấm phim bù, thay đổi ánh sáng thành canh theo hướng ngang. Rồi ánh sáng xuyên qua lớp phân cực ngang tạo ra màn hình hiển thị trong suốt.

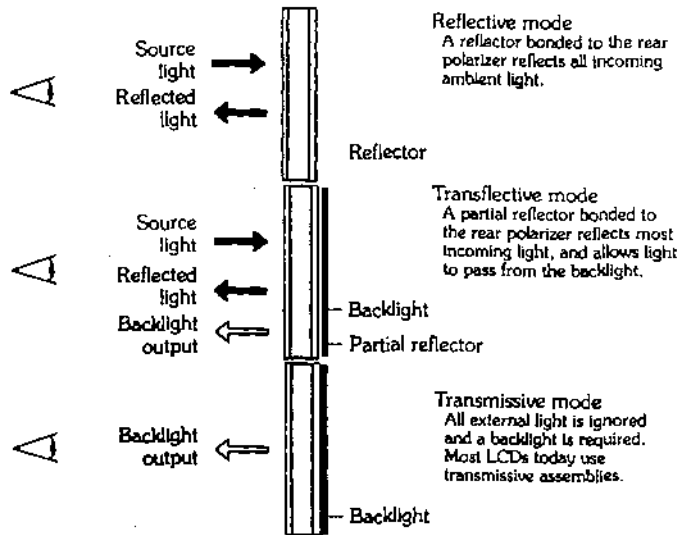
Khi một ảnh điểm được kích hoạt thì chất LC tại điểm canh thẳng và sự phân cực ánh sáng không xảy ra. Khi ánh sáng không thay đổi xuyên qua tấm phim bù thì nó không bị xoắn đủ để xuyên qua lớp phân cực mặt sau và thế ảnh điểm xuất hiện tối.

Một màn hình FTN thì sáng hơn, mỏng hơn và rẻ hơn chính các linh kiện của NTN. Các màn hình FTN gần như không có mất quang học nhiều như là các màn hình NTN. Vì thế các màn hình FTN dễ dàng phản hồi ánh sáng. Chỉ có một bất lợi với các màn hình FTN là độ tương phản và góc nhìn của nó bị giảm bởi vì tấm phim bù.

4. Các chế độ nhìn

Ta rất cần phải nhận ra rằng ánh sáng đóng vai trò quan trọng trong việc

tạo thành ảnh của màn hình tinh thể lỏng. Đường mà ánh sáng thông qua bộ phận LC và mắt của ta có thể tạo ra ảnh hưởng lớn đến chất lượng hình ảnh của màn hình cũng như là các công cụ hiển thị trong các môi trường khác nhau. Có 3 chế độ nhìn kinh điển mà ta cần phải hiểu: Màn hình tinh thể lỏng phản xạ, màn hình LCD khúc xạ và màn hình LCD phản xạ. Hình 4-18 mô tả hoạt động của mỗi chế độ.



Hình 4-18: Mô tả nguyên lý hoạt động tại các chế độ của màn hình tinh thể lỏng

Trong chế độ quan sát phản xạ thì chỉ ánh sáng có thể được sử dụng để chiếu sáng màn hình. Một chất phản xạ được mạ kim loại được gắn phía sau lớp phân cực phía sau của màn hình. Ánh sáng từ môi trường bên ngoài tác động vào bộ phận LC, được phản xạ trở lại mắt ta tạo thành 1 ảnh rõ (trong suốt). Ánh sáng được chốt lại bởi vì một ảnh điểm được kích hoạt xuất hiện tối. Các màn hình phản xạ làm việc tốt nhất khi được sử dụng bên ngoài hay môi trường thoáng. Ví dụ như các màn hình tinh thể lỏng được dùng trong các đồng hồ đo số hầu như luôn được vận hành trong chế độ phản xạ. Nếu ánh sáng bị ngắt khỏi màn hình hiển thị thì ảnh sẽ hầu như biến mất. Tuy nhiên do không dùng sự phản hồi ánh sáng nên màn hình tiêu tốn rất ít năng lượng.

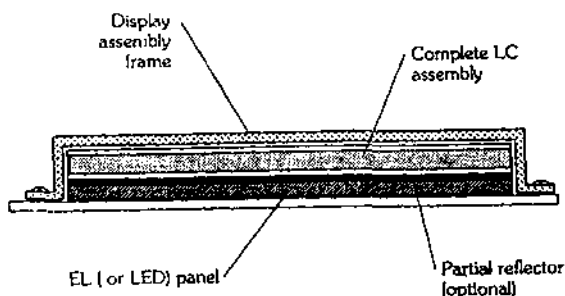
Chế độ nhìn khúc xạ dùng một phần phản chiếu phía sau lớp phân cực mặt sau của tế bào LC. Phần phản xạ này sẽ phản chiếu ánh sáng được cung cấp bởi môi trường bên ngoài và xuyên qua bất kỳ sự chiếu sáng nào được cung

cấp từ phía sau phản cứng (sự phản hồi ánh sáng). Hoạt động khúc xạ cho phép hiển thị được vận hành đối với ánh sáng phản hồi bị tắt, sự phản hồi ánh sáng có thể được kích hoạt trong các điều kiện ánh sáng thấp.

Màn hình tinh thể lỏng truyền sử dụng phân cực mặt sau trong suốt mà không có sự phản xạ gì hết. Ánh sáng đi vào các bộ phận LCD từ môi trường bên ngoài không được ngược trở lại mắt ta. Thay thế vào đó thì nó dùng sự phản hồi ánh sáng để ảnh có thể thấy được. Khi các điểm tắt thì sự chiếu sáng của phản hồi ánh sáng xuyên qua trực tiếp qua màn hình đến mắt ta tạo ra các ảnh điểm rõ (trong suốt). Các ảnh điểm được kích hoạt chốt sự phản hồi ánh sáng và tạo ra các điểm tối. Thuận lợi của sự vận hành truyền là các hiển thị có thể được chiếu sáng và tạo ra các điểm tối. Thuận lợi của sự vận hành truyền là các hiển thị có thể được chiếu sáng rất dễ, điều đó rất quan trọng trong các môi trường bên trong và ánh sáng thấp. Thật không may là ánh sáng phản hồi có thể bị chế ngự bởi ánh sáng sáng hay ánh sáng mặt trời, vì thế màn hình truyền có thể bị mờ hay hư khi sử dụng bên ngoài.

5. Ánh sáng phản hồi

Ánh sáng phản hồi là một quá trình thêm vào của nguồn ánh sáng được biết đối với màn hình tinh thể lỏng để mà cải thiện khả năng thấy được của màn hình trong các tình huống ánh sáng thấp. Có ba sự tiếp cận chính đối với ánh sáng phản hồi: Bảng chiếu sáng điện (EL), các ống flo tai âm cực lạnh (CCFTs) và điốt phát quang (LEDs).



Hình 4-19. Cấu trúc màn hình tinh thể lỏng

EL thì mỏng, nhẹ và tạo ra ánh sáng ngõ ra xuyên qua vùng bề mặt của chúng. Các bản này có thể ở nhiều màu khác nhau nhưng màu trắng thích hợp hơn đối với các màn hình máy tính. Bảng El thường được gắn trực tiếp phía sau lớp phân cực mặt sau của màn hình (hay khúc xạ nếu được sử dụng) như

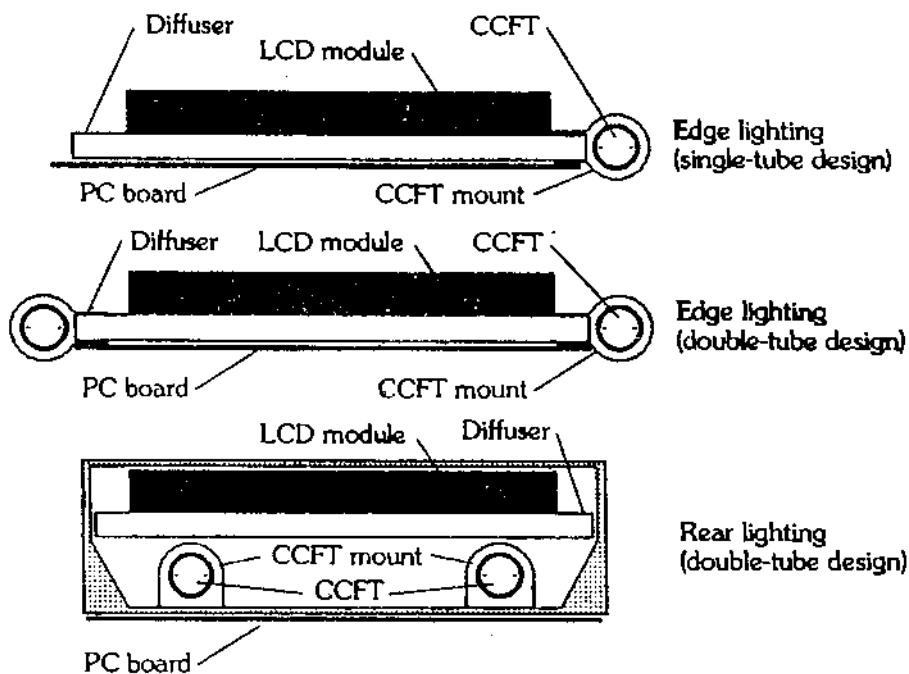
được mô tả trong hình 4-19. Các bản này thì hiển thị chân thực hợp lý nhưng chúng yêu cầu sự tác động nguồn áp AC cơ bản để vận hành. Một bộ cung cấp đảo AC được sử dụng để chuyển áp một chiều thấp thành áp xoay chiều cao khoảng 100V hay cao hơn. Một bất lợi của bảng hiển thị EL là tuổi thọ làm việc của chúng tương đối thấp (2000 giờ – 3000 giờ) trước khi bị mất cường độ ánh sáng phản hồi.

Một dãy các diốt phát quang có thể được dùng cho các màn hình hiển thị ánh sáng phản hồi nhỏ. Cũng như với các bảng hiển thị EL thì các dãy LED cũng mỏng và nhẹ. Chúng cung cấp ánh sáng tốt hơn có thể so với các bản hiển thị EL và tuổi thọ làm việc có thể chấp nhận được (khoảng 5000 h). Thật không may là LED phản hồi ánh sáng tiêu thụ nhiều năng lượng hơn và tỏa nhiều nhiệt hơn các bảng hiển thị EL, mặc dù LED chạy ở nguồn DC 5V. Cũng vậy thì các LED chưa có thể dùng trong các cấu hình ánh sáng trắng mà được ưa thích đối với các ứng dụng về máy tính. Chính vì vậy mà hầu hết các LED phản hồi ánh sáng được dùng chính trong các màn hình hiển thị ký tự nhỏ, chẳng hạn như là các dụng cụ như máy Fax hay máy photo.

Các ống flo tia âm cực lạnh (CCFTs) cung cấp một nguồn rất sáng của ánh sáng trắng mà nó tiêu thụ nguồn thấp một cách hợp lý. Chúng có tuổi thọ làm việc dài mà không có sự suy giảm nghiêm trọng (khoảng 10000h–15000h). Các đặc tính như vậy của CCFT rất phổ dụng trong các máy tính xách tay (Notebook) hay máy đánh chữ (pen - computer). Như minh họa trong hình 4 – 20 thì có hai cách đánh CCFTs

Như bạn có thể tưởng tượng thì chiếu sáng cạnh được ưa thích trong các màn hình hiển thị mỏng hay góc chiếu thấp (được ứng dụng đối với hầu hết tất cả các máy tính nhỏ hiện đại). Một lớp chất mờ được xem như là một bộ phân phối khuếch tán ánh sáng đến phía sau tế bào LC. Để tạo ra một màn hình hiển thị sáng hơn thì một CCFT thứ hai có thể được thêm vào cạnh đối diện của bộ khuếch tán.

Nếu muốn một phần cứng nhỏ hơn, mỏng hơn thì một hoặc hai CCFT có thể được gắn trong trực tiếp phía sau tế bào LC. Bộ khuếch tán cũng được dùng để khuếch tán ánh sáng phía sau tế bào LC. Các ống flo tia âm cực lạnh cần một nguồn áp xoay chiều cao để hoạt động nên nguồn đảo được dùng để tạo ra một áp cao mà hầu hết các CCFT đều cần.



Hình 4 - 20: Cấu trúc các dạng của màn hình tinh thể lỏng

Câu hỏi và bài tập chương 4

1. Nêu các dạng phát xạ điện tử, phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát xạ điện tử.
2. Phân tích quỹ đạo chuyển động của điện tử trong điện trường và trong từ trường.
3. Nêu cấu tạo của đèn điện tử.
4. Nêu cấu tạo, nguyên tắc hoạt động của đèn ống tia điện tử điều khiển bằng điện trường. So sánh với đèn ống tia điện tử điều khiển bằng từ trường.
5. Nêu cấu tạo của đèn hình đen trắng.
6. Nêu cấu tạo, đặc trưng của đèn hình màu.
7. Nêu đặc điểm của màn hình tinh thể lỏng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Linh kiện bán dẫn và vi mạch* (TS Hồ Văn Sung)
2. *Vi điện Tử số* (Nguyễn Quốc Trung)
3. *CD-ROM và ứng dụng* (TS Nguyễn Kim Sách)
4. *Các ổ đĩa mềm* (Nguyễn Thế Hùng)
5. *Lắp đặt và hỗ trợ đĩa cứng* (Nguyễn Thế Hùng)
6. *Linh kiện quang điện tử* (Dương Minh Trí)
7. *Cấu trúc máy vi tính và thiết bị ngoại vi* (Nguyễn Nam Trung)
8. *Sửa chữa ổ đĩa và hệ thống nhớ của máy tính* (Steplien J Bigelow)
9. *Căn bản Monitor* (KS Đỗ Thanh Hải)
10. *Monitor vi tính* (KS Phạm Đình Bảo)

MỤC LỤC

<i>Lời giới thiệu</i>	3
<i>Lời nói đầu</i>	5
Chương 1: KHÁI QUÁT CHUNG	7
I. Vật liệu điện tử	7
II. Các linh kiện thụ động	12
III. Đĩa lưu trữ thông tin	33
IV. Động cơ điện một chiều cỡ nhỏ	41
Chương 2: CHẤT BÁN DẪN VÀ DỤNG CỤ BÁN DẪN	45
I. Đặc tính dẫn điện của chất bán dẫn	45
II. Điốt bán dẫn	50
III. Tranzitor	59
IV. Các linh kiện bán dẫn nhiều chuyển tiếp P - N	78
V. Một số linh kiện bán dẫn khác	85
VI. Các linh kiện quang - điện tử	88
VII. Mạch tổ hợp vi điện tử	95
Chương 3: ĐIỆN THANH	115
I. Khái niệm chung về âm thanh	115
II. Micro	118
III. Loa	121
Chương 4: DỤNG CỤ ĐIỆN TỬ CHÂN KHÔNG	124
I. Khái niệm	124
II. Ống tia điện tử	129
III. Đèn hình đen trắng	133
IV. Đèn hình màu	134
V. Màn hình tinh thể lỏng	140
<i>Tài liệu tham khảo</i>	150

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
VẬT LIỆU - LINH KIỆN ĐIỆN TỬ
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH

Biên tập

PHẠM QUỐC TUẤN

Bìa

TRẦN QUANG

Kỹ thuật vi tính

MINH ĐỖ

Sửa bản in

PHẠM QUỐC TUẤN

In 1660 cuốn, khổ 17x24cm, tại Nhà in Hà Nội.

Giấy phép xuất bản số: 65GT/407 CXB

In xong và nộp lưu chiểu tháng 6 năm 2005.

BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2005
KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC ĐIỆN TỬ - ĐIỆN LẠNH

1. LÝ THUYẾT ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
2. ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ
3. KỸ THUẬT GHÉP KÊNH SỐ
4. MẠCH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN
5. THỦY KHÍ ĐỘNG LỰC
6. VẬT LIỆU - LINH KIỆN ĐIỆN TỬ
7. KỸ THUẬT CHUYỂN MẠCH SỐ
8. HỆ ĐIỀU HÀNH
9. KỸ THUẬT AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH
10. LẮP ĐẶT VÀ VẬN HÀNH MÁY LẠNH
11. TỔNG ĐÀI ĐIỆN TỬ SỐ

509 117

10153401



8 935075 903111