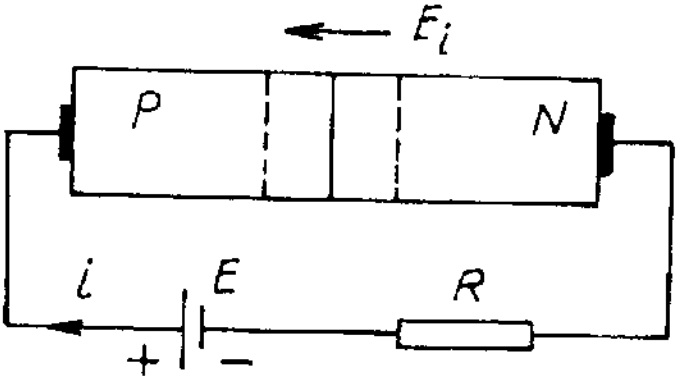
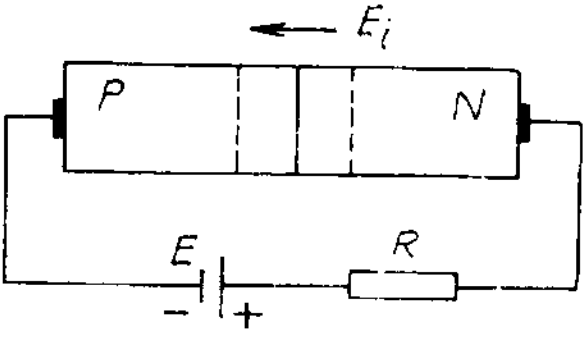
Điện trường tổng hợp làm dễ dàng cho sự di chuyển của điện tích đa số. Các điện tử tái chiếm vùng chuyển tiếp, khiến nó trở thành dẫn điện. Người ta nói mặt ghép P - N được phân cực thuận (hình 1. 2). Vậy, sự phân cực thuận hạ thấp barie điện thế.



Hình 1.2

2.2. Phân cực ngược

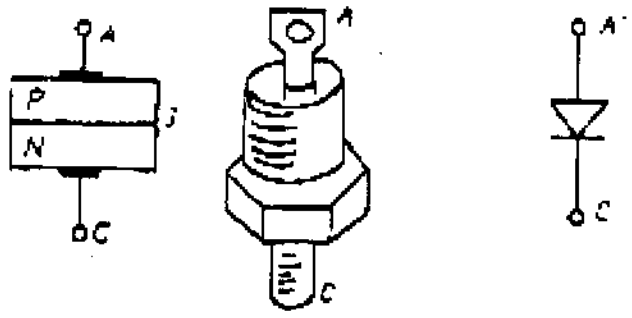
Điện trường ngoài E tác động cùng chiều với điện trường nội tại E_i. Điện trường tổng hợp cản trở sự di chuyển của các điện tích đa số. Các điện tử của vùng N chạy thẳng về cực dương của nguồn E, khiến cho điện thế vùng N đã cao (so với vùng P) lại càng cao hơn. Vùng chuyển tiếp, cũng là vùng cách điện, lại càng rộng ra. Không có dòng điện nào chảy qua mặt ghép P - N (hình 1.3). Người ta nói mặt ghép bị phân cực ngược.



Hình 1.3

- Cấu trúc và ký hiệu của điốt công suất và nhiệt độ mặt ghép:

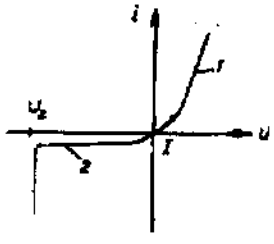
Cấu trúc và ký hiệu của điốt công suất được thể hiện trên hình 1.4



Hình 1.4

Dòng điện chảy qua điốt làm nó nóng lên, chủ yếu tại vùng chuyển tiếp. Đối với điốt loại Si nhiệt độ mặt ghép Tj cho phép là 200^{0}C. Vượt quá nhiệt độ này điốt có thể bị phá hỏng. Để làm mát điốt, người ta thường dùng cánh tản nhiệt được quạt mát với tốc độ gió 10 m/s, hoặc cho nước hay dầu biến thế chảy qua cánh tản nhiệt với tốc độ lớn hay nhỏ tuỳ theo dòng điện. Ví dụ, 4 l/ph nếu I - 100 A; 5 l/ph nếu I = 750A.

3. Đặc tính vôn - ampe



Hình 1.5

Đặc tính V-A của điốt bao gồm hai nhánh: Nhánh thuận (1) và nhánh ngược (2) (hình 1.5).

- Dưới điện áp U > 0, điốt được phân cực thuận, barie điện thế giảm xuống gần bằng 0. Khi tăng U, lúc đầu dòng tăng từ từ, sau khi U lớn hơn 0 khoảng 0,1V thì i tăng nhanh, đường đặc tính có dạng hàm mũ.

- Dưới điện áp U < 0, điốt bị phân cực ngược. Khi tăng U, dòng điện ngược cũng tăng từ từ và khi U > 0,1V, dòng điện ngược dừng lại ở giá trị vài chục mA;

Dòng điện ngược này được ký hiệu là Is, do sự di chuyển của các điện tích thiểu số làm nên. Nếu cứ tiếp tục tăng U các điện tích thiểu số di chuyển càng dễ dàng hơn, tốc độ di chuyển tỉ lệ thuận với điện trường tổng hợp, động năng của chúng tăng lên. Khi $U = U_Z$ động năng của chúng đủ lớn phá vỡ được liên kết nguyên tử của Si trong vùng chuyển tiếp làm xuất hiện những điện tử tự do mới. Quá trình tiếp tục theo phản ứng dây chuyền làm dòng điện ngược tăng ào ạt, điốt bị phá hỏng. Để sử dụng điốt được an toàn ta chỉ cho chúng làm việc với điện áp $U = (0,7 \div 0,8)U_Z$

4. Các thông số chủ yếu của điốt công suất:

Mỗi điốt công suất thường có các thông số chủ yếu sau đây:

Dòng điện thuận định mức I_a

Đó là dòng điện cực đại cho phép đi qua điốt trong một thời gian dài khi đốt mở.

Điện áp ngược định mức U_{KAmax}

Đó là điện áp ngược cực đại cho phép đặt vào điốt trong một thời gian dài khi điốt khoá.

Điện áp rơi định mức ΔU_a

Là điện áp rơi trên điốt khi điốt mở và dòng điện qua điốt bằng dòng điện thuận định mức.

Thời gian phục hồi tính khoá t_K

Đó là thời gian cần thiết để điốt chuyển từ trạng thái mở sang trạng thái khoá.

Dòng ngắn hạn cực đại cho phép

Là dòng điện cực đại cho phép đi qua điốt trong trạng thái mở trong một thời gian ngắn

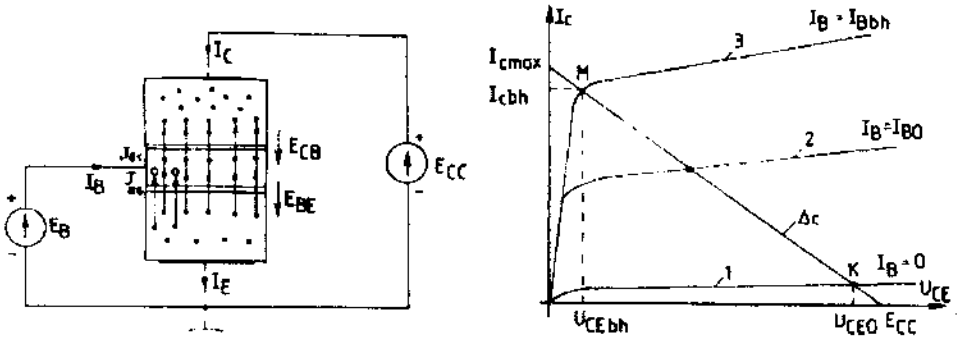
II. TRANZITO CÔNG SUẤT

1.Tranzito lưỡng cực

Trazito lưỡng cực công suất là thiết bị gồm ba lớp bán dẫn NPN hoặc PNP, được dùng để đóng cắt dòng điện một chiều có cường độ tương đối lớn.

Trong điện tử công suất người ta dùng phổ biến loại NPN mắc theo sơ đồ cực phát chung (Hình 1.6).

Trong sơ đồ này, ta có thể xem dòng điện gốc I_B là dòng điều khiển và dòng điện góp I_C là dòng động lực.



Hình 1.6.

Mỗi tranzito có 2 mặt tiếp giáp P-N, lớp ghép giữa E và B được ký hiệu là J_{EB} và lớp ghép giữa B và C được ký hiệu là J_{BC}.

Khi $U_{BE} > 0$ và $U_{CE} > o$ lớp ghép J_{EB} được phân cực thuận và lớp ghép J_{BC} được phân cực ngược. Do đó, các điện tử tự do (hạt mang điện đa số) dễ dàng chuyển dịch qua J_{EB} từ E sang B. Vì lớp B rất mỏng và nồng độ lỗ thấp nên hầu hết các điện tử chuyển từ E sang B đi đến mặt ghép J_{BC}. Đến đây các điện tử được gia tốc bởi điện trường ngược E_{CB} và dễ dàng đi qua mặt ghép J_{CB} đến C. Dòng điện tử này tạo nên dòng điện cực góp I_C. Một số ít điện tử tự do từ E sang B tái hợp với các lỗ trong vùng B. Để cân bằng về điện tích, lớp B phải lấy các lỗ mới từ nguồn E_{BE} và ở trạng thái xác lập số lỗ mới lấy từ nguồn E_{BE} bằng số điện tử tái hợp. Dòng các lỗ lấy từ nguồn E_{BE} tạo nên dòng điện gốc I_B. Như vậy, nếu ta gọi dòng điện tạo ra bởi các điện tử tự do đi từ E sang B là dòng điện phát I_E thì ta có:

$$I_E = I_c + I_B$$

Trong đó $I_B << I_c$ và tỉ số $\beta = I_C/i_B$ được gọi là hệ số khuếch đại dòng điện tĩnh của tranzito.

Ngoài sự chuyển dịch của các hạt mang điện đa số (điện tử tự do) trên đây, còn tồn tại dòng chuyển dịch của các hạt thiểu số (lỗ trống) từ lớp C qua B đến E. Dòng chuyển dịch này tạo nên dòng điện ngược I_{CE0} Từ đây ta có:

$$I_C = \beta I_B + I_{CE0}$$

Khi xét đặc tính của tranzito người ta thường quan tâm đến quan hệ giữa dòng điện I_C và điện áp U_{CE} khi I_B không đổi (Hình 1.6)

Ngoài ra U_{CE} còn liên hệ với I_C theo phương trình

$$U_{CE} = E_{CC} - I_C R_C$$

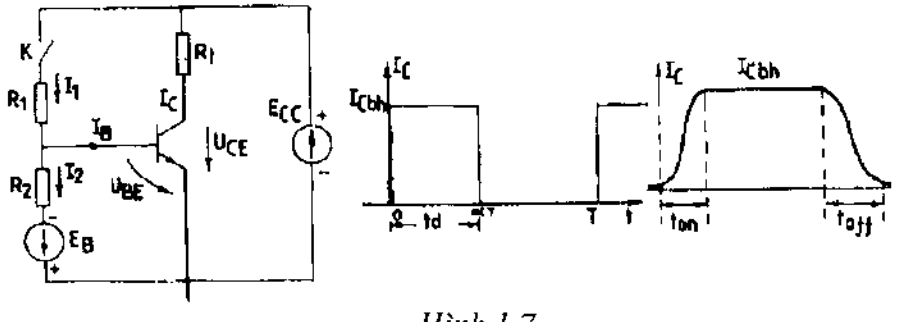
Đường biểu diễn quan hệ này là đường thẳng ΔC trên đồ thị hình 1.6. Điểm cắt của ΔC với các đường 1, 2, 3 chính là điểm làm việc của tranzito. Các điểm làm việc này xác định dòng điện I_C và điện áp U_{CE} của tranzito đối với mỗi giá trị của I_B.

Nhận xét:

- Khi I_B càng tăng, điểm làm việc càng gần điểm uốn của các đường 1,2,3. Khi I_B tăng đến giá trị nào đó, điểm làm việc sẽ trùng với điểm uốn, I_C không tăng được nữa, ta nói I_C đạt giá trị bão hoà I_{Cbh}, tương ứng ta có dòng gốc bão hoà $I_{Bbh} = I_{Cbh}/\beta$ (điểm M trên hình 1.6). Điểm M được gọi là điểm mở bão hoà. Tại M ta có: $I_B = I_{Bbh}$, $I_C = I_{Cbh} \approx I_{Cmax} = E_{CC}/R_t$

- Điểm K là giao điểm của thẳng ΔC với đường 1, tương ứng với $I_B \approx 0$ gọi là điểm khoá. Tại K ta có: $I_B \approx 0$, $I_C \approx 0$.

- Trong điện tử công suất, người ta dùng tranzito như phần tử không tiếp điểm để đóng cắt mạch điện. Một trong các mạch điện dùng để điều khiển mở và khoá tranzito có sơ đồ như hình 1.7



Hình 1.7

Trong sơ đồ này khoá K được đóng mở bằng tay hoặc tự động.

- Khi K mở $U_{BE} = -EB < 0$, mặt ghép giữa cực gốc và cực phát J_{BE} của tranzito được phân cực ngược. Do đó $I_B = 0$ và tranzito khoá. Qua điện trở tải R_t không có dòng điện.

- Khi K đóng ta có:

$$I_B = I_1 - I_2 = \frac{E_{cc} - U_{BE}}{R_1} - \frac{U_{BE} - E_B}{R_2}$$

Với $U_{BE} \approx 0,7V$. Nếu ta chọn R_1, R_2, E_{CC}, E_B sao cho:

$$I_B = I_{Bbh} = \frac{I_{Cbh}}{\beta} = \frac{E_{cc}}{\beta R_t}$$

thì tranzito mở bão hoà, khi đó: $U_{CE} \approx 0$; $I_C = I_{Cbh} = E_{CC} / R_C$

Nếu ta đóng cắt K một cách có chu kỳ với thời gian đóng là $t_d = \alpha T$, với T là chu kỳ đóng cắt K; $\alpha = t_d/T$ là tỷ số đóng thì dòng điện qua tải có dạng gần xung vuông và giá trị trung bình của nó là:

$$I_0 = \frac{1}{T}\int_0^T I_c dt = \frac{1}{T}\int_0^{\alpha T} \frac{E_{cc}}{R_t} dt = \alpha \frac{E_{cc}}{R_t}$$

Từ đây ta có thể dễ dàng thay đổi trị số I_0 bằng cách thay đổi ti số đóng α.

Thực tế dòng I_C chỉ đạt được trị số I_{Cbh} phải sau khoảng thời gian t_{ON} nào đó và chỉ đạt giá trị 0 sau thời gian t_{off} nào đó, do đó tần số cắt K bị hạn chế. Vì vậy tần số đóng cắt lơn nhất cho phép của công tắc K là:

$$f_{max} = \frac{1}{T_{min}} = \frac{1}{t_{on} + t_{off}}$$

Các thông số chủ yếu của tranzito lưỡng cực công suất:

- Điện áp góp - phát cực đại cho phép U_{CEO} khi $i_B = 0$ (Tran zi to khoá).

. Điện áp góp - phát khi tranzito mở bão hoà U_{Cebh}.

. Dòng điện góp cực đại cho phép I_{Cmax}.

. Công suất tiêu tán cực đại cho phép trên tranzito P_T.

. Giá trị bão hòa điển hình của dòng điện góp và dòng điện gốc Ic/I_B

. Thời gian cần thiết để tranzito chuyển từ trạng thái khoá đến trạng thái mở bão hoà t_{on}.

. Thời gian cần thiết để tranzito chuyển từ trạng thái mở bão hoà đến trạng thái khoá t_{off}.

2. Transistor MOS công suất

MOSFET - (Metal Oxidt. Semiconductor Field Etiect Tranzito) gọi tắt là tranzito MOS.

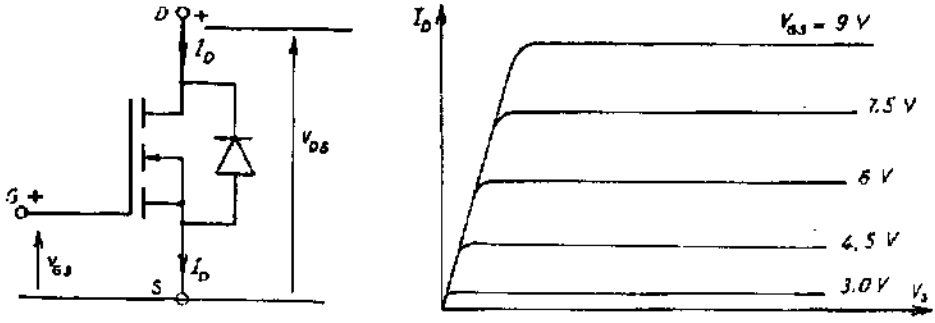
Ký hiệu và họ đặc tính ra của tranzito MOS - kênh N được trình bày trên hình 1.8.

Tranzito MOS có ba cực:

D - cực máng (drain): Tương đương cực C của tranzitor lưỡng cực.

S - cực nguồn (source): Tương đương cực E của tranzitor lưỡng cực.

G - cực cổng (gate): Cực điều khiển, tương đương cực B của tranzitor lưỡng cực.



Hình 1.8

U_{DS} là nguồn điện cực máng, tương đương E_{CC} của tranzitor lưỡng cực

U_{GS} là nguồn điện cực cổng, tương đương E_{BE} của tranzitor lưỡng cực

I_D là dòng điện máng, tương đương I_C của tranzitor lưỡng cực

Khác với tranzito lưỡng cực điều khiển bằng dòng bazơ, tranzito MOS được điều khiển bằng điện áp đặt lên cực cổng..

Tranzito MOS tác động rất nhanh, có thể đóng, mở với tần số trên 100 kHz.

Khi tranzito MOS dẫn dòng thì điện trở của nó khoảng 0,1 Ω đối với MOS 1000*V* và khoảng 1Ω đối với MOS 500V.

III. TIRISTOR

1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

1.1. Cấu tạo

Tirislor là một thiết bị gồm bốn lớp bán dẫn P_1, N_1, P_2, N_2 tạo thành.

P_1 được nối với cực anốt A, N_2 được nối với cực katốt K và P_2 được nối với cực điều khiển G (Hình 1.9)