

Chương VIII - Chất bán dẫn & Diode .

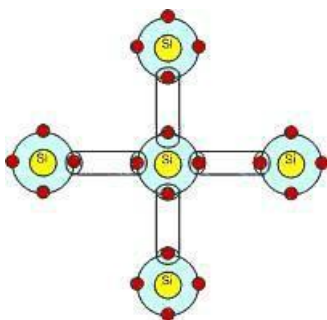
1. Chất bán dẫn.

Chất bán dẫn là nguyên liệu để sản xuất ra các loại linh kiện bán dẫn như Diode, Transistor, IC mà ta đã thấy trong các thiết bị điện tử ngày nay.

Chất bán dẫn là những chất có đặc điểm trung gian giữa chất dẫn điện và chất cách điện, về phương diện hoá học thì bán dẫn là những chất có 4 điện tử lớp ngoài cùng của nguyên tử. Đó là các chất Germanium (Ge) và Silicium (Si)

Từ các chất bán dẫn ban đầu (tinh khiết) người ta phải tạo ra hai loại bán dẫn là bán dẫn loại N và bán dẫn loại P, sau đó ghép các miếng bán dẫn loại N và P lại ta thu được Diode hay Transistor.

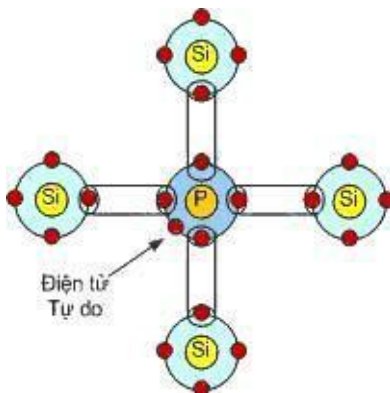
Si và Ge đều có hoá trị 4, tức là lớp ngoài cùng có 4 điện tử, ở thể tinh khiết các nguyên tử Si (Ge) liên kết với nhau theo liên kết cộng hoá trị như hình dưới.

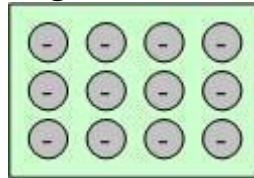


Chất bán dẫn tinh khiết .

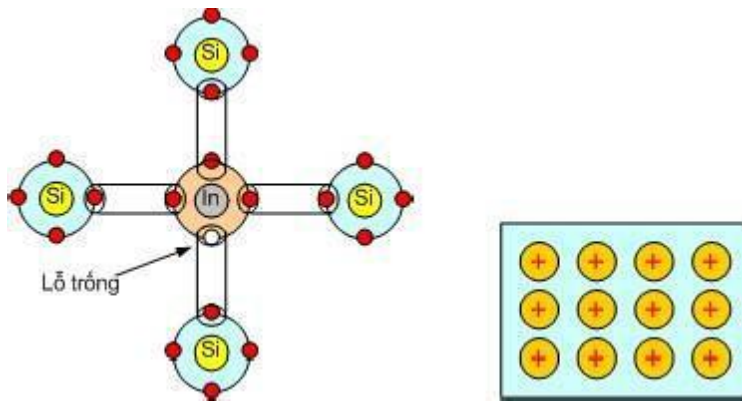
2. Chất bán dẫn loại N

* Khi ta pha một lượng nhỏ chất có hoá trị 5 như Phospho (P) vào chất bán dẫn Si thì một nguyên tử P liên kết với 4 nguyên tử Si theo liên kết cộng hoá trị, nguyên tử Phospho chỉ có 4 điện tử tham gia liên kết và còn dư một điện tử và trở thành điện tử tự do => Chất bán dẫn lúc này trở thành thừa điện tử (mang điện âm) và được gọi là bán dẫn N (Negative : âm).





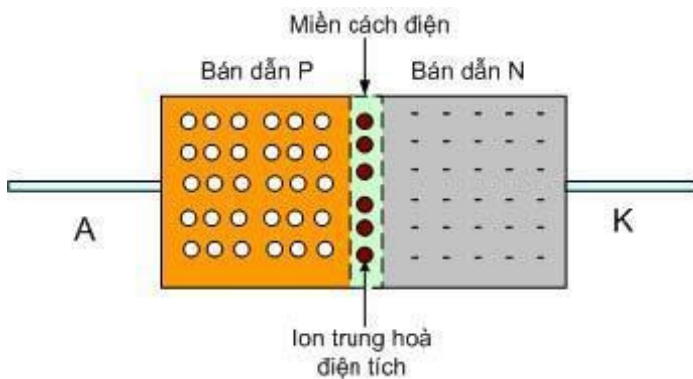
Ngược lại khi ta pha thêm một lượng nhỏ chất có hoá trị 3 như Indium (In) vào chất bán dẫn Si thì 1 nguyên tử Indium sẽ liên kết với 4 nguyên tử Si theo liên kết cộng hoá trị và liên kết bị thiếu một điện tử => trở thành lỗ trống (mang điện dương) và được gọi là chất bán dẫn P.



Chất bán dẫn P

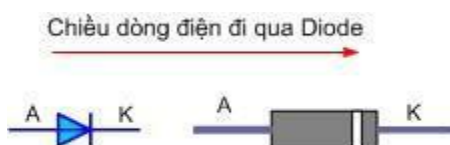
4. Tiếp giáp P - N và Cấu tạo của Diode bán dẫn.

Khi đã có được hai chất bán dẫn là P và N , nếu ghép hai chất bán dẫn theo một tiếp giáp P - N ta được một Diode, tiếp giáp P -N có đặc điểm : Tại bề mặt tiếp xúc, các điện tử dư thừa trong bán dẫn N khuếch tán sang vùng bán dẫn P để lấp vào các lỗ trống => tạo thành một lớp Ion trung hoà về điện => lớp Ion này tạo thành miền cách điện giữa hai chất bán dẫn.



Mối tiếp xúc P - N => Cấu tạo của Diode .

* Ở hình trên là mối tiếp xúc P - N và cũng chính là cấu tạo của Diode bán dẫn.

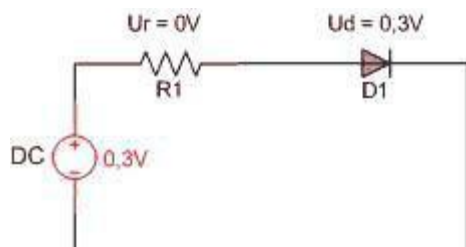




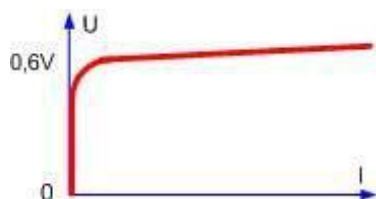
Ký hiệu và hình dáng của Diode bán dẫn.

5. Phân cực thuận cho Diode.

Khi ta cấp điện áp dương (+) vào Anôt (vùng bán dẫn P) và điện áp âm (-) vào Katôt (vùng bán dẫn N) , khi đó dưới tác dụng tương tác của điện áp, miền cách điện thu hẹp lại, khi điện áp chênh lệch giữ hai cực đạt 0,6V (với Diode loại Si) hoặc 0,2V (với Diode loại Ge) thì điện tích miền cách điện giảm bằng không => Diode bắt đầu dẫn điện. Nếu tiếp tục tăng điện áp nguồn thì dòng qua Diode tăng nhanh nhưng chênh lệch điện áp giữa hai cực của Diode không tăng (vẫn giữ ở mức 0,6V)



Diode (Si) phân cực thuận - Khi Diode dẫn điện áp thuận được giữ ở mức 0,6V

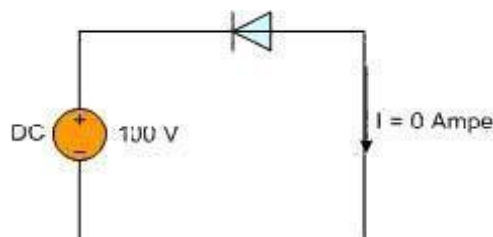


Đường đặc tuyến của điện áp thuận qua Diode

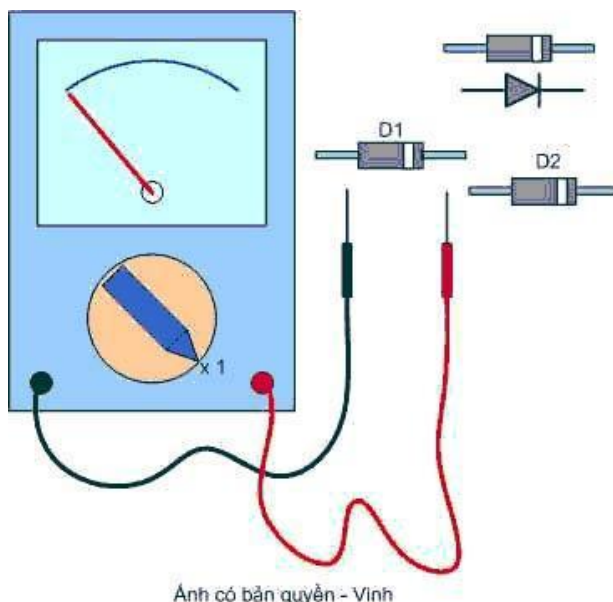
* **Kết luận** : Khi Diode (loại Si) được phân cực thuận, nếu điện áp phân cực thuận < 0,6V thì chưa có dòng đi qua Diode, Nếu áp phân cực thuận đạt = 0,6V thì có dòng đi qua Diode sau đó dòng điện qua Diode tăng nhanh nhưng sụt áp thuận vẫn giữ giá trị 0,6V .

6. Phân cực ngược cho Diode.

Khi phân cực ngược cho Diode tức là cấp nguồn (+) vào Katôt (bán dẫn N), nguồn (-) vào Anôt (bán dẫn P), dưới sự tương tác của điện áp ngược, miền cách điện càng rộng ra và ngăn cản dòng điện đi qua mối tiếp giáp, Diode có thể chịu được điện áp ngược rất lớn khoảng 1000V thì diode mới bị đánh thủng.



7. Phương pháp đo kiểm tra Diode



Đo kiểm tra Diode

⌘ Đặt đồng hồ thang $\times 1\Omega$, đặt hai que đo vào hai đầu Diode, nếu :

⌘ Đo chiều thuận que đen vào Anôt, que đỏ vào Katôt $\Rightarrow$ kim lên, đảo chiều đo kim không lên là $\Rightarrow$ Diode tốt

⌘ Nếu đo cả hai chiều kim lên $= 0\Omega \Rightarrow$ là Diode bị chập.

⌘ Nếu đo thuận chiều mà kim không lên $\Rightarrow$ là Diode bị đứt.

⌘ Ở phép đo trên thì Diode D1 tốt, Diode D2 bị chập và D3 bị đứt

⌘ Nếu để thang $1K\Omega$ mà đo ngược vào Diode kim vẫn lên một chút là Diode bị dò.

8. Ứng dụng của Diode bán dẫn .

* Do tính chất dẫn điện một chiều nên Diode thường được sử dụng trong các mạch chỉnh lưu nguồn xoay chiều thành một chiều, các mạch tách sóng, mạch gìm áp phân cực cho transistor hoạt động . trong mạch chỉnh lưu Diode có thể được tích hợp thành Diode cầu có dạng .



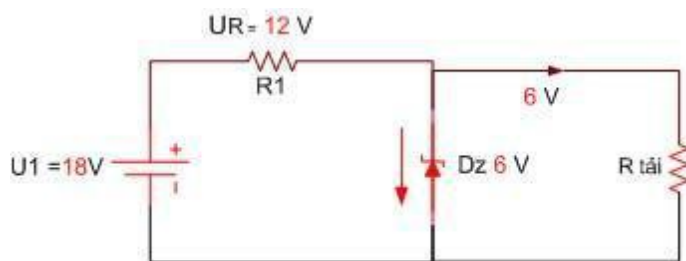
Diode cầu trong mạch chỉnh lưu điện xoay chiều .

9. Diode Zener

* **Cấu tạo :** Diode Zener có cấu tạo tương tự Diode thường nhưng có hai lớp bán dẫn P - N ghép với nhau, Diode Zener được ứng dụng trong chế độ phân cực ngược, khi phân cực thuận Diode zener như diode thường nhưng khi phân cực ngược Diode zener sẽ giữ lại một mức điện áp cố định bằng giá trị ghi trên diode.



Hình dáng Diode Zener (Dz)



Ký hiệu và ứng dụng của Diode zener trong mạch.

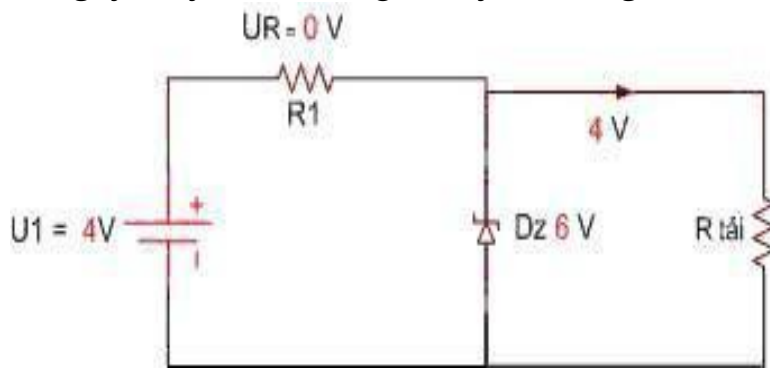
⌘ Sơ đồ trên minh họa ứng dụng của Dz, nguồn U1 là nguồn có

điện áp thay đổi, Dz là diode ổn áp, R1 là trở hạn dòng.

⌘ Ta thấy rằng khi nguồn $U1 > Dz$ thì áp trên Dz luôn luôn cố định cho dù nguồn U1 thay đổi.

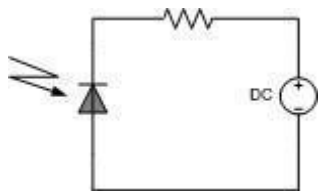
⌘ Khi nguồn U1 thay đổi thì dòng ngược qua Dz thay đổi, dòng ngược qua Dz có giá trị giới hạn khoảng 30mA.

⌘ Thông thường người ta sử dụng nguồn $U1 > 1,5 \Rightarrow 2$ lần Dz và lắp trở hạn dòng R1 sao cho dòng ngược lớn nhất qua Dz $< 30\text{mA}$.

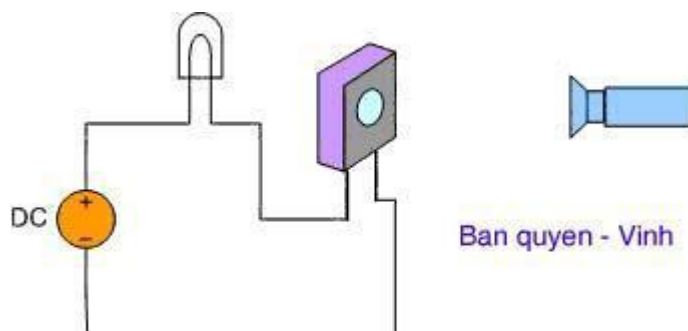


10. Diode Thu quang. (Photo Diode)

Diode thu quang hoạt động ở chế độ phân cực nghịch, vỏ diode có một miếng thuỷ tinh để ánh sáng chiếu vào mối P - N , dòng điện ngược qua diode tỷ lệ thuận với cường độ ánh sáng chiếu vào diode.



Ký hiệu của Photo Diode



Minh hoạ sự hoạt động của Photo Diode

11. Diode Phát quang (Light Emitting Diode : LED)

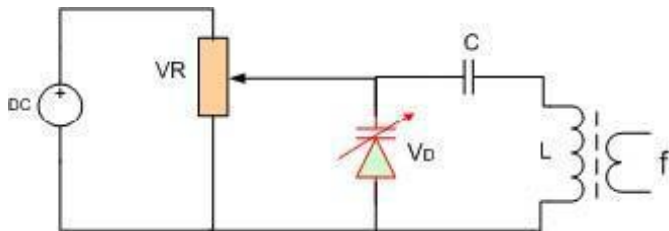
Diode phát quang là Diode phát ra ánh sáng khi được phân cực thuận, điện áp làm việc của LED khoảng $1,7 \Rightarrow 2,2V$ dòng qua Led khoảng từ $5mA$ đến $20mA$

Led được sử dụng để làm đèn báo nguồn, đèn nháy trang trí, báo trạng thái có điện . vv...



12. Diode Varicap (Diode biến dung)

Diode biến dung là Diode có điện dung như tụ điện, và điện dung biến đổi khi ta thay đổi điện áp ngược đặt vào Diode.



Ứng dụng của Diode biến dung Varicap (V_D) trong mạch cộng hưởng

✧ Ở hình trên khi ta chỉnh trịết áp VR, điện áp ngược đặt vào Diode Varicap thay đổi, điện dung của diode thay đổi $\Rightarrow$ làm thay đổi tần số cộng hưởng của mạch.

✧ Diode biến dung được sử dụng trong các bộ kênh Ti vi màu, trong các mạch điều chỉnh tần số cộng hưởng bằng điện áp.

13. Diode xung

Trong các bộ nguồn xung thì ở đầu ra của biến áp xung, ta phải dùng Diode xung để chỉnh lưu. diode xung là diode làm việc ở tần số cao khoảng vài chục KHz, diode nắn điện thông thường không thể thay thế vào vị trí diode xung được, nhưng ngược lại diode xung có thể thay thế cho vị trí diode thường, diode xung có giá thành cao hơn diode thường nhiều lần.

Về đặc điểm, hình dáng thì Diode xung không có gì khác biệt với Diode thường, tuy nhiên Diode xung thường có vòng đánh dấu đứt nét hoặc đánh dấu bằng hai vòng



Ký hiệu của Diode xung

14. Diode tách sóng.

Là loại Diode nhỏ cỡ bằng thủy tinh và còn gọi là diode tiếp điểm vì mặt tiếp xúc giữa hai chất bán dẫn P - N tại một điểm để tránh điện dung ký sinh, diode tách sóng thường dùng trong các mạch cao tần dùng để tách sóng tín hiệu.

15. Diode nắn điện.

Là Diode tiếp mặt dùng để nắn điện trong các bộ chỉnh lưu nguồn AC 50Hz, Diode này thường có 3 loại là 1A, 2A và 5A.

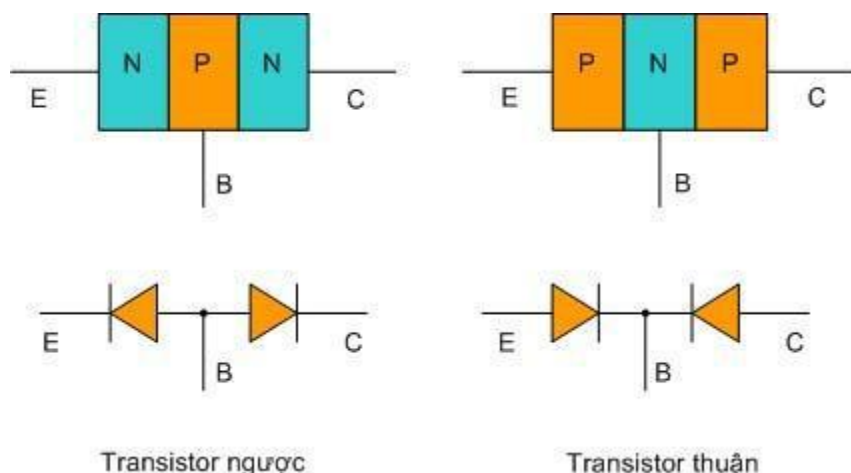


Diode nắn điện 5A

Chương IX - Transistor

1. Cấu tạo của Transistor. (Bóng bán dẫn)

Transistor gồm ba lớp bán dẫn ghép với nhau hình thành hai mối tiếp giáp P-N , nếu ghép theo thứ tự PNP ta được Transistor thuận , nếu ghép theo thứ tự NPN ta được Transistor ngược. về phương diện cấu tạo Transistor tương đương với hai Diode đấu ngược chiều nhau .

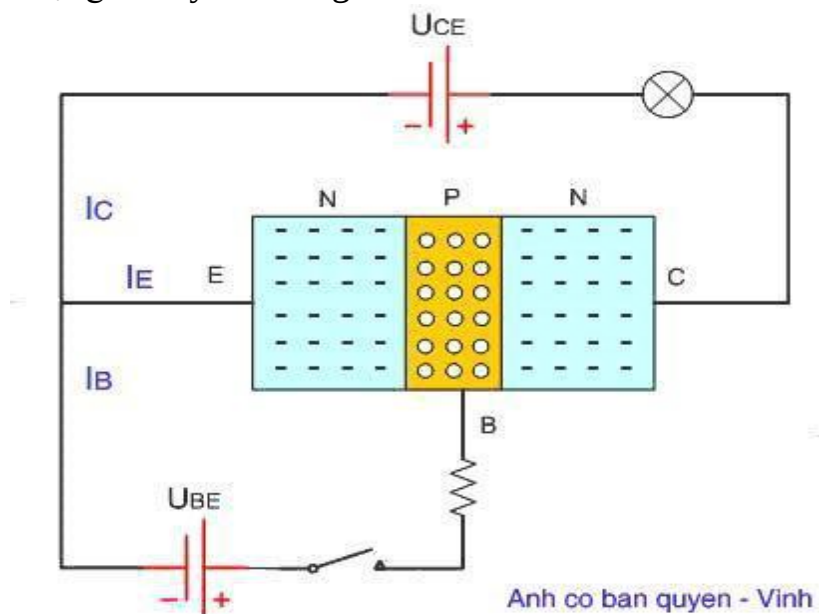


Cấu tạo Transistor

- ⌘ Ba lớp bán dẫn được nối ra thành ba cực , lớp giữa gọi là cực gốc ký hiệu là B (Base), lớp bán dẫn B rất mỏng và có nồng độ tạp chất thấp.
- ⌘ Hai lớp bán dẫn bên ngoài được nối ra thành cực phát (Emitter) viết tắt là E, và cực thu hay cực góp (Collector) viết tắt là C, vùng bán dẫn E và C có cùng loại bán dẫn (loại N hay P) nhưng có kích thước và nồng độ tạp chất khác nhau nên không hoán vị cho nhau được.

2. Nguyên tắc hoạt động của Transistor.

* Xét hoạt động của Transistor NPN .



Mạch khảo sát về nguyên tắc hoạt động của transistor NPN

- *Ta cấp một nguồn một chiều U_{CE} vào hai cực C và E trong đó (+) nguồn vào cực C và (-) nguồn vào cực E.
- *Cấp nguồn một chiều U_{BE} đi qua công tắc và trở hạn dòng vào hai cực B và E, trong đó cực (+) vào chân B, cực (-) vào chân E.
- *Khi công tắc mở, ta thấy rằng, mặc dù hai cực C và E đã được cấp điện nhưng vẫn không có dòng điện chạy qua mối C E (lúc này dòng $I_C = 0$)
- *Khi công tắc đóng, mối P-N được phân cực thuận do đó có một dòng điện chạy từ (+) nguồn U_{BE} qua công tắc => qua R hạn dòng => qua mối BE về cực (-) tạo thành dòng I_B
- *Ngay khi dòng I_B xuất hiện => lập tức cũng có dòng I_C chạy qua mối CE làm bóng đèn phát sáng, và dòng I_C mạnh gấp nhiều lần dòng I_B
- *Như vậy rõ ràng dòng I_C hoàn toàn phụ thuộc vào dòng I_B và phụ thuộc theo một công thức .

$$I_C = \beta . I_B$$

*Trong đó I_C là dòng chạy qua mối CE

* I_B là dòng chạy qua mối BE

* β là hệ số khuếch đại của Transistor

Giải thích : Khi có điện áp U_{CE} nhưng các điện tử và lỗ trống không thể vượt qua mối tiếp giáp P-N để tạo thành dòng điện, khi xuất hiện dòng I_{BE} do lớp bán dẫn P tại cực B rất mỏng và nồng độ pha tạp thấp, vì vậy số điện tử tự do từ lớp bán dẫn N (cực E) vượt qua tiếp giáp sang lớp bán dẫn P (cực B) lớn hơn

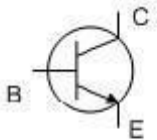
Phòng đào tạo Công ty máy tính OSC

số lượng lỗ trống rất nhiều, một phần nhỏ trong số các điện tử đó thế vào lỗ trống tạo thành dòng I_B còn phần lớn số điện tử bị hút về phía cực C dưới tác dụng của điện áp $U_{CE} \Rightarrow$ tạo thành dòng I_{CE} chạy qua Transistor.

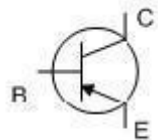
* Xét hoạt động của Transistor PNP .

Sự hoạt động của Transistor PNP hoàn toàn tương tự Transistor NPN nhưng cực tính của các nguồn điện U_{CE} và U_{BE} ngược lại . Dòng I_C đi từ E sang C còn dòng I_B đi từ E sang B.

3. Ký hiệu & hình dáng Transistor .



Transistor ngược NPN



Transistor thuận PNP

Ký hiệu của Transistor



Transistor công suất nhỏ Transistor công suất lớn

Ký hiệu (trên thân Transistor)

* Hiện nay trên thị trường có nhiều loại Transistor của nhiều nước sản xuất nhưng thông dụng nhất là các transistor của Nhật bản, Mỹ và Trung quốc.

⌘ **Transistor Nhật bản** : thường ký hiệu là A..., B..., C..., D... Ví dụ **A564**, **B733**, **C828**, **D1555** trong đó các Transistor ký hiệu là A và B là Transistor thuận PNP còn ký hiệu là C và D là Transistor ngược NPN. các Transistor A và C thường có công suất nhỏ và tần số làm việc cao còn các Transistor B và D thường có công suất lớn và tần số làm việc thấp hơn.

⌘ **Transistor do Mỹ sản xuất**. thường ký hiệu là 2N... ví dụ **2N3055**, **2N4073** vv...

⌘ **Transistor do Trung quốc sản xuất** : Bắt đầu bằng số 3, tiếp theo là hai chữ cái. Chữ cái thứ nhất cho biết loại bóng : Chữ A và B là bóng thuận , chữ C và D là bóng ngược, chữ thứ hai cho biết đặc điểm : X và P là bóng âm tần, A và G là bóng cao tần. Các chữ số sau chỉ thứ tự sản phẩm. Thí dụ : 3CP25 , 3AP20 vv..

4. Cách xác định chân E, B, C của Transistor.