

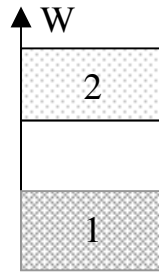
## **CHƯƠNG 4: ĐẠI CƯƠNG VỀ CHẤT BÁN DẪN**

### **( SEMI CONDUCTOR )**

Người ta chia các vật liệu điện ra làm 3 nhóm chính là : chất dẫn điện, chất cách điện và chất bán dẫn.

*Người ta bảo rằng, chất bán dẫn (Semi – conductor) là chất có điện trở suất trung bình giữa chất dẫn điện (kim loại) và chất cách điện (điện môi)*

- *Chất dẫn điện có điện trở suất  $\rho = 10^{-6} \div 10^{-4} \Omega m$ .*
- *Chất bán dẫn có điện trở suất  $\rho = 10^{-4} \div 10^{+4} \Omega m$*
- *Chất cách điện có điện trở suất  $\rho = 10^{+4} \div 10^{+10} \Omega m$*

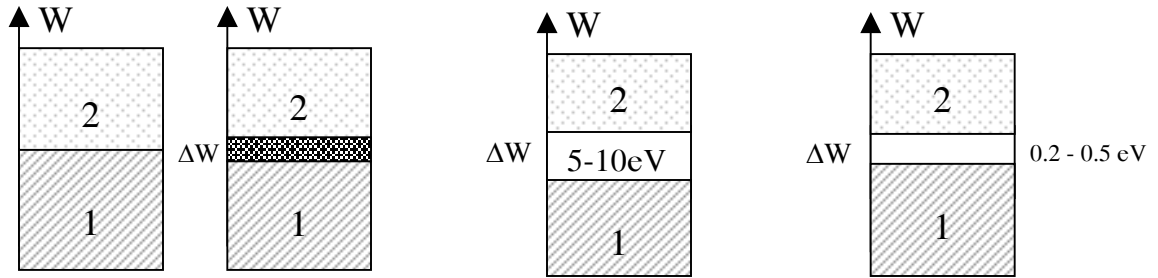


**Hình 4-1-1:** Đồ thị năng lượng của chất rắn

Miền (1) được gọi là miền hoá trị hay miền đầy: là miền bị lấp hoàn toàn bởi các e.

Miền (2) miền dẫn: là miền năng lượng chưa bị các e chiếm hết.

Ở giữa là miền cấm: là miền năng lượng không có các e chiếm giữ.

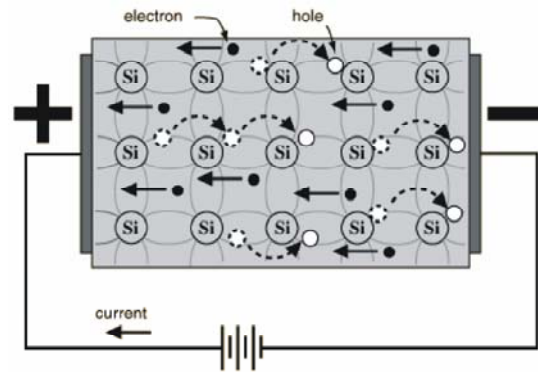
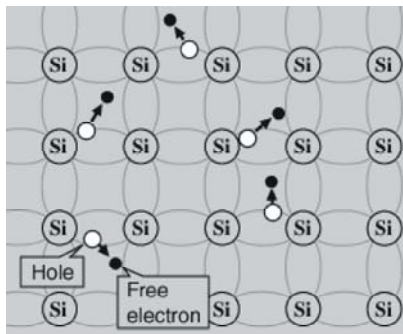


**Hình 4-1-2:** Đồ thị năng lượng của chất dẫn điện

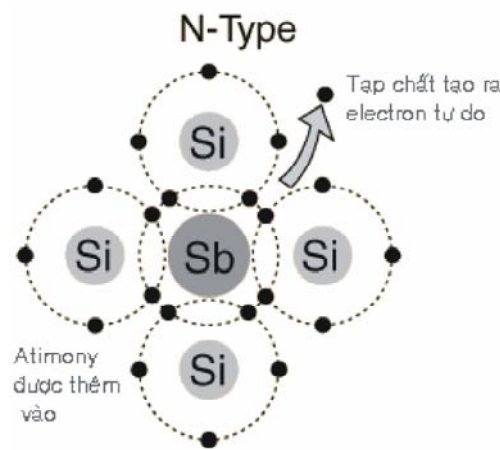
Chất cách điện

Chất bán dẫn

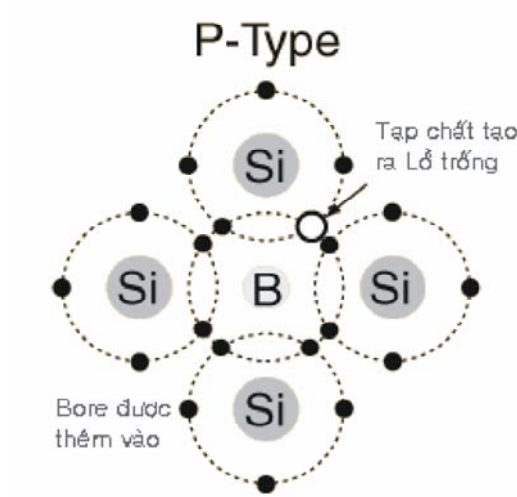
## CƠ CHẾ DẪN ĐIỆN CỦA HẠT DẪN



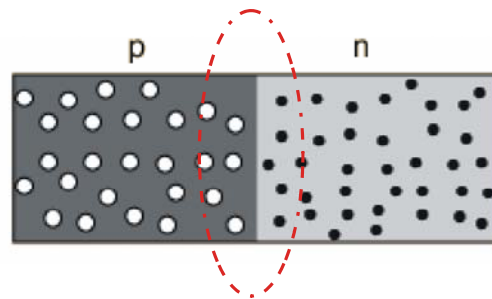
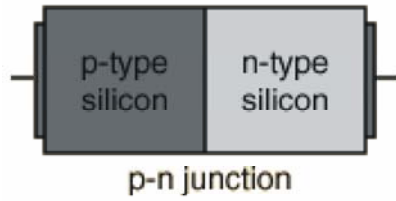
## CHẤT BÁN DẪN LOẠI N (Negative)



## CHẤT BÁN DẪN LOẠI P (Positive)

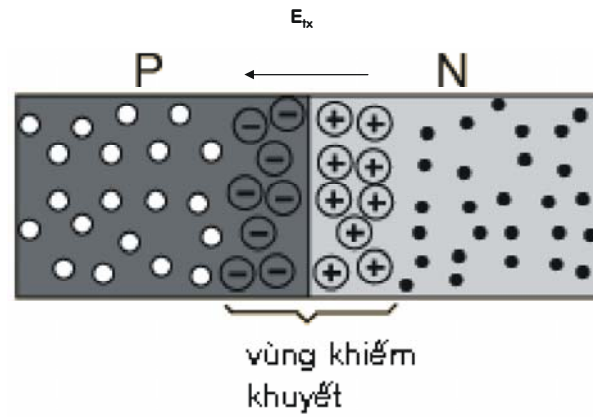


## TIẾP XÚC P-N (CHUYỂN TIẾP P-N)

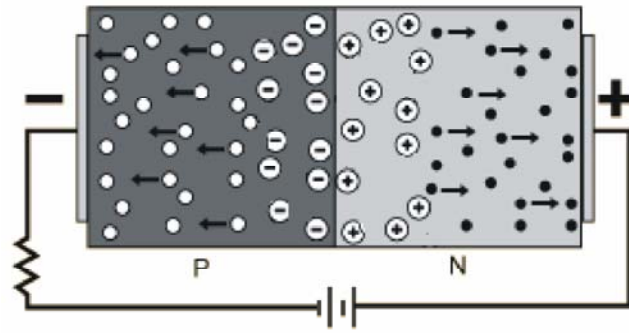




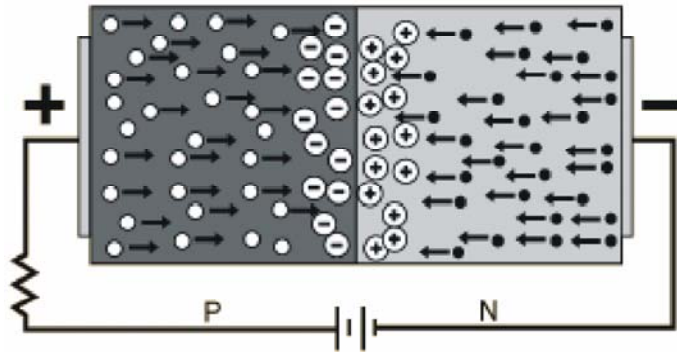
## TIẾP XÚC P-N KHI KHÔNG CÓ ĐIỆN TRƯỜNG NGOÀI



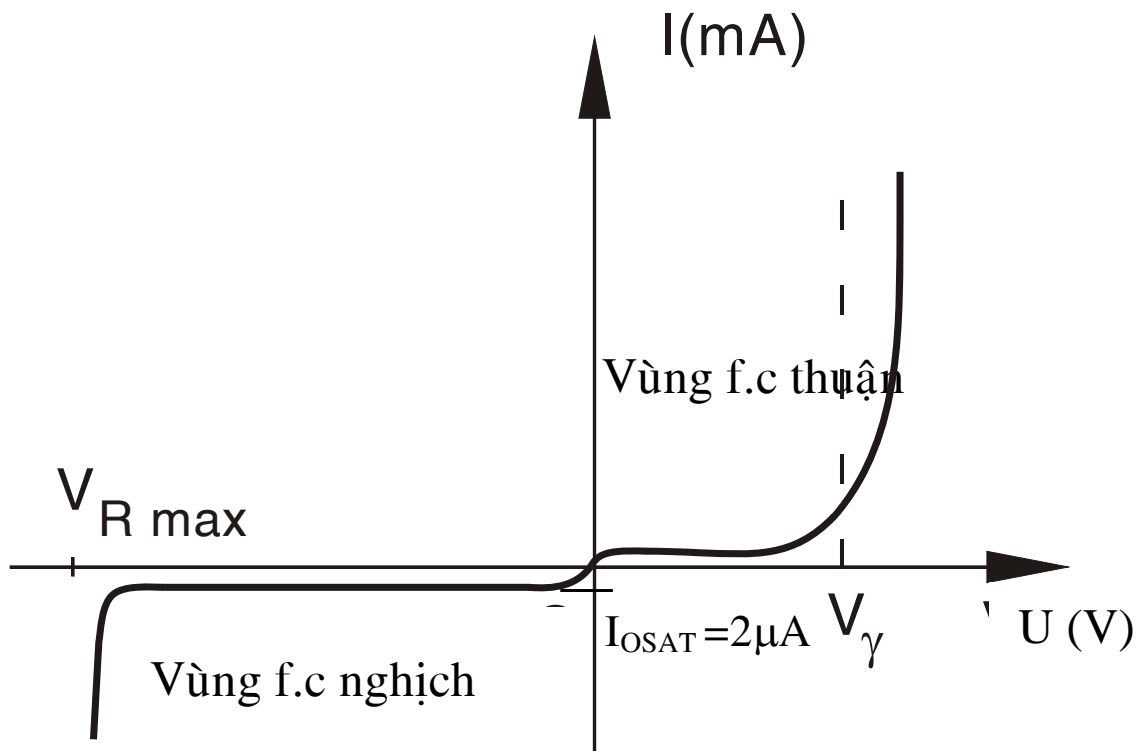
## TIẾP XÚC P-N KHI CÓ ĐIỆN TRƯỜNG NGOÀI



## TIẾP XÚC P-N KHI CÓ ĐIỆN TRƯỜNG NGOÀI (PHÂN CỰC THUẬN)



## ĐẶC TUYẾN V-A CỦA MỐI NỐI P-N



**Hình 4-1-10**: Đặc tuyến V-A của mối nối P-N

$$I_{P-N} = I_{osat} \left( e^{\frac{q|U|}{kT}} - 1 \right)$$

Ở nhiệt độ phòng  $25^{\circ}\text{C}$  hay  $298^{\circ}\text{K}$ , người ta định nghĩa hệ số nhiệt  $V_T$  :

$$V_T = \frac{KT}{q} = \frac{1,38.10^{-23}.298}{1,6.10^{-19}} = 25mV$$

Vậy dòng qua lớp tiếp xúc P-N:

$$I_{P-N} = I_{osat} \left( e^{\frac{|U|}{25mV}} - 1 \right)$$

**Tóm lại :**

- **Khi phân cực nghịch lớp tiếp xúc P-N** : Vùng nghèo mở rộng, dòng qua lớp tiếp xúc nhỏ bằng dòng trôi của hạt thiểu số:  $I = - I_{\text{osat}}$  (rất bé)

- **Khi phân cực thuận lớp tiếp xúc P-N**: Vùng nghèo hẹp, dòng qua lớp tiếp xúc lớn và tăng theo điện áp, là dòng Ikt của hạt đa số:  $I_{\text{P-N}} = I_{\text{osat}} \cdot e^{U/25\text{mV}}$

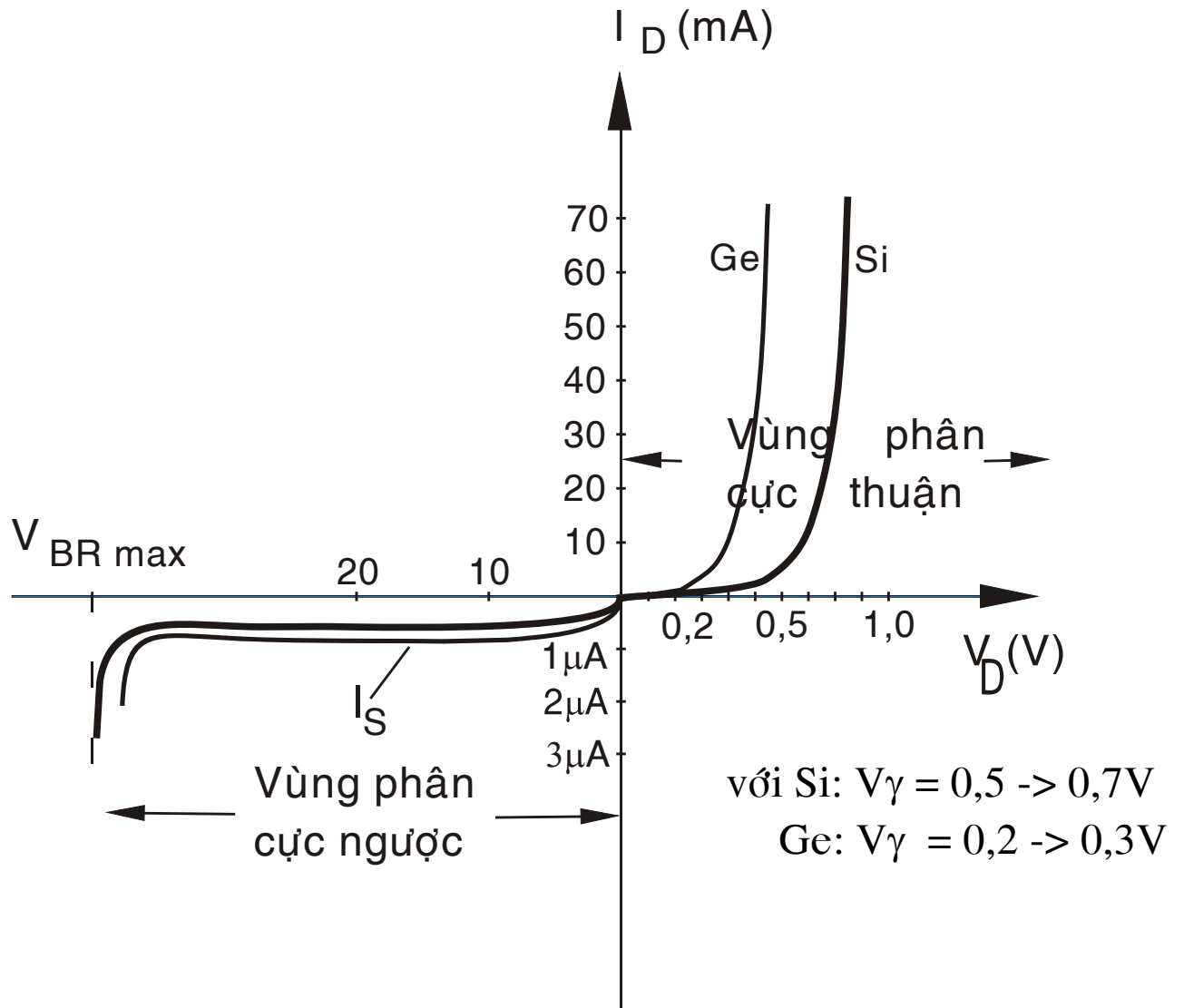
## DIODE BÁN DẪN



Thông thường ký hiệu diode thường bắt đầu : **1N**,  
Hình dạng như hình vẽ, thân có màu đen thì vạch sẽ có màu tương  
phản. Vạch ngang trên diode dùng để xác định chân Kathode (K)

VD:     1N 4001 ; 1N 4007; 1N 5406 ; 1N 1206

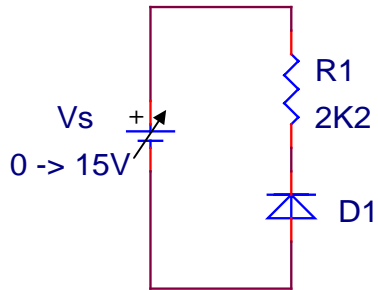
## ĐẶC TUYẾN VOLT – AMPRE CỦA DIODE



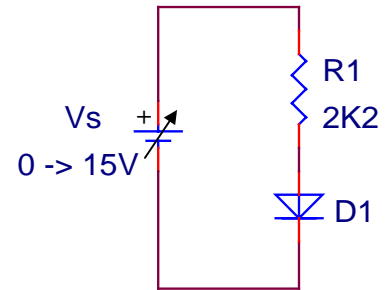
$$I_D = I_{osat} \left( e^{\frac{V_D}{25mV}} - 1 \right)$$



## MẠCH KHẢO SÁT ĐẶC TUYẾN V – A CỦA DIODE



**Hình 4-2-4:** Mạch khảo sát Diode khi phân cực nghịch



Khi phân cực thuận

## ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ LÊN DIODE

- Khi nhiệt độ tăng , thì  $V_\gamma$  giảm:

$$\frac{\Delta V_\gamma}{\Delta T} = K_v$$

với  $K_v = -2,5\text{mV}/^\circ\text{C}$  (đối với Ge) =  $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$  (đối với Si)

- Khi nhiệt độ tăng , thì dòng bão hòa ngược  $I_{\text{osat}}$  tăng

$$I_{\text{osat}} = I_{\text{osat (R)}} \cdot e^{K_I (T - 25)}$$

với  $I_{\text{osat (R)}}$  : dòng điện rỉ ở nhiệt độ phòng  $25^\circ\text{C}$

$K_I$  : hệ số nhiệt =  $0,07/^\circ\text{C}$  (đối với Ge) =  $0,12/^\circ\text{C}$  (đối với Si)

$T$  : nhiệt độ môi trường

$I_{\text{osat}}$ : dòng rỉ ở nhiệt độ  $T$

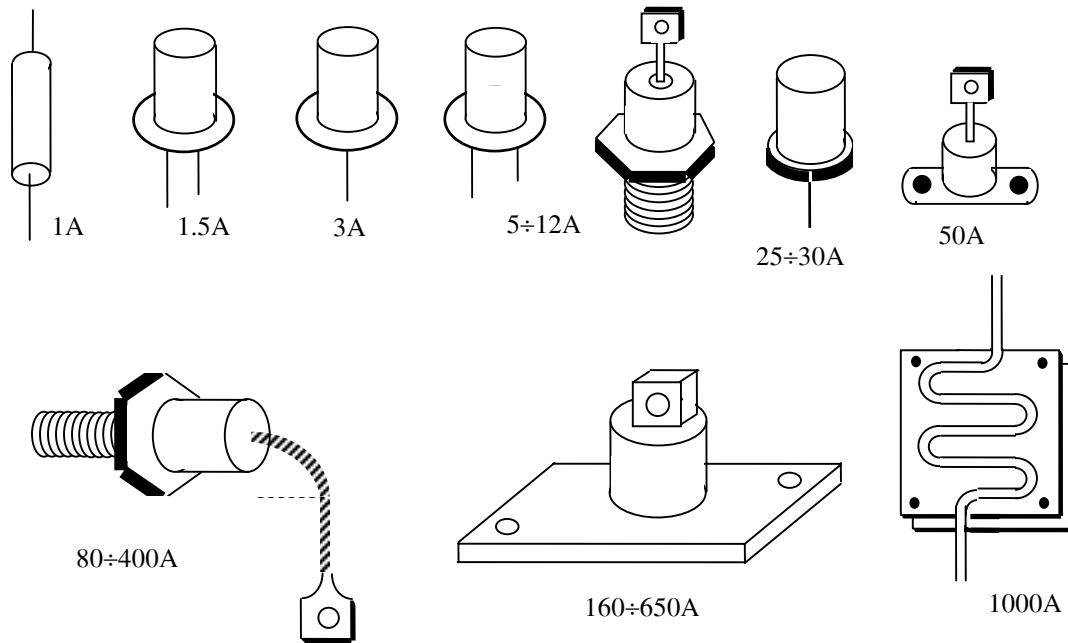
## **CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA DIODE**

- Chất bán dẫn chế tạo để có  $V_F$  ( $V_\gamma$ ) .
- $I_{Fmax}$  : dòng điện thuận tối đa
- $V_{BR max}$  (hay  $V_{PIV}$  : peak reverse voltage) : điện áp ngược tối đa
- $I_{Rmax}$  ( $I_s$ ) dòng điện nghịch tối đa.

Ví Dụ :

| Mã số  | Chất | $I_{Fmax}$     | $V_{Rmax}$ | $I_s$     | Công dụng |
|--------|------|----------------|------------|-----------|-----------|
| 1N4001 | Si   | 1 <sup>A</sup> | 50v        | 5 $\mu$ A | Nắn dòng  |
| 1N4002 | Si   | 1 <sup>A</sup> | 100v       | 5 $\mu$ A | Nắn dòng  |
| 1N4004 | Si   | 1 <sup>A</sup> | 400v       | 5 $\mu$ A | Nắn dòng  |
| 1N4007 | Si   | 1 <sup>A</sup> | 1000v      | 5 $\mu$ A | Nắn dòng  |
| 1N5404 | Si   | 3 <sup>A</sup> | 400v       | 5 $\mu$ A | Nắn dòng  |
| 1N5408 | Si   | 3 <sup>A</sup> | 1000v      | 5 $\mu$ A | Nắn dòng  |

## HÌNH DẠNG CỦA MỘT SỐ DIODE



**Hình 4-2-5:** Hình dạng một số diode

## ĐIỆN TRỞ VÀ TỤ CỦA DIODE

### 1. Điện trở tĩnh : $R_{DC}$

Tại điểm hoạt động trên đặc tuyến, điện trở tĩnh của diode được xác định theo công thức:

$$R_{DC} = \frac{V_D}{I_D} \text{ (}\Omega\text{)}$$

Ví dụ như hình vẽ 4-2-6,

Ở điểm Q :  $R_{DC} = 0.8V / 20mA = 40 \text{ (}\Omega\text{)}$

Tại Q' :  $R_{DC} = 0.5 / 2mA = 250 \Omega \text{ ( pcthận)}$

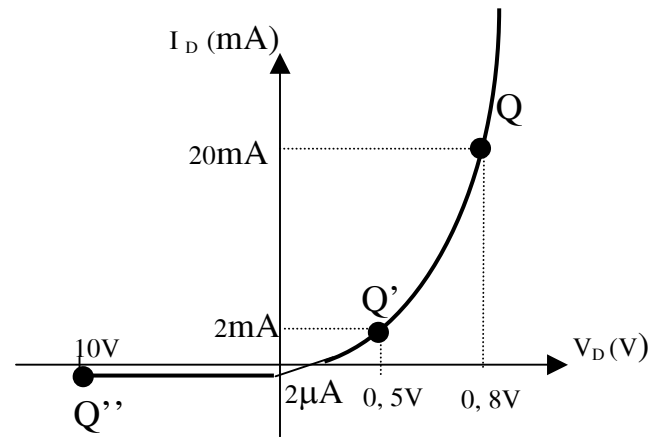
Tại Q'' :  $R_{DC} = -10 / -2\mu A = 5M\Omega \text{ (pc nghịch)}$

Nhận xét :

Khi phân cực thuận :  $I_D$  tăng lên mạnh  $\Rightarrow R_D$  nhỏ

Khi phân cực nghịch :  $I_D$  rất nhỏ  $\Rightarrow R_D$  lớn

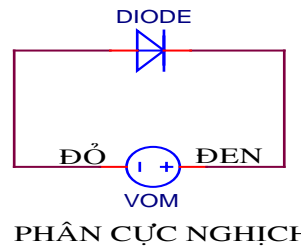
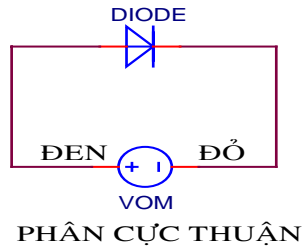
$\Rightarrow$  Người ta lợi dụng tính chất này để đo thử diode bằng đồng hồ VOM.



**Hình 4-2-6**

## CÁCH ĐO THỬ – KIỂM TRA DIODE:

- Để VOM ở giai R x 100 :



**Hình 4-2-7:** Cách đo thử diode

- Nếu  $R_t = R_{ng} = 0\Omega$  : Diode nối tắt
- Nếu  $R_t = R_{ng} = \infty \Omega$  : Diode đứt

## **2. Điện trở động : $r_d$**

$$r_d = \Delta V_D / \Delta I_D = dV_D / dI_D$$

Ở nhiệt độ phòng ( $25^0\text{C}$ ), ta có  $KT/q = 25\text{mV}$ , nên

|                                      |
|--------------------------------------|
| $r_d = 25(\text{mV})/I_D(\text{mA})$ |
|--------------------------------------|



### 3. Tụ của mối nối p – n :

#### a. Tụ của diode khi phân cực ngược:

$$C_p = \epsilon \frac{S}{d}$$

Với  $\epsilon = \epsilon_0 \times 11,7$  (Si)

$\epsilon = \epsilon_0 \times 15,8$  (Ge)

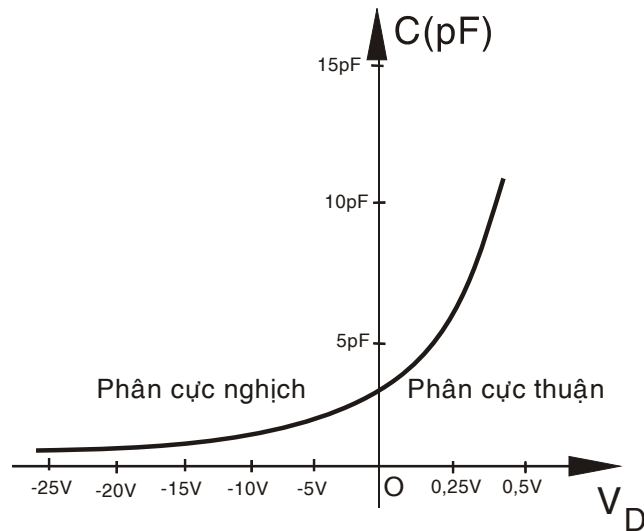
và  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{F/m}$

S: tiết diện của mối nối P-N

d: Độ rộng vùng nghèo

#### b. Tụ của diode khi phân cực thuận:

$$C_D = \frac{dQ}{dV} \quad : \text{được gọi là tụ khuếch tán}$$



**Hình 4-2-8:** Đặc tuyến của tụ chuyển tiếp  $C_T$  và tụ khuếch tán  $C_D$  của một diode Si