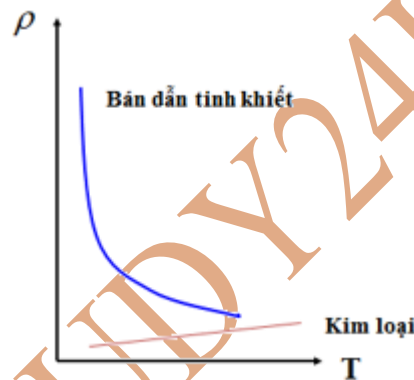


DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT BÁN DẪN

A. LÝ THUYẾT

1. Chất bán dẫn và tính chất

- Chất bán dẫn là vật liệu trung gian giữa chất cách điện và chất dẫn điện. Chất bán dẫn hoạt động như chất cách điện ở nhiệt độ thấp và hoạt động như một chất dẫn điện ở nhiệt độ cao.
- Nhóm vật liệu bán dẫn tiêu biểu là silic và gecmani.
- Những biểu hiện quan trọng đầu tiên của chất bán dẫn:
 - Ở nhiệt độ thấp, điện trở suất của chất bán dẫn siêu tinh khiết rất lớn. Khi nhiệt độ tăng, điện trở suất giảm nhanh, hệ số nhiệt điện trở có giá trị âm.
 - Điện trở suất của chất bán dẫn giảm rất mạnh khi pha một ít tạp chất.
 - Điện trở của bán dẫn giảm đáng kể khi bị chiếu sáng hoặc bị tác dụng của các tác nhân ion hóa khác.
 - Điện trở suất của kim loại và bán dẫn tinh khiết phụ thuộc khác nhau vào nhiệt độ.



2. Hạt tải điện trong chất bán dẫn.

Chất bán dẫn chia ra làm hai loại: loại n và bán dẫn loại p.

a) Bán dẫn loại n và bán dẫn loại p

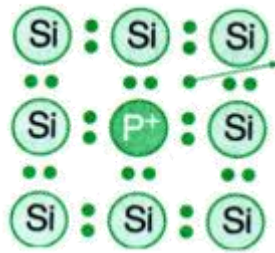
- Bán dẫn có hạt tải điện âm gọi là bán dẫn loại n.
- Bán dẫn có hạt tải điện dương gọi là bán dẫn loại p.

b) Electron và lỗ trống

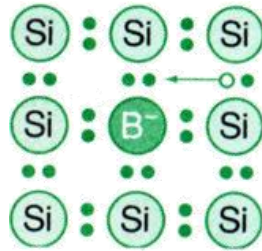
- Chất bán dẫn có hai loại hạt tải điện là electron và lỗ trống.
- Dòng điện trong chất bán dẫn là dòng các electron dẫn chuyển động ngược chiều điện trường và dòng các lỗ trống chuyển động cùng chiều điện trường.

c) Tạp chất cho (đônô) và tạp chất nhận (axep-tô)

- Khi pha tạp chất là những nguyên tố có năm electron hóa trị vào trong tinh thể silic thì mỗi nguyên tử tạp chất này cho tinh thể một electron dẫn. Ta gọi chúng là tạp chất cho hay đônô. Bán dẫn có pha đônô là bán dẫn loại n, hạt tải điện chủ yếu là electron.



- Khi pha tạp chất là những nguyên tố có ba electron hóa trị vào trong tinh thể silic thì mỗi nguyên tử tạp chất này nhận một electron liên kết và sinh ra một lỗ trống nên được gọi là tạp chất nhận hay axepito. Bán dẫn có pha axepito là bán dẫn loại p, hạt tải điện chủ yếu là các lỗ trống.

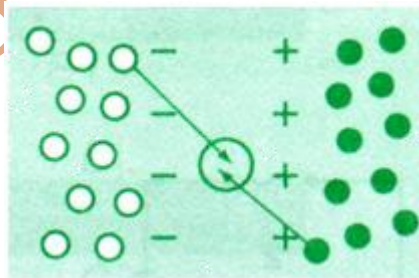


3. Lớp chuyển tiếp p – n

Lớp chuyển tiếp p – n là chỗ tiếp xúc của miền mang tính dẫn p và miền mang tính dẫn n được tạo ra trên một tinh thể bán dẫn.

a) Lớp nghèo

- Miền bán dẫn loại p, hạt tải điện chủ yếu là lỗ trống.
- Miền bán dẫn loại n, hạt tải điện chủ yếu là electron tự do.
- ⇒ Tại lớp chuyển tiếp p – n electron tự do và lỗ trống trà trộn vào nhau.
- Khi electron gặp lỗ trống (nơi liên kết thiếu electron), nó sẽ nối lại liên kết và một cặp electron – lỗ trống sẽ biến mất.
- Ở lớp chuyển tiếp p – n sẽ hình thành một lớp không có hạt tải điện được gọi là lớp nghèo.



- Ở lớp chuyển tiếp p – n, lớp nghèo, về phía bán dẫn n có các ion đônô tích điện dương, về phía bán dẫn p có các ion axepito tích điện âm.
- Điện trở của lớp nghèo rất lớn.

b) Dòng điện chạy qua lớp nghèo

- Nếu đặt một điện trường có chiều hướng từ bán dẫn p sang bán dẫn n thì:
 - Lỗ trống trong bán dẫn p sẽ chạy theo cùng chiều điện trường vào lớp nghèo.
 - Electron trong bán dẫn n sẽ chạy ngược chiều điện trường vào lớp nghèo.
- Quy ước:

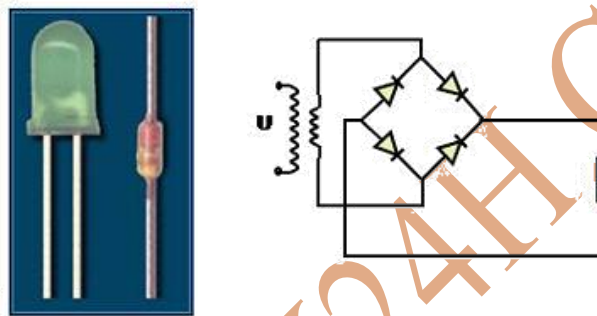
- Chiều dòng điện qua lớp nghèo từ p sang n (chiều thuận).
- Chiều dòng điện không qua lớp nghèo từ p sang n (chiều ngược).

c) Hiện tượng phun hạt tải điện

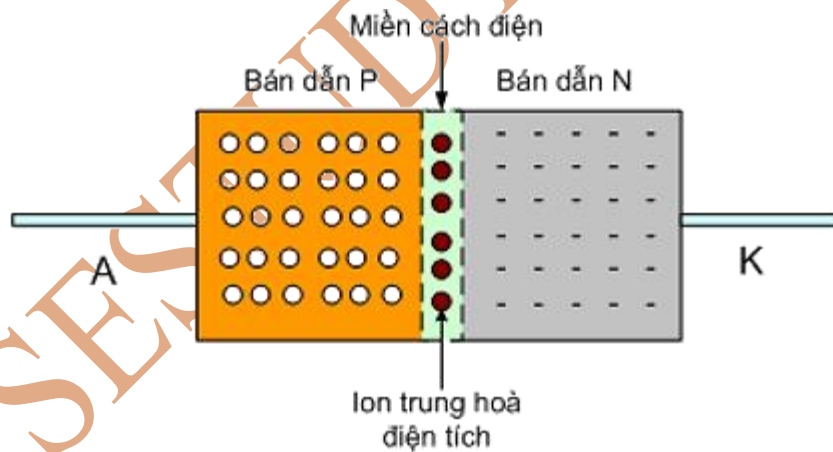
- Khi dòng điện đi qua lớp chuyển tiếp p – n theo chiều thuận, các hạt tải điện đi vào lớp nghèo có thể đi tiếp sang miền đối diện. → có hiện tượng phun hạt tải điện từ miền này sang miền khác.
- Các hạt tải điện không thể đi xa quá 0,1 mm vì cả hai miền p và n lúc này đều có electron và lỗ trống nên chúng dễ gặp nhau và biến mất từng cặp.

4. Điốt bán dẫn và mạch chỉnh lưu dùng điốt bán dẫn

Khi có được hai chất bán dẫn loại p và n, nếu ghép hai chất bán dẫn theo một tiếp giáp p – n ta được một điốt bán dẫn.

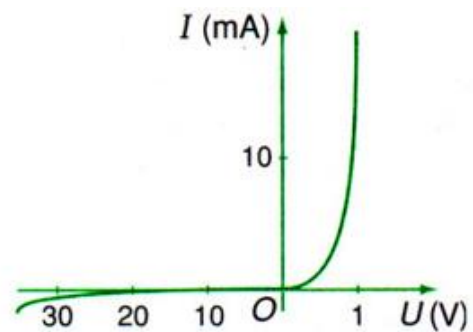
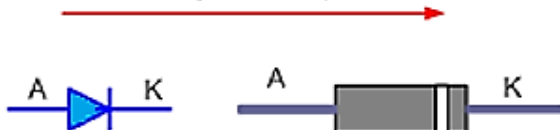


Tại bề mặt tiếp xúc, các điện tử dư thừa trong bán dẫn n khuếch tán sang vùng bán dẫn p để lấp vào các lỗ trống tạo thành lớp ion trung hòa điện tích, lớp này là miền cách điện.



Đặc tuyến Vôn-Ampe và chiều dòng điện trong diode.

Chiều dòng điện đi qua Diode



5. Tranzito lưỡng cực n – p – n.

Cấu tạo và nguyên lí hoạt động :

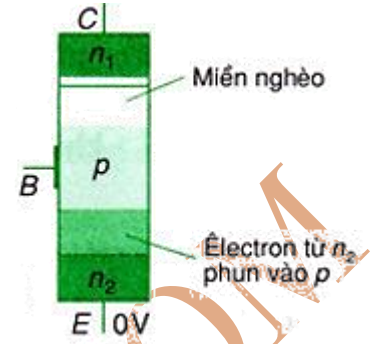
a) Hiệu ứng tranzito

- Xét tinh thể bán dẫn $n_1 - p - n_2$, các điện cực B, C, E. Mật độ electron ở $n_2 \gg$ mật độ lỗ trống ở p. U_{BE} điện áp thuận, U_{CE} lớn (10V).

• Khi miền p rất dày, n_1 và n_2 cách xa nhau:

Lớp $n_1 - p$ phân cực ngược, R_{CB} lớn.

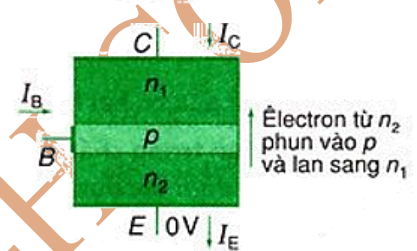
Lớp $p - n_2$ phân cực thuận, electron phun từ n_2 sang p, không tới được lớp $p - n_1$; không ảnh hưởng tới R_{CB} .



• Khi miền p rất mỏng, n_1 và n_2 rất gần nhau:

Electron từ n_2 phun vào p và lan sang n_1 làm cho R_{CB} giảm đáng kể.

\Rightarrow Hiệu ứng dòng điện chạy từ B sang E làm thay đổi điện trở R_{CB} gọi là hiệu ứng tranzito



b) Tranziro lưỡng cực n – n

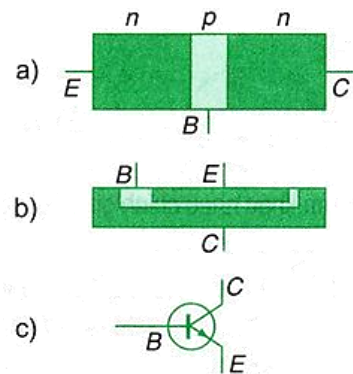
Tinh thể bán dẫn được pha tạp để tạo ra một miền p rất mỏng kẹp giữa hai miền n_1 và n_2 gọi là tranzito lưỡng cực n – p – n. Tranzito có ba cực:

- Cực góp hay colectơ, kí hiệu là C.
- Cực đáy hay cực gốc hoặc bazơ, kí hiệu là B.
- Cực phát hay emitơ, kí hiệu là E.

a - Mô hình

b - Cấu trúc thực

c - Kí hiệu của tranzito n – p – n



Ứng dụng: lắp mạch khuếch đại và khóa điện tử.

B. BÀI TẬP

Câu 1: Chọn một đáp án sai khi nói về tính chất điện của bán dẫn:

- A. Điện trở suất ρ của bán dẫn có giá trị trung gian giữa kim loại và điện môi.
- B. Điện trở suất ρ của bán dẫn tinh khiết giảm mạnh khi nhiệt độ tăng.
- C. Tính chất điện của bán dẫn phụ thuộc rất mạnh vào các tạp chất có mặt trong tinh thể.
- D. Điện dẫn suất σ của bán dẫn tinh khiết giảm mạnh khi nhiệt độ tăng.

Câu 2: Chọn một đáp án sai khi nói về bán dẫn:

- A. Nếu bán dẫn có mật độ electron cao hơn mật độ lỗ trống thì nó là bán dẫn loại n.
- B. Nếu bán dẫn có mật độ lỗ trống cao hơn mật độ electron thì nó là bán dẫn loại p.
- C. Nếu bán dẫn có mật độ lỗ trống bằng mật độ electron thì nó là bán dẫn tinh khiết.
- D. Dòng điện trong bán dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các lỗ trống cùng hướng điện trường.

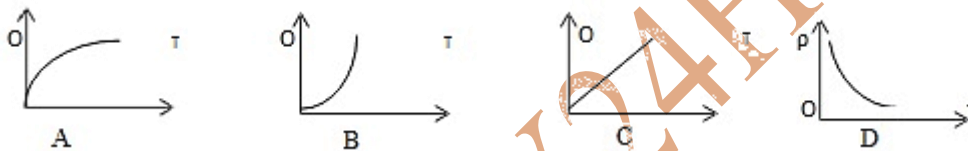
Câu 3: Dòng điện trong bán dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các hạt:

- A. electron tự do
- B. ion
- C. electron và lỗ trống
- D. electron, các ion dương và ion âm

Câu 4: Chọn một đáp án sai khi nói về bán dẫn:

- A. Ở nhiệt độ thấp, bán dẫn dẫn điện kém giống như điện môi.
- B. Ở nhiệt độ cao bán dẫn dẫn điện khá tốt giống như kim loại.
- C. Ở nhiệt độ cao, trong bán dẫn có sự phát sinh các electron và lỗ trống.
- D. Dòng điện trong bán dẫn tuân theo định luật Ôm giống kim loại.

Câu 5: Mối liên hệ giữa điện trở suất của bán dẫn vào nhiệt độ được biểu diễn bằng đồ thị nào sau đây:



Câu 6: Đáp án nào sau đây là sai khi nói về lớp chuyển tiếp p – n:

- A. Có điện trở lớn, vì ở gần đó hầu như không có hạt tải điện tự do.
- B. Dẫn điện tốt theo một chiều từ p sang n.
- C. Dẫn điện tốt theo một chiều từ n sang p.
- D. Có tính chất chỉnh lưu.

Câu 7: Chọn một đáp án sai:

- A. Khi dòng điện chạy qua điốt phát quang, ở lớp chuyển tiếp p – n có ánh sáng phát ra.
- B. Tranzito là dụng cụ bán dẫn có hai lớp chuyển tiếp p – n.
- C. Cặp nhiệt điện bán dẫn có hệ số nhiệt điện động lớn gấp trăm lần so với cặp nhiệt điện kim loại.
- D. Photodiode dùng để biến tín hiệu ánh sáng thành tín hiệu âm thanh.

Câu 8: Chọn một đáp án sai khi nói về điện trở quang:

- A. Là linh kiện bán dẫn có độ dày vài chục micromet, trên đó gắn hai điện cực kim loại.
- B. Là linh kiện áp dụng tính chất điện trở thay đổi theo cường độ chiếu sáng.
- C. Là linh kiện có điện trở lớn và bề mặt rộng, chiếu ánh sáng thích hợp vào thì điện trở của nó tăng mạnh.
- D. Là linh kiện ứng dụng phổ biến trong các mạch tự động hóa.

Câu 9: Điốt chỉnh lưu bán dẫn:

- A. Có lớp tiếp xúc p – n chỉ cho dòng điện chạy qua theo một chiều từ p sang n.
- B. Có lớp tiếp xúc p – n chỉ cho dòng điện chạy qua theo một chiều từ n sang p.

- C. Nối nó với nguồn điện ngoài để cực dương nguồn nối với n, cực âm nguồn nối với p, thì nó cho dòng qua.
- D. Nối nó với nguồn điện ngoài để cực dương nguồn nối với p, cực âm nguồn với n, thì nó không cho dòng qua.

Câu 10: Chọn một đáp án sai khi nói về cấu tạo của tranzito:

- A. Cực phát là Emitơ
B. Cực góp là Colectơ
C. Cực gốc là Bazơ
D. Cực gốc là Colectơ

Câu 11: Mối quan hệ giữa các dòng điện chạy trong tranzito là:

- A. $I_C = I_B + I_E$
B. $I_B = I_C + I_E$
C. $I_E = I_C + I_B$
D. $I_C = I_B \cdot I_E$

Câu 12: Chất bán dẫn có các tính chất:

- A. Điện trở suất lớn ở nhiệt độ thấp, và giảm mạnh khi nhiệt tăng, tạp chất ảnh hưởng mạnh đến tính chất điện.
- B. Điện trở suất lớn ở nhiệt độ thấp, và tăng khi nhiệt tăng, tạp chất không ảnh hưởng đến tính chất điện.
- C. Điện trở suất nhỏ ở nhiệt độ thấp, và giảm mạnh khi nhiệt tăng, tạp chất ảnh hưởng mạnh đến tính chất điện.
- D. Điện trở suất nhỏ ở nhiệt độ thấp, và tăng khi nhiệt tăng, tạp chất không ảnh hưởng đến tính chất điện.

Câu 13: Lỗ trống bên trong bán dẫn có các đặc điểm nào:

- A. Mang điện dương, có độ lớn điện tích $\geq e$, di chuyển từ nguyên tử này đến nguyên tử khác.
- B. Mang điện dương hoặc âm, có độ lớn điện tích bằng e, di chuyển trong khoảng trống giữa các phân tử.
- C. Mang điện dương, có độ lớn điện tích bằng e, di chuyển từ nguyên tử này đến nguyên tử khác.
- D. Mang điện dương hoặc âm, có độ lớn điện tích bằng e, di chuyển từ nguyên tử này đến nguyên tử khác.

Câu 14: Trong các chất bán dẫn loại nào tồn tại đồng thời các hạt mang điện cơ bản và không cơ bản:

- A. Bán dẫn tinh khiết
B. Bán dẫn loại n
C. Bán dẫn loại p
D. Hai loại bán dẫn loại n và p

Câu 15: Sự dẫn điện riêng xảy ra trong loại bán dẫn nào:

- A. Bán dẫn tinh khiết
B. Bán dẫn loại n
C. Bán dẫn loại p
D. Cả 3 loại bán dẫn trên

Câu 16: Sự dẫn điện riêng do các loại hạt mang điện nào gây ra:

- A. Electron tự do
B. Lỗ trống
C. Hạt tải điện không cơ bản
D. Electron tự do và lỗ trống

Câu 17: Dòng điện ngược qua lớp tiếp xúc p – n được tạo ra khi :

- A. Điện trường ngoài đặt vào cùng chiều với điện trường trong của lớp tiếp xúc p – n.
- B. Nối bán dẫn p với cực âm, bán dẫn n với cực dương của nguồn điện bên ngoài.
- C. Chỉ có dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện không cơ bản qua lớp tiếp xúc p – n.

D. A và B

Câu 18: Ở các trường hợp nào lỗ trống được tạo ra:

- A. Electron hóa trị giải phóng khỏi liên kết giữa các nguyên tử bán dẫn.
- B. Nguyên tử tạp chất hóa trị 5 mất 1 electron cho mỗi liên kết giữa các nguyên tử bán dẫn.
- C. Nguyên tử tạp chất hóa trị 3 nhận thêm 1 electron từ mỗi liên kết giữa các nguyên tử bán dẫn.
- D. A và C

Câu 19: Ở các trường hợp nào electron dẫn được tạo ra:

- A. Electron hóa trị giải phóng khỏi liên kết giữa các nguyên tử bán dẫn.
- B. Nguyên tử tạp chất hóa trị 5 mất 1 electron cho mỗi liên kết giữa các nguyên tử bán dẫn.
- C. Nguyên tử tạp chất hóa trị 3 nhận thêm 1 electron từ mỗi liên kết giữa các nguyên tử bán dẫn.
- D. A và B

Câu 20: Ở nhiệt độ phòng, trong bán dẫn Si tinh khiết có số cặp điện tử – lỗ trống bằng 10 - 13 lần số nguyên tử Si. Số hạt mang điện có trong 2 mol nguyên tử Si là:

- A. $1,205 \cdot 10^{11}$ hạt.
- B. $24,08 \cdot 10^{10}$ hạt.
- C. $6,020 \cdot 10^{10}$ hạt.
- D. $4,816 \cdot 10^{11}$ hạt.

