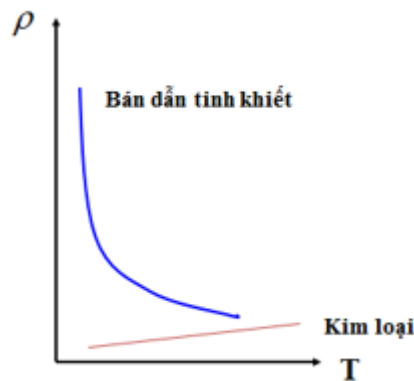


Bài 17. Dòng điện trong chất bán dẫn

1. Chất bán dẫn và tính chất

- Điện trở suất của chất bán dẫn có giá trị nằm trong khoảng trung gian giữa điện trở suất của kim loại và điện môi. 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 phụ thuộc mạnh vào 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.

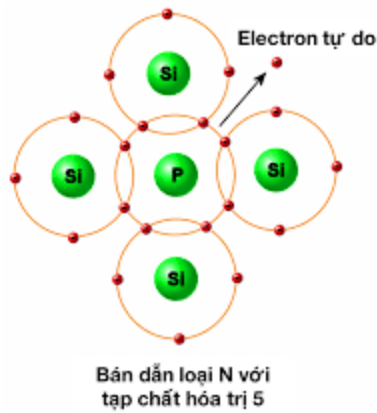


Sự phụ của điện trở suất của các chất vào nhiệt độ

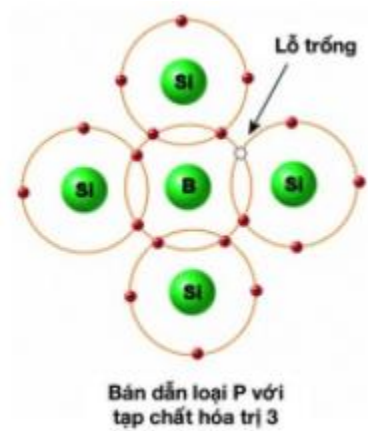
II. Hạt tải điện trong chất bán dẫn. Bán dẫn loại n và bán dẫn loại p

1. Bán dẫn loại n và bán dẫn loại p

- Xác định hạt tải điện cơ bản trong bán dẫn mang điện tích gì bằng cách làm cho 2 đầu chất bán dẫn ở nhiệt độ cao vào nhiệt độ thấp, chuyển động nhiệt có xu hướng đẩy hạt tải điện về phía đầu lạnh, nên đầu lạnh sẽ tích điện cùng dấu với hạt tải điện.
- + Bán dẫn có hạt tải điện âm gọi là bán dẫn loại n.

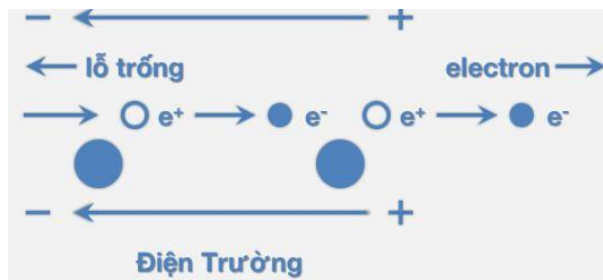


+ Bán dẫn có hạt tải điện dương gọi là bán dẫn loại p.



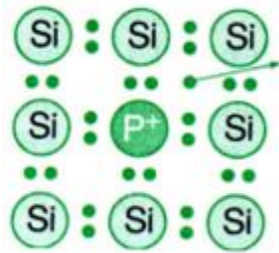
2. Electron và lỗ trống

- 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.

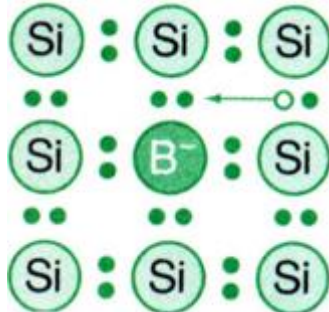


3. Tạp chất cho (đônô) và tạp chất nhận (axepô)

- 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 axepô. Bán dẫn có pha axepô là bán dẫn loại p, hạt tải điện chủ yếu là các lỗ trống.

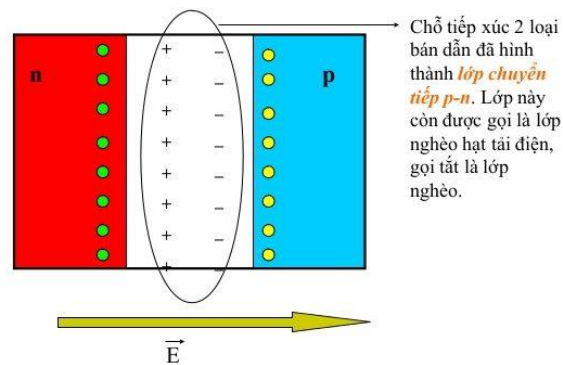


III. Lớp chuyển tiếp p – n

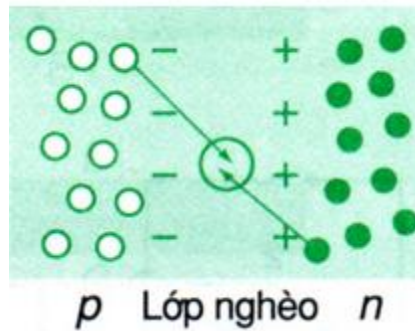
Lớp chuyển tiếp p – n là chỗ tiếp xúc của miền mang tính dẫn p và miền mang tính dẫn n được tạo ra trên một tinh thể bán dẫn.

1. Lớp nghèo

- Ghép bán dẫn loại n và bán dẫn loại p với nhau. Tại lớp chuyển tiếp p – n electron tự do và lỗ trống trà trộn vào nhau.



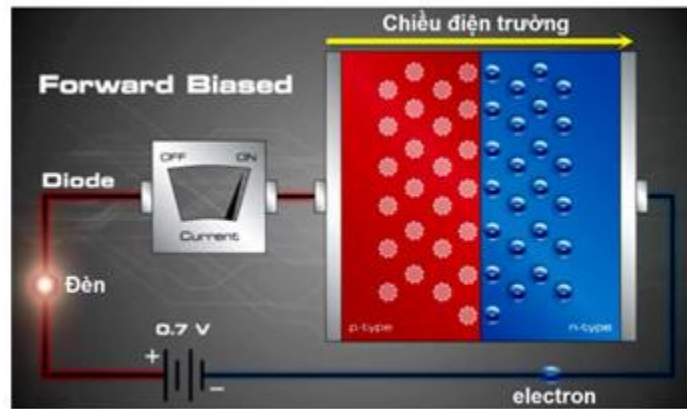
- Khi electron gặp lỗ trống (là chỗ liên kết bị thiếu electron), nó sẽ nối lại mối liên kết ấy và một cặp electron – lỗ trống sẽ biến mất. Ở lớp chuyển tiếp p – n sẽ hình thành một lớp không có hạt tải điện được gọi là lớp nghèo. Điện trở của lớp nghèo rất lớn.



- Ở lớp chuyển tiếp p – n, lớp nghèo, về phía bán dẫn n có các ion donor tích điện dương, về phía bán dẫn p có các ion acceptor tích điện âm.

2. 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 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 được lớp nghèo (từ p sang n) là *chiều thuận*.

+ Chiều dòng điện không qua lớp nghèo (từ n sang p) là *chiều ngược*.

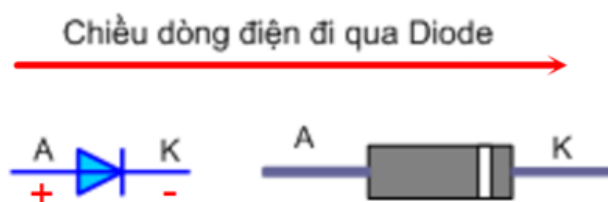
3. Hiện tượng phun hạt tải điện

- 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. Ta nói 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.

IV. Điôt bán dẫn và mạch chỉnh lưu dùng điôt bán dẫn

- Điôt bán dẫn có tính chỉnh lưu vì dòng điện chủ yếu chỉ chạy qua điôt theo chiều từ p sang n nên khi nối nó vào mạch điện xoay chiều, dòng điện cũng chỉ chạy theo một chiều.



- Một số loại điôt bán dẫn:



Điôt chỉnh lưu



Điôt phát quang



Điôt ổn áp

V. Tranzito lưỡng cực n – p – n. Cấu tạo và nguyên lí hoạt động

1. Hiệu ứng tranzito

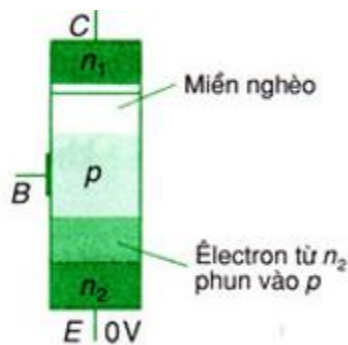
- Hiệu ứng dòng điện chạy từ B sang E làm thay đổi điện trở R_{CB} gọi là hiệu ứng tranzito.

- 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)

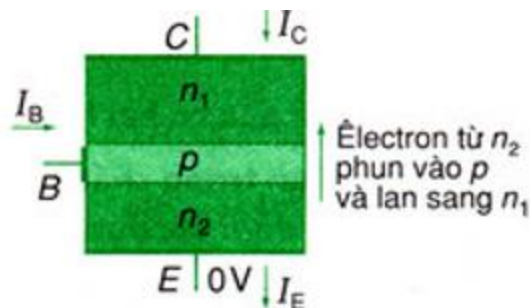
a. Khi miền p rất dày, n_1 và n_2 cách xa nhau:



+ 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} .

b. 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.

2. Tranzito lưỡng cực n – p - n

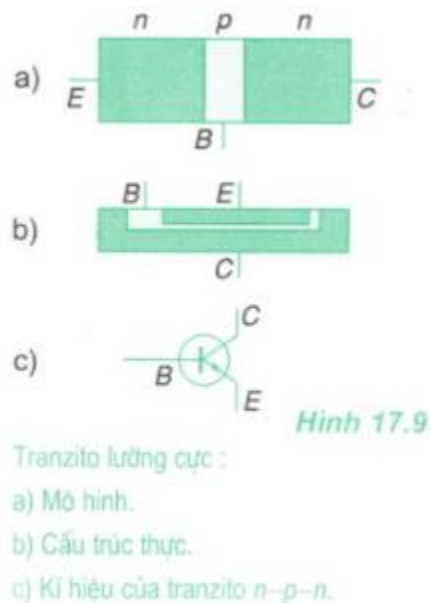
Một lớp bán dẫn p rất mỏng kẹp giữa hai lớp bán dẫn loại n thực hiện trên một tinh thể bán dẫn (Ge, Si,...) là một tranzito lưỡng cực n – p – n.

- Tranzito có ba cực:

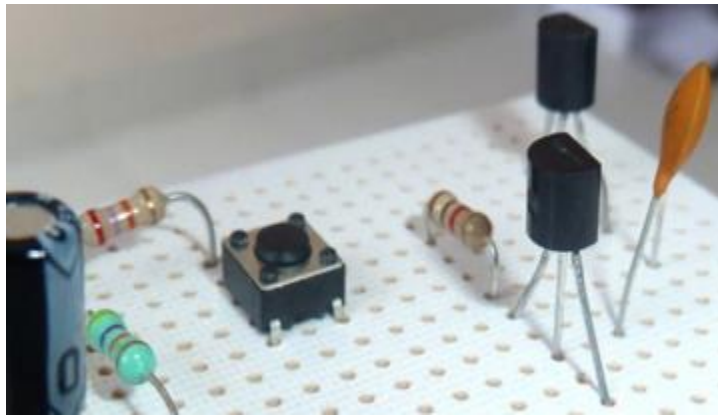
+ Cực góp hay collector, kí hiệu là C.

+ Cực đáy hay cực gốc hoặc bazơ, kí hiệu là B.

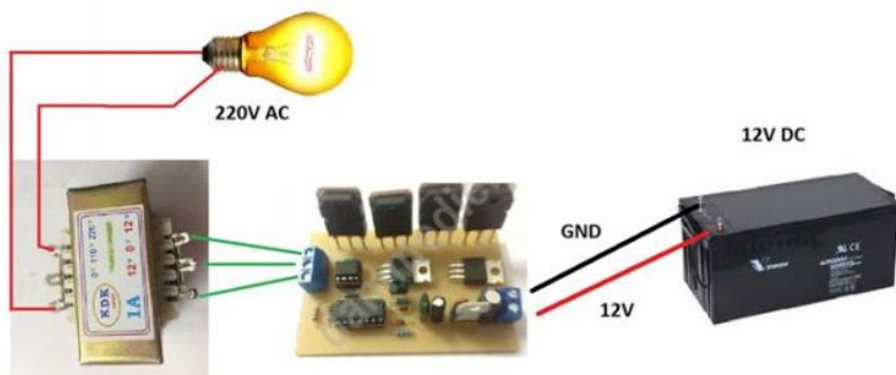
+ Cực phát hay emitter, kí hiệu là E.



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



Mạch khuếch đại



Mạch điều khiển