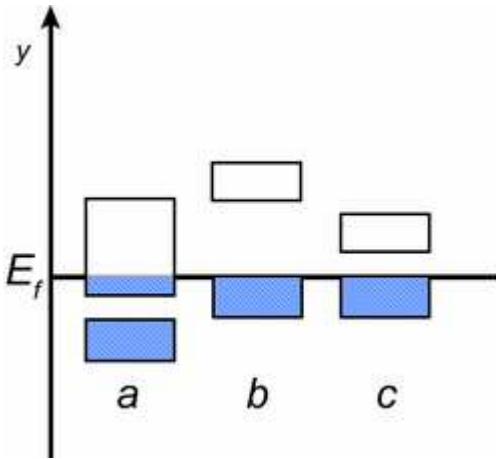


Semi-conducteurs

Les semi conducteurs sont des matériaux présentant une conductivité électrique intermédiaire entre les métaux et les isolants. Dans un semi-conducteur, un courant électrique est favorisé par deux types de porteurs : les électrons et les trous.



- La propagation par l'intermédiaire d'électrons est similaire à celle d'un conducteur classique : des atomes fortement ionisés passent leurs électrons en excès le long du conducteur d'un atome à un autre, depuis une zone ionisée négativement à une autre moins négativement ionisée.

- La propagation par l'intermédiaire de trous est différente : les charges électriques voyagent d'une zone ionisée positivement à une autre ionisée moins positivement par le mouvement d'un trou créé par l'absence d'un électron dans une structure électronique quasi-pleine.

Schéma théorique établi selon la théorie des bandes d'énergie indiquant suivant les cas la position respective de la bande de valence et de la bande d'énergie:

a : Métal, b : Isolant, c : Semi-conducteur

y : Énergie, E_f : Niveau de Fermi.

Le silicium pur ($Z=14$) est un semi-conducteur intrinsèque. Les propriétés d'un semi-conducteur peuvent être contrôlées en le dopant avec des impuretés déterminées : des atomes de silicium sont substitués par d'autres atomes du III^e et V^e groupe du tableau périodique (on utilise notamment l'Aluminium, l'Arsenic, le Gallium et l'Antimoine). Un semi-conducteur présentant plus d'électrons que de trous est dit de type N, tandis qu'un semi-conducteur présentant plus de trous que d'électrons est dit de type P.

Les éléments de type IV (C, Si, Ge, Sn) possèdent une structure électronique de type (ns^2, np^2), et peuvent former des orbitales σ et π liantes et anti-liantes. Lorsque ces atomes forment un réseau cristallin, l'énergie des orbitales liantes tend à diminuer, alors que celle des orbitales anti-liantes augmente (en fonction de la distance inter-atomique). En parallèle, les niveaux d'énergie correspondant aux orbitales tendent à s'étaler autour d'un niveau moyen, un phénomène dû à l'interaction des orbitales ; on parle alors de bandes d'énergie plutôt que de niveaux.

La bande correspondant à l'étalement de l'orbitale σ anti-liante est appelée bande de conduction ; la bande correspondant à l'étalement de l'orbitale π liante est appelée bande de valence.

Tant que l'énergie de la bande de conduction est inférieure ou comparable à celle de la bande de valence, des électrons peuvent circuler librement dans le cristal : le solide est conducteur. C'est le cas du magnésium. D'autres métaux comme le cuivre (Cu) ont des états vides dans la bande de valence. Dans cette situation, les électrons de la bande de valence peuvent conduire l'électricité en se déplaçant entre ces états et le matériau est là aussi bon conducteur.

Si, en revanche, l'énergie de la bande de valence devient inférieure à celle de la bande de conduction (lorsque les dimensions de la maille cristalline diminuent), les électrons vont peupler tous les niveaux liants : le solide devient isolant au zéro absolu. La différence d'énergie entre la bande de conduction et la bande de valence est appelée gap du matériau.

Si le gap est très important par rapport à l'énergie thermique, quasiment aucun électron ne peuple la bande de conduction : le matériau est isolant. À la température ambiante, cela signifie qu'avec un gap de 5 eV on a affaire à un bon isolant. Pour le Silicium, la bande de conduction contient quelques électrons produits par génération thermique qui suffisent à assurer une conduction minimale : le matériau est dit semi-conducteur.

La valeur E_f s'appelle **Énergie de Fermi**. C'est l'énergie maximale des états occupés par les électrons au zéro absolu. Sa valeur dépend du nombre d'électrons de valence et de la densité d'états accessibles ; elle est donc caractéristique du matériau. Dans les semi-conducteurs, le niveau correspondant à cette énergie (le niveau de Fermi) se trouve dans le gap. Cela a pour conséquence qu'à 0 Kelvin, la bande de valence est pleine tandis que la bande de conduction est vide. **Lorsque la température augmente, certains électrons sont capables de dépasser le niveau de Fermi et donc d'atteindre la bande de conduction.**

Les semi-conducteurs sont peu coûteux, fiables et d'une bonne durée de vie.