

Semiconductors

Tomeu Capó i Capó

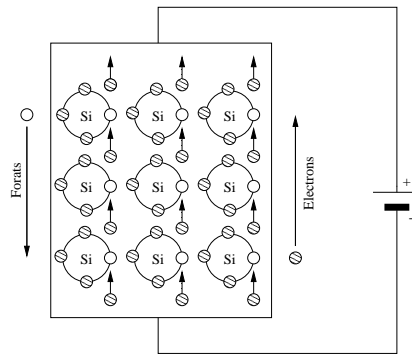
23 de juny de 2002

1 Semiconductors

Els semiconductors tenen una estructura mono-cristalina. La seva principal característica respecte a la conducció elèctrica, és que es troba a mitx camí entre els conductors i els aïllants, llavors ni son bon conductors, ni son mal aïllants com els plàstics. Els semiconductors més utilitzats són el Silici (Si) i el germani (Ge) entre els elements simples, i l'arseni de gali (AsGa) entre els elements composts.

En la representació simbòlica d'un àtom de silici, ens trobam que tenim un nucli amb 14 protons i 14 electrons distribuïts en tres orbitals. Una cosa curiosa que li passa en el silici es que quasi tots els orbitals estan complets menys el tercer orbital que està incomplet amb només quatre electrons, a aquests electrons s'en diuen electrons de valència. El àtoms de silici formen una xarxa cristal·lina.

En resum: Es denominen semiconductors els cosos els quals la seva resistivitat varia en sentit invers a la temperatura, esta generalment compresa entre 10^{-3} i $10^7 \Omega cm$ (o sigi 10^{-5} i $10^5 \Omega m$ a la temperatura ordinària).



Per un altre bande, si agafam un cristall de silici amb els electron lliures amb conducció desordenada, que han romput l'enllaç covalent, l'hi aplicam un potencial elèctric, pasa que els electrons lliures van cap al pol positiu.

Resumint-ho tot:

- Els **electrons** lliures son portadors de les carregues **negatives**, dirigint-se cap el pol positiu de la bateria i el seu desplaçament a través del conductor constitueix la corrent elèctrica.

- Els **forats** son els portadors de carregues **positives**, dirigint-se cap el pol negatiu de la bateria (en sentit contrari a com ho fan els electrons). Però, en els forats no hi ha desplaçament material de carrega alguna, sino nomès el sentit del moviment en el que es crean els forats.
- Al connectar una bateria **circula una corrent elèctrica** en el circuit tancat, essent bfseries constant en tot moment el número d'electrons dins del cristall de silici.
- *Els forats només existeixen dins l'interior del cristall* **semiconductor**, però en el **conductor exterior** només circulen els **electrons** que donen lloc a la corrent elèctrica.

Un cristall semiconductor de silici pur es denomina **semiconductor intrinsec**. En la pràctica els semiconductors s'utilitzen amb impureses afegides anomenan-se **semiconductors extrínsecs**. Aquesta operació d'afegir impureses s'anomena **dopatge**, serveix per a reduir la resistència elèctrica del semiconductor, utilitzant dos tipus de impureses:

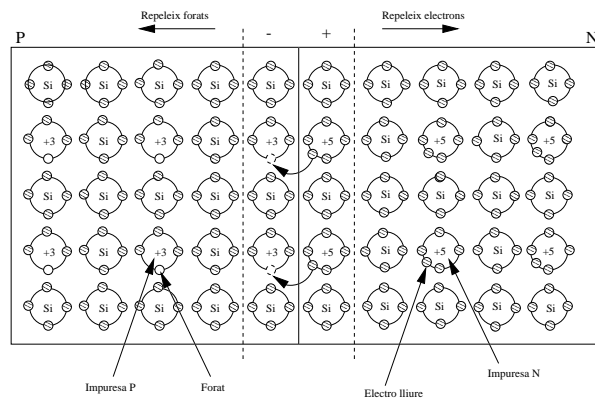
- Impureses perntavalents. Són les consituïdes per àtoms que tenen cinc electrons de valència en el seu orbital més exterior. Entre ells es troben el fòsfor, l'antimoni i l'arsènic.
- Impureses trivalents. Són les dels materials amb àtoms de tres electrons de valència en el seu orbital més exterior. Entre ells es troba el bor, el gali i l'indi.

Semiconductor dopat amb impureses pentavalents. TIPUS N: Quan un element amb cinc electrons de valència (com el fòsfor) entra en la xarxa cirstalina del silici, es completen els quatre electrons de valència que es necessiten per arribar a l'equilibri i queda lliure un cinqué electró el que fa que sigui molt millor conductor.

Semiconductor dopat amb impureses trivalents. TIPUS P: Quan s'introdueix una impuresa trivalent (com el bor) en la xarxa cristalina del silici, es formen tres enllasos covalents amb tres àtoms de silici veïns, quedant un quart àtom de silici amb un electró sense enllaçar, provocant un forat a la xarxa cristalina. L'impuresa trivalent es denomina acceptadora, essent els forants originats els que porten la carrega per el pas de la corrent elèctrica formada per electrons que son transportats de forat en forat.

2 Unió PN

En el dibuix d'abaix es representen els àtoms en forma simplificada. En la regió N els portadors majoritaris de carregues son els electrons que queden lliures dels àtoms de impureses pentavalents, i en la regió P els portadors majoritaris de carregues son els forats que creen els àtoms trivalents al implementar-se en la xarxa cristalina dels àtoms de silici que son tetravalents. Els electrons lliures de la regió N més pròxims a la regió P es mesclen en aquexia mateixa, produint-se la recombinació amb els forats de la regió P més pròxims. En la zona N es creen ions positius i en la zona P es creen ions negatius.



Si es polaritza la unió PN en sentit directe, es a dir, el pol positiu de la bateria, a la zona P i el pol negatiu a la zona N, la tensió U de la bateria contrarrestarà la barrera creada per la distribució espacial dels carregues en l'unio, desbloquejant, i aparaguent una circulació de electrons de la zona N a la zona P i una circulació de forats en sentit contrari.

Si es polaritza la unió PN en sentit invers, el pol positiu, a la zona N i el pol negatiu a la zona P, la tensió U de la bateria refòrça la barrera de potencial creada per la distribució espacial de carregues en l'unio, produint un augment d'ions negatius en la zona P i de ions positius en la zona N, axamplant, per tant, la barrera de potencial creada per la distribució de carregues, e impeding la circulació d'electrons i forants a través de l'unio. Degut del moviment tèrmic, existeixen ruptures d'unions entre àtoms que fan apareixer electrons lliures en la zona P, i forats a la zona N, que, encara sent minoritaris, provoquen una corrent inversa de la zona N a la zona P per l'interior de l'unio.