

Az anyagok elektromos vezetőképessége I. – elsőrendű vezetők

A tüzesetek jelentős részében valamilyen vezetőképés közeg szerepet játszik annak kialakulásában. Az olyan új technológiák, mint a LED, a mikrochip, a napelem, valamint olyan fogalmak, mint félvezetők a szigetelők, ionvezetés, lyukvezetők, illetve a gázok ionvezetésének megjelenési formái a tűzvizsgálatban és a tűz megelőzésben is jól hasznosíthatók. A szakma-specifikus ismereteket összegezte szerzőnk.

Vezetők és szigetelők

Az közismert, hogy az anyagok elektromos vezetőképességük alapján két nagy csoportba tartoznak. Lehetnek vezetők és szigetelők.

A vezetőkben olyan töltéssel bíró részecskék vannak (elektronok vagy ionok) amelyek elmozdulása már kis elektromos térerősség hatására bekövetkezik. Ezeket tovább bonthatjuk elsőrendű, ill. másodrendű vezetőkire. Az elsőrendű vezetők esetében az elektronok, mint töltéssel rendelkező részecskék, a másodrendű elektromos vezetők (ionos vezetők, vagy elektrolitok) esetén pedig folyékony, szilárd vagy légnemű halmazállapotú közegben mozgékony ionok és a térerő kölcsönhatása a vezetőben elektromos áramot, illetve ha ezt a vezető keresztmetszetére vonatkoztatjuk, elektromos áramsűrűséget alakít ki.



Az elsőrendű áramvezetés során kémiai változás nem történik

Vezetők – elektronvezetők = elsőrendű vezetők

A fémek jó vezetők (a villamos hálózatok, energia előállítók és a fogyasztók), amelyekben a legkülső elektronhéj elektronjai vesznek részt az áramvezetésében.

A vizsgálatok során érdemes figyelembe venni, hogy az elektronok egyirányú mozgásának átlagsebessége csak kb. 0,1 mm/s, viszont az áramlás a fém egész hosszában szinte egyidejűleg indul meg, ezért a villamos áram terjedési sebessége a fémbe és vákuumban a fény sebességét közelíti. Az elektronok sebessége a fotokatódból történő kilépésekor 48 km/s.

Az elektronok sebessége fémekben a következő képlettel számítható:

$$v = \sqrt{2E_x \frac{q_e}{m}}$$

Az elektronok sebessége függ: q_e : az elektron töltésétől, tömegétől $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, a térerősségtől E_x , amit az ütközés nélkül megtett szabad út jellemez.

Ha a térerősség 10 kV/cm és a szabad úthossz 10^{-6} m, akkor az elektron haladási sebessége 600 km/s a levegőben, az elektronok az ionoknál sokkal gyorsabban mozognak.

Félvezetők

Az olyan anyagokat, amelyeknek fajlagos ellenállása lényegesen nagyobb, mint a vezetőké, de nem szigetelő félvezetőknek nevezzük. A félvezetők fajlagos ellenállása a melegítés hatására csökken, hűtéskor viszont növekszik, 0 C⁰ közelében szigetelőkké válnak. Az áramvezetés során kémiai változás nem történik.

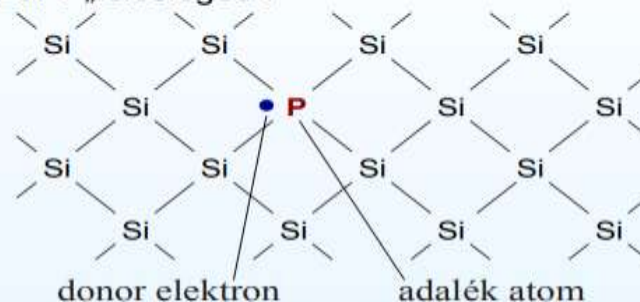
Lyukvezetők

A szilícium atomban a külső elektronhéjon 4 elektron található, ezek alkotják a szilícium kristályban az atomok közötti kötést. A kötést létesítő elektronpárok helyhez kötöttek, nincs szabad töltéshordozó, ami vezetné az áramot. A hőmérséklet emelkedésekor a hőmozgás következtében egyes elektronok kiszabadulnak a kötésből és a térerősséggel ellentétes irányban mozognak. *Ez az elektron vezetés!* A helyükön lyuk keletkezik, ami pozitív tehát átugorhat oda egy másik elektron és a térerősséggel egyező irányban kezd el mozogni. *Ez a lyukvezetés!*

Ha a szilíciumot olyan anyaggal szennyezik, aminek 5 vegyérték elektronja van, (arzén, foszfor, antimon) akkor a szennyező atom 1 elektronja nem vesz részt a kötésben, de könnyen leszakad és részt vesz a vezetésben.

5 vegyértékű adalék atom hatása

Adjunk pl. foszfor (P) atomot a Si-rácshoz! A P 5 vegyérték elektronja közül 1 „felesleges”:



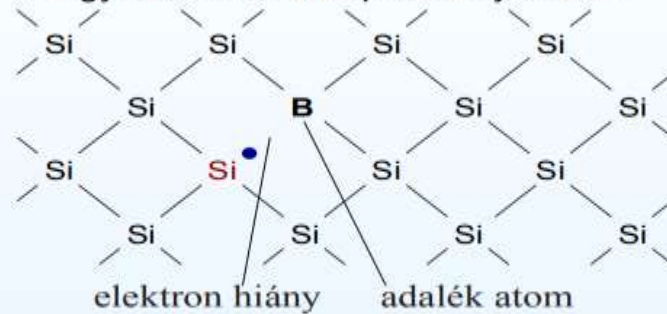
A plusz elektron majdnem teljesen szabad: a P-ion vonzása köti kissé. Ez csak 0,01 eV nagyságrendű kötési energiát jelent, ezért szobahőmérsékleten is majdnem minden adalék atom egy-egy vezetési elektront jelent.

Elnevezés: P a **donor atom**, a plusz elektron a **donor elektron**. Ez az adalékolás **n-típusú**.

Ha a szilíciumot olyan anyaggal szennyezik, aminek 3 vegyérték elektronja van, (indium, bór, alumínium, gallium) akkor egy olyan kötés is létrejön, amelyet csak 1 elektron hoz létre, tehát lyuk keletkezik. Így a lyukak lesznek többségben.

3 vegyértékű adalék atom hatása

Adjunk pl. bór (B) atomot a Si-rácshoz! A B 3 vegyérték elektronja hiányt jelent: az egyik kötő elektronpár hiányos lesz.

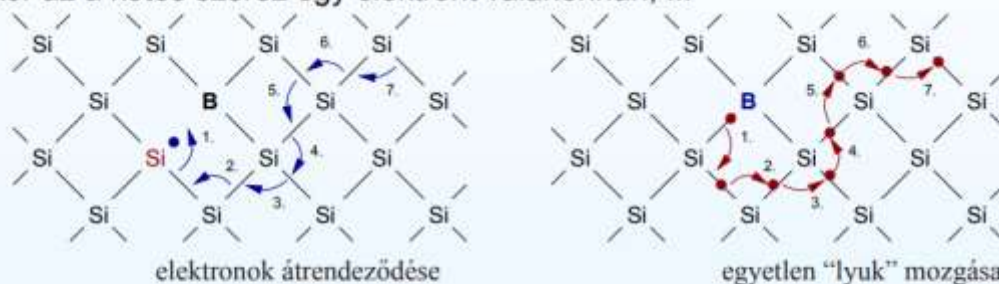


A B-Si kötés elektronhiánya az egész kristályra kiterjedő elektron-átrendeződést indít meg, mert az energiaminimum-elv miatt szeretne kiegészülni, de ezt csak a szomszédok rovására tudja megtenni. (Részletek a következő lapon.)

Elnevezés: B az **akceptor atom**. Ez az adalékolás **p-típusú**.

A lyukvezetés

Akceptor jelenléte esetén a hiányos kötés az energiaminimum-elv miatt ki akar egészülni. A szomszédból szerez egy elektront, de akkor ott lesz hiány, és akkor az a kötés szerez egy elektront valahonnan, ...



Az átrendeződés bonyolult: egyszerűbb, ha azt mondjuk meg, honnan hiányzik az elektron.

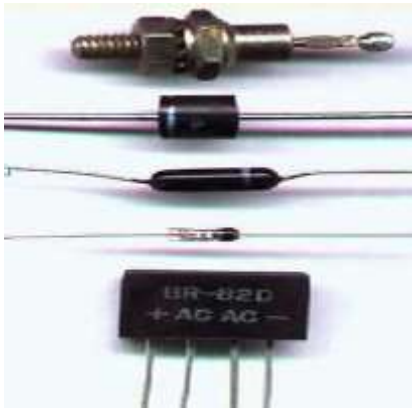
Gyakorlati alkalmazásai

Dióda

A **dióda** félvezető kristály, egyik része p típusú a másik része n típusú, ezért az egyik irányban átengedi az áramot, a másik irányba nem. A dióda elektronikai alkatrész, amelyet egyenirányításra, híradástechnikai célra, például rádióvevő készülékekben demodulálásra, illetve egyszerűbb logikai kapuáramkörökben is alkalmazható. Nagyáramú, nagyfeszültségű változatai is léteznek. Diódákat tartalmaz például a hajszárító, a mobiltelefon- vagy számítógép töltő, a rádiókészülék, a gépjármű-generátor.

Fotodióda

Speciális dióda a fényérzékelő fotodióda vagy a világító dióda: a LED (Light Emitting Diode). A **fotodiódában** fény hatására a záró rétegben a belső fényelektromos hatás miatt töltéshordozók szabadulnak fel, és vezetővé válik. A fotodióda külső feszültség nélkül fényelemként működik, elsősorban mérési és vezérlési feladatokban használják.



Diódák



Kék fényt kibocsátó dióda



LED-ek különböző tokozásban, színben és méretben

Tranzisztor, integrált áramkör

A **tranzisztor** olyan elektronikai alkatrész, amelyben a félvezető kristály három rétegből áll. A rétegek p-n-p vagy n-p-n sorrendben kapcsolódnak egymáshoz.

A középső réteg a bázis, a két szélső a kollektor, és az emitter. A tranzisztort áramok illetve áramváltozások erősítésére, valamint vezérelhető kapcsolók működtetésére használják. Tranzisztoros erősítőket tartalmaz a tv, a rádió, a magnó, a videó, a CD-lejátszó. Kapcsoló funkciót látnak el a kvarcóra, a zsebszámológép, a mobiltelefon, a számítógép és kiegészítői esetén.



Tranzisztorok

Ma egyetlen szilíciumlapkán tranzisztorok, kondenzátorok, ellenállások megfelelő kapcsolásban találhatóak. Ezeket nevezzük integrált áramköröknek. A mikroprocesszor többszáz tranzisztort tartalmaz egy négyzetcentiméternyi szilíciumkristályon.

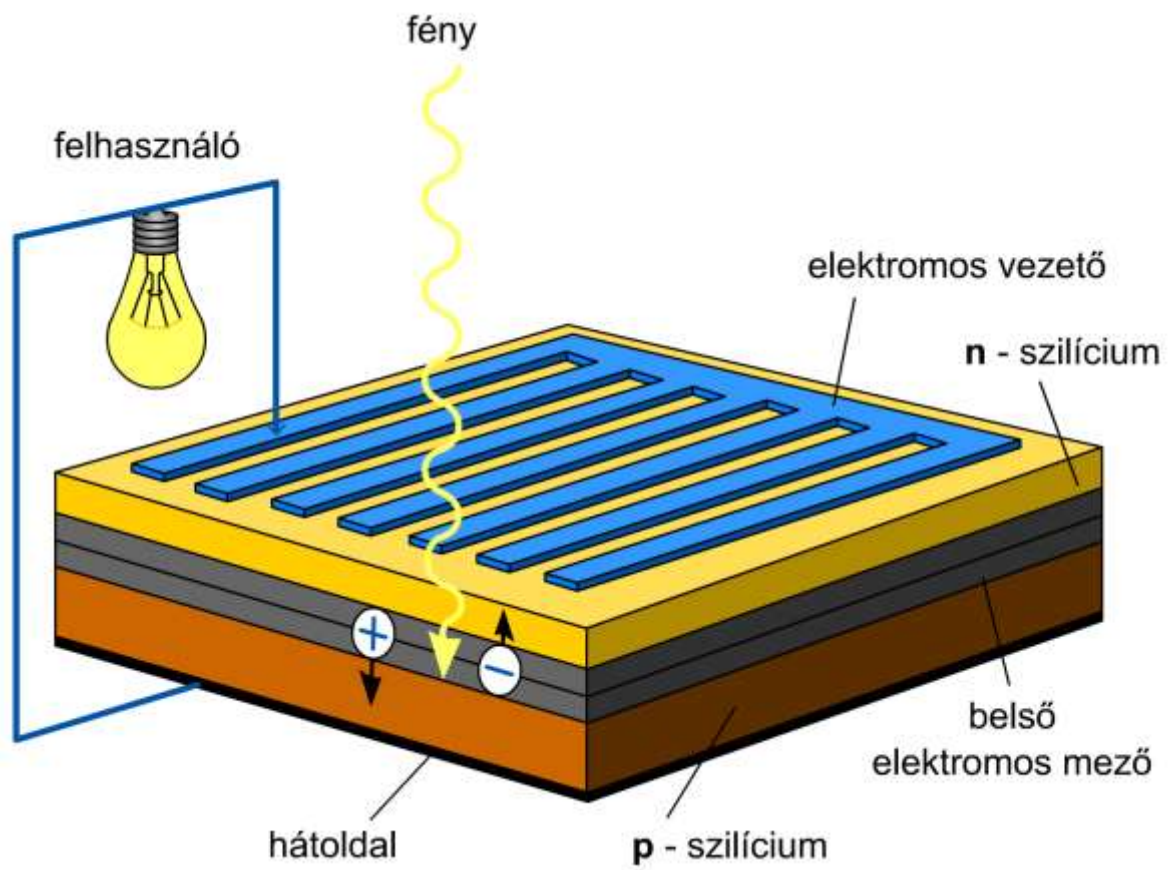
Az integrált áramkör IC, (Integrated Circuit) félvezető lapkán kialakított kisméretű áramkör. Ebbe a kategóriába sorolhatóak a multichip modulok is, melyek egyetlen tokban több chipet is tartalmazó áramkörök

Napelemek

A *napelem* cella félvezető anyagból készül, benne a Naptól kibocsátott fénynyaláb fotonjai kémiai kötések bontanak és a potenciálkülönbség hatására elektromos feszültséget gerjesztenek. Amikor a napsugár, vagyis fény éri a napelem cellát, a napsugár egy része elnyelődik a félvezetőn, az elnyelt fény áthatol a félvezetőn. A napfény fotonjai áthaladnak vékony n-rétegen, átadják energiájukat és elektronokat gerjesztenek a vezetési sávba, és ezáltal lyukak maradnak hátra a napelem cellában. Az energia szabadabbá teszi az elektronokat, így azok szabadon áramolnak. Mielőtt újra egyesülhetnének a párok, p-n átmenetben fellépő elektromos tér elválasztja őket.

Az elektronok a napelem cella felső felülete felé, a lyukak pedig az ellentétes irányba mozognak a napelem cellában, az elektromos áram áthalad a fogyasztón, majd a napelem alulsó részén visszatérnek, ahol újraegyesülnek az ott összegyűlt lyukakkal. A folyamatban nem használandnak el az elektronok, csupán átadják energiájukat. A szilícium napelem elméletileg akármeddig működőképes marad. A nagyobb energiaigény fedezésére több napelem modult kötnek össze. A napelemek napelem cellákból állnak, amelyek egymással sorba vannak kapcsolva. Használata széles körben elterjedt, például a napelemes órák, kalkulátorok, laptopok, útjelző táblák, napelem által meghajtott elektromos autók, napelemmel működtetett légkondicionáló egységek, szivattyúk.

Napelemek működése



Bónusz János ny. tű. alez. szakértő
Nagykovácsi