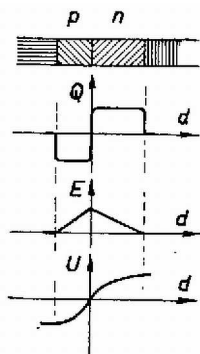


Összetett félvezető elemek. A rétegdíoda

Minőségileg új helyzet áll elő, ha összeillesztünk egy p - és egy n -típusú réteget. A hőmozgás következtében az n -rétegből az elektronok átjutnak a p -rétegbe. Ott a lyukakba beépülve megbontják p -réteg eddigi elektromosan semleges állapotát és egy negatív tértöltés tartományt hoznak létre. Az elektronok diffúziója addig tart, amíg a kialakult tértöltés olyan nagy nem lesz, hogy meggátolja további elektronok átjutását. A negatív tértöltést végeredményben a p -rétegbe bevitt szennyező atomokból az elektronok beépülésével keletkező negatív ionok adják. Így e réteg vastagságát a szennyezés mértéke határozza meg.

A fentiekhez hasonlóan a lyukak n -rétegbe történő diffundálásakor ott pozitív tértöltés alakul ki. A két típusú réteg határfelületének, a pn -átmenetek a két oldalán tehát különleges elektromos viszonyok alakulnak ki. Egy homogén eloszlású, de erősebben szennyezett p -réteg és kevésbé szennyezett n -réteg határfelületénél fellépő töltés-, télerősség- és feszültségviszonyokat mutatja a 10. ábra. Az abszcissza-tengelyre a határfelülettől mért távolságot vettük fel.

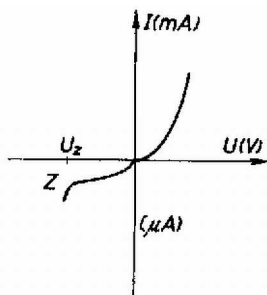


10. ábra

Ha ilyen, két különböző típusú rétegből álló összetett félvezető elemre egyenfeszültséget kapcsolunk, akkor – az egyszerű félvezető elemekkel ellentétben – ügyelnünk kell a polaritásra is. Ugyanis ha a külső feszültséggel a töltéshordozók diffúziója által kialakult feszültségkülönbséget csökkentjük, azaz a p -rétegre kötjük a telep pozitív sarkát, akkor lehetőséget teremtünk a többségi töltéshordozóknak arra, hogy átjussanak a másik rétegbe. Így az áramkörben mA nagyságrendű áramot hozhatunk létre. Ellentétes polaritás mellett megnöveljük a két réteg közötti feszültségkülönbséget és a tértöltés rétegvastagságát, így megakadályozzuk a többségi töltéshordozók átjutását a határrétegen. Ezért nevezik a határfelület két oldalán kialakult tértöltés réteget *zárórétegnek*. A fenti tulajdonságok alapján alkalmasak a rétegdíodák egyenirányításra.

Az elektroncsöves diórával ellentétben, ha a kristálydiódára záróirányú külső feszültséget kapcsolunk, az áramkörbe kapcsolt műszer néhány μA -es áramot jelez. Ennek az az oka, hogy a kialakult feszültségviszonyok a kisebbségi töltéshordozók részére lehetővé teszik a másik rétegbe való átjutást. A mA és μA nagyságrendű, úgynevezett nyitó-, illetve záró áramokból jól következtethetünk a többségi és kisebbségi töltéshordozók közt fennálló 3–4 nagyságrendi különbségre.

A rétegdíoda jellegzetes karakterisztikáját a 11. ábra mutatja. Az ordináta tengely pozitív és negatív felén más egységeket kellett alkalmaznunk, hogy a görbe menetét ábrázolhassuk.



11. ábra

A záróirányú áram telítettségét avval magyarázhatjuk, hogy bizonyos nagyságú külső feszültség esetén a tértöltés majdnem a teljes p - és n -rétegre kiterjed, s így a vezetésben már az adott hőmérsékleten keletkező valamennyi kisebbségi töltéshordozó részt vesz. További feszültség növeléssel tehát nem tudjuk az áramerősséget növelni. A hőmérséklet növelésével elérhetünk egy kis áramnövekedést, azonban a diódáknál germánium és szilícium alapanyagot használnak, így ez az áramnövekedés kisebb a termisztoroknál tapasztalt áramerősség-változásoknál.

Ha a zárófeszültséget tovább növeljük, akkor egy bizonyos értéknél nagymértékű áramnövekedést tapasztalunk (11. ábra, „Z” pont). Ezt a feszültséget Zener-feszültségnek nevezzük. A jelenséget avval magyarázhatjuk, hogy a fémek

hideg emissziójához hasonlóan a külső elektromos tér kitépi maghoz kötött helyzetükből az elektronokat. Ezenkívül ugyancsak a nagy térerősség hatására az egyes elektronok annyira felgyorsulnak, hogy képesek további elektronok felszabadítására. Ezt a meghatározott feszültségnél bekövetkező áramerősség-növekedést feszültségstabilizálásra használják.

A továbbiakban csak a záróirányú telítési tartománnyal foglalkozunk.

A fotodióda

A kristálydióda zárórétegében kialakult nagy térerősség miatt itt nem tartózkodhatnak szabad töltéshordozók. Viszont ha sikerül valamilyen sugárzással ebben a zárórétegben töltéshordozó párokat létrehozunk, akkor azok nagyon rövid idő alatt elhagyják ezt a réteget. Lehetőség nyílik tehát arra, hogy megszüntessük a fényellenállások nagy tehetetlenségéből eredő hátrányokat. Az olyan kiképzésű kristálydiódákat, melyek készítésekor biztosítják azt, hogy a dióda megvilágításakor a záróréteg minél nagyobb részét érhesse a fénysugárzás, fotodiódáknak nevezzük.

A gyakorlatban a fényellenállások helyett mindenütt használhatunk fotodiódát is. Leggyakrabban azonban a digitális számítógépek információ beadásánál, illetve kivételénél alkalmaznak fotodiódákat. Lyukkártyás információközlés esetén ugyanis a termékszámoló mintájára fotodiódával tapogathatjuk le a lyukakat. Itt jól kihasználhatjuk a rendkívül kis tehetetlenséget: egy fotodiódás lyukletapogató 2000 jel/s-os sebességgel is képes működni. A számítógépek nemcsak az úrhajók irányításában, hanem a termelési folyamatok önműködő ellenőrzésében is egyre nagyobb szerephez jutnak.

Záróréteges detektorok

A zárórétegben kialakult nagy térerősséget jól használhatjuk magsugárzás észlelésére is. Ha technikailag sikerül biztosítani azt, hogy a becsapódó magsugárzás energiájának legnagyobb részét a zárórétegben adja le, akkor mód nyílik akár egyetlen α részecske észlelésére is. A magsugárzás mérésére kialakított összetett félvezető elemeket záróréteges detektoroknak nevezik. A becsapódó részecskénél legkisebb energiavesztésüket úgy érhetünk el, ha a záróréteget közvetlenül a félvezető felületén alakítjuk ki. A kristályba belépő részecskéket akkor lehet a legjobb hatásokkal észlelni, ha a záróréteg vastagsága megegyezik a részecskék maximális hatótávolságával. Mint már említettük, a külső feszültség mellett döntő módon a szennyezés mértéke határozza meg a záróréteg vastagságát. Nagy záróréteg-vastagságot igen kis mértékű szennyezéssel érhetünk el. Különleges technikai eljárással szilícium, illetve germánium alapanyagok felhasználásával sikerült már 15 mm-es vastagságot is elérni. A gyakorlatban 3 – 5 mm-es zárórétegvastagság fordul elő. (A közönséges diódák záróréteg vastagsága 10^{-3} mm nagyságrendű.)

Az összetett félvezető elemek legismertebb és legfontosabb képviselőjével, a tranzisztorral itt nem foglalkozunk.