

Najprećemo dati uprošćen prikaz principa rada čelije, a oni koje interesuje nešto stručniji opis mogu ga naći u narednom odeljku.

*Elektroni i šupljine.* U osnovi p-n spoja leže određena svojstva kristala poluprovodnika, od kojih su najvažnija ona koja se odnose na njegovu električnu provodnost. U monokristalu silicijuma atomi obrazuju složenu kubnu rešetku, kao kod dijamanta, i to tako što je svaki silicijumov atom vezan s četiri druga atoma preko svoja četiri valentna elektrona. Na taj način, između svaka dva susedna atoma se ostvaruje veza posredstvom dva elektrona. Ta vrsta veze naziva se kovalentnom. U slučaju savršeno izgrađenih kristala, bez ikakvih defekata, svi valentni elektroni se nalaze u sparenim vezama, ukoliko se one ne raskinu. Na temperaturi bliskoj apsolutnoj nuli ( $0^{\circ}\text{K}$ ) svi elektroni su vezani i kristal se ponaša kao izolator, jer nema slobodnih elektrona koji bi služili kao strujni nosioci. Kada se, pak, kristal zagreje, usled termalne aktivnosti se kovalentna veza kida i elektroni se oslobađaju. Kažemo da se tada elektron prebacuje iz valentne u provodnu zonu. Energija neophodna za kidanje kovalentne veze naziva se energija veze ili energija procepa (procep je rastojanje između valentne i provodne zone na energetskoj skali). Za monokristal silicijuma ova energija – obeležimo je s  $E_g$  – iznosi 1,1 elektronvolt (eV).

Prebacivanje elektrona iz valentne u provodnu zonu ima još jednu značajnu posledicu. Naime, upražnjeno mesto u valentnoj zoni, koje ćemo nazvati „šupljina“, i samo se ponaša kao da je strujni nosilac sličan elektronu, samo pozitivnog zraka. To možemo razumeti ako zamislimo da valentni elektron iz susednog atoma uskoči na prazno mesto, tj. u šupljinu, za što mu nije potrebna energija jer opet ostaje u istoj energetskoj zoni. Šupljina se tada, u stvari, premešta u susедni atom, i tako proces može da se prenosi na druge atome, što nam izgleda kao da se šupljina, odnosno pozitivno nanelektrisanje, premešta.

Ukratko, šupljine predstavljaju drugu vrstu strujnih nosilaca, kakve ne srećemo kod metala.

U stvarnosti nijedan materijal nije apsolutno čist, već sadrži atome raznih nečistoča ili primesa. U pogledu uticaja na provodnost poluprovodnika, atomi primesa se mogu podeliti na dve vrste. Jednu vrstu čine oni koji imaju više, recimo pet, valentnih elektrona. Ako se takvim atomom zameni jedan atom silicijuma u rešetki, pojaviće se višak od jednog nespareneg elektrona, koji će biti slobodan bez obzira na temperaturu kristala. Atomi ove vrste nazivaju se donori, i u poluprovodniku su tada elektroni dominantni (večinski) strujni nosioci (obratiti pažnju na to da u ovom slučaju pojava slobodnog elektrona nije praćena stvaranjem šupljine). Zato se takav poluprovodnik naziva poluprovodnikom n-tipa (negativnog).

U drugu vrstu spadaju atomi koji imaju tri valentna elektrona. Oni ne mogu da obezbede sparivanje u potpunu kovalentnu vezu pa „pozajmljuju“ po jedan elektron iz susednih silicijumovih atoma, gde ostaju upražnjena mesta. A ona nisu ništa drugo do šupljine. Atomi ove vrste nazivaju se akceptori, a odgovarajući tip poluprovodnika p-tip (pozitivni). Šupljine su u ovom slučaju večinski strujni nosioci.

U poluprovodniku n-tipa pored elektrona kao većinskih strujnih nosilaca postoji i mali broj šupljina, koje tada predstavljaju manjinske strujne nosioci. Situacija je, razume se, obratna u poluprovodniku p-tipa.

*P-n spoj.* Kao što smo istakli, kristal silicijuma po pravilu nije potpuno čist, već je ili p-tipa ili n-tipa, u zavisnosti od proizvodnog postupka. Posebno interesantna struktura dobija se kada se na jednoj površini pločice kristala jednog, recimo n-tipa postavi element iz koga se razvija drugi, u ovom slučaju p-tip (ili obrnuto). Takva dvoslojna struktura naziva se p-n spoj (sl. 59).

Lako se može pokazati da ovakav spoj ima ispravljačko svojstvo, odnosno da predstavlja diodu. U p-tipu su glavni (večinski) strujni nosioci šupljine, a u n-tipu elektroni. Stoga, ako p-n spoj priključimo na izvor napona tako da p-sloj bude na pozitivnom polu a n-spoj na negativnom, kroz diodu će se lako uspostaviti struja, jer je smer