

# Capitolul 1

## 1. GENERALITĂȚI PRIVIND MATERIALELE SEMICONDUCTOARE

*Electronica* este ramura științei și tehnicii care se ocupă cu fenomenele și aplicațiile conducției electrice în vid, gaz sau semiconductor.

Ansamblul format din părți componente, imobile unele față de altele, între care se produce conducția în vid, gaz sau semiconductor, se numește *dispozitiv electronic*.

Corpurile solide, din punctul de vedere al conductivității electrice  $\sigma$  la temperatura mediului ambiant, se împart în:

- a) conductoare, pentru care  $\sigma = (10^8 \div 10^6)(\Omega \cdot m)^{-1}$ ;
- b) semiconductoare, pentru care  $\sigma = (10^5 \div 10^{-9})(\Omega \cdot m)^{-1}$ ;
- c) izolatoare, pentru care  $\sigma = 10^{-9}(\Omega \cdot m)^{-1}$ ;

Conductivitatea electrică  $\sigma$ , respectiv rezistivitatea electrică  $\rho$  a corpurilor solide, este determinată de apariția purtătorilor de sarcină electrică, în anumite condiții energetice. Pentru descrierea purtătorilor de sarcină dintr-un corp solid se utilizează legile mecanicii cuantice și rezultatul aplicării acestor legi îl reprezintă modelul benzilor energetice [?DCE – Dănilă, ? Electr. - Vasilescu].

Rezistivitatea electrică  $\rho$  variază cu temperatura astfel: crește pentru conductoare și scade pentru semiconductoare pe măsură ce crește temperatura.

Materialele semiconductoare fac obiectul de studiu al disciplinei electronică industrială și pot fi de două feluri:

- 1) semiconductoare intrinseci;
- 2) semiconductoare extrinseci.

Se numește *semiconductor intrinsec* semiconductorul chimic pur, adică este format dintr-un singur fel de atomi: siliciu (Si) sau germaniu (Ge). În practică se consideră un semiconductor intrinsec dacă la  $10^{10}$  atomi există 1 atom străin.

Dacă într-un semiconductor intrinsec se introduc atomi străini, se obține un semiconductor cu impurități, sau *semiconductor extrinsec*.

Procesul de introducere al atomilor străini se numește *dopare*. Elementele cu care se realizează impurificarea sunt elemente pentavalente sau elemente trivalente. Atomii de impuritate substituie un anumit număr de atomi de germaniu sau de siliciu din rețeaua cristalină a semiconductorului. Electronii de valență ai atomilor străini vor forma legături covalente cu atomii învecinați.

Dispozitivele electronice semiconductoare pot fi realizate cu semiconductoare de tip *n* sau de tip *p*.

Un semiconductor de tip *n* se obține dintr-un semiconductor intrinsec tetravalent dopat cu atomi pentavalenți. Astfel, unul dintre electronii de valență nu participă la legătura covalentă și deci poate fi separat de atomul său cu un consum redus de energie. Atomul de impuritate, pierzând un electron, se transformă în ion pozitiv. Într-un semiconductor de tip *n* există purtători majoritari, electronii și purtători minoritari, golurile. Concentrația de goluri este de circa  $10^9$  ori mai mică decât concentrația de electroni.

Un semiconductor de tip *p* se obține dintr-un semiconductor intrinsec tetravalent dopat cu atomi trivalenți. Una din legăturile covalente rămâne nesatisfăcută și apare un gol. Ocuparea golului de către un electron de valență, provenit de la un atom învecinat, transformă atomul trivalent într-un ion negativ. Într-un semiconductor de tip *p* purtătorii majoritari vor fi golurile, iar purtătorii minoritari electronii.

Atomii de impuritate pierzând sau primind un electron se transformă în ioni pozitivi sau negativi, fixați în rețeaua cristalină. Cristalul rămâne neutru din punct de vedere electric, numărul sarcinilor pozitive fiind egal cu numărul sarcinilor negative. Procesul de ionizare a atomilor de impuritate necesită o energie scăzută, astfel încât la temperatura obișnuită ( $20^0$  C), toți atomii de impuritate pot fi considerați ionizați.

*Jonțiunea pn* se obține impurificând un material semiconductor monocristalin astfel încât o regiune semiconductoare de tip *p* să se învecineze cu o regiune semiconductoare de tip *n*. La suprafața de separație se formează o jonțiune *pn*.

Jonțiunea *pn* are o importanță esențială în funcționarea unei clase mari de dispozitive electronice semiconductoare.