DETERMINAREA LĂRGIMII BENZII INTERZISE ȘI A ENERGIEI DE ACTIVARE A IMPURITĂȚILOR ÎN SEMICONDUCTORI

NOȚIUNI TEORETICE

Semiconductorii sunt considerați în practică conductori electrici cu valori ale conductibilității electrice la temperatura camerei curprinse între 10^{-10} $(\Omega\cdot cm)^{-1}$ pâna la 10^{2} $(\Omega\cdot cm)^{-1}$. În semiconductori conducția electrică se realizează prin intermediul electronilor din banda de conducție și golurilor din banda de valență. Prin urmare conductivitatea electrică depinde de concentrațiile electronilor (n) și golurilor (p) și de mobilitățile acestora (μ_n și μ_p) conform relației:

$$\sigma = e\left(n\mu_n + p\mu_p\right) \tag{1}$$

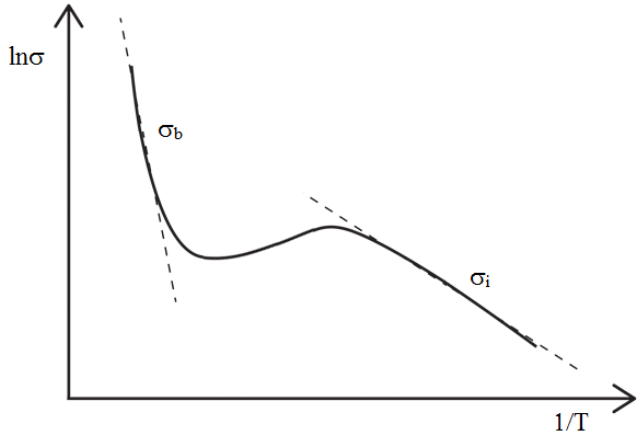
În semiconductorii intrinseci pentru ca un electron să poată participa la transportul curentului electric, acesta trebuie să treacă din banda de valență în banda de conducție. Energia necesară trecerii electronului din banda de valenţă în banda de conducţie se numeşte *energie de ionizare (sau activare)* $E_a=E_C-E_V$. Aceasta poate fi transferată electronului prin oscilațiile termice ale rețelei cristaline. Pentru semiconductorii intrinseci:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{E_a}{2k_BT}} \tag{2}$$

Pentru semiconductorii extrinseci energia de ionizare a impurităților este mult mai mică decât energia de ionizare a atomilor cristalului de bază ($E_d \ll E_a$) și conducția electrică se realizează prin purtătorii de sarcină proveniți de pe nivelele de impuritate. Conductivitatea electrică poate fi exprimată sub formă generală ca o sumă a conductivității rețelei de bază și a conductivității datorate impurităților:

$$\sigma = \sigma_b + \sigma_i = \sigma_{0b} e^{-\frac{E_a}{2k_BT}} + \sigma_{0b} e^{-\frac{E_d}{2k_BT}} \tag{3}$$

La temperaturi joase conducția electrică va fi asigurată de către purtătorii de sarcină proveniți de la atomii de impuritate, în timp ce la temperaturi ridicate aceasta va fi asigurată de către purtătorii de sarcină proveniți de la atomii rețelei de bază. Graficul dependenței logaritmice a conductivității electrice de inversul temperaturii este o curbă care prezintă două porțiuni liniare corespunzătoare conductivității rețelei de bază și respectiv atomilor de impuritate. Pantele celor două drepte sunt proporționale cu energia de ionizare a atomilor rețelei și respectiv a atomilor de impuritate.



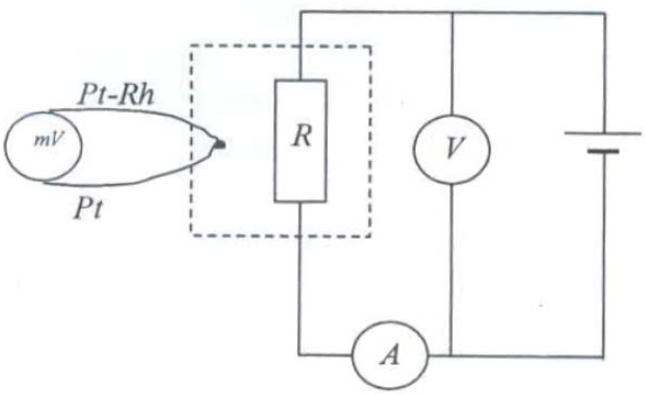
METODA EXPERIMENTALĂ

Energia de activare a purtătorilor de sarcină într-un semiconductor poate fi determinată pe baza ecuației (3) din graficul $\ln\sigma(1/T)$.

Proba investigată este bioxidul de titan dopat cu crom. TiO_2 este un semiconductor cu o lărgime mare a benzii interzise (~3.2 eV), având marginea absorbției optice în domeniul UV. Pentru a putea utiliza acest material în aplicații care implică spectrul vizibil al luminii solare, este necesară doparea sa, de exemplu cu atomi de Cr (se obține un semiconductor de tip *p*).

Determinarea conductivității electrice a semiconductorului se face prin măsurarea rezistenței unei probe cu o geometrie dată. În lucrarea de față se determină rezistența unei probe de formă cilindrică, pentru care se cunoaște raportul $l/S=0.081m^{-1}$ (S=secțiunea și l=lungimea), prin măsurarea tensiunii electrice U dintre capetele sale atunci când prin probă trece un curent de intensitate I cunoscută.

Schema montajului experimental este prezentată în figura alăturată. Temperatura probei aflate într-un cuptor electric se măsoară cu un termocuplu *Pt-PtRh*. Conductivitatea electrică la o anumită temperatură va fi:



$$\sigma = \frac{I}{U}\frac{l}{S} \qquad (4)$$

Datele obținute pentru temperaturi cuprinse între temperatura camerei și 300°C se trec într-un tabel de forma:

θ (°C)	T (K)	U (V)	I (A)	σ $(\Omega m)^{-1}$	lnσ	$10^3/T$

Se reprezintă grafic $\ln\sigma = f(10^3/T)$ și se calculează pe baza acestuia energia de activare.

Responsabil laborator: Lect. Dr. Dudric Roxana