

UNELE PROPRIETAȚI ALE MATERIALELOR SEMIMETALICE

Burduja Denis

Universitatea Tehnică a Moldovei

Materialele semimetalice sunt substanțele cu însurile electronice dintre semiconductori și metale. Firele de Bismut-Stibium în izolație de sticlă sunt pe larg cercetate datorită proprietăților acestora termoelectrice deosebite. Pentru obținerea acestor fire se utilizează metoda Ulitovschi, fiind una dintre cele mai efective. La cercetarea ulterioară se folosește dispozitivul de întidere al acestor fire, care permite în țiderea și măsurarea treptată a rezistenței acestora pentru a observa momentul trecerii materialului din starea semimetalică în cea semiconductoare. Această tranziție se obține doar prin întidere, fără schimbarea compoziției aliajului.

Semimetale, semiconductori, fire, bismut, stibium, Ulitovschi.

1. Introducere

Semimetalele sunt substanțele care după însușirile electronice ocupă locul de mijloc între materialele metalice și cele semiconductoare. Concentrația purtătorilor de sarcină în materialele semimetalice este de ordinul 10^{17} (cm^{-3}), pe când în semiconductori concentrația purtătorilor de sarcină este de ordinul $10^{12} - 10^{14}$ (cm^{-3}), iar în metale 10^{24} (cm^{-3}).

Din materiale semimetalice fac parte Bi și Sb. Între aceste două materiale există soluții solide pe tot intervalul de concentrații a Sb în Bi.

Dacă vom adăuga Sb în Bi prin metode de sinteză, atunci se observă că aliajele de Bi+Sb până la concentrația de Sb egală cu 7% atomare Sb au însușiri semimetalice. Însă dacă mărim concentrația de Sb mai departe aliajul capătă însușiri semiconductoare până când concentrația Sb devine egală cu 22% atomare Sb. Adăugarea în continuare a Sb preface aliajul Bi+Sb din nou în material cu însușiri semimetalice și se păstrează această însușire până aliajul capătă Sb în proporție de 100%.

În intervalul aliajului cu însușiri semiconductoare, lățimea benzii energetice interzise devine maximal pentru Bi-12%Sb.

Materialele BiSb sub formă de fire subțiri în izolație de sticlă au însușiri termoelectrice cu factorul de putere înalt, din această cauză aceste materiale sînt detaliat cercetate. Ca rezultat a acestor cercetări a fost depistată o anumită regiune a acestui aliaj unde are loc tranziția aliajului cu însușiri semiconductoare la întindere elastică, în aliaj cu însușiri semimetalice, fără a schimba compoziția aliajului.

2. Metoda Ulitovschi

Unul dintre cele mai cunoscute și utilizate în producție procedee de obținere a microfivelor în izolație de sticlă este procedeul Ulitovschi. Toate procedeele deja cunoscute de obținere a microfivelor în izolație de sticlă au una și aceeași metodă de extindere a firului de metal topit prin broșarea în masă a materialului izolator.

Metoda lui Ulitovschi folosește un procedeu perfecționat de topire a metalului în interiorul învelisului de sticlă, prin încălzirea în dispozitivul unui inductor de frecvență înaltă. Sub acțiunea cîmpului magnetic, curenții Fuco topesc metalul în formă de picătură, care prin ridicarea temperaturii înmoaie învelisul de sticlă.

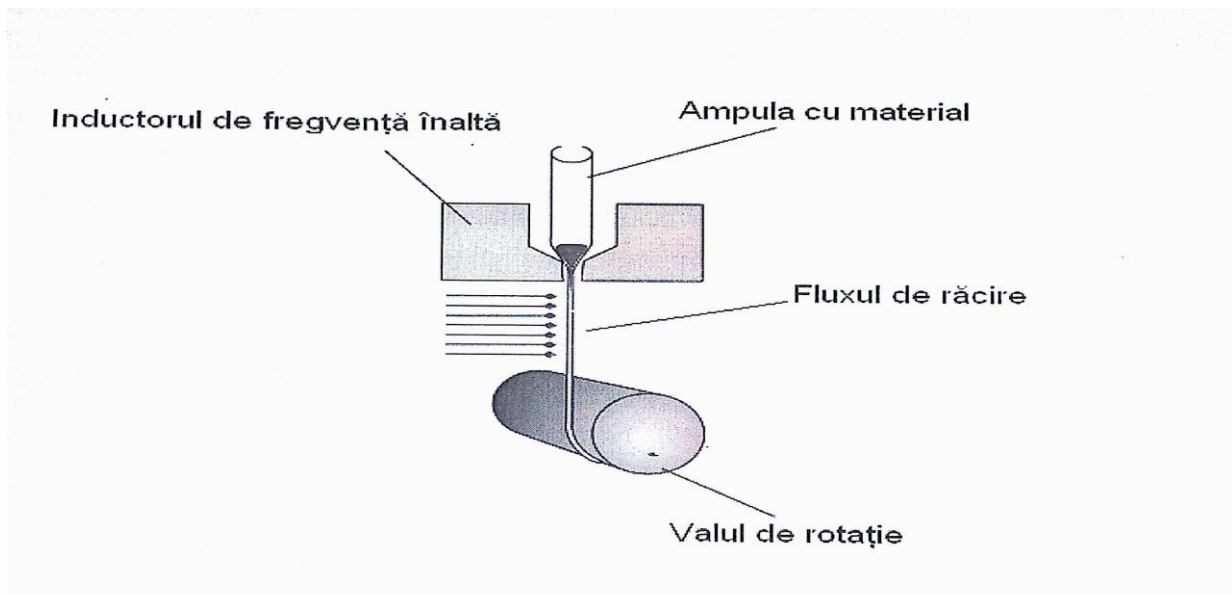


Fig. 1. Dispozitivul pentru întinderea microconductorului după metoda lui Ulitovskii

3. Dispozitivul de întindere a fibrelor în izolație de sticlă

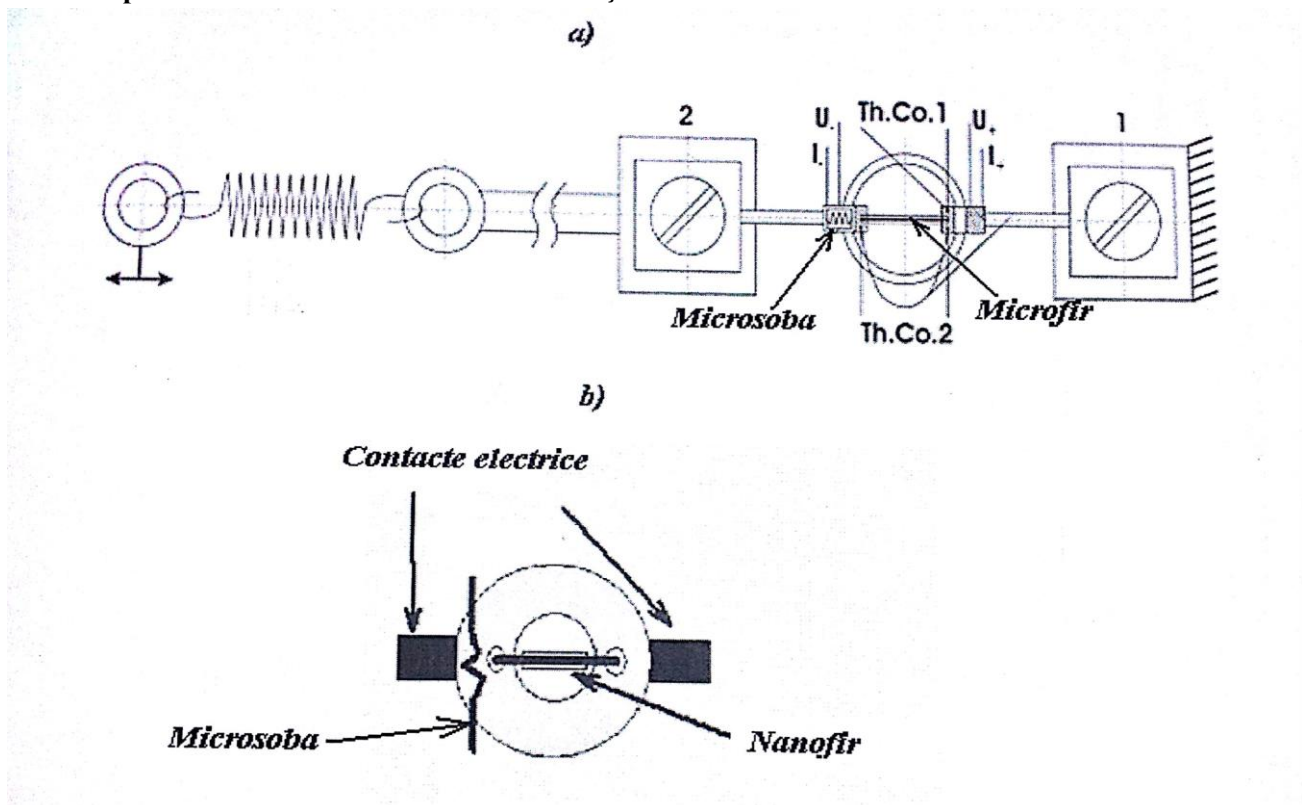


Fig.2. a) Shema dispozitivului de întindere a fibrelor în izolație de sticlă; b) dispozitivul de fixare a probei.

La cercetarea firelor sub acțiunea întinderii elastică fibra a fost fixată pe un inel de bronz de beriliu cu diametrul ~ 5 mm. Două suprafețe de contact din textolit de sticlă acoperit cu o folie de cupru cu dimensiunile $2 \times 1 \times 0,5$ mm fixate pe inel la distanța de 2-3 mm una față de alta au servit în calitate de suprafețe de contact pe care a fost întărită proba și sursa de căldură pentru crearea gradientului de temperatură la măsurarea forței termoelectromotoare. Contactul a fost creat cu ajutorul materialului de lipit ușor fuzibil și nemijlocit în apropierea lui fibra a fost bine lipită cu o picătură ($d=0,5$ mm) de clei epoxidic. Toată construcția – inelul din bronz de beril cu o probă a fost introdusă în dispozitivul de fixare. Un capăt

al inelului a fost fixat imobil, iar al doilea se unea cu partea mobilă care se întinde. În prealabil a fost efectuată gradarea inelului ce se întinde față de forța aplicată. Construcția dată permitea întinderea lentă a probei pînă la 2-3% în raport cu alungirea în diapazonul de temperaturi 2-300 K.

4. Partea experimentală.

În continuare au fost cercetate fire în izolație de sticlă din aliajul BiSb cu 7,5% atomare Sb la întinderea elastică.

Acest aliaj are însușiri semiconductoare, după cum se vede în figura 3 rezistența electrică relativă $\rho(T)/\rho_0$ se micșorează cu creșterea temperaturii ($\zeta = 0.01$).

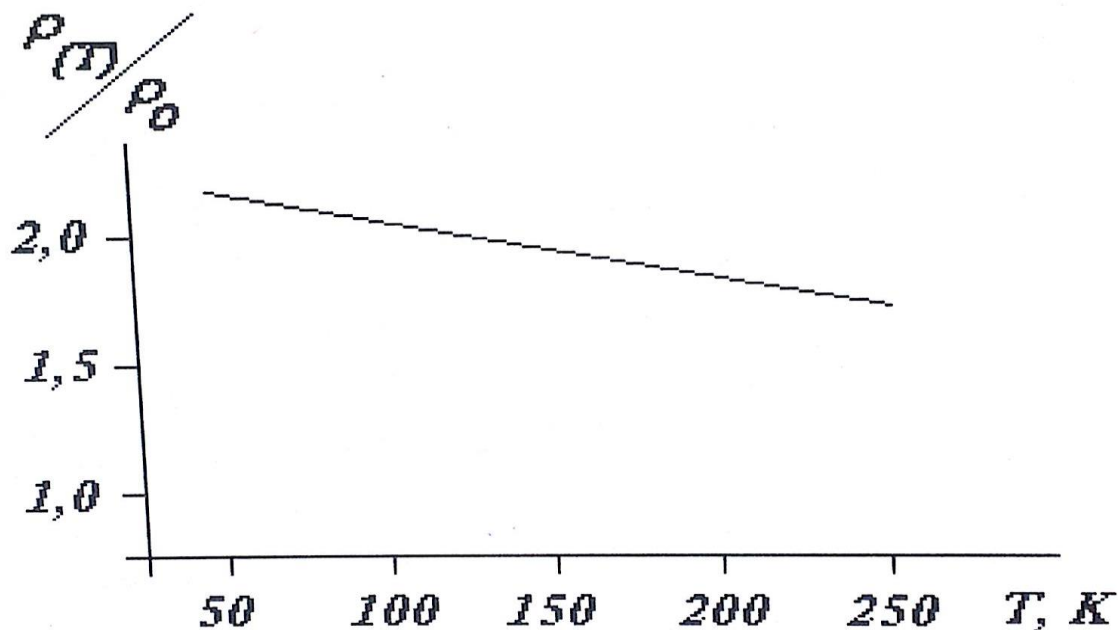


Fig.3. Dependența rezistenței electrice relative $\rho(T)/\rho_0$ de temperatură T ($\zeta = 0.01$).

Întinderea elastică duce la tranzația aliajului în stare semimetalică, cum se vede în figura 4 rezistența electrică relativă $\rho(T)/\rho_0$ se mărește cu creșterea temperaturii ($\zeta = 0.015$).

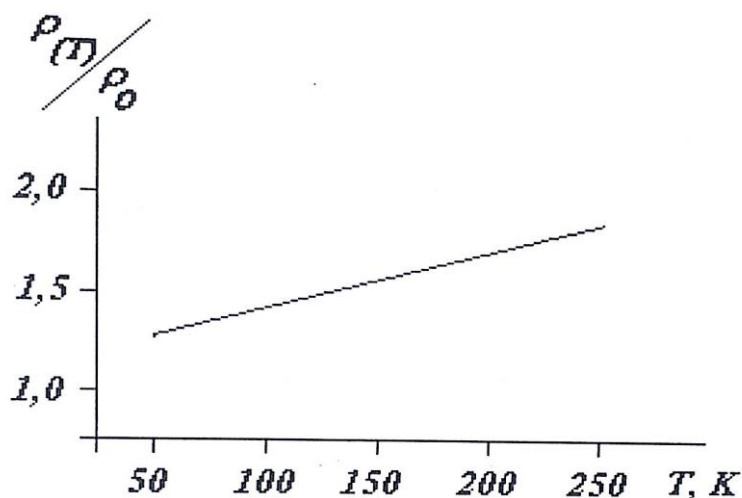


Fig.4. Dependența rezistenței electrice relative $\rho(T)/\rho_0$ de temperatură T ($\zeta = 0.015$).

În figura 5 sunt prezentate rezultatele măsurării rezistenței electrice relative $\rho(T)/\rho_0$ a firului de BiSb în funcție de întinderea elastică relativă .

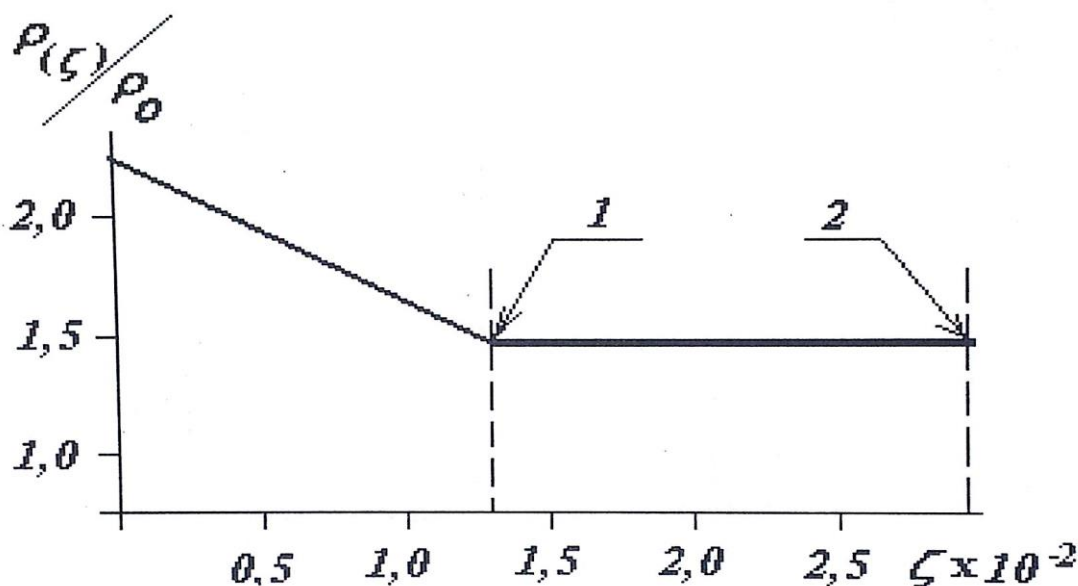


Fig.5. Dependența rezistenței electrice relative $\rho(T)/\rho_0$ de întinderea elastică relativă ζ .

Cum se vede din figura 5 rezistența electric relativă a firului de BiSb cu întinderea elastic pînă la $\zeta = 0,013$ se micșorează (poziția 1), iar apoi rămîne constant pînă la atingerea întinderii plastice, circa $\zeta = 0,03$ (poziția 2).

Prin urmare, în intervalul de mărimi a întinderii elastice relative de la $\zeta = 0$ pînă la circa $\zeta = 0,013$ a firului de BiSb însușirile lui caracterizează un semiconductor, iar în intervalul de $\zeta = 0,013 - 0,03$ rezistența lui caracterizează însușirile semimetalelor.

Concluzii

Cu procedeul revendicat pot fi obținute aliaje semimetalice de BiSb din intervalul de concentrații a semiconductorilor care la întinderea elastică pot trece din starea semiconductoră în starea semimetalică fără schimbarea compoziției aliajului.

Bibliografie:

1. Golin S. *Band Model for Bismuth-Antimony*//Physical Review. v. 176. N3. 1968.
2. Bodiul P. , Popov I. , Moloșnic E. , Draguțan N. , Cotirșev S. , Grițco R. , *Proprietățile termoelectrice ale firelor de $Bi_{1-x}Sb_x$ la întinderea în cîmp magnetic*//Termoelectricitate. Nr.2 ,2008.