Invenţia se referă la tehnica electronică şi poate fi utilizată în fabricarea termoelectrozilor pentru traductoare termoelectrice.

Cea mai apropiată soluţie este termoelectrodul pentru traductor termoelectric confecţionat în bază de soluţie solidă, sintetizată din oxizi de bismut (III) şi vanadiu (V). În scopul lărgirii diapazonului rezistenţelor relative în domeniul rezistenţelor mici în intervalul de temperaturi 295…330°C, amestecul conţine un adaos suplimentar de oxid de titan (IV) şi corespunde formulei chimice generale a vanadat-titanatului de bismut. Pentru obţinerea substanţei necesare şi prepararea unor astfel de termoelectrozi este necesar de a amesteca oxid de bismut (III), oxid de vanadiu (V) şi oxid de titan (IV) în proporţie de masă de 85,00:12,76:2,24. Apoi urmează sinteza la temperatură de 600…900°C timp de 2…10 ore, în urma căreia se formează compusul $Bi_{21/6}V_{5/6}Ti_{1/6}O_{52/3}$. Pivotul sintetizat este măcinat până la granule de valoarea 5…7 μm. Praful este presat în formă de pastile cu diametrul 15 mm şi grosimea 3 mm. În decurs de 1,5 ore pastilele sunt arse la temperatură de 820°C. Mostrele obţinute se şlefuiesc până la grosimea de 1 mm, formând din ele electrozi [1].

Neajunsul acestui termoelectrod constă în sensibilitatea joasă. Aceasta se datorează faptului că electrodul constă dintr-un material poros, obţinut prin presarea vanadat-titanului de bismut sintetizat. Asemenea electrozi se distrug repede în atmosfera cu conţinut de apă.

Problemele pe care le rezolvă invenţia constau în asigurarea eficacităţii înalte de transformare termică şi în micşorarea fragilităţii.

Termoelectrodul, conform invenţiei, înlătură dezavantajele menţionate mai sus prin aceea că este executat din material semiconductor anizotrop în formă de fir în izolaţie de sticlă, firul fiind confecţionat din bismut dopat cu staniu în următorul raport, % at.:

staniu 0,01…0,08

bismut restul.

Rezultatele invenţiei constau în obţinerea ramurii p cu o valoare maximă a forţei termo-electromotoare (FTEM) şi sporirea durităţii mecanice.

Forţa termo-electromotoare în cazul monocristalului de bismut posedă valoare negativă datorită mobilităţii mai înalte a electronilor şi stabilităţii ridicate la temperatură în intervalul 80…300K. Bismutul este o substanţă (un material) anizotropă, de aceea valoarea pe care o poate obţine FTEM depinde de direcţia curentului termic. Anizotropia FTEM este explicată calitativ prin aceea că în diferite direcţii cristalografice, raportul mobilităţii electronilor către mobilităţile golurilor este diferit. Valoarea maximă a FTEM poate fi atinsă în cazul, când gradientul de temperatură coincide cu C_3 - axa trigonală a cristalului. La temperatura azotului lichid valoarea FTEM depinde foarte mult de compoziţia cristalului. Odată cu creşterea concentraţiei de stibiu, valoarea FTEM creşte. Fenomenul dat este cel mai bine observat în cazul, când aliajul Bi-Sb se află în stare semiconductoare, iar valoarea maximă a FTEM este depistată în apropierea concentraţiei de 12% at. a stibiului, cu alte cuvinte, acolo unde lăţimea zonei interzise atinge valoarea maximă. Creşterea în continuare a concentraţiei stibiului duce la micşorarea valorii FTEM. Efectul dimensional mărginit în cazul firelor subţiri de bismut influenţează mult asupra dependenţei termice a FTEM. Pentru mostrele cu diametrul de peste 10 μm şi monocristalele masive cu direcţiile de orientare cristalografică corespunzătoare nu există deosebiri principiale în comportamentul α(T). Însă, odată cu micşorarea diametrului firului şi în apropiere de temperatura azotului lichid poate fi observată micşorarea valorii absolute a FTEM. Acest fenomen se realizează deosebit de impunător în firele cu diametrul mai mic de 2 μm. Iar în cazul diametrului de 0,9 μm valoarea FTEM îşi schimbă semnul. Acest fapt are loc datorită împrăştierii electronilor la suprafaţa firului şi micşorării mobilităţilor. Deoarece Power Factor (factor de putere) $P \approx \alpha^2\sigma$ este proporţional cu α^2 (α este FTEM) şi σ (σ=1/ρ, ρ este conductibilitatea electrică), scopul studiului consta în depistarea unor astfel de compoziţii ale aliajelor de $Bi_{1-x}Sb_x$+Sn, care ar asigura valori maxime ale Power Factor. Cu alte cuvinte, materialul căutat, în anumite condiţii, trebuie să posede valoare minimă pentru mărimea ρ şi maximă pentru α.

Exemplu de realizare a invenţiei

În calitate de componente iniţiale ale aliajului de Bi-Sn au fost bismutul Bi-000 şi staniul Sn-000. Cristalele au fost crescute prin metoda cunoscută de topire zonală cu viteza 0,5 mm/oră. Apoi prin metoda Ulitovski, au fost obţinute fire subţiri în izolaţie de sticlă cu diametrul 100 nm din soluţia solidă cu diferite concentraţii ale staniului în bismut.

Cercetările dependenţei de temperatură a parametrului α au arătat că aliajele de Bi-Sn în intervalul concentraţiilor de Sn de 0,020…0,025% at. posedă un maxim al valorii pozitive al FTEM în intervalul de temperaturi 40…50K.

Al doilea maxim al valorii pozitive a FTEM este depistat pentru aliajele de Bi-Sn în intervalul concentraţiilor de Sn de 0,070…0,075% at. la temperaturi mai ridicate (150…200K). În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele măsurătorilor termoelectrice.

Tabelul 1

Nr. d/o	Material	d, nm	α, μV/K, (45…50K)	α, μV/K, (150…180K)
1	Bi	100	76	45
2	Bi+0,010% at. Sn	100	87	60
3	Bi+0,020% at. Sn	100	95	70
4	Bi+0,025% at. Sn	100	90	78
5	Bi+0,050% at. Sn	100	80	85
6	Bi+0,070% at. Sn	100	65	95

7	Bi+0,075% at. Sn	100	60	98
8	Bi+0,080% at. Sn	100	58	88

Pentru determinarea tăriei (durității) la întindere mecanică a firelor în izolație de sticlă s-a folosit instalația de măsurare a proprietăților mecanice ale corpurilor solide.
Calculul tensiunii de rupere a fost efectuat după formula

$$\sigma_R = \frac{P}{NS},$$

unde P este forța medie maximă pe care o suportă probele de acelaşi diametru;
N – numărul de fire care aparțin probei;
S – suprafața transversală a firului.
Suprafața se calculează după formula:
$S=D^2/4$,
unde D este diametrul firului împreună cu izolația de sticlă.
Rezultatul măsurărilor este prezentat în tabelul 2.
Tabelul 2

Materialul	D, nm	α, μV/K, (45…50K)	α, μV/K, (150…180K)	σ_R, GPa
Bi	100	76	45	0,120
Bi+0,020% at. Sn	100	95	70	0,226
Bi+0,025% at. Sn	100	90	78	0,228
Bi+0,070% at. Sn	100	95	95	0,230
Bi+0,075% at. Sn	100	98	98	0,232

Doparea Bi cu impurități de Sn mărește duritatea de două ori față de Bi pur. Există două intervale de temperaturi (45…50K şi 150…180K), în care valoarea coeficientului α este maximală. Aliajul Bi+0,020...0,025% at. Sn posedă cele mai bune caracteristici pentru intervalul de temperaturi 45…50K, iar aliajul Bi+0,070...0,075% at. Sn pentru intervalul de temperaturi 150…180K.