



MD 3692 G2 2008.08.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3692** (13) **G2**  
(51) Int. Cl.: *H01L 35/28* (2006.01)  
*H01L 35/18* (2006.01)  
*C01G 29/00* (2006.01)  
*C01G 30/00* (2006.01)  
*C01G 19/00* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<p>(21) Nr. depozit: a 2007 0121 (22) Data depozit: 2007.04.28</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.08.31, BOPI nr. 8/2008</p>
<p>(71) Solicitant: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGII INDUSTRIALE AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BODIUL Pavel, MD; GHIȚU Dumitru, MD; NIKOLAEVA Albina, MD; KONOPKO Leonid, MD; POPOV Ion, MD (73) Titular: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGII INDUSTRIALE AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) **Termoelectrod pentru traductor termoelectric**

(57) **Rezumat:**

1  
Invenția se referă la tehnica electronică și poate  
fi utilizată pentru confecționarea termoelectrozilor  
pentru traductoare termoelectrice.

Termoelectrodul este executat din material  
semiconductor anizotrop în formă de fir în izolație  
de sticlă. Totodată firul este confecționat din com-

2  
pusul bismut-stibiu dopat cu staniu în următorul  
raport: staniu 0,01...0,03% at., stibiu 10...15% at.,  
bismut restul.

Revendicări: 1

10

MD 3692 G2 2008.08.31

**Descriere:**

Invenția se referă la tehnica electronică și poate fi utilizată la fabricarea termoelectrozilor pentru traductoare termoelectrice.

5 Cea mai apropiată soluție este termoelectrodul din material semiconductor anizotrop cu două tipuri de purtători de sarcină, executat în formă de fir în înveliș de sticlă. Firul se obține din material semiconductor anizotrop, în bază de bismut cu adaos de stibiu și plumb în următorul raport: 12% at. Sb, 0,3% at. Pb [1].

Neajunsurile acestui termoelectrod sunt conductibilitatea electrică joasă, deoarece eficacitatea plumbului este de trei ori mai mică decât eficacitatea stibiului, precum și fragilitatea lor.

10 Problemele pe care le rezolvă invenția constau în asigurarea eficacității înalte de transformare termică și micșorarea fragilității.

Termoelectrodul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că este executat din material semiconductor anizotrop în formă de fir în izolație de sticlă, firul fiind confecționat din compusul bismut-stibiu dopat cu staniu în următorul raport, % at.:

15	staniu	0,01...0,03
	stibiu	10...15
	bismut	restul.

Rezultatele invenției constau în obținerea ramurii n cu o valoare maximă a forței termoelectromotoare negative și sporirea durtității mecanice a termoelectrodului.

20 Este cunoscut faptul că pentru mostrele masive ale aliajelor de  $Bi_{1-x}Sb_x$ , unde  $0 \leq x \leq 0,25$ , este caracteristică creșterea rezistenței concomitent cu mărirea concentrației stibiului. Caracteristica dependenței rezistenței de temperatură a aliajului  $Bi_{1-x}Sb_x$  pentru  $x \leq 0,07$  este asemănătoare metalelor, iar odată cu creșterea concentrației de stibiu este asemănătoare semiconductorilor (trecerea semimetal-semiconductor). Când concentrația stibiului atinge valoarea de 20%, materialul trece iarăși în starea semimetal, posedând proprietăți semimetalice. Acest fapt indică la aceea că aliajele de bismut-stibiu în  
 25 limitele concentrațiilor  $0,07 \leq x \leq 0,20$  posedă proprietăți semiconductoare. Aceeași dependență de temperatură a rezistenței este depistată la obiectele dimensional reduse (fire subțiri în izolație de sticlă), care posedă structură cristalografică ideală, cu diametrul de  $0,3 \mu m$  și mai mult. În firele subțiri de bismut se observă o dependență termică caracteristică semiconductorilor, datorită efectului dimensional mărginit clasic. În aliajele de  $Bi_{1-x}Sb_x$  ( $0,08 \leq x \leq 0,2$ ) valoarea rezistenței relative  $\rho(T-4,2K)$  începe să scadă, iar dependența sa de temperatură devine mai puțin pronunțată. Fenomenul dat se explică prin creșterea concentrației purtătorilor de sarcină în urma deformării zonei interzise din apropierea suprafeței. Cu cât este mai mică grosimea firelor, cu atât mai puternic se evidențiază efectul dat și cu  
 30 atât mai mare este concentrația purtătorilor de sarcină. Pentru firele de  $Bi_{1-x}Sb_x$  ( $0,08 \leq x \leq 0,2$ ) cu grosimea  $0,7 \mu m$  și mai puțin este caracteristică absența proprietăților semiconductoare la temperaturi joase.

Exemplu de realizare a invenției

40 În calitate de componente inițiale pentru obținerea cristalelor anizotrope masive au servit Вн-000 (Bi-99,9999), Cy-Экстра (99,9999), staniu de marca OB4-000 (99,9999). Aliajele de  $Bi_{1-x}Sb_x$ , dopate cu staniu au fost obținute în procesul de mișcare a soabei cu viteza de 0,5 mm/h. Apoi, din soluția solidă, prin metoda Ulitovski, au fost obținute fire subțiri în izolație de sticlă cu diametrul  $1 \mu m$ , care sunt în continuare utilizate în calitate de termoelectrozi. Aceștia din urmă au fost supuși măsurătorilor termoelectrice. În tabelul 1 sunt prezentați parametrii de bază ai firelor cu diverse concentrații de stibiu.

45 Tabelul 1

Nr. d/o	Bi, % at.	Sb, % at.	Sn, % at.	$\alpha, \mu V/K$
1	80	20	0,03	-168
2	85	15	0,03	-182
3	88	12	0,03	-185
4	90	10	0,03	-180
5	95	5	0,03	-175

Pentru determinarea durtității la întindere mecanică a firelor în izolație de sticlă s-a folosit instalația de măsurare a proprietăților mecanice ale corpurilor solide.

50 Calculul tensiunii de rupere a fost efectuat după formula

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

unde  $P$  este forța medie maximală pe care o suportă probele de același diametru;

# MD 3692 G2 2008.08.31

4

$N$  – numărul de fire ale probei;  
 $S$  – suprafața transversală a firului.  
Suprafața se calculează după formula:

$$S = \pi D^2 / 4,$$

- 5 unde  $D$  este diametrul firului cu izolație de sticlă.  
Rezultatul măsurărilor este prezentat în tabelul 2.

Tabelul 2

Bi, % at.	Sb, % at.	Sn, % at.	D, nm	T, K	$\alpha$ , $\mu$ V/K	$\sigma_R$ , GPa
80	20	-	100	77	-160	0,084
80	20	0,03	100	77	-168	0,168
85	15	0,03	100	77	-182	0,170
88	12	0,03	100	77	-185	0,172
90	10	0,03	100	77	-180	0,170
95	5	0,03	-	77	-175	0,162

- 10 Valoarea coeficientului FTEM  $\alpha$  este maximă la temperatura azotului lichid (77K) pentru aliajul  $Bi_{88}Sb_{12}$  dopat cu Sn. Duritatea mecanică a firelor dopate cu Sn este de două ori mai mare decât duritatea firelor de Bi-Sb fără Sn.

- 15 Cel mai reușit material pentru obținerea ramurii n corespunde intervalului concentrației de stibiu 10...15%. Anume această concentrație de stibiu transformă materialul cu proprietăți semimetalice în material cu proprietăți semiconductoare, cu lățimea benzii energetice interzise maximală. Din această cauză valoarea forței termo-electromotoare atinge valoarea maximală negativă.

## 20 (57) Revendicări:

Termoelectrod pentru traductor termoelectric, executat din material semiconductor anizotrop in formă de fir în izolație de sticlă, firul fiind confecționat din compusul bismut-stibiu dopat cu staniu în următorul raport, % at.:

- |           |             |
|-----------|-------------|
| 25 staniu | 0,01...0,03 |
| stibiu    | 10...15     |
| bismut    | restul.     |

30

## (56) Referințe bibliografice:

1. SU 463008 A1 1975.03.05

Șef secție:

SĂU Tatiana

Examinator:

CIORBĂ Valeriu

Redactor:

UNGUREANU Mihail