



MD 1585 Z 2022.07.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **1585** (13) **Z**  
(51) Int.Cl: C22C 12/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE  
DE SCURTĂ DURATĂ

(21) Nr. depozit: s 2020 0093 (22) Data depozit: 2020.08.07	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2021.12.31, BOPI nr. 12/2021
(71) Solicitant: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII "D. Ghițu", MD (72) Inventatori: KONOPKO Leonid, MD; NIKOLAEVA Albina, MD; BODIUL Pavel, MD; PARA Gheorghe, MD (73) Titular: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII "D. Ghițu", MD	

(54) Material termoelectric anizotrop pe bază de bismut

(57) Rezumat:

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

Materialul termoelectric anizotrop pe bază de bismut, conform invenției, constă din

2  
bismut dopat cu staniu, unde concentrația staniului constituie 0,08% at. Materialul este confecționat în formă de microfir cu diametrul de 150 nm în izolație de sticlă de molibden.

Revendicări: 1

MD 1585 Z 2022.07.31

**(54) Anisotropic thermoelectric material based on bismuth****(57) Abstract:**

1  
The invention relates to electronic engineering and can be used for the manufacture of thermoelectrodes for thermoelectric generators.

The anisotropic thermoelectric material based on bismuth, according to the invention,

2  
consists of bismuth, doped with tin, where the tin concentration is 0.08 atm.%. The material is made in the form of a microwire with a diameter of 150 nm in molybdenum glass insulation.

Claims: 1

**(54) Анизотропный термоэлектрический материал на основе висмута****(57) Реферат:**

1  
Изобретение относится к электронной технике и может быть использовано для изготовления термоэлектродов для термоэлектрических генераторов.

Анизотропный термоэлектрический материал на основе висмута, согласно

2  
изобретению, состоит из висмута, легированного оловом, где концентрация олова составляет 0,08% ат. Материал изготовлен в виде микропровода диаметром 150 нм в молибденовой стеклянной изоляции.

П. формулы: 1

**Descriere:**

5 Invenția se referă la tehnica electronică și poate fi utilizată pentru confecționarea termoelectrozilor pentru generatoare termoelectrice.

Dispozitivele care funcționează în baza anizotropiei forței termoelectromotare (FTEM) se numesc generatoare termoelectrice anizotrope. Eficiența acestor generatoare depinde direct de valoarea acestei anizotropii, prin urmare, obținerea materialelor termoelectrice cu anizotropia FTEM înaltă, este actuală. Coeficienții  $\alpha$  și  $\alpha_{22}$  se referă la gradientul de temperatură, direcționat de-a lungul axei cristalografice  $C_2$ , coeficientul  $\alpha_{33}$  se referă la gradientul de temperatură, direcționat de-a lungul axei cristalografice  $C_3$ . Conform formulei  $\Delta\alpha = \alpha_{33} - \alpha_{22}$  se calculează anizotropia FTEM.

15 Cea mai apropiată soluție este materialul termoelectric anizotrop pe bază de bismut (Bi), care constă din bismut dopat cu staniu (Sn), unde concentrația staniului constituie 0,155% at., totodată materialul este confecționat în formă de microfibr în izolație de sticlă de molibden, cu anizotropia FTEM  $\Delta\alpha = 120 \mu\text{V/K}$  [1].

Dezavantajul acestui material termoelectric constă în aceea, că concentrația de 0,115% at. Sn în Bi întrece limita de solubilitate a aliajului și, ca urmare, aliajul poate degrada, fapt ce conduce la micșorarea anizotropiei.

20 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unui material termoelectric cu proprietăți anizotrope înalte la temperatura camerei.

Materialul termoelectric anizotrop pe bază de bismut, conform invenției, înlătură dezavantajul menționat mai sus prin aceea, că constă din bismut dopat cu staniu, unde concentrația staniului constituie 0,08% at., totodată materialul este confecționat în formă de microfibr cu diametrul de 150 nm în izolație de sticlă de molibden.

Rezultatul tehnic al invenției constă în majorarea anizotropiei FTEM cu obținerea energiei termoelectrice în condiții extremale.

Din aliajul de bismut dopat cu staniu cu concentrația de 0,08% at. Sn au fost obținute microfibre cu diametrul de 150 nm, la care valoarea coeficientului  $\alpha_{33}$  s-a majorat cu 30%.

30 Exemplu de realizare a invenției

Pentru obținerea materialului cu o anizotropie înaltă s-au folosit bismutul și staniu, în proporție de 0,08% at. staniu, și bismut - restul. Sinteza aliajului s-a produs la temperatura de 560°C timp de 5 ore în tubul de molibden vidat, amplasat într-o sobă.

35 După deconectarea sobei de la energia electrică, materialul sintetizat se răcește cu viteza de 10° pe oră, după care, microfibrul, cu axa cristalografică  $C_3$ , direcționată de-a lungul microfibrului, este supus întinderii elastice prin metoda Ulitovskii, cu obținerea microfibrului cu diametrul de 100...200 nm în izolație de sticlă de molibden.

Întinderea elastică se efectuează cu scopul de majorare a coeficientului  $\alpha_{33}$  și obținerea valorii maxime a anizotropiei FTEM.

40 În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele măsurărilor anizotropiei FTEM pentru un diametru constant al aliajului Bi-Sn cu diferite concentrații de Sn. Se observă că concentrația potrivită este de 0,08% at. Sn la care  $\Delta\alpha = 168 \mu\text{V/K}$ .

Tabelul 1

Nº	Aliaj	d, nm	$\Delta\alpha$ , $\mu\text{V/K}$
1	Bi +0,03% at. Sn	150	55
2	Bi +0,08% at. Sn	150	168
3	Bi +0,10% at. Sn	150	60

45 În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele măsurărilor anizotropiei FTEM pentru materialul cu concentrația de 0,08% at. Sn pentru diferite diametre ale firului. Valoarea anizotropiei  $\Delta\alpha$  este maximă pentru diametrul  $d=150$  nm.

Tabelul 2

Nº	Aliaj	d, nm	$\Delta\alpha$ , $\mu\text{V/K}$
1	Bi +0,08% at. Sn	100	80
2	Bi +0,08% at. Sn	150	168
3	Bi +0,08% at. Sn	200	98

Din tabele se observă că, la temperatura camerei, cea mai înaltă anizotropie FTEM are loc pentru diametrul  $d=150$  nm al aliajului Bi+0,08% at. Sn. În continuare, la microfir cu axa cristalografică  $C_3$ , direcționată de-a lungul firului și supus întinderii elastice, se majorează valoarea coeficientului  $\alpha_{33}$  cu 30%. În așa mod anizotropia FTEM finală este de  $\Delta\alpha=168\mu\text{V/K}$ , ceea ce este

5 mult mai înaltă în comparație cu  $\Delta\alpha=120 \mu\text{V/K}$  din prototip.

Avantajele materialului termoelectric propus:

- simplificarea tehnologiei de obținere a aliajului prin micșorarea concentrației de Sn;

- aliajul obținut are proprietăți fizice stabile la exploatarea îndelungată;

10 - materialul obținut are o anizotropie a FTEM mult mai înaltă în comparație cu prototipul invenției.

## (56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. MD 542 Y 2012.08.31

## (57) Revendicări:

Material termoelectric anizotrop pe bază de bismut, care constă din bismut dopat cu staniu, unde concentrația staniului constituie 0,08% at., totodată materialul este confecționat în formă de microfir cu diametrul de 150 nm în izolație de sticlă de molibden.