



MD 1537 Z 2021.12.31

## REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **1537** (13) **Z**  
(51) Int.Cl: *H01L 35/18* (2006.01)  
*H01L 35/28* (2006.01)  
*H01L 35/32* (2006.01)  
*C22C 12/00* (2006.01)  
*C22C 49/14* (2006.01)  
*C22C 121/02* (2006.01)  
*C01G 19/00* (2006.01)

### (12) BREVET DE INVENȚIE DE SCURTĂ DURATĂ

(21) Nr. depozit: s 2020 0112 (22) Data depozit: 2020.09.14	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2021.05.31, BOPI nr. 5/2021
(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; BOTNARI Oxana, MD	
(73) Titular: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII "D. Ghițu", MD	

#### (54) Material termoelectric pe bază de bismut

##### (57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la tehnologia de obținere a materialelor termoelectrice pe bază de bismut, care pot fi folosite la obținerea energiei termoelectrice în condiții extreme.

Materialul termoelectric pe bază de bismut, conform invenției, conține bismut dopat cu staniu cu concentrația de 0,02%at. Sn

2  
și este executat prin metoda Ulitovskii în formă de fir în izolație de sticlă cu diametrul de 85 nm.

Rezultatul invenției constă în sporirea valorii factorului termoelectric de putere.

Revendicări: 1

MD 1537 Z 2021.12.31

**(54) Bismuth-based thermoelectric material****(57) Abstract:**

1  
The invention relates to a technology for producing bismuth-based thermoelectric materials, which can be used for producing thermoelectric energy in extreme conditions.

The bismuth-based thermoelectric material, according to the invention, contains tin-doped bismuth with a concentration of

2  
0.02%atm. Sn and is made by the Ulitkovsky method in the form of a filament in glass insulation with a diameter of 85 nm.

The result of the invention consists in increasing the value of the thermoelectric power factor.

Claims: 1

**(54) Термоэлектрический материал на основе висмута****(57) Реферат:**

1  
Изобретение относится к технологии получения термоэлектрических материалов на основе висмута, которые могут быть использованы для получения термоэлектрической энергии в экстремальных условиях.

Термоэлектрический материал на основе висмута, согласно изобретению,

2  
содержит висмут легированный оловом с концентрацией 0,02%ат. Sn и выполнен по методу Улитковского в виде нити в стеклянной изоляции с диаметром 85 нм.

Результат изобретения состоит в повышении значения термоэлектрического фактора мощности.

П. формулы: 1

**Descriere:**

5 Invenția se referă la tehnologia de obținere a materialelor termoelectrice pe bază de bismut, care pot fi folosite la obținerea energiei termoelectrice în condiții extremale.

Calitatea și posibilitatea utilizării materialelor termoelectrice sunt determinate de către valoarea factorului termoelectric de putere (FP), care depinde de conductivitatea electrică și de valoarea coeficientului forței termoelectrice a materialului.  $FP = \alpha^2 \Sigma$ , unde  $\Sigma$  – este conductivitatea electrică, iar  $\alpha$  – coeficientul forței termoelectrice.

10 Se cunosc materiale termoelectrice pe bază de bismut slab dopate cu impurități acceptorii de Sn și impurități donore de Te, pentru care au fost efectuate cercetări ale efectelor dimensionale ale rezistenței electrice  $\rho = (1/\Sigma)$  și a forței termoelectrice -  $\alpha$  a materialului de Bi slab dopat cu impurități acceptorii de Sn și impurități donore de Te [1].

15 Dezavantajul materialelor termoelectrice prezentate constă în aceea că maximul valorii coeficientului -  $\alpha$  a materialului slab dopat cu staniu este mic în comparație cu valoarea maximului -  $\alpha$  a Bi pur la temperaturi joase. Totodată, valorile maxime  $\alpha$  ale aliajelor rămân mici și au tendința de deplasare în direcția creșterii temperaturii cu majorarea impurităților de Sn.

Pentru materialele termoelectrice obținute din bismut slab dopat cu impurități acceptoare de Sn valorile FP pentru diferite concentrații de dopare și pentru diferite diametre sunt cu mult mai mici decât valoarea FP a bismutului pur la temperatura de 20 K. Totodată maximul FP în dependență de concentrația Sn se deplasează în direcția temperaturilor mai mari, ceea ce este important la implementarea în practică a materialului.

25 Alt neajuns constă în aceea că au fost folosite fire cu diametre mari (200-340) nm, care se comportă ca materialele masive. Efectele de cuantificare dimensională au loc numai pentru fire la care diametrul lor este mai mic, ori mult mai mic de 100 nm. Valoarea lui  $\alpha$  este pozitivă, însă mică în jurul  $\alpha = 80 \mu\text{V/K}$ , iar FP atinge valoarea maximă de  $4,0 \cdot 10^{-5} \text{W/cm} \cdot \text{K}^2$ .

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unui material termoelectric pe bază de bismut cu o valoare a FP mai înaltă.

30 Problema se rezolvă prin obținerea unui material termoelectric pe bază de bismut, care conține bismut dopat cu staniu cu concentrația de 0,02%at. Sn și este executat prin metoda Ulitovskii în formă de fir în izolație de sticlă cu diametrul de 85 nm, având valoarea factorului termoelectric de putere la temperatura de 77 K de  $7,2 \cdot 10^{-5} \text{W/cm} \cdot \text{K}^2$ .

Rezultatul tehnic al invenției constă în sporirea valorii factorului termoelectric de putere până la  $7,2 \cdot 10^{-5} \text{W/cm} \cdot \text{K}^2$  la temperatura de 77 K.

35 Din aliajul de bismut dopat cu staniu cu concentrația de 0,02%at. Sn au fost obținute fire cu diametrul de 85 nm, la care valoarea lui  $\alpha$  a crescut cu 35% la temperatura de 77 K (temperatura azotului lichid). Atenționăm, că în cazul cuantificării dimensionale, coeficientul forței termoelectrice  $\alpha$  poate să crească cu 30-35%, iar condiția de cuantificare dimensională poate avea loc numai odată cu micșorarea diametrelor la firele cercetate.

40 Exemplu de realizare a invenției

In elementul Bi pur prin metoda de sinteză termică se introduc 0,02%at Sn. Sinteza are loc într-un tub de molibden, din care este evacuat aerul la temperatura de 450°C timp de 5 ore. Răcirea aliajului are loc treptat cu o viteză de 10°C pe oră. Din aliajul obținut prin metoda Ulitovskii se capătă fire subțiri în izolație de sticlă de diferite diametre. Cea mai mare valoare a FP a fost obținută pentru diametrul de 85 nm la temperatura azotului lichid  $T = 77 \text{ K}$ . Această temperatură este comodă de a realiza în practică lucrul generatorului termoelectric în comparație cu temperatura He lichid  $T = 4 \text{ K}$  care este prea joasă și din această cauză pot apărea probleme cu stabilirea unui gradient de temperatură constant.

Avantajele materialului termoelectric propus:

50 - FP este de  $7,2 \cdot 10^{-5} \text{ W/cm} \cdot \text{K}^2$ , care întrece cu mult valoarea de  $4,0 \cdot 10^{-5} \text{ W/cm} \cdot \text{K}^2$  la temperatura azotului lichid 77K;

- temperatura de 77 K corespunde maximului FP datorită stabilirii unui gradient de temperatură constant;

- proprietățile fizice ale materialului sunt stabile în procesul de lucru a generatorului;

55 - materialul termoelectric este obținut în formă de fire cu dimensiuni micronice comode la aplicare în practică.

**(56) Referințe bibliografice citate în descriere:**

1. А. А. Николаева, Л. А. Конопко, Г. И. Пара, А. К. Цуркан. Размерные эффекты в сопротивлении и термоэдс в магнитном поле нанонитей Bi, легированных акцепторной и донорной примесями. Металлофиз. новейшие технол., 2011, v. 33, nr. 1, p. 65-75

**(57) Revendicări:**

Material termoelectric pe bază de bismut, care conține bismut dopat cu staniu cu concentrația de 0,02%at. Sn, executat prin metoda Ulitovskii în formă de fir în izolație de sticlă cu diametrul de 85 nm, având valoarea factorului termoelectric de putere la temperatura de 77 K de  $7,2 \cdot 10^{-5} \text{ W/cm}\cdot\text{K}^2$ .