



MD 1743 Y 2024.02.29

## REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **1743** (13) **Y**  
(51) Int.Cl: C22C 12/00 (2006.01)  
C30B 1/00 (2006.01)  
C30B 29/52 (2006.01)  
H01B 1/02 (2006.01)  
H01B 13/06 (2006.01)  
H10N 10/10 (2023.01)  
H10N 10/85 (2023.01)  
H10N 10/853 (2023.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE  
DE SCURTĂ DURATĂ

În termen de 6 luni de la data publicării mențiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenție de scurtă durată, orice persoană poate face opoziție la acordarea brevetului	
(21) Nr. depozit: s 2022 0049 (22) Data depozit: 2022.07.21 (41) Data publicării cererii: 2024.01.31, BOPI nr. 1/2024	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2024.02.29, BOPI nr. 2/2024
(71) Solicitant: INSTITUȚIA PUBLICĂ UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: KONOPKO Leonid, MD; NIKOLAEVA Albina, MD; BODIUL Pavel, MD; PARA Gheorghe, MD (73) Titular: INSTITUȚIA PUBLICĂ UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (74) Mandatar autorizat: BALAN Mihail	

(54) Termoelement anizotrop

(57) Rezumat:

1  
Invenția să referă la tehnica electronică și poate fi utilizată pentru confecționarea termoelementelor anizotrope pentru generatoarele termoelectrice.

Termoelementul anizotrop constă din cel puțin o pereche de termoelectrozi în formă de microfibre monocristaline în izolație de sticlă, unul fiind executat din Bi dopat cu Sn cu

2  
concentrația de 0,155%at.Sn, cu axa cristalografică C<sub>3</sub> direcționată de-a lungul microfirului, întins elastic la temperatura camerei, și celălalt fiind executat din Bi pur cu axa cristalografică C<sub>2</sub> direcționată de-a lungul microfirului.

Revendicări: 1

MD 1743 Y 2024.02.29

**(54) Anisotropic thermoelement****(57) Abstract:**

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

The anisotropic thermoelement consists of at least one pair of thermoelectrodes in the form of single-crystal microwires in glass insulation, one of which is

2  
made of Bi doped with Sn with a concentration of 0.155%at.Sn, with the crystallographic axis  $C_3$  directed along the microwire, elastically stretched at room temperature, and the other is made of pure Bi with the crystallographic axis  $C_2$  directed along the microwire.

Claims: 1

**(54) Анизотропный термоэлемент****(57) Реферат:**

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

Анизотропный термоэлемент состоит из, по крайней мере, одной пары термоэлектродов в виде монокристаллических микропроводов в стеклянной изоляции, один из которых

2  
изготовлен из Bi, легированного Sn с концентрацией 0,155%ат.Sn, с кристаллографической осью  $C_3$  направленной вдоль микропровода, упруго растянутого при комнатной температуре, и другой изготовлен из чистого Bi с кристаллографической осью  $C_2$  направленной вдоль микропровода.

П. формулы: 1

**Descriere:**

Invenția să referă la tehnica electronică și poate fi utilizată pentru confecționarea termoelementelor anizotrope pentru generatoarele termoelectrice.

Generatoarele, care funcționează pe principiul anizotropiei termoelectrice, poartă denumirea de termoelemente anizotrope (TA).

Bismutul pur ca element termoelectric are o anizotropie mai înaltă decât Sb. Din această cauză primul generator anizotrop a fost încercat în baza Bi pur, la care anizotropia forței electromotoare termice (FEMT) este  $\Delta\alpha = \alpha_{33} - \alpha_{22}$ , unde  $\alpha_{33}$  este coeficientul FEMT când gradientul de temperatură este direcționat de-a lungul axei cristalografice  $C_3$ , iar  $\alpha_{22}$  – gradientul de temperatură, care este direcționat de-a lungul axei cristalografice  $C_2$ . Factorul de putere a materialului anizotrop este  $P = (\Delta\alpha)^2 \cdot \sigma$ , unde  $\Delta\alpha$  - este anizotropia FEMT, iar  $\sigma$  - conductibilitatea electrică a Bi. Eficiența termoelementului anizotrop, categoric, este determinată de valoarea anizotropiei FEMT la pătrat -  $\Delta\alpha^2$ .

Primul termogenerator anizotrop a funcționat în baza perechilor de termoelectrozi confecționați din Bi masiv pur cu o anizotropie termoelectrică  $\Delta\alpha = \alpha_{33} - \alpha_{22} = 110 \mu\text{V/K} - 50 \mu\text{V/K} = 60 \mu\text{V/K}$ . Neajunsul acestei perechi constă în aceea că termoelectrozii sunt obținuți dintr-o topitură masivă și prelucrați mecanic fără să fie protejați de mediul înconjurător. În afară de aceasta, anizotropia termoelectrică a lor este foarte mică. Aceste neajunsuri parțial au fost eliminate când termoelectrozii au fost realizați în izolație de sticlă.

În calitate de cea mai apropiată soluție a fost luată sursa din care se cunoaște materialul termoelectric anizotrop pe bază de Bi, care constă din Bi-0,155%at.Sn, totodată materialul este confecționat în formă de microfir în izolație de sticlă de molibden cu modificarea direcției axei cristalografice  $C_3$  până la coinciderea ei cu axa microfirului, având o anizotropie termoelectrică de  $\Delta\alpha = 120 \mu\text{V/K}$  [1].

Dezavantajul acestei soluții constă în anizotropia FEMT joasă a materialului termoelectric anizotrop.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui termoelement anizotrop în formă de microfir în izolație de sticlă la care anizotropia FEMT  $\Delta\alpha$  să fie mai înaltă decât în sursa 1.

Termoelementul anizotrop, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă din cel puțin o pereche de termoelectrozi în formă de microfir monocristaline în izolație de sticlă, unul fiind executat din Bi dopat cu Sn cu concentrația de 0,155%at.Sn, cu axa cristalografică  $C_3$  direcționată de-a lungul microfirului, întins elastic la temperatura camerei, și celălalt fiind executat din Bi pur cu axa cristalografică  $C_2$  direcționată de-a lungul microfirului.

Avantajul invenției constă în obținerea unei anizotropii a FEMT înalte a termoelementului anizotrop. Un alt avantaj constă în aceea că termoelectrozii sunt protejați de mediul exterior și pot fi utilizați un timp îndelungat.

Particularitățile invenției, care constau în realizarea termoelementului anizotrop, format din doi termoelectrozi, executați în formă de microfir în izolație de sticlă, unul fiind din Bi-0,155%at.Sn și al doilea din Bi pur, cu axele cristalografice  $C_3$  și  $C_2$ , corespunzător, direcționate de-a lungul microfirilor, precum și întinderea elastică a termoelectrodului de Bi-0,155%at.Sn la temperatura camerei, termoelectrodul de Bi pur rămânând fără schimbare, asigură obținerea unei anizotropii a FEMT înalte a acestui termoelement. La aplicarea unui gradient de temperatură asupra termoelectrozilor se obține  $\alpha_{33} = 243 \mu\text{V/K}$  pentru un termoelectrod și  $\alpha_{22} = 50 \mu\text{V/K}$  pentru termoelectrodul din Bi pur. Deci, anizotropia FEMT pentru această pereche de termoelectrozi este de  $\Delta\alpha = \alpha_{33} - \alpha_{22} = 243 \mu\text{V/K} - 50 \mu\text{V/K} = 193 \mu\text{V/K}$ .

La întinderea elastică (И. А. Попов, П. П. Бодюл, Е. Ф. Молошник, О. Ботнар. Повышение термоэлектрической добротности тонких нитей  $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$  при упругом растяжении в магнитном поле. Термоэлектричество, 2008, nr. 2, p. 38-48) a termoelectrodului de Bi-0,155%at.Sn în formă de microfir, are loc o deplasare a atomilor de bază în celula elementară, așa numită "stare excitată", care nu schimbă rezistența ohmică a termoelectrodului, deoarece atomul nu părăsește nodul rețelei cristaline. Însă, aplicarea unui gradient de  $5^\circ\text{C}$  provoacă o creștere esențială a coeficientului  $\alpha_{33} = 243 \mu\text{V/K}$ , ca anizotropia acestei perechi de termoelectrozi să devină  $\alpha_{33} - \alpha_{22} = 243 \mu\text{V/K} - 50 \mu\text{V/K} = 193 \mu\text{V/K}$ .

Exemplu de realizare a invenției

Din aliajul de Bi-0,155%at.Sn și din Bi pur după metoda Ulitovski se obțin microfir în izolație de sticlă cu  $d = 200\text{nm}$ . Ca regulă, microfirile obținute se supun recristalizării pentru obținerea microfirilor de Bi-0,155%at.Sn, la care axa cristalografică de ordinul trei  $C_3$  să fie direcționată de-a lungul

microfirului. La fel, se procedează și cu microfirul de Bi pur, doar că în acest caz axa cristalografică  $C_2$  trebuie să coincidă cu lungimea microfirului. În rezultatul aplicării gradientului de temperatură de  $5^\circ\text{C}$  a fost obținută pentru prima pereche de termoelectrozi Bi-0,155%at.Sn și Bi pur o anizotropie termoelectrică  $\Delta\alpha=\alpha_{33}-\alpha_{22}=238\mu\text{V/K}-60\mu\text{V/K}=178\mu\text{V/K}$ , iar pentru perechea de termoelectrozi de Bi-0,155%at.Sn cu aplicarea întinderii elastice și de Bi pur s-a obținut o anizotropie termoelectrică de  $\Delta\alpha=\alpha_{33}-\alpha_{22}=243\mu\text{V/K}-60\mu\text{V/K}=193\mu\text{V/K}$ . Aceste perechi de termoelectrozi, asigurând o anizotropie termoelectrică înaltă, au posibilitatea de a fi implementate în practică.

## (56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. MD 542 Y 2012.08.31

## (57) Revendicări:

Termoelement anizotrop, care constă din cel puțin o pereche de termoelectrozi în formă de microfibre monocristaline în izolație de sticlă, unul fiind executat din Bi dopat cu Sn cu concentrația de 0,155%at.Sn, cu axa cristalografică  $C_3$  direcționată de-a lungul microfirului, întins elastic la temperatura camerei, și celălalt fiind executat din Bi pur cu axa cristalografică  $C_2$  direcționată de-a lungul microfirului.