



MD 174 Y 2010.03.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **174** <sup>(13)</sup> **Y**

(51) Int. Cl.: *H01L 21/203* (2006.01)  
*C01G 15/00* (2006.01)  
*C01G 19/00* (2006.01)  
*C01B 19/04* (2006.01)

(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 2009 0092<br>(22) Data depozit: 2009.05.19                                                                                                                                                                                                                                                                                            | (45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:<br>2010.03.31, BOPI nr. 3/2010 |
| (71) Solicitant: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGII INDUSTRIALE AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD<br>(72) Inventatori: ZASAVIȚCHI Efim, MD; ANDRONIC Constantin, MD; CANȚER Valeriu, MD; SIDORENCO Anatolii, MD<br>(73) Titular: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGII INDUSTRIALE AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD |                                                                                         |

(54) **Material semiconductor**

(57) **Rezumat:**

1

Invenția se referă la materialele semiconductoare, care posedă proprietăți de supraconductori, în particular la un material semiconductor din telurură de staniu dopată.

Materialul, conform invenției, este obținut pe bază de telurură de staniu, telur și este dopat suplimentar cu galiu, iar componentele sunt luate în următorul raport, % mas:

5

telurură de staniu  
galiu  
telur

Revendicări: 1  
Figuri: 2

10

2

94,5...98,3,  
1,1...3,5,  
0,6...2,1.

MD 174 Y 2010.03.31

**Descriere:**

Invenția se referă la materiale semiconductoare, care posedă proprietăți de supraconductori, în particular la un material semiconductor din telurură de staniu dopată.

- 5 Este cunoscut un materialul semiconductor, obținut pe bază de telurură de staniu, care are temperatura critică ( $T_c$ ) de trecere în starea supraconductoare de ordinul 0,1K și care este mai mică în comparație cu temperatura critică ( $T_c$ ) caracteristică pentru majoritatea materialelor semiconductoare [1].

Dezavantajul acestui material constă în faptul că acesta nu posedă proprietăți semiconductoare sporite.

- 10 Este cunoscut de asemenea un procedeu de obținere a unui material semiconductor pe bază de telurură de plumb dopat cu telur și taliiu, la un raport al componentelor, % mas: telurură de plumb 97,8...99,0, telur 0,4...0,9 și taliiu 0,6...1,4 [2].

Dezavantajul acestui material semiconductor pe baza de telurură de plumb, dopată cu taliiu și telur constă în aceea că temperatura lui critică ( $T_c$ ) este relativ mică, iar taliiul folosit în calitate de dopant este un material toxic.

- 15 Cea mai apropiată soluție este un procedeu de dopare a materialelor semiconductoare în bază de telurură de staniu și telurură de plumb cu surplus de telur, care are concentrația purtătorilor de sarcină comparabilă cu concentrația în  $Ga_{0,5}Al_{0,5}As$  dopat cu Ga, Al sau GaAs la nivel de  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ .

- 20 Dezavantajul acestui procedeu constă în faptul că semiconductorul de tip n obținut din telurură de plumb și dopat cu telur posedă proprietăți semiconductoare mai slab pronunțate în comparație cu materialul semiconductor revendicat.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în faptul că materialul semiconductor în bază de telurură de staniu și telur este dopat suplimentar cu galiu, îmbunătățindu-se astfel proprietățile lui semiconductoare.

- 25 Materialul, conform invenției, este obținut pe bază de telurură de staniu, telur și este dopat suplimentar cu galiu, iar componentele sunt luate în următorul raport, % mas:

telurură de staniu 94,5...98,3,  
galiu 1,1...3,5,  
telur 0,6...2,1.

- 30 Rezultatul invenției constă în obținerea unui material în bază de telurură de staniu, dopat cu taliiu și galiu cu proprietăți semiconductoare sporite.

Procedul de obținere a materialului include următoarele etape tehnologice:

1. Depunerea materialului semiconductor pe un substrat, executat pe bază de fluorură de bariu, cu orientarea cristalină prestabilă, de exemplu, (111), (100) sau (110), într-o cameră de creștere a instalației de epitaxie moleculară cu fascicul, într-un vid profund de ordinul  $10^{-11}$  mm a coloanei de mercur;

- 35 2. Materialul semiconductor se depune prin evaporare din trei celule de tip Knudsen, încărcate cu SnTe, Ga și Te;

3. Monitorizarea compoziției și a grosimii stratului depus cu ajutorul aparatelor, cu care este dotată instalația;

- 40 4. Studiul proprietăților electrofizice ale probelor de material semiconductor revendicat la temperaturi joase în intervalul 0,4...4,2 K.

Rezultatele măsurării temperaturii critice ( $T_c$ ) pentru probele de material semiconductor ce conține diferite cantități de galiu sunt prezentate în tabel.

Tabel

| Compoziția probei,<br>% mas. | Temperatură critică,<br>( $T_c$ ), K |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 98,25SnTe + 1,07Ga + 0,68Te  | 0,9                                  |
| 97,75SnTe + 1,38Ga + 0,87Te  | 1,1                                  |
| 97,50SnTe + 1,52Ga + 0,98Te  | 1,7                                  |
| 96,70SnTe + 2,05Ga + 1,25Te  | 2,5                                  |
| 96,25SnTe + 2,30Ga + 1,45Te  | 3,0                                  |
| 95,75SnTe + 2,60Ga + 1,65Te  | 3,3                                  |
| 94,50SnTe + 3,47Ga + 2,03Te  | 3,5                                  |

- 45 Materialul semiconductor a fost obținut, folosind instalația de epitaxie moleculară cu fascicul de tipul ОИ-1203. După tratarea chimică, substratul pe baza fluorurii de bariu, cu orientarea cristalină prestabilă, de exemplu, (111), (100) sau (110) în camera de creștere a instalației de epitaxie moleculară cu fascicul (vid la nivelul de  $10^{-11}$  mm a coloanei de mercur). După recoacerea la temperatura de 973K timp de 30 de
- 50 minute, pe substrat se depune prin evaporare materialul semiconductor, din trei celule de tipul Knudsen încărcate, respectiv, cu SnTe, Ga și Te. Controlul vitezei de creștere se execută cu ajutorul unui rezonator de cuarț. Temperatura substratului în procesul de creștere constituie 350...400°C, viteza de depunere a fost de 0,4...0,5 nm/s și grosimea stratului în limitele de  $(3...5) \cdot 10^{-11}$  mm. Controlul compoziției a fost efectuat după densitatea fluxului din celule.

## MD 174 Y 2010.03.31

4

Probele obținute în așa mod au fost monocristaline, fapt demonstrat cu ajutorul unui dispozitiv de difracție a electronilor rapizi, care permite de a efectua controlul structurii și a morfologiei suprafeței.

Proprietățile electrofizice au fost examinate în intervalul de temperaturi 0,4...4,2K. Invenția se explică prin desenele din figura 1 și 2. Fig. 1 reprezintă dependența caracteristică a rezistenței (R) 5  
probelor de temperatură (T) la un conținut al galiului de 2,6%. Așa formă a dependenței rezistenței (R) de temperatură (T) arată clar că probele de semiconductor la temperaturi joase manifestă proprietăți semiconductoare sporite, fapt demonstrat suplimentar de figura 2, din care reiese că aplicarea câmpului magnetic exterior conduce la suprimarea acestei stării.

Frecvența stărilor la nivelul Fermi, obținută din  $dH_{C2}/dT$ , atinge valori de  $10^{22} \text{ eV}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ , iar 10  
concentrația purtătorilor de sarcină este comparabilă cu  $\sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ .

Apariția stării semiconductoare sporite în materialul  $\text{SnTe}<\text{Ga}>$  a fost condiționată de unele fenomene, cum ar fi doparea telurului de staniu cu galiu, conduce la formarea benzii cvasilocale cu densitatea mare a stărilor în zona de valență îndepărtată de vârf la 0,1eV cu lățimea de 5...10 meV pe 15  
fondul spectrului admisibil. Anume existența benzii cvasilocale cu o frecvență mare a stărilor în zona de valență explică toată gama, inclusiv și starea semiconductoare sporită în telurura de staniu dopată cu galiu.

Materialul semiconductor  $\text{SnTe}<\text{Ga}>$  se deosebește de materialele supraconductoare semiconductoare existente prin aceea că are parametri critici mai buni (de exemplu, temperatura critică  $T_C$ , care atinge valoarea de 3,5K). Aceasta poate fi folosit în fabricarea senzorilor de radiație infraroșie peliculari, de 20  
exemplu, a bolometrelor cu deplasare în câmpul magnetic.

### (57) Revendicări:

Material semiconductor, obținut pe bază de telurură de staniu și telur, **caracterizat prin aceea că** 25  
materialul suplimentar este dopat cu galiu, iar componentele sunt luate în următorul raport, % mas:

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| telurură de staniu | 94,5...98,3, |
| galiu              | 1,1...3,5,   |
| telur              | 0,6...2,1.   |

30

### (56) Referințe bibliografice:

1. Коэн М., Глэдстоун Г., Йенсен М., Шриффер Дж. Сверхпроводимость полупроводников и переходных металлов. гл. 3, Москва, Мир, 1972
2. SU 961512 A1 1983.01.23
3. JP 58191427 A 1983.11.08

Şef Secție:

GROSU Petru

Examinator:

CIOCARLAN Alexandru

Redactor:

UNGUREANU Mihail

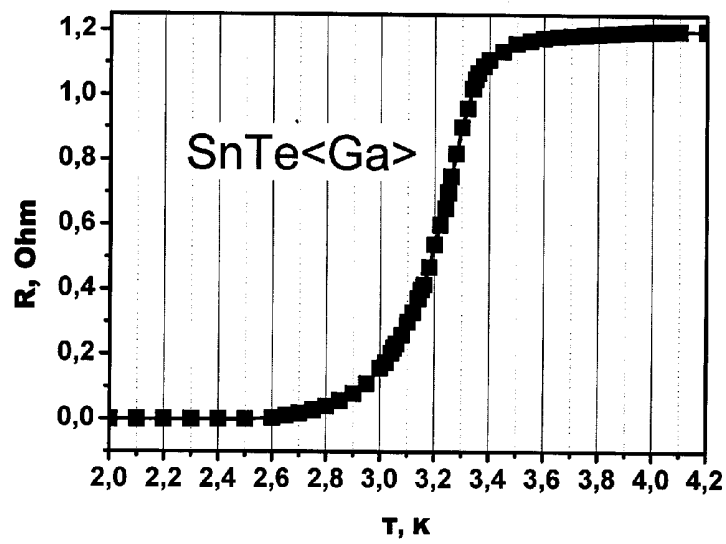


Fig. 1

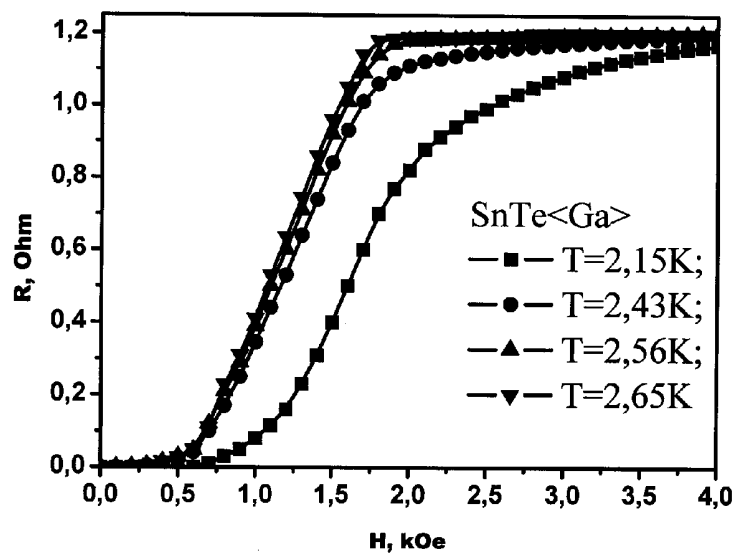


Fig. 2

## RAPORT DE DOCUMENTARE

pentru cerere de brevet de invenție de scurtă durată conform art.52(2) a Legii nr. 50/2008

| (21) Nr. depozit: s 2009 0092                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                  |                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| (22) Data depozit: 2009.05.19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                  |                                   |
| (51) IPC: <b>Int. Cl.: H01L 39/22</b> (2006.01)<br><b>H01L 21/02</b> (2006.01)<br><b>C01G 15/00</b> (2006.01)<br><b>C01G 19/00</b> (2006.01)<br>Alți indici de clasificare:<br><b>Titlul: Material semiconductor</b><br>(71) Solicitantul: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGII<br>INDUSTRIALE AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD |                                                                                                  |                                   |
| I. Condiția de unitate a invenției           ? <b>satisface</b> <input type="checkbox"/> <b>nu satisface. Notă:</b>                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                  |                                   |
| II. Minimul de documente consultate:<br>MD 1994-2009<br>EA 1995-2009                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                  |                                   |
| III. Domeniul de documentare:<br>a) Indicii IPC (ultima redacție): <b>Int. Cl.: H01L 39/22</b> (2006.01)<br><b>H01L 21/02</b> (2006.01)<br><b>C01G 15/00</b> (2006.01)<br><b>C01G 19/00</b> (2006.01)<br>b) Termeni caracteristici, cuvinte-cheie, sinonime: „material semiconductor”, supraconductor                                              |                                                                                                  |                                   |
| IV. Documente considerate a fi relevante                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                  |                                   |
| Categoria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Date de identificare ale documentelor citate si, unde este cazul, indicarea pasajelor pertinente | Relevant față de revendicarea nr. |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RU2111579 C1 1998.05.20                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | BG 48908 A1 1991.06.14                                                                           | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 61181178 A 1986.08.13                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 53090882 A 1978.08.10                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | US 5877122 A 1999.03.02                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 9018063 A 1997.01.17                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 7273379 A 1995.10.20                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 2277275 A 1990.11.13                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 1099269 A 1989.04.18                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 1030110 A 1989.02.01                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 61067282 A 1986.04.07                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 63160273 A 1988.07.04                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 58110084 A 1983.06.30                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 62098769 A 1987.05.08                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 62018776 A 1987.01.27                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | US 4470190 A 1984.09.11                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 58125881 A 198.07.27                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 57104283 A 1982.06.29                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 56013784 A 1981.02.10                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 53049963 A 1978.05.06                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | GB 1360100 A 1974.07.17                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 1052325 A 1989.02.28                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 1052322 A 1989.02.28                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 1052321 A 1989.02.28                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 1052319 A 1989.02.28                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 57176780 A 1982.10.30                                                                         | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 5121731 A 1993.05.18                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | MD 2436 G2 2004.04.30                                                                            | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | MD 2805 G2 2005.06.30                                                                            | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | MD 3662 C2 2008.07.31                                                                            | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | MD 3688 G2 2008.08.31                                                                            | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SU 961512 A1 1983.01.23                                                                          | 1                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 58191427 A 1983.11.08                                                                         | 1                                 |

| <b>Categorii de documente citate</b>                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b> - document care definește stadiul anterior în general                                                                                                                                                 | <b>O</b> - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expunere etc.                                                                      |
| <b>X</b> - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă                                                                               | <b>P</b> - document publicat înainte de data de depozit dar după data priorității invocate                                                                      |
| <b>Y</b> - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași natură | <b>T</b> - document publicat după data de depozit sau a priorității invocate, citat pentru a pune în evidență principiul sau teoria care fundamentează invenția |
| <b>E</b> - document anterior dar publicat la data de depozit național reglementar sau după această dată                                                                                                        | <b>D</b> – Document menționat în descrierea cererii de brevet                                                                                                   |
| Data finalizării documentării                                                                                                                                                                                  | 2009.12.17                                                                                                                                                      |
| Examinatorul                                                                                                                                                                                                   | CIOCARLAN Alexandru                                                                                                                                             |