



MD 249 Y 2010.07.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **249** ⁽¹³⁾ **Y**

(51) Int. Cl.: *H05K 7/20* (2006.01)
H01L 35/16 (2006.01)
H01L 37/00 (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01)
H01L 23/373 (2006.01)
F25B 21/02 (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 0070 (22) Data depozit: 2009.04.29	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2010.07.31, BOPI nr. 7/2010
(71) Solicitant: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGII INDUSTRIALE AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: ZASAVIȚCHI Efim, MD; BELENCIUC Alexandr, MD; ȘAPOVAL Oleg, MD (73) Titular: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGII INDUSTRIALE AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD	

(54) **Procedeu de fabricare a răcitorului termoelectric pentru substratul circuitului integrat**

(57) **Rezumat:**

1

Invenția se referă la procedee de fabricare a răcitorului termoelectric pentru substratul circuitului integrat și poate fi aplicată în diferite domenii ale microelectronicii, tehnicii de calcul, medicinei și în alte domenii, care necesită îndepărtarea căldurii.

Procedeu de fabricare a răcitorului termoelectric pentru substratul circuitului integrat constă în aceea că substratul circuitului integrat executat din siliciu se tratează chimic, se recoace la temperatura de 1073K timp de 3...5 min într-o cameră

2

5 de vid suprainalt. Apoi pe acesta se depune un strat intermediar dublu pe bază de fluoruri la temperatura de 973K, compus dintr-un strat de CaF_2 cu grosimea de 2...3 nm și un strat de BaF_2 cu grosimea de aproximativ 150 nm, cu o viteză de 0,1 nm/s. Pe stratul intermediar dublu se depune un strat termoelectric de convertizare executat din material semiconductor de tipul A_3B_6 , pe care se amplasează un radiator cu ventilator.

Revendicări: 1

Figuri: 1

Descriere:

Invenția se referă la procedee de fabricare a răcitorului termoelectric pentru substratul circuitului integrat și poate fi aplicată în diferite domenii ale microelectronicii, tehnicii de calcul, medicinei și în alte domenii, care necesită îndepărtarea căldurii.

- 5 Este cunoscut un răcitor termoelectric pentru substratul circuitului integrat, care conține un substrat, un circuit integrat, un material conducător de căldură, un convertizor termoelectric, un radiator și un ventilator convectiv [1].

Dezavantajul acestui răcitor termoelectric pentru substratul circuitului integrat constă în aceea că contactul termic cu circuitul integrat este realizat prin intermediul unei paste speciale cu conductibilitate termică mare, ceea ce duce la micșorarea eficacității răcirii substratului circuitului integrat.

Procedeeul de fabricare a răcitorului termoelectric pentru substratul circuitului integrat înlătură dezavantajul menționat mai sus prin aceea că substratul circuitului integrat executat din siliciu se tratează chimic, se recoace la temperatura de 1073K timp de 3...5 min într-o cameră de vid supraîncălzit, apoi pe acesta se depune un strat intermediar dublu pe bază de fluoruri la temperatura de 973K, compus dintr-un strat de CaF_2 cu grosimea de 2...3 nm și un strat de BaF_2 cu grosimea de aproximativ 150 nm, cu o viteză de 0,1 nm/s, pe stratul intermediar dublu se depune un strat termoelectric de convertizare, executat din material semiconductor de tipul A_4B_6 , pe care se amplasează un radiator cu ventilator.

Rezultatul invenției constă în excluderea pastei speciale cu conductibilitate termică mare.

Invenția se explică prin desenul din figură, care reprezintă schema-bloc a răcitorului termoelectric pentru substratul circuitului integrat.

Răcitorul termoelectric pentru substratul circuitului integrat propus conține un substrat 2 cu circuite electronice integrate 1 din siliciu, pe care se execută creșterea epitaxială a stratului intermediar dublu 3 de fluoruri, compus din stratul subțire (2...3 nm) de CaF_2 , care are parametrul rețelei asemănător cu siliciul, și din stratul mai gros (~150 nm) de BaF_2 , care are constanta rețelei asemănătoare cu materialele A_4B_6 . Stratul intermediar are menirea de a pune în concordanță parametrii rețelei cristaline și coeficienții de dilatare termică a siliciului și a semiconductorilor de tipul A_4B_6 , care sunt cele mai bune materiale pentru fabricarea convertizoarelor termoelectrice de randament mare. Pe stratul intermediar dublu 3 de fluoruri se execută depunerea suprafeței pe baza semiconductorilor de tipul A_4B_6 (de exemplu, PbTe-SnTe). Obținută în așa mod, suprafața servește ca bază pentru fabricarea convertizorului termoelectric 4. Alegerea materialului pentru convertizorul termoelectric depinde de posibilitățile materialelor de tipul A_4B_6 de a relaxa tensiunile în structurile $\text{PbSnTe/BaF}_2\text{-CaF}_2/\text{Si}$, care apar în procesele de încălzire/răcire din cauza diferenței coeficienților termici. Căldura de la partea fierbinte a convertizorului termoelectric cu ajutorul radiatorului 5 și ventilatorului 6 se îndepărtează prin metodele tradiționale.

A fost executat un model experimental al răcitorului termoelectric pentru substratul circuitului integrat, care conține un substrat 2 cu circuite electronice integrate 1 din siliciu, stratul intermediar dublu 3 de fluoruri, convertizorul termoelectric 4, radiatorul 5 și ventilatorul 6. O parte a substratului din siliciu (parametrul rețelei cristaline - 0,543 nm) conține elementele integrate 1, iar cea de-a doua parte se folosește pentru executarea depunerii epitaxiale a stratului intermediar pe bază de fluoruri. Suprarețeaua pe baza semiconductorilor de tip A_4B_6 (PbTe-SnTe) are parametrii rețelei cristaline respectiv 0,646 nm și 0,637 nm.

Obținerea straturilor intermediare pe Si s-a efectuat în instalația de epitaxie moleculară cu fascicul (MBE) de tipul VCY-4. Imediat după tratarea chimică, substratul se introduce în camera de depunere a instalației de epitaxie moleculară și la un vid de $2 \cdot 10^{-10}$ Pa. Camera de depunere a straturilor subțiri este înzestrată cu un dispozitiv de difracție a electronilor rapizi, care permite de a efectua controlul asupra structurii și morfologiei suprafeței, și cu un dispozitiv de control al vitezei de creștere construit pe baza unui rezonator de cuarț. Temperatura substratului în procesul de creștere constituie 400°C, viteza depunerii - 0,01 nm/s, grosimea straturilor de fluoruri - 2...3 nm (CaF_2) și ~150 nm (BaF_2).

Stratul intermediar de fluoruri asigură condiții pentru creșterea materialelor semiconductoare de tipul A_4B_6 - discordanța după constanta rețelei cristaline între Si și fluoruri constituie 0,6%. El are capacitatea de a relaxa tensiunile, care apar în urma termociclărilor - coeficienții dilatării termice pentru fluoruri de asemenea sunt comparabili (CaF_2 - $19,1 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$; BaF_2 - $18,1 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ și PbTe - $19,8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$). De asemenea stratul intermediar are termorezistența mică și se execută efectiv captarea energiei termice de la sursă (substratul circuitului integrat).

Pentru fabricarea convertizorului termoelectric pe substratul intermediar din fluoruri se depune o suprațea pe baza materialelor PbTe-SnTe . Pentru depunerea materialelor de tipul A_4B_6 s-a folosit metoda peretelui fierbinte într-un vid de 10^{-5} Pa. În reactorul de cuarț folosit la depunerea stratului de PbTe era prevăzut un rezervor suplimentar cu Te destinat pentru schimbarea concentrației și a tipului de conductibilitate. Viteza de depunere a fost de 0,4...0,5 nm/s, iar temperatura substratului - de 400°C.

Creșterea epitaxială pe suprafața fluorurii se începe cu depunerea unui strat amortizator de PbTe cu grosimea de 500...2000 nm. Depunerea suprafeței PbTe-SnTe se execută cu folosirea surselor de PbTe și SnTe . În suprațea se formează în așa mod regiuni cu conductibilitatea de tip n și p pentru fabricarea ulterioară a convertizorului termoelectric. Convertizorul termoelectric fabricat pe baza supraței din semiconductori PbTe-SnTe are eficacitatea termoelectrică avantajoasă, poate fi crescut epitaxial prin

MD 249 Y 2010.07.31

4

stratul intermediar de fluoruri direct pe suprafața siliciului și poate relaxa tensiunile, care apar în procesele de termociclare.

5 Datorită măririi esențiale a eficacității de răcire a substratului circuitului integrat, este posibil de a folosi răcitorul termoelectric pentru substratul circuitului integrat în scopul răcirii elementelor electronice și a senzorilor, precum și pentru răcirea electronicii funcționale bazate pe siliciu, ceea ce dă

posibilitatea de a mări esențial, de exemplu, puterea calculatoarelor.

10

(57) Revendicări:

1. Procedeu de fabricare a răcitorului termoelectric pentru substratul circuitului integrat, care constă în aceea că substratul circuitului integrat executat din siliciu se tratează chimic, se recoace la

15 temperatura de 1073K timp de 3...5 min într-o cameră de vid supraîncălzită, apoi pe acesta se depune un strat intermediar dublu pe bază de fluoruri la temperatura de 973K, compus dintr-un strat de CaF_2 cu grosimea de 2...3 nm și un strat de BaF_2 cu grosimea de aproximativ 150 nm, cu o viteză de 0,1 nm/s, pe

20

stratul intermediar dublu se depune un strat termoelectric de convertizare, executat din material semiconductor de tipul A_4B_6 , pe care se amplasează un radiator cu ventilator.

(56) Referințe bibliografice:

1. Chowdhury I., Ravi Prasher R., Lofgreen K., Chrysler G., Narasimhan S., Mahajan R., Koester D., Alley R., Venkatasubramanian R. Pn-chip cooling by superlattice-based thin-film thermoelectrics. Nature Nanotechnology. 2009, Vol. 4, Issue 4, p. 235-238

Șef Secție:

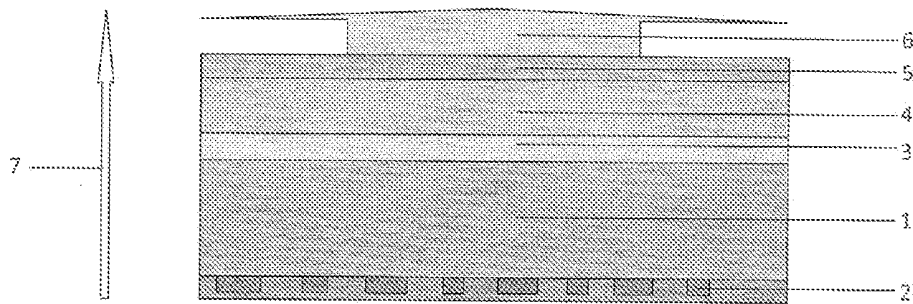
SĂU Tatiana

Examinator:

GULPA Alexei

Redactor:

CANȚER Svetlana



revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași natură	priorității invocate, citat pentru a pune în evidență principiul sau teoria care fundamentează invenția
E - document anterior dar publicat la data de depozit național reglementar sau după această dată	D – Document menționat în descrierea cererii de brevet
Data finalizării documentării 2010.05.05	
Examinatorul GULPA Alexei	