



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2010 00021**

(22) Data de depozit: **14.01.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2014** BOPI nr. **4/2014**

(41) Data publicării cererii:
30.01.2012 BOPI nr. **1/2012**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO**

(72) Inventatori:
• **BRAIC MARIANA, STR. TELIȚA NR.4,
BL.66 B, AP.43, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;**

• **ZOIȚA CĂTĂLIN NICOLAE,
STR.FIZICENILOR NR.14, BL.O 2, AP.13,
MĂGURELE, IF, RO;**
• **BRAIC LAURENȚIU, STR.TELIȚA NR.4,
BL.66 B, AP.43, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 123559 B1; JPS 61177285 (A)

(54) **MATERIAL SEMICONDUCTOR PE BAZĂ DE In_xZn_yN PENTRU
APLICAȚII ÎN OPTOELECTRONICĂ**



RO 127021 B1

1 Inventția se referă la un material semiconductor din straturi subțiri pe bază de $\text{In}_x\text{Zn}_y\text{N}$,
sub formă de monostraturi aderente la suportul pe care au fost depuse, utilizat pentru reali-
3 zarea de dispozitive optoelectronice diverse.

În prezent, sunt cunoscute metode de obținere a nitrurii de indiu și nitrurii de zinc,
5 depuse pe diferite substraturi rigide, cu aplicabilitate în industria optoelectronică, cunoscute
ca materiale pentru fabricarea LED-urilor, a senzorilor, a celulelor solare sau a dispozitivelor
7 emițătoare și/sau detectoare pentru radiația din domeniul undelor terahertziene.

Se cunosc straturi subțiri din nitrură de indiu (de exemplu, prin cererea de brevet
9 europeană **WO 2008/009805 A1**) pentru obținerea de nitrură de indiu pe substraturi rigide
prin procedee tipice depunerii de straturi prin depunere din fază chimică de vapori (CVD),
11 și anume, prin epitaxie moleculară din fază metalo-organică. Ca straturi intermediare, se pot
folosi diferite substraturi (Si, SiC, GaN, InGaN, AlN, AlInGaN), având drept caracteristică
13 comună faptul că diferența între constanta proprie de rețea și cea a nitrurii de indiu sau a
nitrurii de indiu și zinc este mai mică de 10%.

De exemplu, documentul **RO 123559 B1** prezintă un material semiconductor pe bază
15 de $\text{In}_x\text{Al}_y\text{N}$ pentru aplicații în optoelectronică, realizat sub formă de monostraturi depuse pe
un substrat flexibil prin intermediul unui strat intermediar de AlN cu grosime de 10...100 nm,
17 stratul de $\text{In}_x\text{Al}_y\text{N}$ având grosimi între 50 și 3000 nm, iar $0,5 \leq x \leq 1$; $0 \leq y \leq 0,5$ și $0,9 \leq x +$
19 $y \leq 1,1$. De asemenea, documentul **JPS 61177285 (A)** prezintă un material de înregistrare
a unor semnale informaționale, care are, pe un substrat, un strat de nitrură metalică, în
21 particular, tip AlN, depus prin pulverizarea unei ținte în câmp magnetic, în care sunt fixate
dispersate particule metalice, în particular, de Zn și de In.

Problema tehnică pe care își propune să o rezolve invenția constă în obținerea unui
23 material tip strat semiconductor pe bază de nitrură de In și Zn, aderente atât pe suporturi
rigide, cât și pe suporturi flexibile, de tip kapton, care să permită creșterea ariei de aplicabili-
25 tate a dispozitivelor optoelectronice.

Materialul tip strat subțire semiconductor din nitrură de indiu și zinc este realizat din
27 două straturi subțiri individuale, un strat stoichiometric de AlN ca strat intermediar depus
direct pe substrat, cu grosimi cuprinse între 10 și 50 nm, și un strat subțire de $\text{In}_x\text{Zn}_y\text{N}$, cu
29 grosimi cuprinse între 100 și 3000 nm, unde $0,5 \leq x \leq 1,0$, iar $0 \leq y \leq 0,5$, cu condiția ca $0,8 \leq$
31 $x + y \leq 1,2$.

Materialul tip strat subțire, conform invenției, având grosimi cuprinse între 110 și
33 3050 nm, prezintă aderență ridicată la substrat, conducție de tip n și efect de fotoluminis-
cență la temperatura camerei, în domeniul de lungimi de undă cuprins între 350 și 1400 nm.

Materialul semiconductor pentru aplicații în optoelectronică, conform invenției,
35 prezintă următoarele avantaje:

- 37 - se caracterizează prin conducție de tip n;
- se caracterizează prin aderență ridicată la substrat;
- 39 - se caracterizează prin grosime totală cuprinsă de la zeci de nanometri până la
câțiva microni.

41 Invenția este prezentată pe larg în continuare.

Conform invenției, materialul semiconductor pe bază de $\text{In}_x\text{Zn}_y\text{N}$ pentru aplicații în
43 optoelectronică este realizat din două straturi subțiri sub formă de monostraturi depuse pe
un substrat, având un strat stoichiometric de AlN ca strat intermediar depus direct pe
45 substrat, cu grosimi cuprinse între 10 și 50 nm. Stratul de $\text{In}_x\text{Zn}_y\text{N}$, depus peste acesta, are
concentrațiile atomice ale elementelor componente cu valorile în domeniile: $0,5 \leq x \leq 1$; $0 \leq$
47 $y \leq 0,5$ și $0,8 \leq x + y \leq 1,2$ și grosimi cuprinse între 100 și 3000 nm.

RO 127021 B1

Pentru obținerea de materiale semiconductoare utilizabile pentru fabricarea a diferite dispozitive optoelectronice pe bază de nitru de indiu, până în prezent sunt utilizate tehnologii de tip CVD (MOVPE, MBE) sau PVD (pulverizare magnetron), nefiind cunoscute straturi cu structură mono sau policristalină de nitru de indiu și zinc. Ca materiale semiconductoare alese pentru actuala invenție, s-au utilizat nitru de indiu și zinc, depuse pe substrat rigid sau flexibil, de tip kapton, având ca strat intermediar față de substrat un strat stoichiometric de AlN.

Proprietățile superioare ale materialelor semiconductoare care fac obiectul invenției sunt generate de obținerea unui nou tip de material, depus atât pe substrat rigid, cât și pe substrat flexibil, ceea ce lărgeste considerabil aria de aplicabilitate a noului material în domeniul optoelectonicii.

Materialul semiconductor, conform invenției, este obținut printr-o metodă de tip depunere din fază fizică de vapori (pulverizare tip magnetron) într-o plasmă reactivă.

Un exemplu de realizare a unui material semiconductor, conform invenției, este cea cu două monostraturi, constituit dintr-un strat intermediar de AlN, cvasistoichiometric ($0,95 < N/Al < 1,02$) și un strat cvasistoichiometric ($0,95 < N/(In+Zn)/1,03$) de $In_{0,9}Zn_{0,1}N$, care prezintă un raport al concentrațiilor atomice ale metalelor componente In și Zn de $(In/Zn) = 0,9$.

Materialul semiconductor este aderent la substrat, rezultatele obținute în urma testului de aderență prin zgâriere (realizat conform cu ANSI/ASTM B 571-79) fiind bune, nefiind pusă în evidență desprinderea stratului de pe substrat.

În continuare, este prezentat un exemplu concret de realizare a invenției.

Materialul semiconductor este obținut într-o plasmă reactivă care conține atomi și ioni de indiu, aluminiu, zinc și azot, la presiuni cuprinse între 5×10^{-2} și 1 Pa, la temperaturi ale substratului pe care se face depunerea cuprinse între 350 și 500°C, timpul de depunere fiind cuprins în intervalul de 60 și 480 min. Obținerea straturilor prin pulverizare tip magnetron, care poate fi realizată în curent continuu, în radio frecvență sau cu alimentare pulsată bipolar, se poate face până la temperaturi ale substratului de maximum 500°C, pentru a nu apărea disocierea noului material sintetizat de pe substrat.

Materialul utilizat ca substrat pentru depunerea straturilor subțiri semiconductoare este spălat și degresat în baie de ultrasunete cu solvenți organici, apoi este introdus în incinta tehnologică. Pentru obținerea materialului semiconductor, se utilizează un suport de substrat cu temperatura controlabilă, pe care sunt plasate piesele ce urmează a fi acoperite. Catozii pe care sunt amplasate țintele de In, Zn și Al sunt amplasați în exteriorul suportului de substrat. În incinta tehnologică de depunere se introduce azot, având atât rolul de a pulveriza țintele metalice, cât și rol de gaz reactiv, ce se va combina cu ionii și atomii metalici ajunși la substrat și va crea straturile semiconductoare. Prin controlul curenților de alimentare a catodilor, se poate controla compoziția elementară și grosimea stratului depus. Este posibilă și aplicarea unui potențial negativ de polarizare a substratului, cuprins între 20 și 1000 V, care poate duce la creșterea aderenței straturilor depuse la substrat, la reducerea tensiunilor mecanice în straturi și la creșterea densității acestora.

Revendicări

1

3

5

7

9

1. Material semiconductor pe bază de $\text{In}_x\text{Zn}_y\text{N}$ pentru aplicații în optoelectronică, realizat din două straturi subțiri sub formă de monostraturi depuse pe un substrat, având un strat stoichiometric de AlN ca strat intermediar depus direct pe substrat, **caracterizat prin aceea că** stratul intermediar de AlN are grosimi cuprinse între 10 și 50 nm, iar stratul de $\text{In}_x\text{Zn}_y\text{N}$, depus peste acesta, are concentrațiile atomice ale elementelor componente cu valorile în domeniile: $0,5 \leq x \leq 1$; $0 \leq y \leq 0,5$ și $0,8 \leq x + y \leq 1,2$ și grosimi cuprinse între 100 și 3000 nm.

11

2. Material semiconductor, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este depus pe un substrat flexibil, prin metoda pulverizării tip magnetron.

13

3. Material semiconductor, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** prezintă conducție de tip n și efect de fotoluminescență la temperatura camerei, în domeniul cuprins între 350 și 1400 nm.

