



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01213**

(22) Data de depozit: **24/11/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/09/2017** BOPI nr. **9/2017**

(41) Data publicării cererii:
30/07/2013 BOPI nr. **7/2013**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL
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;**
• **BRAIC VIOREL, STR.TELIȚA NR.4,
BL.66 B, AP.43, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 6727531 B1; US 2011/0057294 A1

(54) **MATERIAL SEMICONDUCTOR REALIZAT DIN STRAT
SUBȚIRE PE BAZĂ DE In_xY_yN PENTRU APLICAȚII
ÎN OPTOELECTRONICĂ**



RO 128642 B1

1 Invenția se referă la un material semiconductor realizat din strat subțire pe bază de
In_xY_yN, sub formă de monostrat depus pe un substrat rigid sau flexibil, aderent la suportul
3 pe care a fost depus și care este utilizat pentru realizarea de dispozitive optoelectronice
diverse.

5 În prezent sunt cunoscute metode de obținere a nitrurii de indiu și nitrurii de ytriu,
depuse pe diferite substraturi rigide, cu aplicabilitate în industria optoelectronică, ca mate-
7 riale pentru fabricarea LED-urilor, a senzorilor, a celulelor solare sau a dispozitivelor emiță-
toare și/sau detectoare pentru radiația din domeniul undelor THz-iene.

9 Se cunosc straturi subțiri din nitrură de indiu (de exemplu brevetul european
WO 2008/009805 A1) pentru obținerea de nitrură de indiu pe substraturi rigide, prin pro-
11 cedee tipice depunerii de straturi prin depunere din faza chimică de vapori (CVD) și anume
prin epitaxie moleculară din fază metalo-organică.

13 Din documentul **US 6727531 B1** este cunoscut un material pe bază de nitrură de
galii care cuprinde un strat format dintr-un aliaj de InGaN. Un astfel de material poate
15 cuprinde heterostructuri AlGaN/InGaN, de exemplu, într-o structură care include un strat de
GaN, un strat de InGaN peste stratul de GaN și un strat de AlGaN (dopat sau nedopat) peste
17 stratul de InGaN; alternativ, materialul poate fi fabricat ca un material care nu cuprinde niciun
strat care să conțină aluminiu, de exemplu un strat GaN/InGaN sau un strat InGaN.

19 Documentul **US 2011/0057294 A1** se referă la o metodă de fabricare a unor structuri
de strat ce include obținerea unui strat de nitrură a unui semiconductor din grupa III, de
21 exemplu GaN, AlN, InN sau nitrură a aliajelor acestor semiconductori, aderent la substrat
printr-o interfață de aderență care prezintă o suprafață polară metalică la interfața cu
23 substratul. Structura semiconductoră poate include și un strat de nitrură de indiu galii, cu
o suprafață metalică polară poziționată adiacent față de suprafața polară terminată în N a
25 nitrurii semiconductorului din grupa III.

27 Problema tehnică pe care își propune să o rezolve invenția constă în obținerea unor
straturi semiconductoră pe bază de nitrură de indiu și ytriu, atât pe suporturi rigide, cât și
29 pe suporturi flexibile, de tip kapton, pentru creșterea ariei de aplicabilitate a dispozitivelor
optoelectronice.

31 Materialul cu strat subțire semiconductor din nitrură de indiu și ytriu este realizat
dintr-un strat subțire de In_xY_yN, cu grosimi cuprinse între 100 și 3000 nm, unde $0,9 \leq x \leq 1,0$,
iar $0 \leq y \leq 0,1$, cu condiția ca $0,9 \leq x+y \leq 1,1$.

33 Materialul, conform invenției, are grosimi cuprinse între 110 și 3050 nm, prezintă ade-
rență ridicată la substrat, conducție de tip n cu densitate a purtătorilor de sarcină în domeniul
35 $10^{17} \dots 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ și mobilitate Hall a purtătorilor de sarcină în domeniul $0,1 \dots 20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ și efect
de fotoluminescență la temperatura camerei, în domeniul de lungimi de undă cuprins între
37 350 și 1400 nm.

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

- 41 - se caracterizează prin conducție de tip n;
- se caracterizează prin aderență ridicată la substrat;
- 43 - se caracterizează prin grosime totală cuprinsă de la zeci de nanometri până la
câțiva micrometri.

45 Pentru obținerea de materiale semiconductoră utilizabile pentru fabricarea a diferite
dispozitive optoelectronice pe bază de nitrură de indiu, până în prezent sunt utilizate tehnolo-
47 gii de tip CVD (MOVPE, MBE) sau PVD (pulverizare magnetron), nefiind cunoscute straturi
cu structură mono sau policristalină de nitrură de indiu și ytriu. Ca materiale semiconductoră
49 alese pentru actuala invenție, s-au utilizat nitrură de indiu și de ytriu, depuse pe substrat rigid
sau flexibil, de tip kapton.

RO 128642 B1

Proprietățile superioare ale materialului semiconductor care face obiectul invenției sunt generate de obținerea unui nou tip de material, depus atât pe substrat rigid, cât și flexibil, ceea ce mărește considerabil aria de aplicabilitate a noului material în domeniul optoelectonicii. 1
3

Materialul cu strat subțire semiconductor din nitru de indiu și ytriu este realizat dintr-un strat subțire de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$, cu grosimi cuprinse între 100 și 3000 nm, unde $0,9 \leq x \leq 1,0$, iar $0 \leq y \leq 0,1$, cu condiția ca $0,9 \leq x+y \leq 1,1$. 5
7

Materialul semiconductor, conform invenției, este obținut printr-o metodă de tip depunere din fază fizică de vapori (pulverizare magnetron) într-o plasmă reactivă. Un exemplu de realizare a unui material semiconductor este cea constituită dintr-un strat cvasistoichiometric ($0,96 < N/(In+Y) < 1,04$) de $\text{In}_{0,85}\text{Y}_{0,05}\text{N}$, care prezintă un raport al concentrațiilor atomice ale metalelor componente In și Y de $(In/Y) = 0,95$. 9
11

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. 13
15

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, ytriu și azot, la presiuni cuprinse între 5×10^{-2} și 1 Pa, la temperaturi ale substratului pe care se face depunerea cuprinse între 350°C și 500°C , timpul de depunere fiind cuprins în intervalul 60 și 480 min. Obținerea straturilor prin pulverizare magnetron, într-o descărcare care poate fi alimentată în curent continuu, în radio frecvență sau pulsată bipolar, se poate face până la temperaturi ale substratului de maximum 500°C , pentru a nu apărea disocierea noului material sintetizat pe substrat. 17
19
21
23

Materialul utilizat ca substrat pentru depunerea straturilor subțiri semiconductoră 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 temperatură controlabilă, pe care sunt plasate piesele ce urmează a fi acoperite. Catozii pe care sunt amplasate țintele de In și Y 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 semiconductoră. Prin controlul curenților de alimentare a catodilor, se poate controla compoziția elementală 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. 25
27
29
31
33
35

Bibliografie 37

1. US Patent no. 7427785 "Nitride-based light emitting device and manufacturing method thereof", Song June O, September 2008; 39

2. US Patent no. 6,649,440 B1 "Aluminum Indium Gallium Nitride-Based LED having thick epitaxial layer for improved light extraction" Michael Ragan Krames, Paul Scott Martin, Tun Sein Tan, November 2003; 41
43

3. J. P. Dismukes, W. M. Yim, J. J. Tietjem, and R. E. Novak, RCA Rev. 31, 680 (1970); 45

4. J. M. Gregoire, S. D. Kirby, M. E. Turk, R. B. van Dover Thin Solid Films 517 (2009) 1607-1609; 47

5. W. De La Cruz, J. A. Diaz, L. Mancera, N. Takeuchi, and G. Soto, J. Phys. Chem. Solids 64, 2273 (2003). 49

RO 128642 B1

Revendicări

1

3

1. Material semiconductor din strat subțire depus pe un substrat, **caracterizat prin aceea că** stratul subțire este constituit din $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$ depus pe un substrat rigid cu grosimi cuprinse între 100 și 3000 nm, unde $0,9 \leq x \leq 1,0$, iar $0 \leq y \leq 0,1$, cu condiția ca $0,9 \leq x+y \leq 1,1$.

5

7

2. Material semiconductor conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** stratul subțire este constituit din $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$, este depus pe un substrat flexibil.

9

3. Material semiconductor conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** este obținut prin metoda pulverizării magnetron.

11

4. Material semiconductor conform revendicărilor de la 1 la 3, **caracterizat prin aceea că** prezintă efect de fotoluminescență la temperatura camerei, în domeniul de lungimi de undă cuprins între 350 și 1400 nm.

13

15

5. Material semiconductor conform revendicărilor de la 1 la 3, **caracterizat prin aceea că** prezintă conducție de tip n, cu densitate a purtătorilor de sarcină în domeniul 10^{17} - 10^{21} cm^{-3} și mobilitate Hall a purtătorilor de sarcină în domeniul 0,1...20 cm^2/Vs .



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 432/2017