



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

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

(22) Data de depozit: **24.11.2011**

(41) Data publicării cererii:
30.07.2013 BOPI nr. 7/2013

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR. ATOMIȘTILOR NR. 409, CP-OP MG
05, MĂGURELE, IF, RO**

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

(54) **STRATURI SUBȚIRI DE $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$ PENTRU APLICAȚII ÎN
OPTOELECTRONICĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la straturi subțiri semiconductoare de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}_{1-x-y}$ sub formă de monostraturi depuse pe un substrat rigid sau flexibil, aderente la suportul pe care au fost depuse, care pot fi utilizate pentru realizarea diverselor dispozitive optoelectronice. Straturile subțiri conform invenției sunt obținute prin metoda pulverizării magnetron într-o plasmă reactivă ce conține atomi și ioni de indiu, ytriu și azot, materialele din nitruri fiind realizate dintr-un strat subțire de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$, cu grosimea cuprinsă între 100...3000 nm, unde $0,9 \leq x \leq 1,0$, iar $0 \leq y \leq 0,1$, cu condiția ca $0,9 \leq x+y \leq 1,1$, materialele

astfel obținute având aderență ridicată la substrat, prezentând conducție de tip n, cu densitatea purtătorilor de sarcină cuprinsă în domeniul $10^{17}...10^{21} \text{ cm}^{-3}$, cu mobilitatea Hall a purtătorilor de sarcină în domeniul $0,1...20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ și efect de fotoluminescență la temperatura camerei în domeniul de lungimi de undă cuprins între 350...1400 nm.

Revendicări: 5



18
12/3
24 11-2011

STRATURI SUBȚIRI DE $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$ PENTRU APLICAȚII ÎN OPTOELECTRONICĂ

DESCRIERE

Invenția se referă la materiale semiconductoare din straturi subțiri pe bază de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$, sub formă de monostraturi depuse pe un substrat rigid sau flexibil, aderente la suportul pe care au fost depuse și care sunt utilizate pentru realizarea de dispozitive optoelectronice diverse.

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 materiale pentru fabricarea LED-urilor, a senzorilor, a celulelor solare sau a dispozitivelor emițătoare și/sau detectoare pentru radiația din domeniul undelor THz-iene.

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

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

Materialele straturi subțiri semiconductoare din nitrură de indiu și ytriu sunt realizate 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 $0,9 \leq x+y \leq 1,1$.

Materialele, conform invenției, au grosimi cuprinse între 110 și 3050 nm, prezintă aderență ridicată la substrat, conducție de tip n și efect de fotoluminiscentă la temperatura camerei, în domeniul de lungimi de undă cuprins între 350 și 1400 nm.

Materialele semiconductoare pentru aplicații în optoelectronică, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

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

Pentru obținerea de materiale semiconductoare utilizabile pentru fabricarea a diferite dispozitive optoelectronice pe bază de nitrură de indiu, până în prezent sunt utilizate

tehnologi 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 semiconductoare alese pentru actuala invenție, s-au utilizat nitrura de indiu și ytriu, depuse pe substrat rigid sau flexibil, de tip kapton.

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 flexibil, ceea ce mărește considerabil aria de aplicabilitate a noului material în domeniul optoelectronicii.

Materialele semiconductoare, conform invenției, sunt obținute 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 $In_{0,85}Y_{0,05}N$, care prezintă un raport al concentrațiilor atomice ale metalelor componente In și Y de $(In/Y) = 0,95$.

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, ytriu și azot, la presiuni cuprinse între 5×10^{-2} și 1 Pa, la temperaturi ale substratului pe care se face depunerea cuprinse între $350^{\circ}C$ și $500^{\circ}C$, timpul de depunere fiind cuprins în intervalul 60 și 480 min. Obținerea straturilor prin pulverizare magnetron, care poate fi în curent continuu, în radio frecvență sau pulsată bipolar, se poate face până la temperaturi ale substratului de maximum $500^{\circ}C$, pentru a nu apare disocierea noului material sintetizat 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 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 semiconductoare. 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.

STRATURI SUBȚIRI DE $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$ PENTRU APLICAȚII ÎN OPTOELECTRONICĂ

REVENDICARI

1. Materialele semiconductoare straturi subțiri de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$ **caracterizate prin aceea că** sunt realizate dintr-un strat subțire sub formă de monostrat depus pe un substrat rigid sau flexibil, 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 $0,9 \leq x+y \leq 1,1$.
2. Materiale semiconductoare straturi subțiri de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$, conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că** sunt depuse pe un substrat flexibil.
3. Materiale semiconductoare straturi subțiri de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$, conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că** sunt obținute prin metoda pulverizării magnetron.
4. Materiale semiconductoare straturi subțiri de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$, conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că** prezintă efect de fotoluminiscentă la temperatura camerei, în domeniul de lungimi de undă cuprins între 350 și 1400 nm.
5. Materiale semiconductoare straturi subțiri de $\text{In}_x\text{Y}_y\text{N}$, conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că** prezintă conducție de tip n, cu densitate a purtătorilor de sarcină în domeniul $10^{17} - 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ și mobilitate Hall a purtătorilor de sarcină în domeniul 0,1 - 20 cm^2/Vs .