



MD 2289 F1 2003.10.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) **2289** <sup>(13)</sup> **F1**  
(51) **Int. Cl.<sup>7</sup>**: G 02 B 6/10;  
H 01 L 21/00

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
(21) <b>Nr. depozit:</b> a 2003 0079 (22) <b>Data depozit:</b> 2003.03.14	(45) <b>Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:</b> 2003.10.31, BOPI nr. 10/2003
(71) <b>Solicitant:</b> TIGHINEANU Ion, MD (72) <b>Inventatori:</b> TIGHINEANU Ion, MD; URSACHI Veaceslav, MD (73) <b>Titular:</b> TIGHINEANU Ion, MD	

(54) **Procedeu de fabricare a dispozitivului optic planar cu ghid de undă**

(57) **Rezumat:**

1  
Invenția se referă la optoelectronică, în particular la procedeele de fabricare a dispozitivelor optice cu ghiduri de undă.

Procedeu de fabricare a dispozitivului optic planar cu ghid de undă constă în faptul că pe suprafața substratului se depune o mască, se

5  
2  
implantează ioni cu energie înaltă și se formează un ghid de undă. Noutatea invenției constă în aceea că ghidul de undă se formează prin anodizarea electrochimică a regiunilor neimplantate.

Revendicări: 1

Figuri: 1

10

MD 2289 F1 2003.10.31

## MD 2289 F1 2003.10.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la optoelectronică, în particular la procedeele de fabricare a dispozitivelor optice cu ghid de undă.

5 Comunicarea prin intermediul sistemelor optice oferă mai multe avantaje față de comunicarea prin fire. Aceste avantaje includ creșterea considerabilă a benzii de transmisie și a capacității canalelor de comunicare, posibilitatea folosirii unor materiale mai ușoare și mai ieftine cu dimensiuni reduse. Un loc deosebit de important în sistemele optice de comunicare îl ocupă dispozitivele optice integrate cu ghid de undă, care combină ghiduri de undă miniaturizate și dispozitive optice (emițătoare și detectoare de lumină) într-un sistem optic funcțional încorporat într-un mic substrat planar. Dispozitivul optic planar 10 tipic cu ghid de undă include un substrat planar și un sistem de miezuri a ghidurilor de undă format pe acest substrat, în învelișul ghidurilor de undă care cuprinde miezul. Radiația optică se propagă în miezul ghidurilor de undă ca urmare a reflexiei interne totale, deoarece indicele de refracție al miezului este mai înalt decât indicele de refracție al învelișului. Cu cât este mai mare diferența dintre indicii de refracție al miezului și al învelișului (bariera optică), cu atât mai eficient este cuplajul și posibilitatea 15 modulării luminii propagate în miez.

Se cunosc dispozitive optice planare, care sunt executate din semiconductori, și care permit formarea emițătoarelor, receptoarelor și a ghidurilor de lumină într-un singur substrat [1]. Ghidurile de undă se execută în formă de fâșii înguste, adică de canale înguste, care conduc lumina în două direcții și o limitează pe o suprafață foarte mică. Metodele de fabricare a acestor tipuri de ghiduri de undă sunt bazate pe implantarea cu ioni cu obținerea unei diferențe mai mari dintre indicii de refracție a miezului și a învelișului ghidurilor de undă. 20

Este cunoscut un procedeu care include implantarea ionilor de greutate medie, cum ar fi: de oxigen MeV, în substraturi de GaAs, InP și alte materiale III-V, tratamentul termic post-implantar pentru a majora indicele de refracție al regiunilor implantate și a produce astfel miezul ghidului de undă [2]. Dezavantajul principal al acestui procedeu constă în necesitatea implantării dozelor mari de ioni pentru a obține o diferență considerabilă dintre indicii de refracție a miezului și a învelișului, doza de implantare fiind limitată de distrugerea stratului implantat și de creșterea pierderilor în ghidurile de undă. 25

Mai este cunoscut un procedeu constituit din următoarele faze tehnologice: implantarea ionilor de energie înaltă într-un substrat cristalin; aplicarea unei măști, care determină tabloul ghidurilor de undă; decaparea porțiunilor neacoperite de mască [3]. 30

Implantarea ionilor de energie înaltă, conform acestei soluții, conduce la formarea unui strat cu indicele de refracție, redus la adâncimea de câțiva micrometri, care limitează propagarea luminii în direcție verticală relativ cu suprafața. Limitarea propagării luminii în direcție laterală este efectuată de către regiunile decapate. Dezavantajele acestui procedeu sunt: bariera optică joasă în direcție verticală, formată la implantarea cu ioni și limitată de distrugerea stratului implantat cu doze mari de ioni; imposibilitatea formării unei granițe abrupte în direcție laterală din cauza subdecapării în regiunea măștii. 35

Problema pe care o rezolvă invenția propusă constă în realizarea unui procedeu universal de fabricare a unui sistem de ghiduri de undă în formă de canale înguste pe un substrat semiconductor, care ar permite formarea unei bariere optice sporite și controlate în ambele direcții: verticală și laterală. 40

Procedeu de fabricare a dispozitivului optic planar cu ghid de undă constă în aceea că pe suprafața substratului se depune o mască, se implantează ioni cu energie înaltă și se formează un ghid de undă. Noutatea invenției constă în aceea că ghidul de undă se formează prin anodizarea electrochimică a regiunilor neimplantate. 45

Rezultatul invenției constă în crearea unui sistem de ghiduri de undă pe un substrat semiconductor, bariera optică a căruia (diferența dintre valorile indicilor de refracție al miezului și al învelișului) depinde de gradul de porozitate a învelișului și poate varia pe un diapazon foarte larg.

Avantajele acestui procedeu sunt:

50 – deoarece bariera optică nu este determinată de diferența dintre indicii de refracție al stratului implantat și al materialului inițial, nu este necesar de a efectua implantarea cu doze foarte mari, deci se păstrează calitatea optică înaltă a miezului;

– gradul de porozitate a învelișului (și respectiv, bariera optică) depinde de parametrii electrochimici de anodizare și poate fi schimbat într-un diapazon foarte larg;

55 – în funcție de energia și tipul ionilor implantați, se pot forma ghiduri de undă pentru diverse adâncimi;

– hotarele dintre miez și înveliș pot fi foarte pronunțate, deoarece sunt excluse procesele de decapare cu folosirea fotolitografiei.

# MD 2289 F1 2003.10.31

4

Invenția se explică prin figura care reprezintă vederea de ansamblu a dispozitivului optic planar cu ghid de undă.

Exemple de realizare a invenției

*Exemplul 1.* Ghid de undă în diapazonul vizibil al spectrului

5 Pe suprafața unui substrat din material semiconductor 1, prin fotolitografie, se depune o mască 2. Prin masca 2 se produce implantarea ionilor de energie înaltă 3, în urma căreia se formează miezurile 4 ghidurilor de undă. Ulterior, prin anodizarea electrochimică se formează învelișurile 5 ghidurilor de undă.

10 Într-o plachetă de n-GaP dotată cu Te, cu orientarea 100 și concentrația electronilor  $n = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , printr-o mască fabricată în prealabil, se plantează ioni de  $N^+$  cu energia de 5 MeV, în doză de  $10^{13} \text{ cm}^{-2}$ . Implantarea în aceste condiții conduce la formarea unui strat cu rezistența de  $10^2 \dots 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$  la adâncimea de 3  $\mu\text{m}$ . Ulterior placheta este supusă anodizării în soluție de  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}$ , menținând curentul în circuitul electrochimic la nivelul de 20 mA/cm<sup>2</sup>. În urma anodizării se obține un strat poros cu porozitatea de 50% în regiunile neimplantate lăsând totodată intacte regiunile implantate.

15 În consecință, la adâncimea de 3  $\mu\text{m}$ , se formează un sistem de ghiduri de undă cu bariera optică  $\Delta n = 1,1$  în direcție: verticală și orizontală (indicele de refracție al regiunilor implantate  $n_1 = 3,1$ , iar al stratului poros  $n_2 = 2,0$ ).

*Exemplul 2.* Ghid de undă în diapazonul infraroșu al spectrului

20 Într-o plachetă de n-inP cu orientarea 100 și concentrația electronilor  $n = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ , printr-o mască fabricată în prealabil, se plantează ioni de  $N^+$  cu energia de 630 keV în doză de  $10^{13} \text{ cm}^{-2}$ . Implantarea în aceste condiții conduce la formarea unui strat cu rezistența de  $10^3 \dots 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$  la adâncimea de 1  $\mu\text{m}$ . Placheta este supusă ulterior anodizării în soluție de  $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}$ , menținând curentul în circuitul electrochimic la nivelul de 20 mA/cm<sup>2</sup>. În urma anodizării se obține un strat poros cu porozitatea de 50% în regiunile neimplantate, lăsând totodată intacte regiunile implantate.

25 În consecință se formează un sistem de ghiduri de undă, la adâncimea de 1  $\mu\text{m}$ , cu bariera optică  $\Delta n = 1,2$  în direcție: verticală și orizontală (indicele de refracție al regiunilor implantate  $n_1 = 3,3$ , iar al stratului poros  $n_2 = 2,1$ ).

30

## (57) Revendicare:

Procedeu de fabricare a dispozitivului optic planar cu ghid de undă care include depunerea unei măști pe suprafața substratului, implantarea ionilor cu energie înaltă și formarea unui ghid de undă, caracterizat prin aceea că ghidul de undă se formează prin anodizarea electrochimică a regiunilor neimplantate.

35

## (56) Referințe bibliografice:

1. US 4677740 1997.07.07
2. US 5491768 1996.02.04
3. US 6516127 2003.02.04

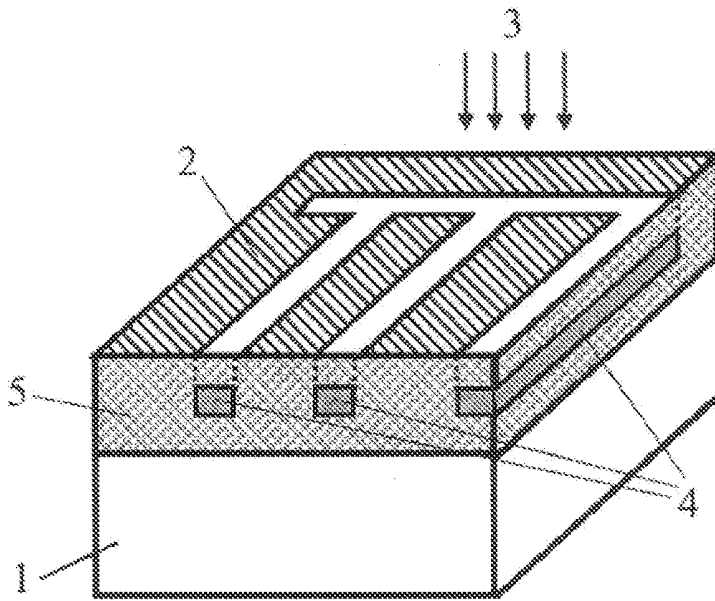
Șef Secție: NEKLIUDOVA Natalia

Examinator: COJOCARU Ala

Redactor: UNGUREANU Mihail

MD 2289 F1 2003.10.31

5



## RAPORT DE DOCUMENTARE

(21) Nr. depozit: a 2003 0079	(85) Data fazei naționale PCT:	
(22) Data depozit: 2003.03.14	(86) Cerere internațională PCT:	
<p>Prioritatea invocată :</p> <p>(31) nr.: (32) data : (33) țara :</p> <p>(51)<sup>7</sup> : G 02 B 6/10; H 01 L 21/00</p> <p>Alți indici de clasificare:</p> <p>(54) <b>Titlul : Procedeu de fabricare a dispozitivului optic planar cu ghid de unda</b></p> <p>(71) Solicitantul : <b>TIGHINEANU Ion, MD</b></p> <p>Termeni caracteristici :</p> <p>a) limba română: ghid de unde, implantare cu ioni, anodizare</p> <p>b) limba engleză: wavv guaide, ion implantation, anodization</p>		
I. Minimul de documente consultate ( sistema clasificării și indici de clasificare Int. Cl.- 7)		
Int. Cl. <sup>7</sup> G 02 B 6/10; H 01 L 21/00		
II. Literatura tehnico-științifică consultată adăugător la minim de documentație (autori, titluri, editura, țara și data publicării)		
A. Sarua, G. Gartner, G. Imer, J. Monecke, I.M. Tiginynu & H. L. Hartnagel. Raman and IR-Reflectance Spectra of Porous III-V Semiconductor Structures. Physica Status Solidi, Vol. 182, No 1, pp. 207-211, 2000		
III. Baze de date electronice consultate (denumirea BD și termen de documentare)		
MD perioada 1993-2002.07; EA 1996-2003. 07		
IV. Documente considerate ca relevante		
Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate si indicarea pasajelor pertinente	Numărul revendicării vizate
A	1. US 4677740 1997.07.07	1
A	2. US 5491768 1996.02.04	1
A	3. US 6516127 2003.02.04	1
<input type="checkbox"/> Documentele următoare sunt indicate în rubrica IV		<input type="checkbox"/> Informația referitoare la brevete paralele se anexează
* categoriile speciale ale documentelor consultate:		P - document publicat înainte de data depozit, dar după data priorității invocate
A - document care definește stadiul anterior general		T - document publicat după data depozitului sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidența principiul sau teoria pe care se bazează invenția

<b>E</b> - document anterior dar publicat la data depozit național reglementar sau după aceasta data	<b>X</b> - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă când documentul este luat de unul singur
<b>L</b> - document care poate pune în discuție data priorității invocate sau poate contribui la determinarea datei publicării altor divulgări sau pentru un motiv expres ( se va indica motivul)	<b>Y</b> - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă cand documentul este asociat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași natură, aceasta combinație fiind evidentă pentru o persoană de specialitate
<b>O</b> - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expunere sau orice altă divulgare	<b>&amp;</b> - document care face parte din aceeași familie de documente
Data finalizării documentării	2003.08.30
Examinatorul	Cojocaru Ala