



MD 1932 F1 2002.05.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 1932 (13) F1
(51) Int. Cl.⁷: H 01 L 31/00

(12) BREVET DE INVENȚIE

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării	
(21) Nr. depozit: a 2000 0107 (22) Data depozit: 2000.06.23	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2002.05.31, BOPI nr. 5/2002
(71) Solicitant: DOROGAN Valerian, MD (72) Inventatori: DOROGAN Valerian, MD; TIGHINEANU Ion, MD; HARTNAGEL Hans, DE; VIERU Tatiana, MD; MANOLE Mihail, MD (73) Titular: DOROGAN Valerian, MD	

(54) Fotodiodă de frecvență înaltă

(57) Rezumat:

1
Invenția se referă la fotoreceptoare cu semiconductori, în special la fotodiode *p-i-n*, și poate fi utilizată în sisteme optoelectronice de recepție și prelucrare a semnalelor optice transmise prin fibre optice, în atmosferă etc.

5
Esența invenției constă în aceea că în fotodioda de frecvență înaltă joncțiunea *p-n* este executată profilată cu proeminente și adâncituri alternante, lățimea *l* a căroră este determinată de relația $2W_o < l \leq 2W_u$, unde W_o este grosimea stratului de sarcină spațială în lipsa polarizării, W_u este grosimea stratului de sarcină spațială la polarizarea inversă a joncțiunii, cu posibilitatea transformării suprafeței

2
joncțiunii *p-n* în suprafață planară la aplicarea polarizării inverse.

5
Rezultatul invenției constă în obținerea fotodiodei cu capacitate prestabilă, modificând aria joncțiunii *p-n*.

10
Revendicări: 1
Figuri: 1

MD 1932 F1 2002.05.31

3

Descriere:

Invenția se referă la fotoreceptoare cu semiconductori, în special la fotodiode $p-i-n$, și poate fi utilizată în sisteme optoelectronice de recepție și prelucrare a semnalelor optice transmise prin fibre optice, în atmosferă etc.

5 Sunt cunoscute fotodiodele $p-i-n$ cu joncțiune $p-n$ [1, 2, 3]. În aceste fotodiode capacitatea joncțiunii $p-n$ se determină prin relația:

$$C_{p-n} = \epsilon_0 \epsilon_s A_{p-n} / W, \quad (1)$$

unde: ϵ_0, ϵ_s sunt constantele dielectrice ale vidului și semiconductorului; A_{p-n} este aria joncțiunii $p-n$, care pentru fiecare fotodiodă este constantă; W este grosimea stratului de sarcină spațială a joncțiunii $p-n$.

10 Aici capacitatea joncțiunii poate fi micșorată numai de câteva ori (2-3 ori) cu ajutorul tensiunii de polarizare inversă, conform relației:

$$W = [2\epsilon_0 \epsilon_s (U - U_{p-n}) / (qN_d)]^{1/2} \quad (2)$$

unde: U este tensiunea inversă de polarizare; U_{p-n} este diferența de potențial a joncțiunii $p-n$; q este sarcina electronului; N_d este concentrația impurităților donore în stratul i .

15 Problema pe care o rezolvă invenția este elaborarea unei fotodiode de înaltă frecvență cu structură $p-i-n$ cu fotosensibilitate ce poate fi modificată cu ajutorul tensiunii de polarizare.

Conform invenției, problema se soluționează prin aceea că în fotodioda de frecvență înaltă cu structura $p-i-n$, joncțiunea $p-n$ este executată profilată cu proeminente și adâncituri alternante, lățimea l a cărora este determinată de relația $2W_o < l \leq 2W_u$, unde W_o este grosimea stratului de sarcină spațială în lipsa polarizării, W_u este grosimea stratului de sarcină spațială la polarizare inversă a joncțiunii, cu posibilitatea transformării suprafeței joncțiunii $p-n$ în suprafață planară la aplicarea polarizării inverse.

25 În așa mod, în lipsa polarizării joncțiunea $p-n$ are forma profilată, iar capacitatea ei se determină prin relația:

$$C_{p-n}^0 = \epsilon_0 \epsilon_s A_{p-n}^0 / W_o, \quad (3)$$

unde: $A_{p-n}^0 = L\Pi(2l + 2h)$ și este aria joncțiunii $p-n$ în lipsa polarizării, L fiind lungimea structurii fotodiodei; Π – perioada structurilor mesa.

30 La polarizarea joncțiunii cu tensiunea U , stratul de sarcină spațială în structurile mesa se mărește conform relației (2), primind valoarea W_u . Deoarece $l \leq 2W_u$, joncțiunea $p-n$ se transformă din profilată în planară, micșorându-și și suprafața, care capătă valoarea $A_{p-n}^u = L\Pi 2l$. Capacitatea joncțiunii la polarizare inversă se micșorează nu numai datorită creșterii grosimii stratului de sarcină spațială, conform relației (2), dar și datorită micșorării suprafeței ei de $\frac{(l+h)}{l}$ ori.

$$\frac{A_{p-n}^0}{A_{p-n}^u} = \frac{(l+h)}{l} \quad (4)$$

35 Astfel, variind tensiunea de polarizare inversă, constanta de timp a fotodiodei $\tau = RC$ poate fi schimbată de zeci de ori, modulând frecvența limită a fotodiodei, deci și fotosensibilitatea ei.

Rezultatul constă în obținerea fotodiodei cu capacitate prestabilă, modificând aria joncțiunii $p-n$.

40 Invenția se explică prin desenul din fig. 1, care reprezintă structura schematică a fotodiodei. Structura fotodiodei constă din substratul 1 de tip n , stratul 2 de tip i , stratul 3 de tip p și contactele metalice 4. Joncțiunea $p-n$ este formată pe o suprafață de tip mesa și în lipsa tensiunii de polarizare inversă are formă profilată 5. La polarizarea inversă cu tensiunea U joncțiunea capătă formă planară 6.

În continuare se dă un exemplu de realizare a invenției.

45 Pe un substrat $p-InP$ prin metoda epitaxiei din faza lichidă se formează un strat epitaxial $InGaAs$ de tip i . Utilizând metodele de fotolitografie și corodare chimică, pe suprafața stratului epitaxial se formează o structură mesa cu înălțimea $h = 50$ nm și lățimea lor $l = 5$ nm. Contactele metalice se confecționează prin metoda evaporării termice în vid a metalelor Ni și Cr, având formă continuă pe stratul 3 și locală pe substratul 1. Deoarece stratul epitaxial i are concentrația purtătorilor de sarcină de ordinul 10^{14} cm⁻³ la polarizarea joncțiunii $p-n$ cu o tensiune inversă $U = 5-10$ V, stratul de sarcină spațială devine mai mare de 4 nm, căpătând formă planară. În așa mod, conform relației (4), suprafața joncțiunii $p-n$ se micșorează cu un ordin de mărime.

50

MD 1932 F1 2002.05.31

4

(57) Revendicare:

- 5 Fotodiodă de frecvență înaltă cu structura $p-i-n$, caracterizată prin aceea că joncțiunea $p-n$ este executată profilată cu proeminențe și adâncituri alternante, lățimea l a căreia este determinată de relația $2W_o < l \leq 2W_u$, unde W_o este grosimea stratului de sarcină spațială în lipsa polarizării, W_u este grosimea stratului de sarcină spațială la polarizare inversă a joncțiunii, cu posibilitatea transformării suprafeței joncțiunii $p-n$ în suprafață planară la aplicarea polarizării inverse.

10

(56) Referințe bibliografice:

1. Ho Wen-Jeng, Dai Ting-Arn, Chuang Zuon-Ming, Lin-Wei, Tu Yuan-Kuang, Wu Meng-Chyi, InGaAs PIN photodiodes on semiinsulating InP substrates with bandwidth exceeding 14 GHz, Solid-State Electron., 38(7), 1995, p. 295-1298
2. Rusu Emil, Nan Stelian, Purica Munizer, Budeanu Elena, Cobzareno Vasile, Fotodiodă PIN pe InGaAs/InP pentru detecția radiației de 1.3 - 1.6 μm , Electrotehn., electron. și automat. Automat. și Electron., nr. 2, 1992, p. 69-71(II-VI)
3. Grave I., Shakouri A., Kruze N., Yariv A., Voltage-controlled tunable GaAs/AlGaAs multistack quantum well infra-red detector, Appl., Phys. Lett., No.19, 1992, p. 2362-2364

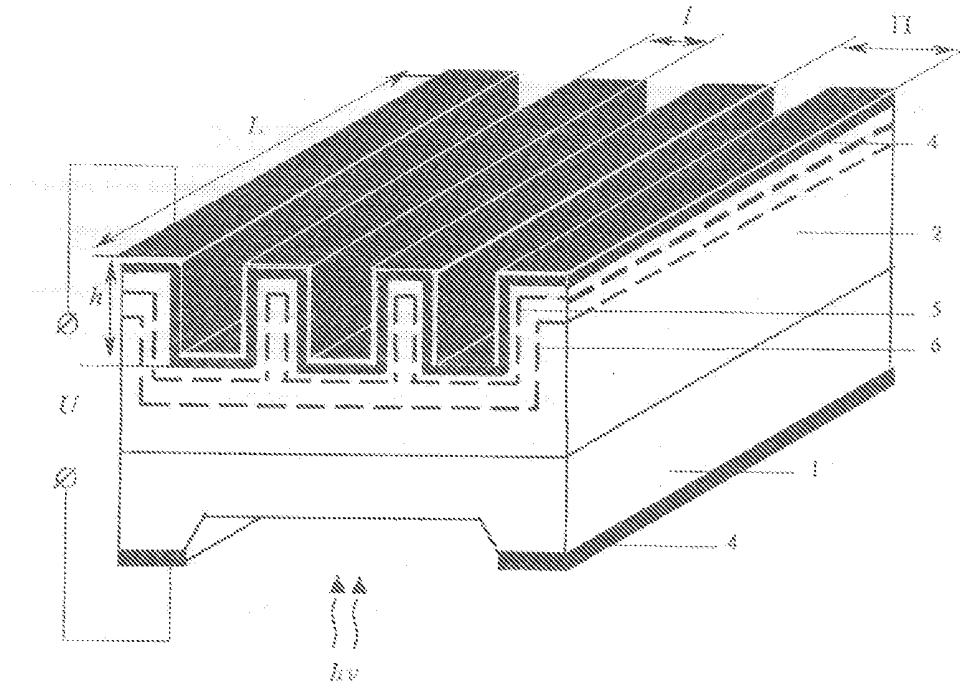
Șef Secție: COZMA Valeriu

Examinator: NASTAS Xenia

Redactor: ANDRIUȚĂ Victoria

MD 1932 F1 2002.05.31

5



1 - substrat "n"; 2 - strat "i"; 3 - strat "p"; 4 - contacte metalice;
5 - joncțiune p-n pentru $U = 0$ V; 6 - joncțiune p-n pentru $U = U_{\text{prag}}$;
 Π - perioada meselor; l - lățimea meselor; L - lungimea structurii;
 h - înălțimea mesei.

RAPORT DE DOCUMENTARE

(21) Nr. depozit: a 2000 0107		(85) Data fazei naționale PCT:
(22) Data depozit: 2000.06.23		(86) Cerere internațională PCT:
Prioritatea invocată : (31) nr.: 32) data : 33) țara : (51) ⁷ : H 01 L 31/00 Alți indici de clasificare: Titlul : Fotodiodă de înaltă frecvență. (71) Solicitantul : Dorogan Valerian, MD Termeni caracteristici :		
I. Minimul de documente consultate (sistema clasificării și indici de clasificare Int. Cl. (7))		
Int. Cl. ⁷ (MD) 1994 - 2000 (EA) 1996 - 2000		
II. Documente considerate ca relevante		
Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate si indicarea pasajelor pertinente	Numărul revendicării vizate
-	-	-
<input type="checkbox"/> Documentele următoare sunt indicate în continuare a rubricii II		<input type="checkbox"/> Informația referitoare la brevete paralele se anexează
* categoriile speciale ale documentelor consultate:		P - document publicat înainte de data depozitului național reglementat dar după data priorității invocate
A - document care definește statutul general al tehnicii		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 care conține baza invenției
E - document anterior dar publicat la data de depozit național reglementar sau după aceasta data		X - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă
L - document care poate pune în discuție data priorității invocate, poate contribui la data publicării altor divulgări sau pentru un motiv expres (se va indica motivul)		Y - 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
O - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expunere sau orice altă		& - document care face parte din aceeași familie de documente
Data efectuării de documentare 2002.02.11		
Examinatorul Nastas Xenia		

ANEXĂ

RAPORT DE DOCUMENTARE

Informația referitoare la brevete paralele		(21) Nr depozit:	
Date de identificare ale documentelor citate in raport	Data publicării	Brevete paralele	Data publicării
1	2	3	4