

Descriere:

Invenția se referă la fotodiode cu sensibilitate dimensională pe bază de semiconductori și poate fi utilizată în sisteme optoelectronice pentru detectarea și prelucrarea semnalelor optice transmise prin atmosferă în scopul orientării și dirijării aparatelor de mare viteză.

Sunt cunoscute fotodiode cu sensibilitate monodimensională confecționate pe baza heterostructurilor GaAs/AlGaAs [1].

Sunt cunoscuți și fotodetectori cu sensibilitate mono- și bidimensională pe baza α -Si:H [2].

Dezavantajul acestor fotoreceptori constă în incapacitatea de a recepționa radiația infraroșie cu lungimea de undă $\lambda=1,06 \mu\text{m}$, care se utilizează pentru transmiterea informației optice prin atmosferă, precum și în faptul că fotoreceptorii sus-numiți au un larg spectru al fotosensibilității, deci sunt activi față de fondul optic existent sau față de perturbațiile optice posibile.

Este cunoscută fotodiodele cuadrant selectivă cu configurație circulară, confecționată pe baza heterostructurilor semiconductoare InP/InGaAsP, ce constă din substratul semiconductor InP, stratul activ $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}_{y_1}\text{P}_{1-y_1}$, stratul frontal $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{y_2}\text{P}_{1-y_2}$, contacte metalice pe partea din spate și cea frontală, cu suprafața divizată în patru fotoelemente sub formă de sector de cerc și un fotoelement periferic circular [3].

Dezavantajul acestei fotodiode cuadrant selective este lipsa posibilității de a detecta semnalele optice cu durata impulsului mai mică de 10 ns și cu raportul perioadă-durată mare, precum și de a recepționa semnalele optice cu frecvența mai mare de 1 GHz. Acest neajuns este cauzat de aria relativ mare a tuturor fotoreceptorilor cu sensibilitate de coordonată, necesară pentru a asigura caracteristica lor de bază, care este dependența liniară și cu o pantă bruscă a fotocurentului de coordonata semnalului optic.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este de a lărgi posibilitățile funcționale ale fotodiodelor cuadrant.

Conform invenției, problema tehnică se soluționează prin aceea că în fotodiodele cuadrant selectivă, ce constă din substratul semiconductor InP, stratul activ $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}_{y_1}\text{P}_{1-y_1}$, stratul frontal $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{y_2}\text{P}_{1-y_2}$, contacte metalice pe partea din spate și cea frontală, cu suprafața divizată în patru fotoelemente sub formă de sector de cerc și un fotoelement periferic circular, se formează un fotodetector central electric izolat, cu raportul diametrul fotodetectorului-diametrul cuadrantului mai mic ca 1:10.

Rezultatul tehnic constă în obținerea unei fotodiode cu caracteristici de coordonată cu pantă bruscă, capabilă să recepționeze semnale optice unitare cu durata impulsului mai mică de 10 ns, precum și semnale optice cu frecvența mai mare de 1 GHz. Aceasta devine posibil prin confecționarea în centrul fotodiodei cuadrant a unui fotodetector electric izolat de celelalte elemente, cu capacitate mică și cu dimensiuni ce nu micșorează panta caracteristicii de coordonată.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și fig. 2, care prezintă:

fig. 1 - construcția fotodiodei cuadrant selective în secțiune;

fig. 2 - partea frontală a fotodiodei.

Structura fotodiodei cuadrant selective constă din substratul 1 din $n^+\text{InP}$, stratul activ InGaAsP 2, în care este plasată joncțiunea p-n 3, stratul frontal InGaAsP 4, contacte metalice frontale 5, contact comun în spate 6. Separarea suprafeței totale în elementele fotosensibile se face concomitent cu formarea joncțiunii p-n 3 prin metoda difuziei locale a zincului printr-o mască din SiO_2 7. Fotodiodele cuadrant selectivă constă din patru elemente sub formă de sector de cerc 8, un inel de gardă periferic circular 9. În centrul fotodiodei cuadrant se formează un fotodetector 10 sub formă de cerc cu diametrul d_1 mai mic sau egal cu $0,1 \cdot d_2$, unde d_2 este diametrul suprafeței active a fotodiodei cuadrant selective.

Semnalul optic se formează sub formă de pată circulară cu diametrul $D=d_2/2$. Atunci când semnalul optic este simetric față de centru, fotocurenții celor patru elemente 8 sub formă de sector de cerc sunt egali. La deplasarea semnalului optic după axa "X" sau "Y" diferența dintre fotocurenții sectoarelor opuse crește liniar în funcție de coordonată. Deoarece suprafața detectorului central 10 este minimum de o sută de ori mai mică decât suprafața fotodiodei cuadrant, prezența detectorului central nu schimbă panta caracteristicii de coordonată. Pe de altă parte, detectorul central, având arie mică, posedă o capacitate proprie foarte mică. Aceasta înseamnă că constanta de timp $\tau=R \cdot C$ ia valori mici, ceea ce permite recepția semnalelor optice cu o frecvență mai mare de 1 GHz, precum și a semnalelor optice unitare cu durata impulsului mai mică de 10 ns.

În continuare se dă un exemplu de realizare a invenției.

Pe substratul $n^+\text{InP}$ prin metoda epitaxiei din fază lichidă se formează stratul activ $n^0\text{InGaAsP}$ cu grosimea $4 \mu\text{m}$ și cu lărgimea benzii interzise $1,12 \text{ eV}$, și stratul frontal $n^0\text{InGaAsP}$ cu lărgimea benzii interzise $1,18 \text{ eV}$ și grosimea $7 \mu\text{m}$. Prin metoda depunerii pirolitice a bioxidului de siliciu și a fotolitografurii pe suprafață se formează un strat local de SiO_2 ce divizează suprafața frontală în patru sectoare de cerc, un inel circular periferic și un detector central, astfel ca raportul diametrului cercului central la diametrul cercului divizat în patru sectoare să constituie 1:10. Prin metoda difuziunii zincului se formează joncțiunea p-n la o adâncime de 8-9 μm . Stratul local de SiO_2 servește drept mască pentru difuziune. Astfel sunt formate șase elemente fotoactive izolate electric unul față de altul.

Cele patru elemente 8 sub formă de sectoare de cerc servesc pentru determinarea coordonatei semnalului optic. Inelul circular periferic 9 semnalează momentul când semnalul optic începe a ieși din cadrul fotodiodei cuadrant. Detectorul central cu diametrul $d_1=0,1 \cdot d_2 \leq 200 \mu\text{m}$ detectează semnalele unitare cu durata impulsului $\leq 10 \text{ ns}$, semnalele optice cu o frecvență mai mare de 1 GHz, având o influență practic nulă asupra caracteristicilor și parametrilor fotodiodei cuadrant.

Parametrii de bază ai fotodiodei cuadrant selective cu detector central sunt:

- lungimea de undă a radiației în maximum	1,06 μm
- fotosensibilității, λ_{max}	
- semilărgimea spectrului fotosensibilității, $\Delta\lambda$	<100 nm
- sensibilitatea absolută, S (λ_{max})	0,57 A/W
- eficiența cuantică, η	60%
- capacitatea proprie a unui sector fotosensibil, C_o^I	400 pF
- capacitatea unui sector pentru tensiunea inversă $U_{\text{inv}}=1,5 \text{ V}$, C_u^I	150 pF
- capacitatea proprie a detectorului central, C_o^V	4 pF
- capacitatea detectorului pentru $U_{\text{inv}}=1,5 \text{ V}$, C_u^V	1,5 pF
- panta caracteristicii de coordonată, K	$8 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{W}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$
- diametrul cuadrantului, d_2	2000 μm
- diametrul detectorului central, d_1	150 μm