



MD 1676 G2

REPUBLICA MOLDOVA



**(19) Agenția de Stat
pentru Protecția Proprietății Industriale**

(11) 1676⁽¹³⁾ G2
(51) Int. Cl.⁷: H 01 L 31/06, 31/10

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: 99-0205
(22) Data depozit: 1999.07.21

**(43) Data publicării hotărârii de
acordare a brevetului pe
răspunderea solicitantului:**
2001.05.31, BOPI nr. 5/2001

(71) Solicitant: Institutul de Fizică Aplicată al Academiei de Științe a Republicii Moldova, MD

(72) Inventatori: IOVU Mihail, MD; ȘUTOV Sergiu, MD

(73) Titular: Institutul de Fizică Aplicată al Academiei de Științe a Republicii Moldova, MD

(54) Fotoreceptor

(57) Rezumat:

Invenția se referă la domeniul fotonicii, în special la fotoreceptori cu semiconductori.

Fotoreceptorul este confecționat pe un substrat dielectric, pe care sunt depuse consecutiv primul electrod de contact semitransparent, stratul fotosensibil din semiconductor calcogenic vitros arsen - selen dopat cu staniu cu formula $(AsSe)_{100-x}Sn_x$,

unde $7,5 \leq x \leq 10,0$ % at., și al doilea electrod de contact semitransparent.

Revendicări: 1
Figuri: 3

MD 1676 G2

3

Descriere:

Invenția se referă la domeniul fonicii, în special la fotoreceptori cu semiconductori.

5 Este cunoscut fotoreceptorul care conține un strat subțire din semiconductor calcogenic vitros Sb_2S_3 , As_2Se_3 , As_2S_3 [1]. În fotoreceptorul propus semiconductorul calcogenic vitros joacă rolul de strat de recombinare a purtătorilor de neechilibru la întuneric și datorită lui se majorează semnalul fotoelectric. Un dezavantaj al acestui fotoreceptor este acela că stratul subțire din semiconductor calcogenic vitros nu este utilizat pe deplin, adică nu îndeplinește funcția de element fotosensibil, ceea ce duce la unele limitări atât ale domeniului spectral de sensibilitate, cât și a sensibilității integrale.

10 Unul dintre cei mai cunoscuți fotoreceptori cu element fotosensibil din semiconductor calcogenic vitros este descris în [2]. Acest fotoreceptor conține un substrat din dielectric transparent, un strat de contact transparent din SnO_2 , un strat fotosensibil din semiconductor calcogenic vitros As_2Se_3 dopat cu staniu, și al doilea strat metalic de contact. Semiconductorul calcogenic vitros dopat cu atomi de staniu până la 2,5% at. duce la majorarea fotosensibilității ca rezultat al creării suplimentare a centrelor de captare pentru purtătorii minori de sarcină electrică (electroni) și scăderea vitezei de recombinare pentru purtătorii de sarcină electrică majori (goluri). Fotoreceptorul descris posedă o rezistivitate înaltă la întuneric, poate găsi o aplicare largă în practică datorită curenților mici la întuneric și creșterii bruște a acestora la iluminare.

15 În același timp, unul din dezavantajele fotoreceptorului cunoscut este modificarea fotosensibilității și a domeniului spectral de sensibilitate datorită efectului puternic de la modificările fotostructurale induse la lumină în semiconductorul calcogenic vitros, mai ales la intensități mari. În procesul exploatării fotoreceptorului sub acțiunea radiației luminoase are loc efectul de fotoîntunecare în stratul amorf din semiconductorul calcogenic vitros și ca urmare caracteristica spectrală în pragul de absorbție optică se deplasează în regiunea roșie a spectrului. În acest mod are loc modificarea sensibilității spectrale a fotoreceptorului, prin urmare și a sensibilității integrale. Datorită schimbărilor care au loc în substratul fotosensibil din semiconductorul calcogenic vitros sub acțiunea radiației luminoase se schimbă și parametrii de bază ai detectorului de fotoni (curentul la întuneric, curentul la iluminare, sensibilitatea etc.), ceea ce duce la unele complicații pe parcursul procesului de exploatare.

25 Problema pe care o rezolvă invenția este de a crea un fotoreceptor cu o sensibilitate fotoelectrică constantă și stabilă în procesul de exploatare a lui.

30 Problema se soluționează prin aceea că fotoreceptorul conține un substrat dielectric transparent, pe care sunt depuse un strat conductor semitransparent de contact, un strat fotosensibil din semiconductor calcogenic vitros cu compoziția arsen - selen dopat cu staniu, al doilea strat conductor semitransparent de contact, totodată stratul fotosensibil este confecționat din semiconductor calcogenic vitros cu formula $(\text{AsSe})_{100-x}\text{Sn}_x$, iar concentrația de staniu variază în limitele $7,5 \leq x \leq 10,0$ % at.

35 Această soluție asigură fotoreceptorului propus o sensibilitate fotoelectrică constantă și stabilă în procesul de exploatare a lui, cât și o creștere a fotosensibilității după valoare și o lărgire a maximului de fotosensibilitate (vezi fig. 3).

Invenția se explică cu ajutorul fig. 1-3, care reprezintă:

- fig. 1, structura schematică a fotoreceptorului;

40 - fig. 2, transmisia optică a straturilor amorfă AsSe dopate cu Sn sub acțiunea radiației optice (a procesului de fotoîntunecare);

- fig. 3, distribuția spectrală a fotoconducției fotoreceptorului.

Fotoreceptorul constă dintr-un substrat de sticlă (1), un strat conductor semitransparent de contact (2) din Al , Au ori SnO_2 , un strat fotosensibil confecționat din semiconductor calcogenic vitros (3) cu formula $(\text{AsSe})_{100-x}\text{Sn}_x$ ($7,5 \leq x \leq 10,0$) și al doilea strat conductor de contact (4) din Al , Au , Pt .

45 Fotoreceptorul se obține prin depunerea termică consecutivă pe substratul dielectric din sticlă (1) al primului strat conductor semitransparent de contact (2) din Al , Au ori SnO_2 a stratului fotosensibil din semiconductor calcogenic vitros (3) din $(\text{AsSe})_{100-x}\text{Sn}_x$ și al doilea strat conductor de contact (4) din Al , Au ori Pt . Pentru o adeziune mai bună a straturilor conductor (2) și fotosensibil (3) de substratul de sticlă (1) evaporarea termică se efectuează la temperatura substratului $T=100...150^\circ\text{C}$. Stratul fotosensibil (3) din semiconductor calcogenic vitros $(\text{AsSe})_{100-x}\text{Sn}_x$ se depune prin evaporarea termică discretă în vid. Evaporarea termică discretă dă posibilitatea ca compoziția chimică a stratului fotosensibil din semiconductor calcogenic vitros să corespundă materialului inițial pentru evaporare $(\text{AsSe})_{100-x}\text{Sn}_x$, în așa mod ducând la o reproducere bună a caracteristicilor și a parametrilor fotoreceptorului. Iluminarea lui se efectuează atât din partea electrodului de la suprafață, cât și din partea substratului dielectric.

55 Fotoreceptorul funcționează în felul următor. La iluminarea stratului fotosensibil în semiconductorul calcogenic vitros are loc generarea perechilor de purtători de sarcină de neechilibru (goluri-electroni) care sunt despărțiți și puși în mișcare de către câmpul electric exterior aplicat la straturile conductoare de

MD 1676 G2

4

contact. Deoarece electronii sunt captați momentan în stările localizate (mobilitatea golurilor este de câteva sute de ori mai mare decât cea a electronilor), în toate cazurile avem o conductibilitate monopolară.

5 Semiconductorul calcogenic vitros din arsen+selen posedă o sensibilitate înaltă la lumină. Totodată, sub acțiunea radiației luminoase, în afară de efectul de fotoconducție care apare în semiconductorul calcogenic vitros, mai apare și efectul de schimbări fotostructurale. Cu alte cuvinte, sub acțiunea radiației luminoase, se schimbă parametrii optici ai substratului fotosensibil (transparența, reflecția, indicele de refracție etc.) (fig. 2). Aceste schimbări fotostructurale se datorează unor modificări de structură a matricei semiconductor calcogenic vitros în raza primei sfere de coordonare, și care bineînțeles au loc sub acțiunea radiației luminoase.

10 Doparea semiconductorului calcogenic vitros arsen-selen cu impurități de staniu duce la o rigiditate mai mare a matricei semiconductor calcogenic vitros, și care în funcție de concentrația dopantului de staniu împiedică procesul de fotostructurare. După cum se vede din fig. 2, la concentrații de staniu mai mici de 7,5% at. Sn efectul de fotoîntunecare este foarte puternic (curbele 5 și 6), pe când la concentrații de staniu egale sau mai mari de 7,5% at. Sn acest efect este foarte slab și practic dispare la concentrații de staniu 10,0% at. Sn (curbele 7 și 8). De aceea este oportun ca elementul fotosensibil al fotoreceptorului să fie confecționat din semiconductor calcogenic vitros arsen-selen dopat cu staniu, concentrația căruia variază de la 7,5% at. Sn până la 10,0% at. Sn, adică să corespundă formulei chimice $(AsSe)_{100-x}Sn_x$, unde $7,5 \leq x \leq 10,0$.

15 La concentrații ale dopantului de staniu mai mici decât 7,5% at. Sn efectul de fotostructurare este încă foarte puternic, ceea ce duce la schimbarea esențială a parametrilor optici ai straturilor fotosensibile (de exemplu, transparența optică, fig. 2), și face cu neputință utilizarea invenției. La concentrații ale dopantului de staniu mai mari decât 10,0% at. Sn semiconductorul calcogenic vitros arsen-selen dopat cu staniu nu poate fi obținut în stare vitroasă, ceea ce de asemenea face cu neputință utilizarea fotoreceptorului, datorită proprietăților neuniforme pe care le posedă substratul din semiconductor calcogenic vitros în urma unor incorporări microcristaline în matricea sticlei calcogenice.

20 Deoarece schimbarea bruscă a transparenței optice a substratului fotosensibil confecționat din semiconductor calcogenic vitros arsen-selen dopat cu impurități de staniu cu concentrația mai mică decât 7,5% at. Sn duce la deplasarea pragului de absorbție optică în domeniul lungimilor de undă mai mari, acesta din urmă provoacă atât schimbarea poziției maximumului, cât și deplasarea caracteristicii spectrale a fotoconducției în domeniul roșu al spectrului. Acest fapt, la rândul său, duce la schimbarea sensibilității detectorului de fotoni atât până la și după iluminare, cât și în procesul detectării fluxului de radiație. Acest lucru complică exploatarea fotoreceptorului, deoarece parametrii lui de bază (sensibilitatea, caracteristica spectrală, curentul la întuneric etc.) nu sunt constanți și stabili.

25 Figura 3 prezintă distribuția spectrală a fotoconducției fotoreceptorului confecționat din semiconductor calcogenic vitros arsen-selen dopat cu staniu. După cum se vede din fig. 3, elementul fotosensibil confecționat din semiconductor calcogenic vitros arsen-selen dopat cu staniu conform formulei $(AsSe)_{100-x}Sn_x$, unde $7,5 \leq x \leq 10,0$, posedă o caracteristică spectrală cu sensibilitate înaltă într-un domeniu destul de larg al spectrului.

30 Exemplu. Pe un substrat dielectric confecționat din sticlă marca K-8 (1) cu dimensiunile 76x21x1 mm prin metoda termică de evaporare în vid se depune primul electrod de contact (2), de exemplu din Au, substratul fotosensibil din semiconductor calcogenic vitros (3) dopat cu staniu cu formula $(AsSe)_{100-x}Sn_x$, unde $7,5 \leq x \leq 10,0$ cu grosimea de 2...3 μm și al doilea strat conductor semitransparent de contact (4), de exemplu din Al. Folosind un set din măști speciale, pe suprafața unui substrat de sticlă se pot confecționa 5 fotoreceptori cu suprafața de lucru de 0,5 cm^2 cuprinsă între primul electrod de contact (2) și stratul conductor semitransparent de contact (4). Într-un ciclu tehnologic la instalația de vid VUP-5 se pot obține 15 fotoreceptori cu caracteristici identice, care corespund curbilor 7, 8 în fig. 2 și curbilor 11 și 12 în fig. 3, respectiv.

35 Fotoreceptorii confecționați cu straturi fotosensibile din semiconductor calcogenic vitros $(AsSe)_{100-x}Sn_x$ cu concentrația de staniu $0 \leq x \leq 7,5\%$ at. Sn posedă efect puternic de fotoîntunecare (curbele 5 și 6, fig. 2), o caracteristică spectrală cu maximum de fotosensibilitate destul de îngust și fotosensibilitate redusă (curbele 9 și 10, fig. 3), ceea ce nu asigură caracteristici stabile și fotosensibilitatea necesară în procesul de exploatare.

40 Fotoreceptorii confecționați cu straturi fotosensibile din semiconductor calcogenic vitros $(AsSe)_{100-x}Sn_x$ cu concentrația de staniu $7,5 \leq x \leq 10,0\%$ at. Sn posedă efect slab de fotoîntunecare (curbele 7 și 8, fig. 2), o caracteristică spectrală cu maximum de fotosensibilitate destul de larg și fotosensibilitate înaltă (curbele 11 și 12, fig. 3), ceea ce asigură caracteristici stabile și fotosensibilitatea necesară în procesul de exploatare.

45 Domeniul spectral de sensibilitate - 0,5...1,0 μm , sensibilitatea fotoelectrică - 0,5 $\mu A/cm^2$.

MD 1676 G2

5

5 **(57) Revendicare:**

10 Fotoreceptor ce conține un substrat dielectric transparent, pe care sunt depuse un strat conductor semitransparent de contact, un strat fotosensibil din semiconductor calcogenic vitros cu compoziția arsen - selen dopat cu staniu, al doilea strat conductor semitransparent de contact, **caracterizat prin aceea că** stratul fotosensibil este confecționat din semiconductor calcogenic vitros cu formula $(AsSe)_{100-x}Sn_x$, iar concentrația de staniu variază în limitele $7,5 \leq x \leq 10,0\%$ at.

(56) Referințe bibliografice:

1. US 4429325 B
2. SU 1531776 A

Șef Secție:	COZMA Valeriu
Examinator:	NASTAS Xenia
Redactor:	CANȚER Svetlana

MD 1676 G2

6

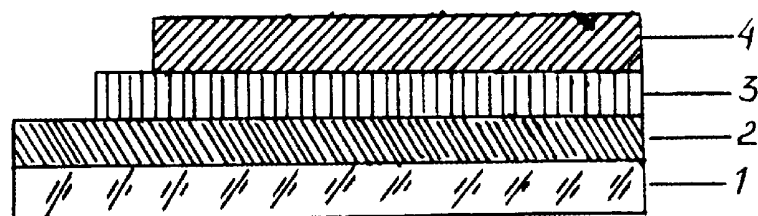


Fig. 1

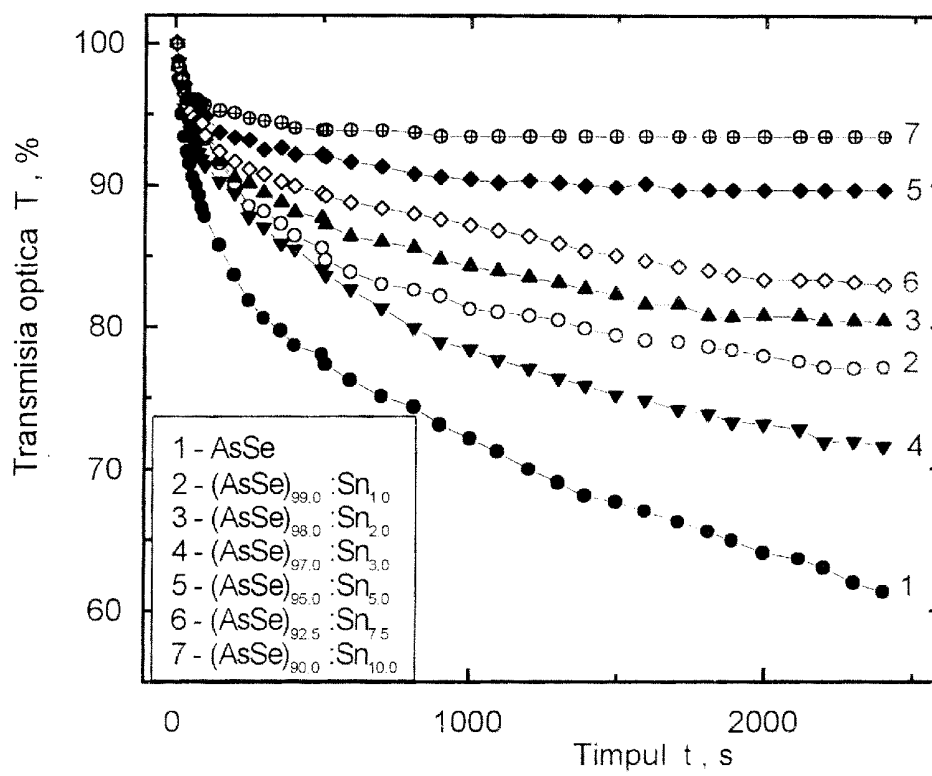


Fig. 2

MD 1676 G2

7

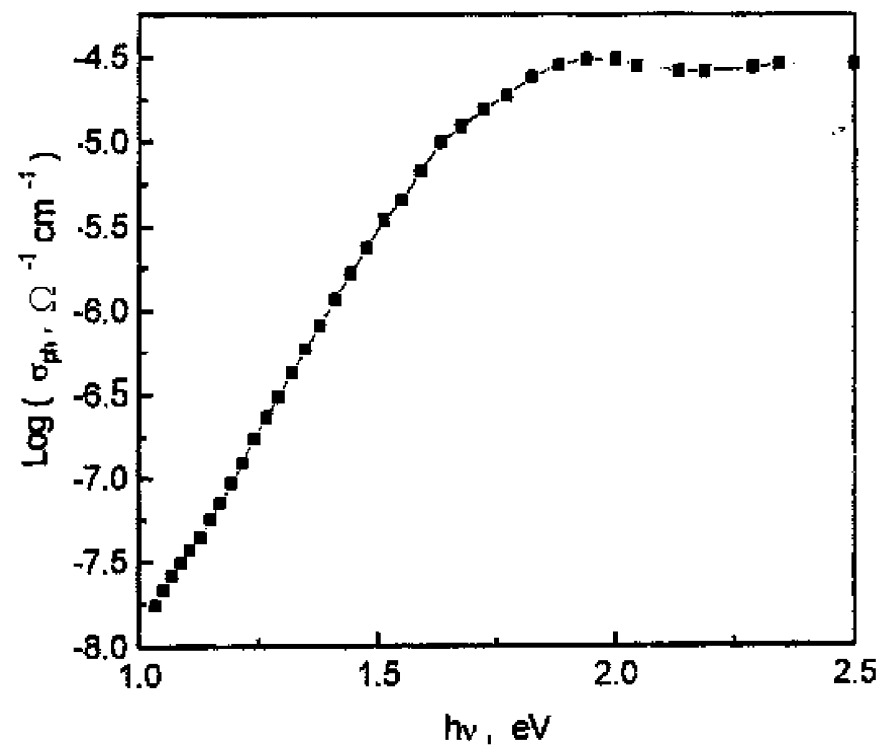


Fig. 3

RAPORT DE DOCUMENTARE

(21) Nr. depozit: 99-0205	(85) Data fazei naționale PCT:
(22) Data depozit: 1999.07.21	(86) Cerere internațională PCT:
Prioritatea invocată : (31) nr.: 32) data : 33) țara : (51) Int. Cl. (7) : H 01 L 31/06, 31/10 Alți indici de clasificare: (54) Titlul : Fotoreceptor (71) Solicitantul : Institutul de Fizică Aplicată al Academiei de Științe din Republica Moldova, MD Termeni caracteristici : detector de fotoni, fotoreceptor,	
I. Minimul de documente consultate (sistema clasificării și indicii de clasificare)	
C.I.B. 7: H01L 31/00,31/06, 31/10 MD 1994-1999 EA 1996-1999	
II. Documente considerate ca relevante	
Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate si indicarea pasajelor pertinente
	Numărul revendicării vizate
☐ Documentele următoare sunt indicate în continuare a rubricii II	
☐ 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 când 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 documentării 2001.03.19	
Examinatorul, Nastas Xenia	

ANEXĂ la RAPORTUL DE DOCUMENTARE

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