



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00069

(22) Data de depozit: 09/02/2017

(41) Data publicării cererii:
28/07/2017 BOPI nr. 7/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA MATERIALELOR-INCDFM,
STR.ATOMIȘTILOR NR.405 A, MĂGURELE,
IF, RO

(72) Inventatori:
• STAVARACHE IONEL,
STR. FIZICIENILOR NR. 17, BL. L3, ET. 2,
AP. 18, MĂGURELE, IF, RO;

• CIUREA LIDIA MAGDALENA,
STR. EMIL GARLEANU NR. 9, BL. A4,
SC. 3, ET. 1, AP. 70, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MARALOIU VALENTIN-ADRIAN,
STR.STRUNGARILOR, NR.8, BL.V1, SC.2,
AP.69, GALAȚI, GL, RO;
• TEODORESCU VALENTIN ȘERBAN,
STR. DOAMNA GHICA NR.8, BL.2, SC.E,
AP.180, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(54) STRUCTURĂ FOTOSENSIBILĂ, PE BAZĂ
DE NANOCRISTALE DE GERMANIU IMERSATE ÎN DIOXID
DE SILICIU, PENTRU FOTODETECTORI, ȘI PROCEDEU
DE REALIZARE A ACESTORA

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o structură fotosensibilă, pe bază de cristale de germaniu imersate în dioxid de siliciu, și la procedeul de realizare a acesteia. Structura fotosensibilă, conform invenției, este alcătuită dintr-o placchetă de Si (1), dintr-un strat (2) activ, format din nanocristale de Ge înglobate într-o matrice de SiO₂, dintr-un contact transparent de ITO (3) și dintr-un contact metalic de Al (4) depus pe spatele structurii astfel formate. Procedeul de realizare a structurii fotosensibile, conform invenției, constă dintr-o etapă de codepunere a Ge și SiO₂, într-o singură etapă, folosind metoda pulverizării cu magnetron pe un substrat de siliciu încălzit la 300... 500°C, în flux de Ar, la presiune de lucru de 4 mTorr. Ge se depune la o putere de 20...30 W, în regim de curent continuu, și SiO₂ la 104...262 W, în radiofrecvență. Stratul activ fotosensibil rezultat constă din nanocristale de Ge înglobate în SiO₂. Contactele electrice pe fața și de pe spatele structurii sunt din ITO și din Al, depuse prin pulverizare cu magnetron și, respectiv, prin evaporare în fascicul de electroni.

Revendicări: 2
Figuri: 4

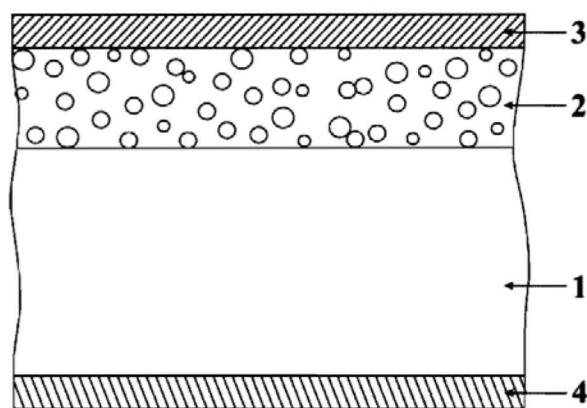


Fig. 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



DESCRIEREA INVENTIEI:

STRUCTURA FOTOSENSIBILA PE BAZA DE NANOCRISTALE DE GERMANIU IMERSATE IN DIOXID DE SILICIU PENTRU FOTODETECTORI SI PROCEDEUL DE REALIZARE A ACESTEIA.

I. Stavarache, M.L. Ciurea, V.A. Maraloiu, V. S. Teodorescu

Prezenta invenție se referă la o structură fotosensibilă de tip metal – oxid – semiconductor (MOS) pe baza de nanocristale (NC) de germaniu (Ge) înglobate în dioxid de siliciu (SiO_2) și anume Al/n-Si/ NC Ge în SiO_2 /ITO pentru fotodetectori în domeniul vizibil-infraroșu apropiat (VIS – NIR) și procedeu de realizare a acestei structuri. Aceasta structură are aplicație directă în sesizare de eveniment, în securitate, comunicații și aplicații de mediu.

Formarea NC de Ge în SiO_2 este realizată *in-situ* (în timpul depunerii) la temperatura semnificativ redusă în comparație cu procedeu clasic în care nanostructurarea Ge se face, după procesul de depunere, prin tratament termic, ceea ce reprezintă un avantaj tehnologic important. De asemenea, această abordare conduce la îmbunătățirea distribuției spațiale a NC de Ge în matrice, precum și diminuarea semnificativă a pierderii Ge în urma tratamentelor termice la temperatura ridicată, prin formare de suboxizi de Ge volatili. Aceste avantaje conduc la obținerea într-o singură etapă – de depunere a unei structuri fotosensibile cu parametrii ridicați.

Gasirea de soluții noi de înlocuire a filmelor continue cu nanocristale (Ex: Si, Ge, etc) în dispozitivele MOS unde NC, prin efectul de confinare cuantică, adică prin variația valorii benzii interzise în funcție de dimensiunea NC, astfel ajustându-se controlat lățimea domeniului spectral de sensibilitate [S. Cosentino, Pei Liu, Son T. Le, S. Lee, D. Paine, A. Zaslavsky, D. Pacifici, S. Mirabella, M. Miritello, I. Crupi, A. Terrasi, Appl. Phys. Lett. 98 (2011) 221107; C. Y. Chien, W. T. Lai, Y. J. Chang, C. C. Wang, M. H. Kuo, P. W. Li, Nanoscale 6 (2014) 5303; S. K. Ray, S. Maikap, W. Banerjee, S. Das, J. Phys. D: Appl. Phys. 46 (2013) 153001; O. Wolf, I. Balberg, O. Millo, Thin Solid Films 574 (2015) 184–188]. Fotodetectorii pe baza de NC, așa după cum rezultă din literatura prezintă avantaje importante precum creșterea vitezei de răspuns, fiabilitate mare, consum redus de energie ori scăderea pretului de cost, conducând în final la dezvoltarea rapidă a

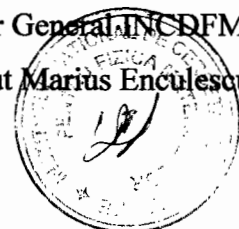
Director General INCDFM,
Dr. Ionuț Marius Enculescu



pietei de dispozitive semiconductoare si la scaderea continua a dimensiuni dispozitivelor [P. Liu, S. T. Le, S. Lee, D. Paine, A. Zaslavsky, D. Pacifici, S. Cosentino, S. Mirabella, M. Miritello, I. Crupi, A. Terrasi, Lester Eastman Conference on High Performance Devices (LEC), 2012, DOI: 10.1109/lec.2012.6410978; S. Cosentino, E. S. Ozen, R. Raciti, A. M. Mio, G. Nicotra, F. Simone, I. Crupi, R. Turan, A. Terrasi, A. Aydinli, S. Mirabella, J. Appl. Phys. 115 (2014) 043103]. Daca luam in considerare tendinta de microrare continua a dimensiunii dispozitivelor, buna compatibilitate cu procesul si tehnologia CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) foarte bine dezvoltata precum si extinderea domeniului de sensibilitate spectrala catre NIR, dispozitivele pe baza NC de Ge inglobate in matrice de SiO₂ sunt candidatul cel mai promitator pentru inlocuirea sau/si imbunatatirea fotodetectorilor conventionali pe baza de Si [J.Y. Cho, S.H. Im, S. H. Kim, Y. Myung, H. S. Back, R. Y. Lim, S.C. Jung, M.D. Jang, J. Park, H.E. Cha, I. W. Cho, F. Shojaei, S.H. Kang, ACS Nano 7 (2013) 9075; V.S. Teodorescu, C. Ghica, V.A. Maraloiu, M. Vlaicu, A. Kuncser, M.L. Ciurea, I. Stavarache, A.M. Lepadatu, N.D. Scarisoreanu, A. Andrei, V. Ion, M. Dinescu, Beilstein J. Nanotechnol. 6 (2015) 893; K.A. McComber, X. Duan, J. Liu, J. Michel, C.L. Kimerling, Adv. Funct. Mater. 22 (2012) 1049; G. Kim, H. Park, J. Joo, K.A.-S. Jang, M.-J. Kwack, S. Kim, I.G. Kim, J.H. Oh, S.A. Kim, J. Park, S. Kim, Sci. Rep. 5 (2015) 11329; C. Bittencourt, C. Ewels, A.V. Krasheninnikov, Beilstein J. Nanotechnol. 6 (2015) 1708; E. Bianco, S. Butler, S. Jiang, O.D. Restrepo, W. Windl, J.E. Goldberger, ACS Nano 7 (2013) 4414; D.J. Lockwood, N.L. Rowell, A. Benkouider, A. Ronda, L. Favre, I. Berbezier, Beilstein J. Nanotechnol. 5 (2014) 2498].

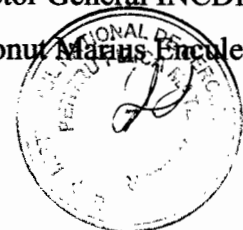
In literatura exista numeroase publicatii care se refera la • scaderea temperaturii de formare a NC (600–900 °C pentru obtinerea NC de Ge in comparatie cu ~ 1100 °C pentru NC de Si) prin tratamente termice in conditii controlate ulterioare, depunerii structurilor [S. Gutsch, D. Hiller, J. Laube, M. Zacharias, C. Kübel, Beilstein J. Nanotechnol. 6 (2015) 964; I. Stavarache, A.M. Lepadatu, T. Stoica, M.L. Ciurea, Appl. Surf. Sci. 285P (2013) 175] si la • obtinerea de materiale diferite cu benzi interzise determinate de dimensiunea NC, dar ramane nerezolta problema legata de obtinerea controlata de NC cu dimensiuni si forme prestabilite. Noile abordari, prezentate in literatura, pentru reglarea fina a dimensiunii si formei NC conduc la o intelegere mai precisa a efectului produs de confinarea cuantica asupra proprietatilor structurilor si in consecinta la o

Director General INCDFM,
Dr. Ionut Marius Enculescu



evaluare mai precisa a performantelor lor. Comportamentul electric si raspunsul spectral al nanostructurilor pe baza NC de Ge este dat in principal de dimensiunea si densitatea NC de Ge [J. Ni, Q. Liu, J. Zhang, J. Ma, H. Wang, D. Zhang, Y. Zhao, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 126 (2014) 6], dar si de natura si proprietatile matricei in care acestea sunt inglobate [S. Mirabella, S. Cosentino, A. Gentile, G. Nicotra, N. Piluso, L.V. Mercaldo, F. Simone, C. Spinella, A. Terrasi, Appl. Phys. Lett. 101 (2012) 011911], de prezenta starilor de suprafata/interfata [H.G. Shih, G.C. Allen, Jr.B.G. Potter, Nanotechnology 23 (2012) 075203], daca structura este cristalina sau amorfa [R. Guerra, S. Ossicini, Phys. Rev. B 81 (2010) 245307], precum si de morfologia nanostructurii, planara sau multistrat [C. Uhrenfeldt, J. Chevallier, A.N. Larsen, B.B. Nielsen, J. Appl. Phys. 109 (2011) 094314]. Tinand seama de influenta acestor factori, rezulta ca proprietatile fotoelectrice, electrice si de absorbtie a acestor structuri sunt foarte complexe si in consecinta mecanismele de conductie (la intuneric si sub lumina) si de absorbtie, nu pot fi descrise luand in considerare numai dimensiunea NC de Ge. Pentru realizarea fotodetectorilor MOS pe baza NC de Ge, pe suportul de Si curatat se depune statul de Ge intre doua staturi din matricea dorita (SiO_2 , Al_2O_3 , Si_3N_4 , TiO_2 etc) [S. Cosentino, M. Miritello, I. Crupi, G. Nicotra, F. Simone, C. Spinella, A. Terrasi, S. Mirabella, Nanoscale Research Letters 8 (2013) 128; C.Y. Chien, W.T. Lai, Y.J. Chang, C.C. Wang, M.H. Kuo, P.W. Li, Nanoscale 6 (2014) 5303; A. Nayaka, S. Bhunia, Journal of Experimental Nanoscience 9 (2014) 463] sau se co-depune Ge cu izolatorul folosit ca matrice, prin diferite metode cum ar fi depunerea chimica in stare de vapori asistata de plasma (PECVD) [S. Cosentino, E.S. Ozen, R. Raciti, A.M. Mio, G. Nicotra, F. Simone, I. Crupi, R. Turan, A. Terrasi, A. Aydinli, S. Mirabella, J. Appl. Phys. 115 (2014) 043103], sol-gel [S.S. Tzeng, P.W. Li, Nanotechnology 19 (2008) 235203], implantare [S.K. Ray, S. Maikap, W. Banerjee, S. Das, J. Phys. D: Appl. Phys. 46 (2013) 153001], epitaxie in fascicul molecular (MBE) [S.K. Ray, S. Das, R.K. Singha, S. Manna, A. Dhar, Nanoscale Research Letters 6 (2011) 224] sau prin pulverizare catodica cu magnetron (MS) [S. Cosentino, Pei Liu, S.T. Le, S. Lee, D. Paine, A. Zaslavsky, D. Pacifici, S. Mirabella, M. Miritello, I. Crupi, A. Terrasi, Appl. Phys. Lett. 98 (2011) 221107]. Pentru a obtine nanostructuri de inalta calitate pe baza NC de Ge, in cele mai multe dintre aceste abordari sunt necesare tratamente termice dupa procesul de depunere, pentru nanostructurarea

Director General INCDFM,
Dr. Ionuț Marian Enculescu

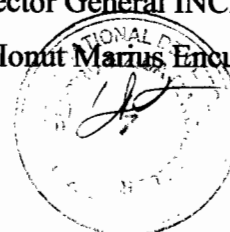


Ge [D. Barba, R.S. Cai, J. Demarche, Y.Q. Wang, G. Terwagne, F. Rosei, F. Martin, G.G. Ross, Appl. Phys. Lett. 104 (2014) 111901].

Formarea NC de Ge este mult mai dificila decat cea a NC de Si datorita proprietatii de difuzie rapida a Ge in matrici oxidice, la temperatura ridicata. De asemenea, din punct de vedere termodinamic GeO_2 este mult mai putin stabil comparativ cu SiO_2 si formarea de GeO (gaz - volatil) conduce la scaderea concentratiei de Ge in matricea gazda, la o concentratie mult mai mare de defecte si la inducerea unei tensiuni mecanice locale datorate de diferentei dintre coeficientii de dilatare, ca de exemplu dintre Ge si SiO_2 [I.V. Antonova, V.I. Popov, S.A. Smagulova, J. Jedrzejewski, I. Balberg, J. Appl. Phys. 113 (2013) 084308; M. Zschintzsch, J. von Borany, N.M. Jeutter, A. Mücklich, Nanotechnology 22 (2011) 465302; I. Capan, A. Carvalho, J. Coutinho, Beilstein J. Nanotechnol. 5 (2014) 1787; I. Stavarache, A.M. Lepadatu, V.S. Teodorescu, A.C. Galca, M.L. Ciurea, Appl. Surf. Sci. 309 (2014) 168]. Pentru a se depasi unele dintre problemele mai sus mentionate, cel mai important parametru care poate fi reglat fin este temperatura substratului in timpul depunerii. Temperatura ridicata utilizata in procesul postdepunere de nanostructurare a filmelor impiedica fabricarea unor astfel de structuri pe suporti flexibili sau din sticla, suporti cu un cost redus, rezultand un cost mai mare de fabricatie.

Spre deosebire de rezultatele publicate in jurnalele de specialitate, brevetele de inventie se refera la dispozitive de tip fotodetector, cea mai mare parte dintre acestea fiind realizate prin utilizarea de straturi continue de Ge ori GeSi in diverse proportii, integrate pe plachete de Si. Astfel, in brevetul **US 7,132,656 B2 / 2006** si **US 0136392 A1 / 2013** este descrisa realizarea unor fotodetectori pe baza de Ge cu ghiduri de unda (in care purtatorii de sarcina fotogenerati se deplaseaza perpendicular pe directia de propagare a luminii). Este foarte interesant si procedeul de realizare a unor dispozitive pentru celule solare, pe baza de straturi continue de GeSi combinate cu insule de Ge, descrise in brevetul **US 6,670,544 B2 / 2003**. Insulele de Ge contribuie la cresterea electro- si fotoluminescentei datorate rezonantei in domeniul de lungimi de unda cuprins in intervalul 1.4-1.5 μm . Rezultatul semnificativ al acestei inventii consta in faptul ca imbunatateste eficienta dispozitivelor in comparatie cu cele pe baza de SiGe. Procedeul de obtinere a unor astfel de materiale pentru celule solare este unul costisitor, implicand trei metode de depunere si anume MBE, CVD la presiune joasa (LP-CVD) sau in vid ultra inalt (UHV-CVD). Brevetul US

Director General INCDFM,
Dr. Ionut Marius Enculescu



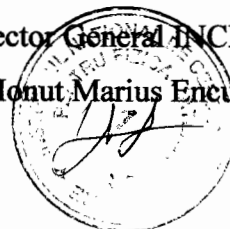
2010/0018578 A1 descrie in detaliu posibilitatea obtinerii de materiale fotoactive pe baza de nanostructuri din grupa IV si dispozitive optoelectronice. Materialele fotoactive sunt fie nanostructuri SiGe, fie nanostructuri „core/shell” in care „core”-ul este format fie din Si, fie din Ge, iar „shell”-ul este format din Ge sau Si. In brevet, aceste nanostructuri sunt inglobate in diferite matrici organice sau anorganice. In brevetul **US 7,777,290 B2 / 2010** se prezinta modul de realizare prin tehnologie CMOS a unei diode de tip PIN, cu viteza de raspuns si eficienta mari, utilizata ca fotodetector sau in imagistica sub forma de matrice de fotodetectori. In brevetul **US 5,354,707 / 1994**, NC de Ge inglobate in Si sunt realizate prin UHV-CVD in atmosfera de He la temperatura de 550 °C si la presiune de 1-100 mTorr. De asemenea insule/NC de Ge inglobate in matrice de SiO₂ (brevetul **US 6,576,532 B1 / 2003**) avand dimensiunile de aproximativ 10 nm sunt crescute epitaxial la temperatura de 600 °C. Brevetul **US 5,783,498 / 1998** descrie de asemenea realizarea de materiale pe baza de Ge pentru fotodetectori, in care filmul compus din NC de Ge inglobate in matricea de SiO₂ este crescut prin CVD la presiune atmosferica si temperatura cuprinsa in intervalul 300 – 450 °C. Straturile obtinute sunt tratate ulterior la temperaturi intre 600 – 900 °C.

Structura de fotodetector de tip MOS conform prezentei inventii are o serie de avantaje in raport cu solutiile raportate in literatura sau realizate in brevetele de inventie, si anume:

- filmul fotosensibil, care contine NC de Ge imersate in SiO₂ se formeaza direct prin co-depunerea de Ge si SiO₂ pe substrat incalzit, procedeu care asigura formarea NC de Ge;
- procedeul propus conduce la obtinerea de NC de Ge la temperaturi scazute;
- prin procedeul propus se controleaza procesele concurente si anume de difuzie a atomilor de Ge si respectiv de formare a NC de Ge (segregare);
- pentru realizarea filmului fotosensibil se foloseste metoda de depune MS care asigura obtinerea de filme uniforme pe arie mare la costuri mici de fabricatie in raport cu MBE, PECVD si implantare.

Prezenta inventie solutioneaza problema tehnica privind obtinerea unei structuri fotosensibile de tip MOS in care stratul activ format din NC de Ge cu densitate mare, imersate in SiO₂ se obtine prin co-depunerea de Ge si SiO₂, pe suport incalzit, in conditii tehnologice controlate. Conform inventiei, structura fotosensibila de tip MOS pentru fotodetector, avand configuratia ITO / NC Ge in SiO₂ / Si substrat / Al este fabricata utilizand un procedeu simplu necesitand costuri reduse.

Director General INCDFM,
Dr. Ionut Marius Enculescu



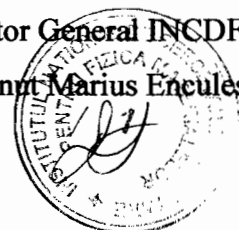
Conform inventiei, structura se realizeaza prin co-depunere pe substrat incalzit, tratamente termice ulterioare nefiind necesare.

Figurile atasate reprezinta: • fig. 1, structura fotosensibila pentru fotodetector, NC Ge in SiO₂ / Si substrat, in care stratul activ de NC de Ge in SiO₂ este realizat in timpul depunerii MS (*in-situ*) direct pe substratul incalzit; • fig. 2, structura fotosensibila prezentata in fig. 1 pe care s-a depus contactul ITO transparent prin MS pe stratul activ (ITO / NC Ge in SiO₂ / Si substrat); • fig. 3, structura fotosensibila din fig. 2 pe care s-a depus electrodul de Al pe spatele plachetei de Si prin evaporare cu fascicol de electroni (ITO / NC Ge in SiO₂ / Si substrat / Al); • fig. 4, caracteristica curent – tensiune ($I - V$) masurata in intuneric si in lumina integrala pe structura fotosensibila pentru fotodetector ITO / NC Ge in SiO₂ / Si substrat / Al, din fig. 3.

In continuare se prezintam un exemplu de realizare a inventiei. Structura a fost fabricata pe plachete de Si cu orientare (100), de tip n, avand rezistivitatea in domeniul 10 – 20 Ωcm.

Mai intai, plachetele de Si (reper 1) sunt curatate in camera alba utilizand o reteta standard (proces de ultrasonare timp de 15 min in acetona si propanol alternativ, proces urmat de uscare in flux de N₂ de puritate 5N). Suportii de Si astfel curatati sunt asezati pe suportul de probe al echipamentului MS de vid inalt (~10⁻⁷ Torr), prevazut cu geometrie confocala, si sunt introdusi in camera de incarcare/transfer (load lock) in care se face un tratament termic de degazare la ~200 °C timp de 5 minute, pentru eliminarea particulelor de apa adsorbite pe suprafata Si. Apoi, suportii sunt transferati in camera de depunere. Pentru a obtine filme cu uniformitate ridicata, suportul de probe se roteste in timpul depunerii (10 rot/min). Se aduce substratul la temperatura dorita (300 – 500 °C). In continuare, filmul de NC de Ge in SiO₂ (reper 2) se realizeaza prin co-depunere MS la putere, atmosfera si presiune de lucru controlate. Pentru obtinerea concentratiei dorite de NC de Ge (50 - 60 % Ge in matricea de SiO₂), se utilizeaza parametrii critici de depunere de 4 mTorr presiune de lucru, flux de 25 sccm de Ar de puritate 6N. Ge a fost pulverizat (MS) in regim continuu aplicand pe tinta de Ge puterea 20 – 30 W iar depunerea de SiO₂ se utilizeaza regim de radio frecventa (RF), aplicand puterea de 104 – 262 W pe tinta de SiO₂. Astfel se obtine un strat de NC Ge inglobate in SiO₂ de aproximativ 250 nm grosime, in care NC de Ge au dimensiuni medii de ~ 5 nm. In urma procesarii tehnologice, matricea de SiO₂ ramane amorfa. Pe stratul activ format din NC de Ge inglobate in matrice de SiO₂ este depus contactul transparent de ITO (reper 3), de 40 nm

Director General INCDFM,
Dr. Ionut Marius Enculescu



grosime, prin MS in radio frecventa, la temperatura camerei, la presiune de 6 mtorr in flux de Ar (30sccm) si O₂ (0.9 sccm) la puterea de 90 W. Apoi se depune contactul metalic de Al (reper 4) pe spatele structurii, in vid ($\sim 10^{-7}$ Torr), prin evaporare cu fascicul de electroni, rezultand structura ITO / NC Ge in SiO₂ / Si substrat / Al.

Structura descrisa conform inventiei este fotosensibila (are proprietati fotoconductive) asa dupa cum se vede in fig. 4, in care se prezinta caracteristica $I-V$ masurata la intuneric si in lumina integrala, in intervalul de tensiuni $-1 \div +1$ V, in care se evidentiaza o crestere a fotocurentului de $10^3 - 10^4$ ori fata de curentul de intuneric. Pentru comparatie am realizat o structura fara NC de Ge depus (ITO / SiO₂ / Si substrat / Al), utilizand aceleasi conditii tehnologice, care nu prezinta proprietati fotoconductive. Aceasta evidentiaza importanta NC de Ge in configuratia structurii, aratand ca acestea sunt responsabile de proprietatile fotoconductive ale structurii.

Director General INCDFM,
Dr. Ionut Marius Enculescu

REVENDICARI

1. Structura fotosensibila, ITO / NC Ge in SiO₂ / Si substrat / Al, **caracterizata prin aceea ca** stratul activ format din nanocristale de Ge imersate in matrice de SiO₂ este obtinut intr-o singura etapa prin co-depunere de Ge si SiO₂ (*in-situ*) pe substrat incalzit 300-500 °C , prin pulverizare cu magnetron.
2. Procedeu de realizare a structurii cu proprietati de fotodetector conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca** substratul de Si are orientare (100) de tip n si are rezistivitatea 10 – 20 Ωcm, stratul activ de 250 nm grosime este format din NC de Ge inglobate in matrice de SiO₂ si este obtinut intr-o singura etapa prin co-pulverizare cu magnetron pe substratul de Si asezat pe suportul de probe rotit cu 10 rpm, incalzit la 300-500 °C, in flux de 25sccm Ar, la presiune de lucru de 4mTorr, in regim de curent continuu pentru depunerea Ge la putere de 20-30 W si respectiv in regim de radio frecventa pentru depunerea de SiO₂ la putere de 104-262 W, proces urmat de depunerea electrodului transparent de ITO de 40 nm grosime (pulverizare cu magnetron in radio frecventa, la temperatura camerei, la presiunea de 6 mtorr in flux de 30sccm Ar si 0.9 sccm O₂ utilizand puterea de 90 W) si de depunerea ulterioara a contactului metalic de Al pe spatele structurii, in vid ($\sim 10^{-7}$ Torr), prin evaporare cu fascicul de electroni.

Director General INCDFM,
Dr. Ionut Marius Enculescu



25

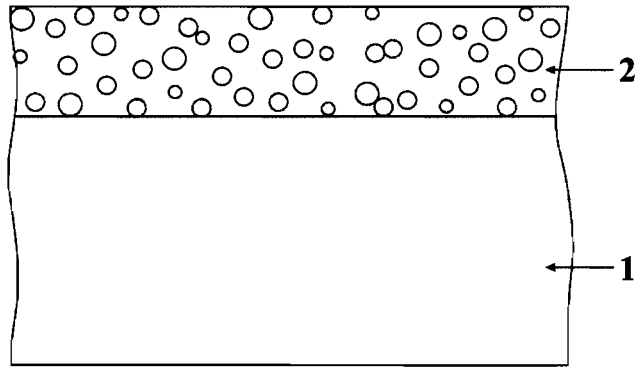


Fig. 1

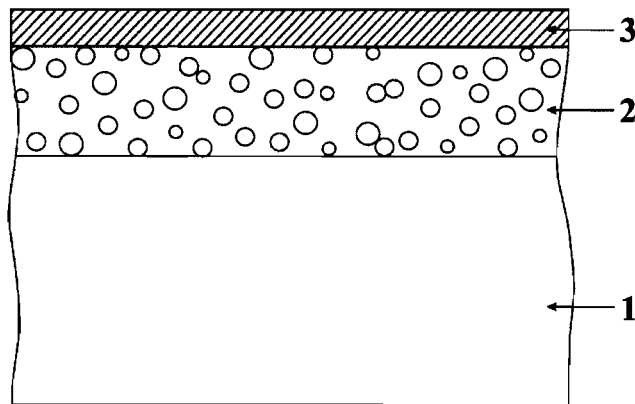


Fig. 2

Director General INCDFM,
Dr. Ionut Marius Enculescu

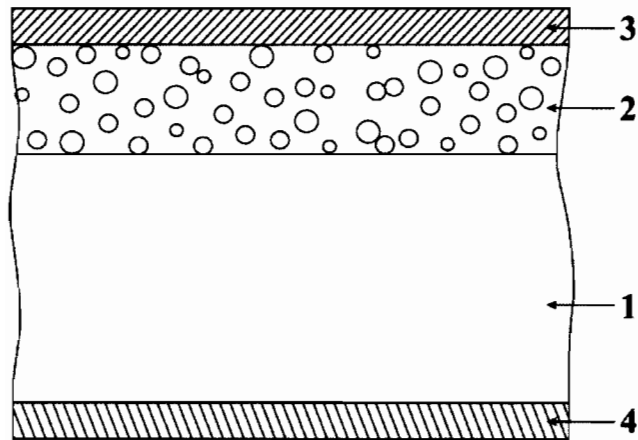


Fig. 3

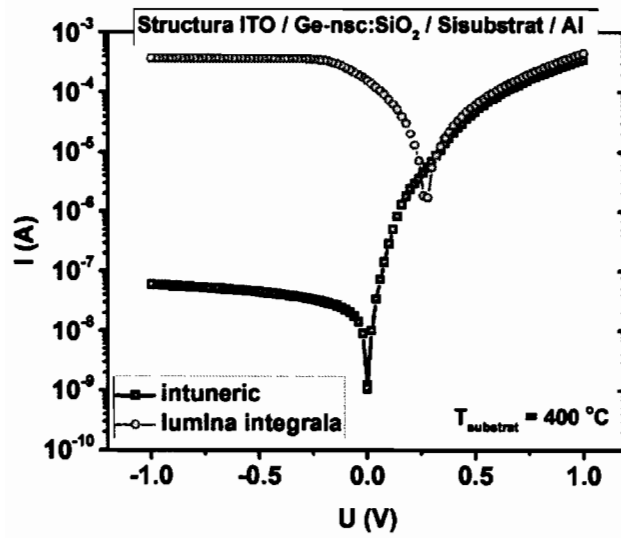


Fig. 4

Director General INCDFM,
Dr. Ionut Marius Enculescu