



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01135

(22) Data de depozit: 19.11.2010

(41) Data publicării cererii:  
29.06.2012 BOPI nr. 6/2012

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
DEZVOLTARE PENTRU FIZICA  
MATERIALELOR, STR. ATOMIȘTILOR  
NR.105 BIS, MĂGURELE, IF, RO;  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI  
RADIĂȚIEI, STR. ATOMIȘTILOR NR.409,  
MĂGURELE, IF, RO;  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,  
STR. ATOMIȘTILOR NR.1, MĂGURELE, IF,  
RO

(72) Inventatori:  
• POPESCU MIHAI, ALEEA  
COMPOZITORILOR NR.11, BL.G12, AP. 46,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;  
• LORINCZI ADAM, ALEEA POSTĂVARUL  
NR.4, BL.C4, AP.86, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;

• VELEA ALIN, STR.C.A.ROSETTI NR.41,  
BL.B5, SC.C, ET.3, AP.14, CORABIA, OT,  
RO;  
• NICIU HORĂȚIU, ȘOS.PANDURI NR.60,  
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;  
• ZAMFIRESCU MARIAN, STR.  
ODGONULUI NR.1, BL.132, SC.1, AP.44,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;  
• JIPA FLORIN, COMUNA MIHAI BRAVU,  
GR, RO;  
• MICLOȘ SORIN, CALEA GRIVITEI  
NR. 160, BL.B, SC. A, AP. 42, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• CIOBANU MIRCEA, STR.ALEXANDRU  
MORUZZI NR.1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• SAVASTRU DAN, STR. IĂNI BUZOIANI  
NR.3, BL.16, SC.A, AP.2, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• POPESCU AURELIAN, STR. ȘELIMBĂR  
NR.27, MĂGURELE, IF, RO

(54) MICROSTRUCTURI FOTONICE BIDIMENSIONALE ÎNSCRISE  
CU LASERUL PE SUPRAFEȚE DE ALIAJE STICLOASE  
CALCOGENICE BAZATE PE AS ȘI S

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a unei microstructuri fotonice bidimensionale, înscrise cu laserul pe suprafețe de aliaje sticloase calcogenice, bazate pe arsen și sulf. Procedeu conform invenției constă într-o primă etapă de pregătire a unei suprafețe sticloase calcogenice, prin polizarea unei plăcuțe de sticlă calcogenică  $As_2S_3$  sau  $As_2S_2$ , și curățarea acesteia cu un solvent potrivit, urmată de clătire în apă deionizată, sau prin depunerea unui strat gros de  $As_2S_3$  sau  $As_2S_2$ , folosind metoda de evaporare termică în vid sau depunerea cu fascicul laser pulsant PLD, urmată de spălare cu solvent și clătire cu apă deionizată; a doua etapă, în care proba este fixată pe o măsută micrometrică ce este comandată prin calculator; a treia etapă, în care fasciculul laser Ti:Safir pulsant este focalizat pe probă într-un spot; a patra etapă, în care parametrii de iradiere sunt aleși astfel încât să se obțină o structură

fotonică având coloane sau canale, formarea coloanelor fiind rezultatul fenomenului de fotoexpansiune specific materialului calcogenic sticlos.

Revendicări: 3  
Figuri: 4

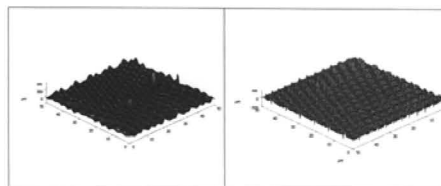
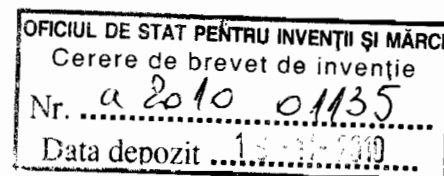


Fig. 1



## Descrierea invenției



### **Microstructuri fotonice bidimensionale înscrise cu laserul pe suprafețe de aliaje sticloase calcogenice bazate pe As și S**

Invenția actuală se referă la formarea de microstructuri fotonice pe suprafața unui material sticlos calcogenic de compoziție bazată pe As și S.

Sticlele calcogenice sunt aliaje necristaline, care conțin unul sau mai mulți constituenți calcogenici (sulf, seleniu, telur). Calcogenicii se pot combina cu As, P, Ge sau alte elemente, pentru a forma aliaje sticloase, total diferite de combinațiile cristaline corespondente.

Potrivit invenției noastre materialele compatibile cu scopul invenției sunt cele din sistemul binar arsen-sulf.

Sticlele din acest sistem au proprietăți deosebite în zona infraroșie a spectrului electromagnetic. Banda de absorbție optică poate fi modificată odată cu compoziția. Prin iradierea cu lumină în domeniul lungimilor de undă vizibile (roșu-verde) se observă un puternic efect de foto-expansiune care ajunge până la 2% din grosimea materialului. De asemenea, materialul în stare necristalină prezintă la iradiere cu lumină fenomenele de fotointunecare (photodarkening) și fototransparențizare (photobleaching) importante pentru realizarea de comutatori optici.

În literatura au fost publicate date legate de posibilitatea înscrierii holografice a imaginilor folosind fenomenele sus-amintite.

Microstructura fotonica de dimensiuni micrometrice, poate fi utilizată în circuite integrate optoelectronice ca element de separare a lungimilor de undă în domeniul infraroșu, cu aplicabilitate în transmiterea informației.

Se cunosc sisteme fotonice construite pe sticle calcogenice cu ajutorul laserului.

Feigel și alții [A. Feigel, Z. Kotler, B. Stefz, A. Arsh, M. Klebanov, V. Lyubin, Chalcogenide glass-based three-dimensional photonic crystals, Appl. Phys. Lett., 77(20), (2000)] au raportat un procedeu de înscriere a unor rețele fotonice tridimensionale folosind impresiunea cu lumină și corodarea selectivă a zonelor iradiate cu o substanță organică bazată pe amine. Rezultatele au fost obținute pe o sticlă calcogenică complexă.

Un grup din Ucraina (I. Z. Indutnyi și alții) a realizat fabricarea de structuri submicronice periodice folosind litografia interferențială și fotoresist cu dublu strat calcogenic [I. Z. Indutnyi, M. Popescu, A. Lőrinczi, F. Sava, V. I. Minko, P. E. Shepelyanyi, V. A. D'anko, V. Jashkaryov, J. Opt. Adv. Mat. 11(12), 1957, (2009)].

19 -11- 2010

În ambele cazuri obținerea de rețele fotonice necesită etapa de corodare a materialului sticlos. Procedul este costisitor și complicat, făcând dificilă și foarte consumatoare de timp optimizarea procesului de corodare și stabilirea prin încercări repetate a concentrației optime a corodantului.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față este realizarea de rețele fotonice cu constantă de rețea micrometrică, cu înscriere controlată de energia fascicolului laser în femtosecunde, fără a fi necesară corodarea materialului. Procedul este în acest fel mult simplificat, are cost mult mai redus.

Procedul constă din următorii pași:

- se pregătește suprafața sticloasă calcogenică în două moduri opțional diferite:
  - a. Polizarea unei plăcuțe de sticlă calcogenică  $As_2S_3$  sau  $As_2S_2$  (ori o compoziție intermediară), și curățarea acesteia cu un solvent potrivit, urmată de clătire în apă deionizată;
  - b. Prin depunerea unui strat gros de  $As_2S_3$  ( $As_2S_2$  sau compoziție intermediară) folosind metoda de evaporare termică în vid sau depunerea cu fascicul laser pulsant (PLD), urmată de spălare cu solvent și clătire cu apă deionizată.
- Proba este fixată pe o masută micrometrică în sistemul de coordonate xOy comandată prin calculator.
- Fasciculul laser Ti:Safir pulsant, cu durata pulsului de ordinul femtosecundelor (zeci de femtosecunde), cu banda de emisie cuprinsă în intervalul 750-850 nm și frecvența de repetiție de ordinul zecilor de MHz, este focalizat pe proba într-un spot cu diametrul minim de ordinul a 1-2  $\mu m$ .
- Parametrii de iradiere (distanța între pozițiile predefinite pe suprafața probei de As-S, energia pulsului, precum și optica de focalizare) sunt aleși astfel încât să se obțină o structură fonică cu coloane sau cu canale, la o distanță periodică "a" care poate fi de 2  $\mu m$  până la 5  $\mu m$ , în funcție de caracteristicile benzii fonice interzise pe care dorim să le obținem.
- Formarea coloanelor se datorește fenomenului de fotoexpansiune specific materialului calcogenic sticlos. Valoarea măsurată a fotoexpansiunii în sistemul As-S este de ~ 4% (M. Popescu, Non-Crystalline Chalcogenides, Kluwer Acad. Publish., 2000, p. 264).

Formarea rețelei de coloane poate fi vizualizată prin imaginea realizată la microscopul cu forță atomică (AFM). În Fig. 1 este prezentat un mod de realizare a invenției.

Coloanele sunt formate prin fenomenul de foto-expansiune specific materialelor sticloase de compoziție As-S.

19-11-2010

Imaginea obtinuta prin microscopie cu forte atomice (Fig.1) permite stabilirea inaltimii coloanelor (cca. 200 nm) sau a adancimii canalelor (tipic intre 100-300 nm).

Un aspect esential al inventiei de fata este dat de posibilitatea de a obtine suprafete relativ mari (de cca.  $0,25 \text{ mm}^2$ ) acoperite de coloane sau de canale in material, folosind acelasi procedeu de inscriere a retelei in care se modifica doar energia pulsului laser.

Peste energia pe puls de 0.18 nJ (15 mW) este declansata formarea de canale in loc de coloane de materiale.

Inventia stabileste de asemenea posibilitatea de control al retelei cu benzi de stopare fotonice, prin acordarea energiei pulsului laser prin care reseaua de coloane alterneaza cu cea de canale in geometrii diferite.

Fig. 2 prezinta structura retelei fotonice construita la diferite nivele ale energiei pulsului cu care este iradiat materialul.

Un exemplu tipic pentru aceasta inventie este inscrierea retelei hexagonale pe materialul  $\text{As}_{50}\text{S}_{50}$ .

Reteaua inscrisa are constanta de retea de  $5 \mu\text{m}$ . Constanta dielectrica este de 7 pentru  $\text{As}_2\text{S}_3$  si 7.3 pentru  $\text{As}_2\text{S}_2$ .

Pentru estimarea efectelor de structura fotonica bidimensionala in cazul sticlei de As-S a fost calculata structura de benzi de energie caracteristica configuratiei fotonice (Fig. 3, 4).

Banda de stopare difera in mica masura pentru cazul celor doua compozitii, ceea ce permite obtinerea de configuratii fotonice cu proprietati asemanatoare in conditiile unui interval larg de compozitii.

Pentru compozitia  $\text{As}_2\text{S}_3$  s-a calculat banda de stopare in unitati de frecventa  $c/a$  ca fiind in intervalul 0.92 – 1.0 (Fig. 3), iar pentru  $\text{As}_2\text{S}_2$  s-a obtinut intervalul 0.90-1.0 (Fig. 4).

## Revendicări

1. Procedeu de obținere a unei rețele microfotonice prin iradierea suprafeței materialului sticlos cu compoziția bazată pe As și S cu un fascicul de laser Ti:Safir (cu banda de emisie cuprinsă în intervalul 750-850 nm), fără necesitatea etapei de corodare chimică diferențială a suprafeței.
2. Folosirea pentru obținerea coloanelor de material sticlos a fenomenului de foto-expansiune la iradiere în banda de emisie laser cuprinsă în intervalul spectral 750-850 nm, cu pulsuri laser în femtosecunde.
3. Obținerea de structuri fotonice diferite (coloane sau canale) în funcție de energia pulsului laser utilizat.

### Figuri

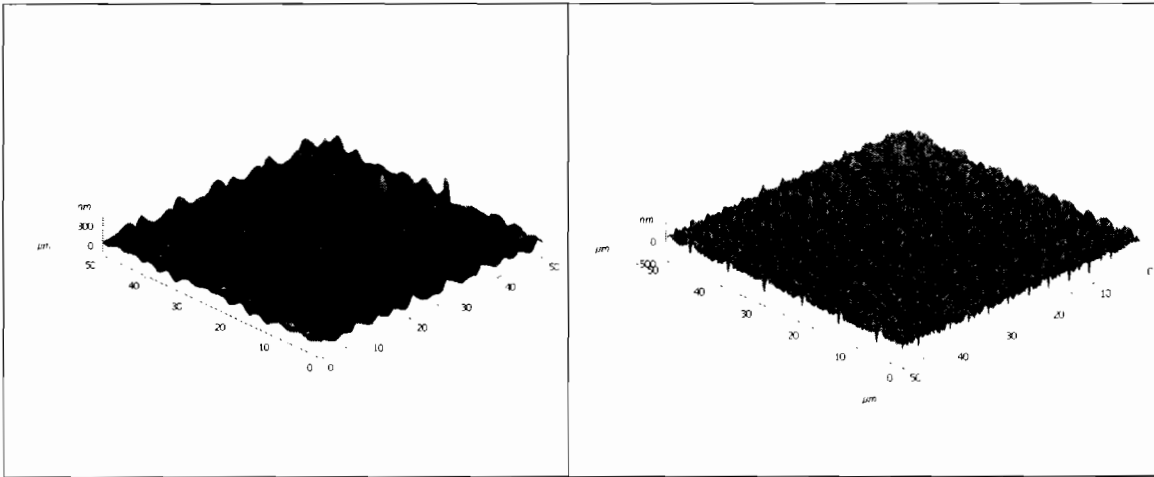


Fig. 1 Reteaua fotonica bidimensionala (stanga:coloane; dreapta: canale)

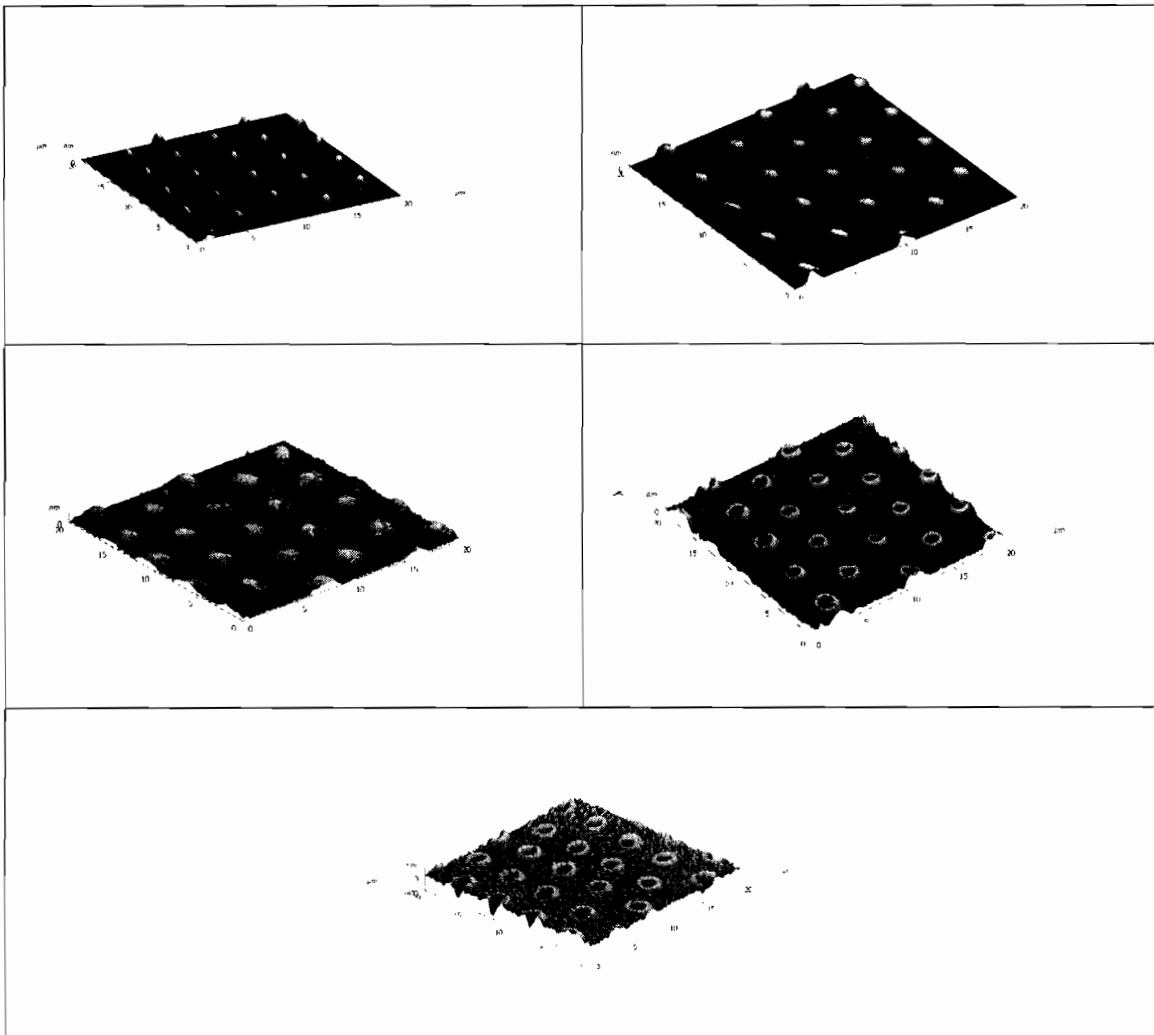


Fig. 2. Retele fotonice obtinute la diferite energii ale laserului de inscriptionare:  
a) 5 mW, b) 10 mW, c) 15 mW, c) 20 mW, d) 25 mW

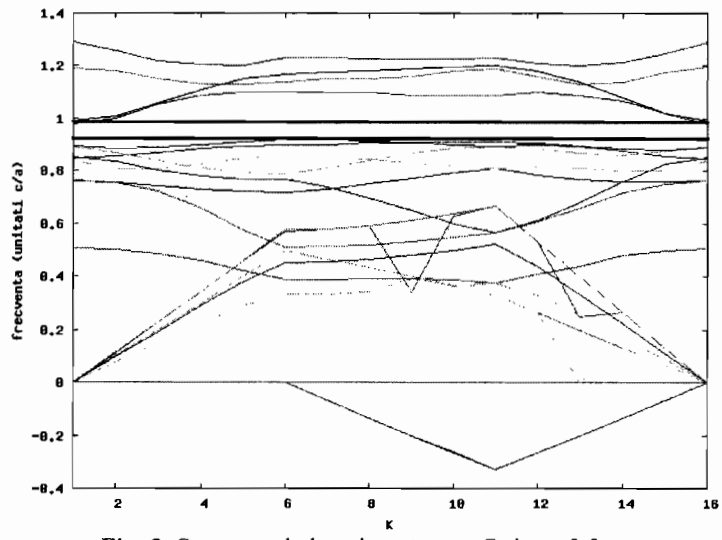


Fig. 3 Structura de benzi pentru  $\epsilon = 7$  si  $a = 5.5\mu\text{m}$

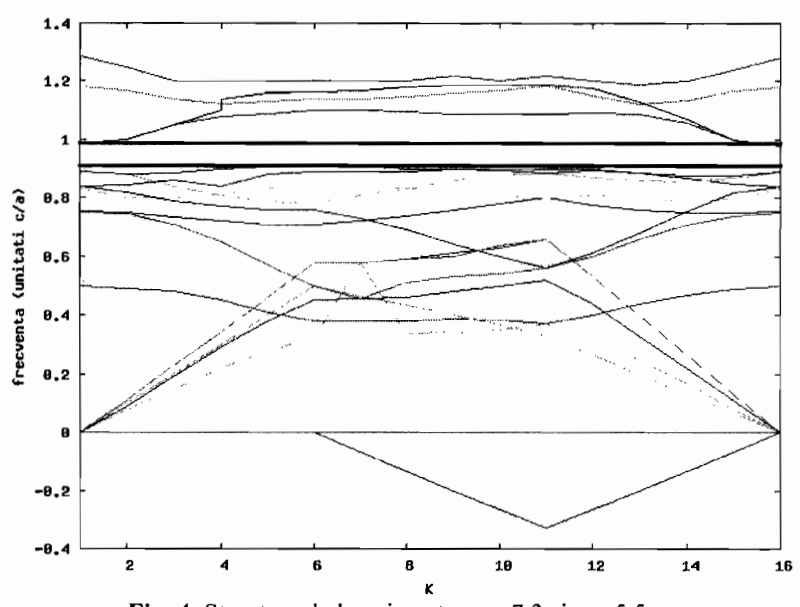


Fig. 4 Structura de benzi pentru  $\epsilon = 7.3$  si  $a = 5.5\mu\text{m}$