

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01174

(22) Data de depozit: 25.11.2010

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

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA LASERILOR,
PLASMEI ȘI RADIAȚIEI, STR.
ATOMIȘTIȚOR NR.409, MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• ZAMFIRESCU MARIAN,
STR. ODGONULUI NR.1, BL. 132, SC. 1,
AP.44, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• JIPA FLORIN, COMUNA MIHAI BRAVU,
GR, RO;
• ANGHIEL IULIA, COMUNA POROSCHIA,
POROSCHIA, TR, RO

(54) **PROCEDEU DE STRUCTURARE A SUPRAFETELOR CU
RADIATIE LASER PRIN EFECT DE INTENSIFICARE OPTICĂ
ÎN CÂMP APROPIAT**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de structurare a suprafețelor pe arii extinse, prin imprimare directă, folosind efectul de ablație laser indus prin intensificarea radiației optice în câmp apropiat. Procedeu conform invenției constă în fabricarea unei măști (1) microstructurale prin fotopolimerizare, apoi în poziționarea măștii (1) pe suprafața unui material (2) ce urmează a fi structurat, și în iradierea cu un fascicul laser (3), iar în urma iradierii se obțin microstructuri (4); masca (1) este compusă dintr-un suport (5) și elemente (6) microoptice de focalizare, structura acestor elemente (6) fiind formată din elemente pe bază de cilindri, sau alte structuri cu o geometrie diferită de cea sferică, cu dimensiuni micrometrice și submicrometrice, obținute dintr-un material polimer transparent la lungimea de undă a fasciculului laser (3) folosit pentru ablație; materialul (2) de procesat poate fi suprafața unui material masiv sau un film subțire de material depus pe un substrat (7), masca (1) și materialul (2) de procesat sunt iradiate pe suprafața mare, cu un singur puls laser sau cu un fascicul laser (3), iar prin efectul de intensificare optică în câmp apropiat, fasciculul laser (3) este focalizat la interfața dintre elementele (6) microoptice și suprafața materialului (2) local, iradianța optică depășește pragul de distrugere optică, provocând ablația laser a materialului (2) doar la suprafață, fără a afecta masca (1); elementele (6) microoptice de focalizare, cu formă cilindrică, gene-

rează, prin ablație laser, în urma focalizării radiației laser (3), microstructuri (4) de tip linie, dispunerea acestora respectând dispunerea cilindrilor din componența măștilor (1) microstructurate.

Revendicări: 2
Figuri: 4

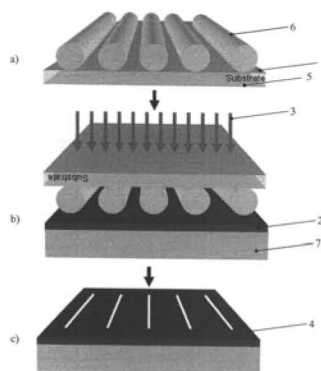


Fig. 1



AP

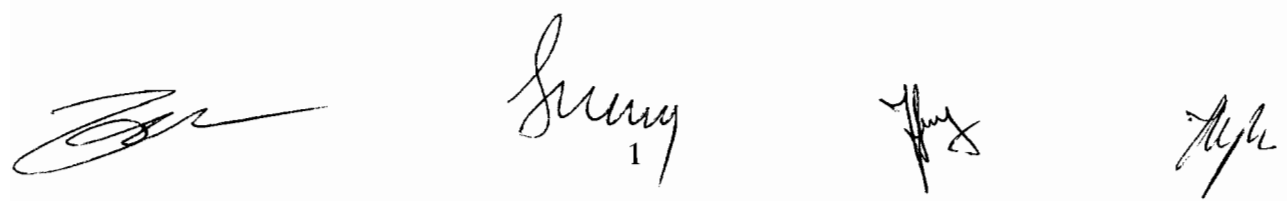
OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2010 01144
Data depozit 25.11.2010

**PROCEDEU DE STRUCTURARE A SUPRAFETELOR CU RADIATIE
LASER PRIN EFECT DE INTENSIFICARE OPTICA IN CAMP
APROPIAT**

Inventia se refera la un procedeu de structurare a suprafetelor pe arii extinse prin imprimare directa folosind efectul de ablatie laser indus prin intensificarea radiatiei optice in camp apropiat, cu ajutorul unor elemente micro-optice de focalizare cu geometrie diferita de cea sferica, ce permit generarea de micro si nanostructuri cu diverse geometrii.

Procesarea materialelor prin ablatie laser este o metoda versatila, aplicabila la o clasa larga de materiale: metale, materiale ceramice, semiconductori, polimeri, materiale biologice, etc. In scopul procesarii acestora, tehnicile clasice de microfabricare cu laser constau in focalizarea radiatiei laser folosind componente optice, precum lentile sau obiective de microscop, de ale caror caracteristici depinde in mod direct rezolutia structurilor create prin ablatie laser. Geometria unei anumite structuri este formata fie prin mentinerea fixa a probei si deplasarea fasciculului laser, fie prin translatarea sau rotirea probei si mentinerea fixa a fasciculului laser. In oricare dintre cele doua situatii, metoda de prelucrare este una secventiala, scanarea probei necesitand un timp lung de procesare. Rezolutia structurii realizate depinde in acest caz nu doar de optica de focalizare, ci si de precizia sistemelor mecanice de scanare.

O metoda recent dezvoltata de procesare paralela a materialelor pe arii extinse consta in utilizarea efectului de intensificare in camp apropiat a radiatiei optice la interfata unor micro si nanosfere din material transparent la radiatia laserului [1], sau chiar nanoparticule metalice depuse prin auto-organizare pe suprafata materialului de procesat [2]. In urma iradierii suprafetei depuse cu micro particule, fiecare micro-sfera actioneaza ca o microlentila. Dezavantajul utilizarii microsferelor ca elemente micro-optice de focalizare consta in obtinerea de geometrii cu structura periodica limitata la simetria hexagonala, data de asezarea pe suprafata a retelei de microsferes auto-organizate.



Inventia consta in fabricarea unor masti microstructurate din polimer si utilizarea lor ca elemente micro-optice de focalizare a radiatiei laser la suprafata unui material solid (metal, semiconductor, dielectric). Procedeu conform inventiei, inlatura limitarea la simetria hexagonala obtinuta la procesarea in camp apropiat cu microsfele, precum si dezavantajul unui timp lung de procesare in cazul microprocesarilor laser secventiale, cu scanare.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei, cu referire la figurile 1, 2, 3 si 4, care reprezinta:

- fig. 1, etapele procesarii cu radiatie optica intensificata in camp apropiat cu masti microstructurate.

- fig. 2, imaginea de microscop de forta atomica a unei masti realizate din polimer SU-8 pe substrat de cuar.

- fig. 3, simularile numerice ale propagarii luminii prin masca cu elemente micro-optice de focalizare din SU-8.

- fig. 4, microstructuri pe un film de cupru, obtinute prin efect de intensificare optica in camp apropiat la interfata dintre elementele de focalizare ale unei masti transparente si filmul de cupru.

Etapele procesarii laser in camp apropiat, conform inventie, sunt:

- a) Fabricarea unei masti microstructurate **1**.
- b) Pozitionarea mastii pe suprafata unui material **2** ce urmeaza a fi structurat si iradierea cu un fascicul laser **3**.
- c) In urma iradierii cu laserul **3** se obtin simultan microstructuri **4**.

Fabricarea mastilor se face printr-un procedeu de fotopolimerizare: fie prin metode litografice, fie prin scriere directa laser, respectand o anumita geometrie prestabilita. Masca **1** este compusa dintr-un suport **5** si elemente micro-optice de focalizare **6** fabricate pe acel suport. Suportul **5** este din sticla, cuar, sau alt material transparent la lungimea de unda a radiatiei laser **3**. Structura de elemente micro-optice de focalizare **6** este formata din elemente pe baza de cilindrii, sau alte structuri regulate sau neregulate, periodice sau neperiodice, cu geometrie predefinita, alta decat cea sferica, cu dimensiuni micrometrice si submicrometrice. Elementele micro-optice de focalizare **6** sunt obtinute dintr-un material polimer, transparent la lungimea de unda a laserului **3** folosit pentru ablatie. Criteriul de alegere a materialului polimer pentru fabricarea elementelor micro-optice de focalizare **6** este dat de pragul de distrugere optica a polimerului. Pragul de distrugere optica a acestui material trebuie sa fie superior pragului de ablatie a materialului de procesat **2**.

Materialul de procesat **2** poate fi suprafata unui material masiv, sau un film subtire de material depus pe un substrat **7**. Masca **1** este asezata pe suprafata materialului de procesat **2**, astfel incat elementele micro-optice de focalizare **6** sa fie in contact sau in proximitatea suprafetei materialului solid. Masca **1** si materialul de procesat **2** sunt iradiate pe arie mare, fie cu un singur puls laser, fie cu un tren de pulsuri laser **3**, cu fluenta sub pragul de distrugere optica a materialului polimer din care sunt fabricate elementele optice de focalizare **6**. Fluenta medie a fasciculului laser **3** este totodata mai mica decat pragul de distrugere a materialului de procesat **7**. Prin efectul de intensificare optica in camp apropiat, radiatia laser **3** este focalizata la interfata dintre elementele micro-optice **6** si suprafata materialului **2**. Local, iradianta optica depaseste pragul de distrugere optica provocand ablatia laser a materialului doar la suprafata, fara a afecta masca.

Elementele micro-optice de focalizare **6** cu forma cilindrica genereaza prin ablatie laser, in urma focalizarii radiatiei laser **3**, microstructurile **4** de tip linie. Combinatii de structuri cilindrice dispuse dupa un anumit aranjament prestabilit produce pe suprafata materialului **2**, in urma iradierii laser, microstructuri **4** cu forma corespunzatoare dispunerii structurilor cilindrice. Dispunerea pe suprafata a structurilor **4** obtinute prin ablatie laser respecta dispunerea cilindrilor din componenta mastilor microstructurate.

Se dau in continuare in legatura cu realizarea inventiei, exemple de masti si microstructuri obtinute prin procedeul de micro si nanostructurare laser.

Figura 2 prezinta imaginea de microscop de forta atomica a unei masti din polimer SU-8 pe substrat de quart si profilul transversal semi-eliptic al structurii polimerizate. Structurile au fost obtinute folosind metoda scrierii directe prin fotopolimerizare indusa de efectul de absorbtie bifotonica a radiatie laser pulsate de la un laser Ti:Safir, cu durata de puls de ordinul femtosecundelor. Pentru generarea micro-structurilor optice in polimer s-a folosit un obiectiv de microscop cu apertura numerica de 0,5. Datorita parametrului confocal al fasciculului laser focalizat mai mare decat diametrul spotului minim in focar, si prin faptul ca fasciculul laser a fost focalizat la interfata dintre polimer si substrat, forma structurii fotopolimerizate are in sectiune un profil semi-eliptic. Prin translatarea in directie XY a probei controlata de calculator se obtine o anumita dispunere in plan a elementelor de focalizare, respectand un design prestabilit.

Figura 3 prezinta simularile numerice ale propagarii luminii prin masca cu micro-elemente de focalizare din SU-8 cu sectiune semi-eliptica si distributia de intensitate optica, demonstrand intensificarea cu un ordin de marime a radiatiei laser la interfata dintre masca

3

transparența și suprafața de procesat, în acest caz suprafața fiind un film de cupru cu grosimea de 50 nm deșus pe substrat de sticlă.

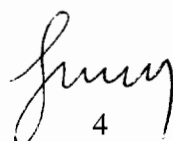
Figura 4 prezintă microstructuri pe un film de Cu, obținute pe arie mare cu un singur puls laser, prin ablație în urma efectului de intensificare optică în câmp apropiat la interfața dintre elementele de focalizare ale măștii transparente și filmul de cupru.

Procedeul de micro și nanoprocesare laser are conform invenției următoarele avantaje:

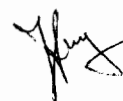
- permite procesarea în paralel de micro și nanostructuri pe o arie extinsă.
- permite procesarea cu un singur puls laser cu fascicul expandat.
- reduce timpul de procesare cu laser a materialelor.
- permite integrarea în producție de masă de microstructuri folosind aceeași mască.

REFERINTE

- [1] Y. Zhou, M. H. Hong, JYH Fuh, L. Lu, B. S. Luk'yanchuk, Z. B. Wang, L. P. Shi, and T. C. Chong; Direct femtosecond laser nanopatterning of glass substrate by particle-assisted near-field enhancement; *Appl. Phys. Lett.* 88, 023110 (2006).
- [2] Alex Heltzel, Senthil Theppakuttai, S C Chen and John R Howell; Surface plasmon-based nanopatterning assisted by gold nanospheres; *Nanotechnology*, Vol. 19, pag. 025305 (2008).



4



REVENDICARI

1. Procedeu de structurare a suprafetelor cu radiatie laser prin efect de intensificare optica in camp apropiat, caracterizat prin aceea ca, in scopul procesarii paralele a materialelor si obtinerea de structuri pe suprafete extinse, se folosesc masti transparente microstructurate functionand ca elemente micro-optice pentru focalizarea radiatiei laser.
2. Procedeu de structurare a suprafetelor cu radiatie laser, conform revendicarii 1, caracterizat prin aceea ca, in scopul obtinerii de structuri cu geometrie oarecare predefinita se folosesc masti microstructurate fabricate in materiale transparente, cu geometrie prestabilita, alta decat cea sferica.



5



Alina

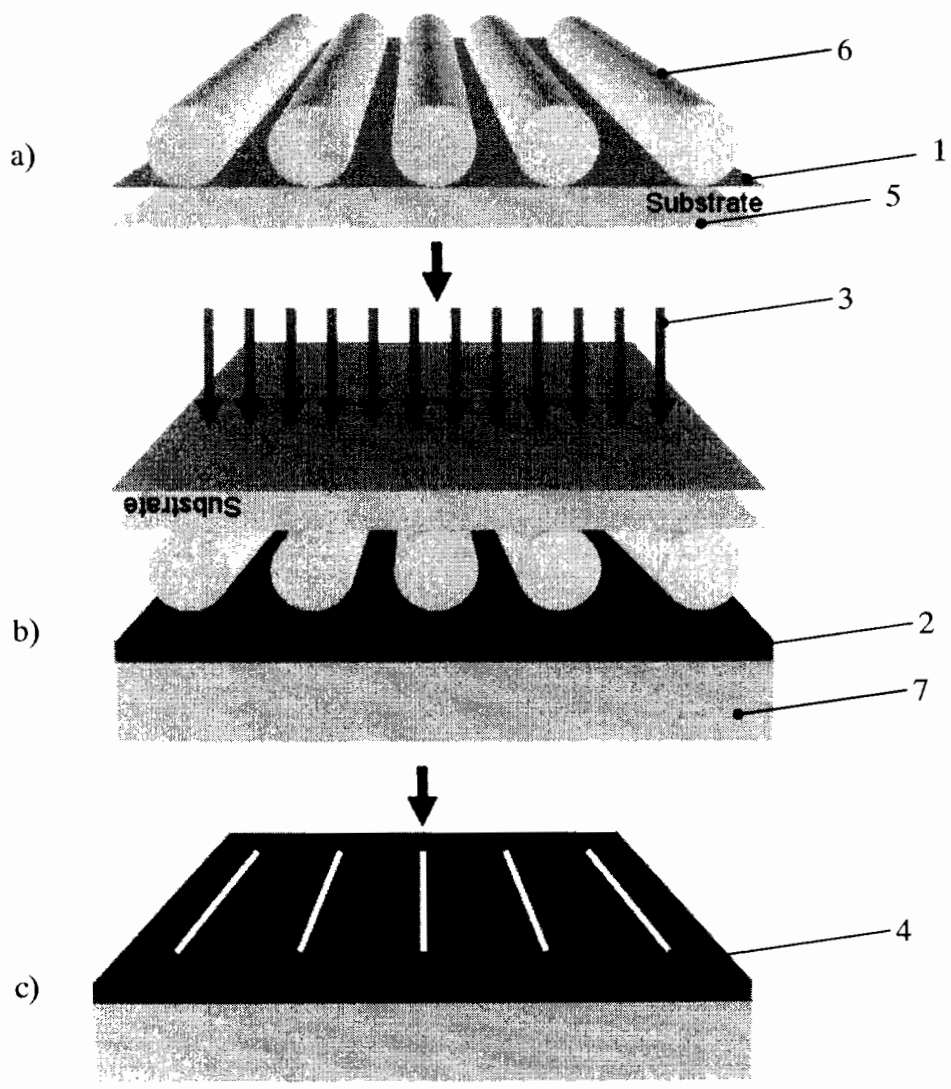


Fig.1.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
6

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

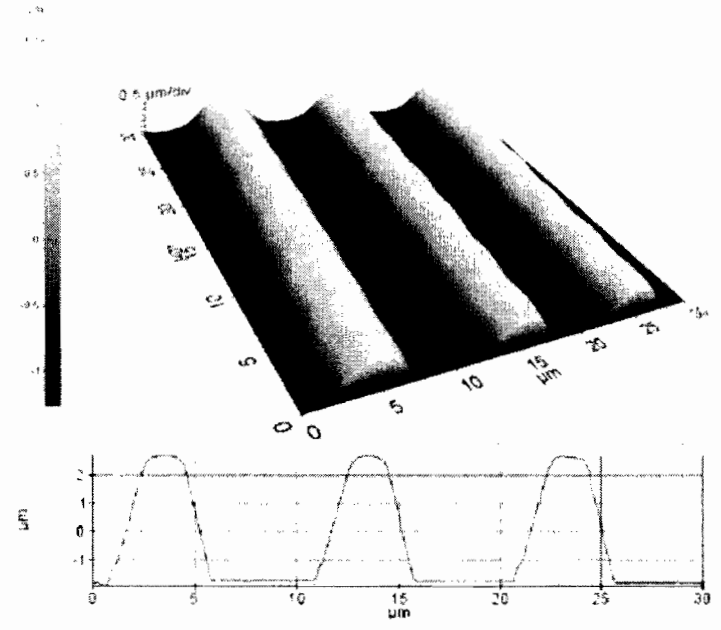


Fig.2.

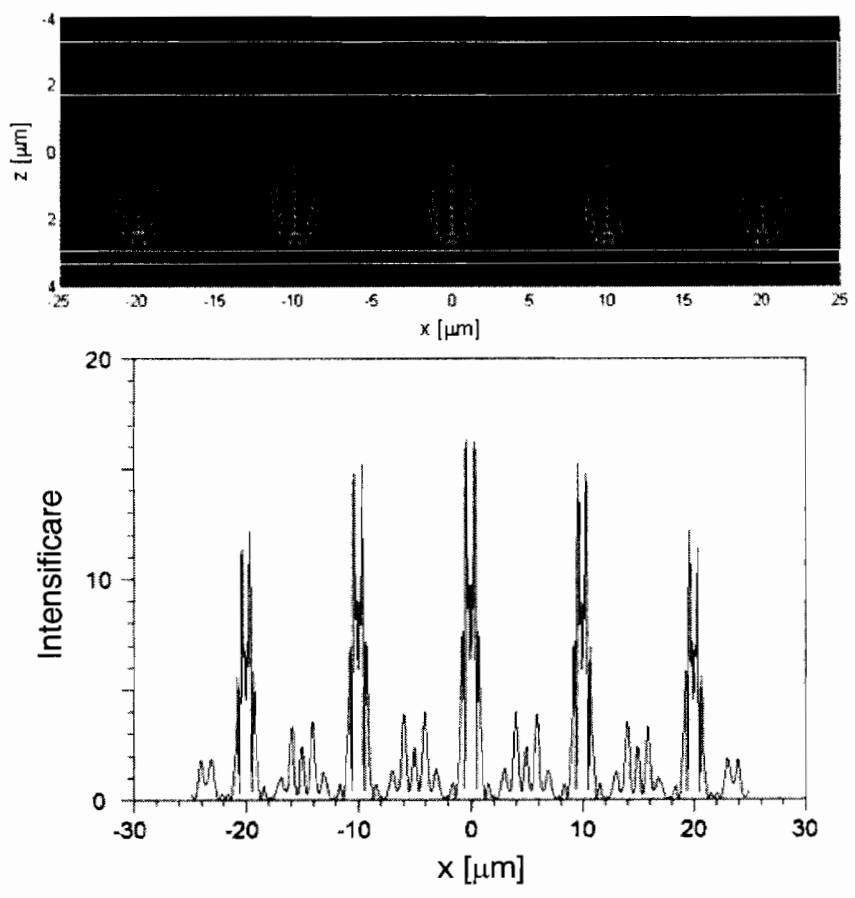


Fig.3.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
7

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



Fig.4.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
8

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]