



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 01026**

(22) Data de depozit: **07.12.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.10.2014** BOPI nr. **10/2014**

(41) Data publicării cererii:
30.08.2011 BOPI nr. **8/2011**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE,
STR.EROU IANCU NICOLAE NR. 32B,
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **OBREJA PAULA VIRGINIA NICOLETA,
STR.ION BERINDEI NR.12, BL.60, SC.C,
ET.2, AP.98, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;**

• **BUDIANU ELENA DORINA,
ALEEA ARIEȘUL MARE NR. 2, BL.I 11,
SC.F, ET.4, AP.88, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **CRISTEA DANA MIHAELA, STR. TUNARI
NR.62, BL.24 D, SC.A, AP.29, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **KUSKO MIHAI, STR.DR.FELIX NR. 59,
BL.A 1, SC.1, ET.7, AP.32, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **REBIGAN ROXANA ILEANA,
STR.TOAMNEI NR.8, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2005111776 A1; US 2003217804 A1

(54) **PROCEDEU DE REALIZARE ȘI MULTIPLICARE A UNUI
MICROREZONATOR OPTIC ÎN POLIMERI**



Invenția se referă la un procedeu simplu și economic, de realizare și multiplicare a unui microrezonator cu un factor de calitate mare, fiind utilizat la construcția echipamentelor optice. De asemenea, microrezonatoarele cu factor de calitate mare sunt foarte sensibile și pot fi folosite în biosenzori, pentru detectarea bacteriilor, a virusurilor sau a altor materiale biologice, și pentru detectarea unor mici modificări ale mediului din jurul dispozitivului.

Rezonatoarele optice funcționează pe baza reflexiei interne a luminii la interfața dintre un material dielectric și mediul înconjurător (aer) sau prin reflexie Bragg, distribuită pe structuri periodice (structurile multistrat). Există diverse geometrii de microrezonatoare, care utilizează unul dintre aceste mecanisme sau o combinație a acestora.

Un procedeu cunoscut, de realizare și multiplicare a unui microrezonator, constă în definirea unui tipar inițial („master”), sub formă de disc, într-un strat de oxid crescut pe o plachetă de siliciu, prin combinarea tehnicilor fotolitografice cu cele de corodare a oxidului, urmată de corodare în plasmă de XeF_2 , pentru degajarea discului de oxid și a postamentului de siliciu, și apoi de expunerea discului de oxid la un laser de CO_2 . Procesul continuă cu realizarea unui mulaj negativ („mold”, matriță) în polidimetilsiloxan (PDMS), prin etalarea unui strat de PDMS lichid peste tiparul inițial, solidificarea acestuia la temperatură, desprinderea mulajului negativ de tiparul inițial, urmată de realizarea de „replici” (copii), prin întărirea unui alt prepolimer peste mulajul negativ și desprinderea structurii solidificate, pentru a izola replica de mulajul negativ (**US 7236664**, 2007).

Acest procedeu are dezavantajul că procesul de realizare a tiparului inițial este greoi și costisitor, deoarece implică atât procese fotolitografice, cât și procese suplimentare de prelucrare a siliciului pe echipamente specializate (de exemplu: corodarea chimică în HF și corodarea în plasmă de XeF_2 , prelucrarea cu laser de CO_2), timp pentru transfer/reglaje de la un echipament la altul și un control atent al dimensiunilor, în toate etapele procesului de realizare a tiparului inițial.

Problema tehnică, pe care o rezolvă invenția, constă în realizarea straturilor rezonatoare, fără a implica procesele de corodare și de prelucrare cu laser.

Invenția de față înlătură dezavantajele menționate mai sus, prin aceea că tiparul inițial, de formă toroidală, este realizat în polimer, prin tehnici fotolitografice, utilizând două măști.

Procedeu conform invenției constă în utilizarea tehnicii fotolitografice, în care, pe o plachetă de siliciu cu un strat intermediar de polimer depus, este etalat un strat de fotorezist pozitiv, compatibil cu stratul intermediar, ambele straturi fiind expuse printr-o primă mască și apoi dezvoltate; pe placheta astfel configurată, se etalează un strat de fotorezist negativ, care este expus prin a doua mască și apoi dezvoltat, urmează apoi un tratament termic, după care sunt îndepărtate cele două straturi etalate anterior, pentru degajarea microrezonatorului din fotorezistul negativ, care este folosit pentru obținerea mulajului negativ în polidimetilsiloxan, iar acesta este folosit, în continuare, pentru obținerea replicilor în alt polimer.

Pentru aplicații specifice, se poate utiliza o a treia mască, pentru configurarea unui strat adăugat suplimentar, după litografierea fotorezistului negativ; acest strat suplimentar configurat poate fi din metal (aur), izolator (polimer-ghid de undă) sau organic (strat de funcționalizare).

Avantajele invenției de față sunt următoarele:

- procedeu conform invenției folosește polimeri, pentru realizarea și multiplicarea microrezonatoarelor optice; polimerii sunt materiale mai puțin costisitoare și ușor de prelucrat prin tehnica fotolitografică; sunt eliminate astfel procesele laborioase, de prelucrare a siliciului pe echipamente specializate (de exemplu: corodarea chimică, corodarea în plasmă de XeF_2 și prelucrarea cu laser de CO_2);

- dimensiunile inițiale se mențin în toate etapele de realizare a microrezonatoarelor; costuri reduse.	1
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a microrezonatorului conform invenției, în legătură și cu fig. 1, care reprezintă schema procesului de realizare a microrezonatoarelor în polimeri, prin utilizarea numai a tehnicii fotolitografice:	3
- a. secțiune transversală prin placheta de siliciu 1;	5
- b. secțiune transversală prin placheta de siliciu 1, cu un strat de polimer intermediar 2;	7
- c. secțiune transversală prin placheta de siliciu, cu un strat de polimer intermediar 2, peste care este etalat un fotorezist pozitiv 3;	9
- d. secțiune transversală prin structură, după fotolitografierea fotorezistului pozitiv cu prima mască;	11
- e. secțiune transversală prin structură, după etalarea unui strat de fotorezist negativ 4;	13
- f. secțiune transversală prin structură, după developarea fotorezistului negativ 4;	15
- g. secțiune transversală prin structură, după îndepărtarea fotorezistului pozitiv 3 și a stratului de polimer intermediar 2;	17
- h. secțiune transversală prin structură, după depunerea unui strat de PDMS 5 peste tiparul inițial;	19
- i. secțiune transversală prin mulajul negativ de PDMS 5, desprins de tiparul inițial;	21
- j. secțiune transversală prin structură, după depunerea, peste mulajul negativ de PDMS 5, a unui prepolimer 6;	23
- k. secțiune transversală prin replica realizată în prepolimerul 6.	23
Procedeul conform invenției constă în parcurgerea următoarelor etape:	
- se pornește de la o plachetă de siliciu 1, curățată inițial în soluție Piranha (acid sulfuric : apă oxigenată în raport de 3:1), spălată în apă deionizată și apoi uscată;	25
- pe placheta de siliciu 1, este etalat un strat de polimer intermediar 2, dintr-o soluție de polidimetilglutarimidă, cu o viteză de 3000 rpm și tratat termic, pentru îndepărtarea solventului;	27
- peste stratul de polimer intermediar 2, este etalat un strat de fotorezist pozitiv 3, de tip Novolac crezol-formaldehidă, cu o viteză de 3000 rpm, compatibil cu stratul intermediar; după un tratament termic, fotorezistul pozitiv este expus prin masca 1 și developat simultan cu stratul intermediar 2;	29
- peste placheta astfel configurată, se etalează un al treilea strat de fotorezist negativ, pe bază de rășină epoxidică 4;	31
- în continuare, fotorezistul negativ 4 este tratat, expus prin a doua mască și developat;	33
- stratul de polimer intermediar 2 și fotorezistul pozitiv 3 sunt îndepărtate, pentru degajarea tiparului inițial, realizat în fotorezistul negativ 4;	35
- tiparul inițial este tratat cu un agent de demulare, de tip trimetilclorsilan, care facilitează ulterior desprinderea tiparului inițial de mulajul negativ. Pentru realizarea mulajului negativ, peste tiparul inițial, este turnat un prepolimer lichid 5, de tip PDMS și reticulat la temperatură;	37
- mulajul negativ este desprins de tiparul inițial;	39
- pentru realizarea multiplicării, peste mulajul negativ, este turnat un alt prepolimer lichid 6, ce poate fi rășină epoxidică, polimer acrilic sau polimer poliuretanic;	41
- copia este desprinsă de mulajul negativ, după ce prepolimerul 6 a fost reticulat la temperatură.	43
	45
	47

1 Se dă, în continuare, un alt exemplu de realizare a microrezonatorului, conform
invenției, în legătură și cu fig. 2, care reprezintă schema procesului de realizare a microrezo-
natoarelor în polimeri, prin utilizarea unei alte tehnici litografice, a litografiei cu fascicul
3 electronic:

- 5 - a. secțiune transversală prin placheta de siliciu 1;
- b. secțiune transversală prin placheta de siliciu, cu un strat de electronorezist 2';
- 7 - c. secțiune transversală prin placheta de siliciu, cu un strat de electronorezist 2',
peste care este etalat al doilea strat de electronorezist 3';
- 9 - d. secțiune transversală prin structură, după etalarea celui de-al treilea strat de
electronorezist 4' peste straturile 2' și 3';
- 11 - e. secțiune transversală prin structură, după inscripționarea, cu un fascicul de
electroni, a celor trei straturi de electronoreziști și dezvoltare;
- 13 - f. secțiune transversală prin structură, după depunerea unui strat de PDMS 5' peste
mulajul negativ din electronoreziști;
- 15 - g. secțiune transversală prin replica de PDMS 5', desprinsă de mulajul negativ.

Procedeul conform invenției, într-o altă variantă de realizare, constă în parcurgerea
17 următoarelor etape:

- se pornește de la o plachetă de siliciu 1, curățată inițial în soluție Piranha (acid
19 sulfuric : apă oxigenată în raport 3:1), spălată în apă deionizată și apoi uscată;
- pe placheta de siliciu 1, este etalat un prim strat de electronorezist 2', dintr-o soluție
21 de polimetilmetacrilat (PMMA) cu masa moleculară $M = 495\text{ k}$, la o viteză de 3000 rpm și
tratat termic pentru îndepărtarea solventului;
- 23 - peste primul strat de PMMA 2', este etalat un al doilea strat de PMMA 3', cu $M =$
950 k, care este tratat termic, pentru îndepărtarea solventului;
- 25 - peste cele două straturi de electronoreziști, se etalează apoi un al treilea strat de
PMMA 4', cu $M = 110\text{ k}$, ce este supus unui tratament termic similar;
- 27 - placheta este impresionată cu un fascicul de electroni, pentru inscripționarea mula-
jului negativ dorit, generat de programul introdus în calculatorul echipamentului; straturile de
29 PMMA sunt apoi dezvoltate simultan, într-o soluție de metilizobutylcetonă - alcool izopropilic;
- placheta astfel litografiată reprezintă mulajul negativ (ce poate avea chiar și dimen-
31 siuni submicronice), care după ce este tratat cu un agent de demulare (de tip trimetil-
clorsilan), este folosit, în continuare, pentru multiplicarea microrezonatorului în PDMS 5;
- 33 - după efectuarea unui tratament termic de reticulare, copia în PDMS este desprinsă
de mulajul negativ.

35 Microrezonatoarele cu factor de calitate mare sunt foarte sensibile și pot fi folosite în
biosenzori, pentru detectarea bacteriilor, a virusurilor sau a altor materiale biologice, și pentru
37 detectarea unor mici modificări ale mediului din jurul dispozitivului.

Procedeu de realizare și multiplicare a unui microrezonator optic în polimeri, **caracterizat prin aceea că** acesta constă în utilizarea tehnicii fotolitografice, în care, pe o plachetă de siliciu (1), este depus un strat (2) intermediar de polimer, după care este etalat un strat (3) de fotorezist pozitiv, compatibil cu stratul (2) intermediar, ambele straturi (2 și 3) fiind expuse printr-o primă mască și apoi dezvoltate, pe placheta astfel configurată, se etalează un strat (4) de fotorezist negativ, care este expus prin a doua mască și apoi dezvoltat, urmează apoi un tratament termic, după care sunt îndepărtate cele două straturi (2 și 3) etalate anterior, pentru degajarea microrezonatorului din fotorezistul negativ (4), care este folosit pentru obținerea mulajului negativ în polidimetilsiloxan (5), iar acesta este folosit, în continuare, pentru multiplicare, unde peste mulajul negativ, este turnat un alt prepolimer (6) și apoi se desprinde de mulajul negativ, după ce prepolimerul (6) a fost reticulat la temperatură.

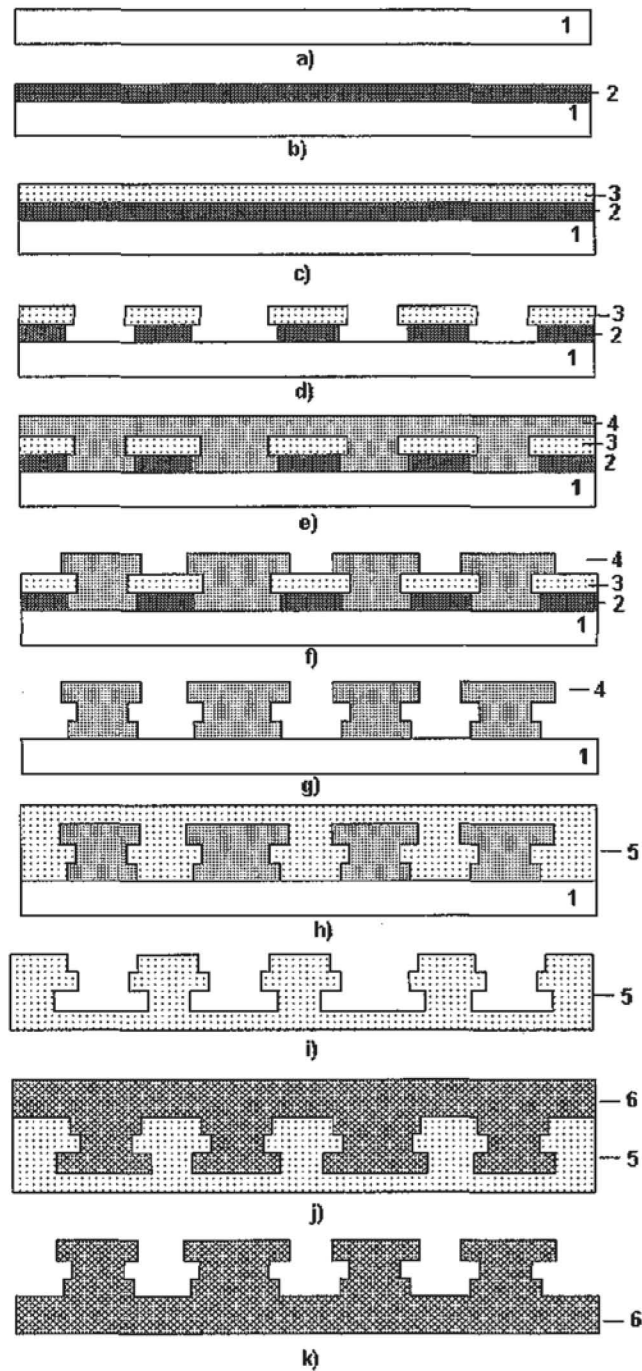


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G02B 6/132^(2006.01).

G02B 6/138^(2006.01).

H01L 21/027^(2006.01)

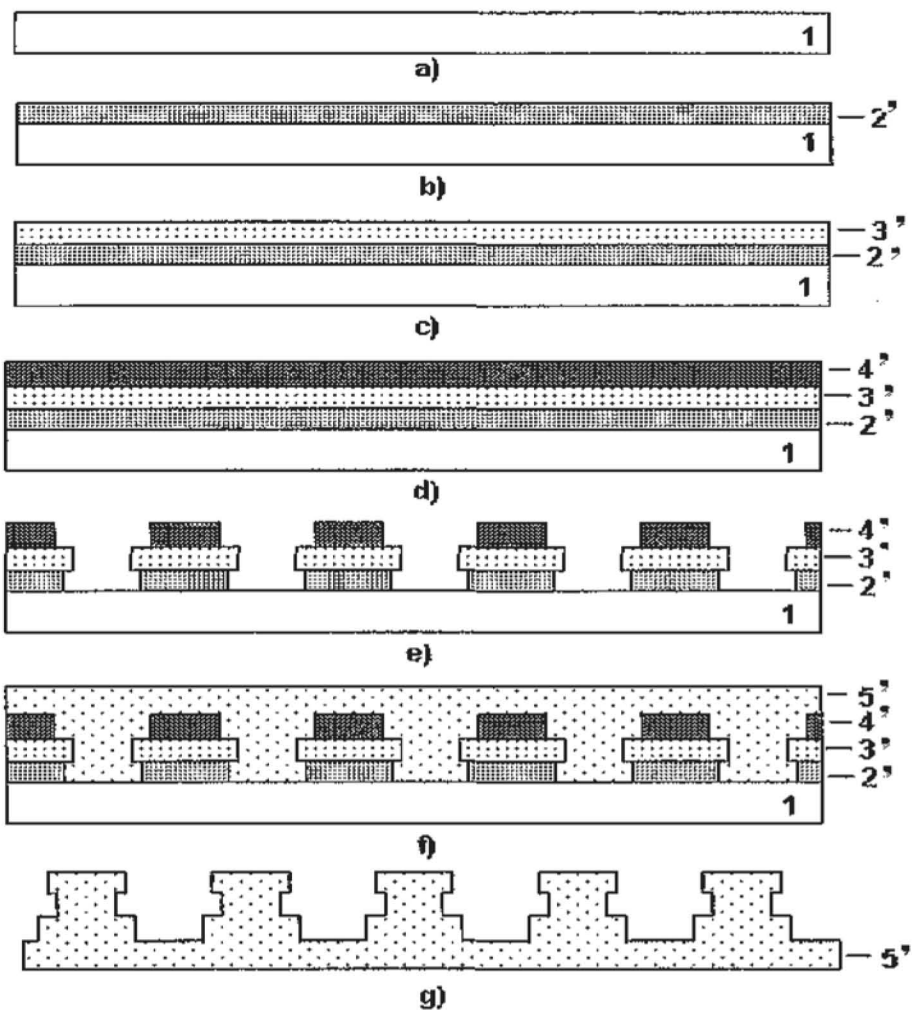


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 696/2014