

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00338

(22) Data de depozit: 05/06/2019

(41) Data publicării cererii:  
30/03/2020 BOPI nr. 3/2020

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

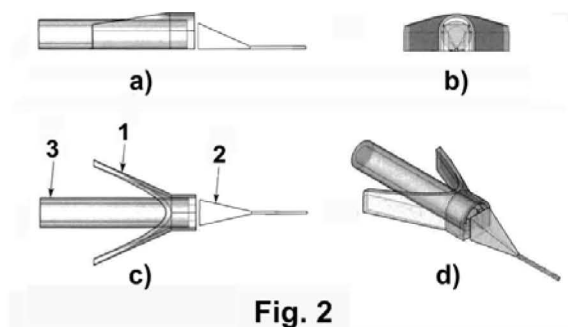
(72) Inventatori:  
• CĂLIN BOGDAN, STR.CASTANILOR  
NR.1, URLAȚI, PH, RO;  
• ZAMFIRESCU MARIAN, STR.ODGONULUI  
NR.1, BL.132, SC.1, AP.44, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• FILIP ALEXANDRU, STR.ZORELELOR  
NR.1G, SAT CUMPĂNA, CT, RO

(54) DISPOZITIV ȘI METODĂ DE CUPLARE A FIBRELOR OPTICE  
LA CIRCUITE OPTICE INTEGRATE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de cuplare a fibrelor optice la circuite optice integrate. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-o montură micro-mecanică (1) ce cuprinde o componentă de ghidaj (4) având forma și dimensiunea adaptate la cele ale fibrei optice (3), și o componentă de aliniere și fixare (5), astfel încât, prin apropierea mecanică a fibrei optice (3) de montura micro-mecanică (1), capătul fibrei optice (3) va fi dirijat către componenta de aliniere și fixare (5), ce prezintă un element opritor (6) care limitează avansarea fibrei optice (3) către o componentă micro-optică (2) având o formă îngustată către un ghid optic (7).

Revendicări: 8  
Figuri: 4



### DESCRIERE

Cuplajul luminii în circuitele optice integrate, atât la intrare, cât și la ieșire, reprezintă o etapă importantă și necesară pentru funcționarea acestor circuite. Principalele metode de cuplaj aplicate în prezent sunt cuplaj cu prisma (Joel Seligson, Appl. Opt. 26, (1987) 2609-2611), cuplaj lateral direct (T. Zhu et al, IEEE Photonics Journal 8, (2016) 1-12 ), cuplaj prin undă evanescentă („launch waveguide”; Tong X.C. (2014) Characterization Methodologies of Optical Waveguides. In: Advanced Materials for Integrated Optical Waveguides. Springer Series in Advanced Microelectronics, vol 46. Springer, Cham) și cuplaj prin rețea de difracție. (D. Vermeulen et al, OPTICS EXPRESS 18, 2010)

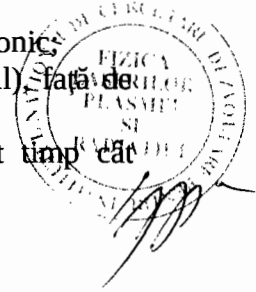
Metodele de cuplaj descrise anterior impun anumite condiții specifice. Cuplajul cu prisma necesită o suprafață de contact suficient de mare pentru eficiența de transfer optic. Cuplajul lateral direct necesită fabricare de circuite fotonice cu ghiduri de intrare și ieșire poziționate la marginea circuitului fonic, și cu fețe de calitate optică. Cuplajul prin unda evanescentă necesită un substrat suficient de subțire încât să permită pătrunderea unei evanescente în ghidul de intrare. Cuplajul cu rețeaua de difracție necesită un contrast al indicilor de refracție suficient de mare pentru eficiența de cuplare optică corespunzătoare. De asemenea, există materiale și metode de fabricare a circuitelor fotonice eficiente din punct de vedere al timpului de fabricare și costului aferent, însă contrastul scăzut al indicilor de refracție face ca metodele de cuplaj enumerate mai sus să nu ofere eficiența de cuplare optică corespunzătoare. Principalele dezavantaje ale acestor metode constă în funcționarea numai în condițiile specifice amintite mai sus, iar fiecare dintre acestea prezintă o limitare a eficienței de cuplare optică. Există tehnologii mature pentru comunicații optice, ce folosesc dispozitive precum fibre optice, cuploare pentru fibre optice, surse laser pe fibră, surse optice cuplate pe fibră. În ultimii ani s-au dezvoltat circuitele optice integrate, pe baza noilor procedee microtehnologice. Utilitatea acestor circuite se regăsește în domenii precum comunicații optice, procesare optică a informației, senzori fotonici și tehnologii cuantice. Conectarea circuitelor optice integrate la sistemele de comunicații optice se realizează folosind metodele descrise mai sus, cu limitările și dezavantajele amintite.

Problema pe care se bazează invenția constă în înlăturarea limitărilor generate de condițiile specifice de cuplaj ale metodelor clasice, precum și în îmbunătățirea eficienței de cuplare optică.

Această problemă este rezolvată prin dezvoltarea unui dispozitiv de cuplaj direct cu fibră optică, care, conform invenției înlătură dezavantajele stadiului tehnicii, prin aceea că permite conectarea fibrei optice la intrarea în circuitul optic prin intermediul componentelor micromecanice și microoptice descrise de brevet. Invenția constă în fabricarea unei componente micromecanice și a unei componente microoptice, componente ce permit cuplarea semnalului optic de la fibre optice la circuite optice integrate. Componenta micromecanică ghidează și aliniaza fibra optică, subțiată prin procesare mecanică pentru adaptare la geometria componentei microoptice. Fibra este astfel poziționată în fața cuplorului microoptic tridimensional îngustat pe direcția ghidului de undă, care ghidează și concentrează lumina la intrarea unui circuit fonic. Conectarea fibrei funcționează în configurație interschimbabilă sau permanentă.

Dispozitivul și metoda de cuplare a fibrelor optice la circuite optice integrate au conform invenției următoarele avantaje:

- montura micromecanică realizează autoalinieră a fibrei la ghidul optic tridimensional îngustat;
- permite conectare interschimbabilă sau permanentă a fibrei optice la circuitul fonic;
- prezintă o eficiență de cuplare optică mare (peste 50 % pentru domeniu vizibil), față de metodele clasice amintite anterior;
- cuplarea optică se realizează independent de diametrul miezului fibrei, atât timp cât



diametrul extern al fibrei subțiate este adaptat geometriei dispozitivului micromecanic;

- permite vibrații, deformări și variații de temperatură, în condiții de utilizare industrială, fără să inducă variații ale geometriei de cuplaj;

- funcționează pentru un interval larg de lungimi de undă optice.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției cu referire la fig 1, 2, 3 și 4, care reprezintă:

- **Fig. 1**, reprezentare grafică a montajului ce conține fibra subțiată, conectată la dispozitivul micromecanic de prindere și autoalinieră, și ghidul optic tridimensional îngustat, cu vedere de sus, vedere din lateral, vedere din față și vedere cu axonometrie izometrică;

- **Fig. 2**, reprezentare grafică a montajului împărțit pe componentele principale, ce conține fibra subțiată, componenta de ghidare și componenta de prindere și aliniere a fibrei subțiate, ghidul optic tridimensional îngustat, și ghidul optic de intrare în circuitul optic integrat;

- **Fig. 3**, imagine de microscopie electronică de baleiaj a dispozitivului de cuplare a fibrei optice la un ghid de undă optic liniar;

- **Fig. 4**, rezultatul unei simulări numerice prin metoda diferențelor finite în domeniul timp, ce reprezintă distribuția transversală de intensitate a câmpului electric propagat prin ghidul optic tridimensional îngustat și ghidul optic de intrare în circuitul optic integrat.

Dispozitivul de cuplare optică din Fig. 1 este compus din: montura micromecanică 1 și componenta microoptică 2. Montura micromecanică 1 are o formă parabolică cu deschiderea spre fibra optică 3. Montura micromecanică 1 are două componente: componenta de ghidaj 4 și componenta de aliniere și fixare 5. Componenta de ghidaj 4 are forma și dimensiunea optimizate pentru dimensiunile fibrei optice 3, astfel încât prin apropierea mecanică a fibrei optice 3 de montura micromecanică 1, capătul fibrei 3 va fi dirijat către componenta de aliniere și fixare 5. Componenta de aliniere și fixare 5 are dimensiunile apropiate de dimensiunile capătului fibrei optice 3, astfel încât se limitează translația în plan transversal fibrei optice 3. Componenta de aliniere și fixare 5 prezintă un element opritor 6 ce limitează avansarea fibrei optice 3 către componenta microoptică 2. Semnalul optic ce iese din fibra optică 3 fixată este transmis către intrarea în componenta microoptică 2. Componenta microoptică 2 are forma îngustată către ghidul optic 7.

Fig. 3 prezintă imagini de microscopie electronică de baleiaj ale dispozitivului exemplificat în Fig. 1. Acesta a fost fabricat prin litografie laser tridimensională, folosind fotorezist negativ.

Fig. 4 prezintă rezultatul unei simulări numerice bidimensionale, în secțiune transversală, prin metoda diferențelor finite în domeniul timp ale componentei microoptice 2 și ghidului optic 7. În modelul numeric, parametrii de simulare sunt: sursa de radiație este poziționată la stânga componentei microoptice 2, înălțimea sursei este similară cu înălțimea intrării în componenta microoptică 2, dimensiunile geometrice sunt identice cu dispozitivul exemplificat în Fig. 1 și Fig. 2. Rezultatul simulării arată distribuția de intensitate luminoasă la propagarea semnalului optic prin componenta microoptică 2. Din această simulare, rezultă cuplarea unui procent mai mare de 50% din semnalul optic incident.



**REVENDICĂRI**

1. Dispozitiv de cuplare a fibrelor optice la circuite optice integrate, caracterizat prin aceea că, prin forma tridimensională proiectată permite cuplajul direct al fibrei optice (3) la ghidul de undă (7).
2. Dispozitivul conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, permite cuplarea fibrei optice (3) independent de dimensiunea miezului optic al fibrei (3).
3. Dispozitivul conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, montarea fibrei optice 3, și implicit cuplarea semnalului luminos, poate fi temporară sau permanentă.
4. Dispozitivul conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, permite autoalinierarea fibrei (3) la componenta microoptică (2).
5. Dispozitivul conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, permite funcționarea dispozitivului în condiții industriale de vibrații, deformări ale fibrei, variații de temperatură, variații de presiune și variații de umiditate.
6. Metoda de cuplare a fibrelor optice la circuite optice integrate, caracterizată prin aceea că, folosește dispozitivul conform revendicării 1.
7. Metoda de cuplare a fibrelor optice la circuite optice integrate, caracterizată prin aceea că, prin folosirea dispozitivului conform revendicării 1, permite cuplarea unui procent mai mare de 50% din semnalul incident.
8. Metoda de cuplare a fibrelor optice la circuite optice integrate, caracterizată prin aceea că, prin folosirea dispozitivului conform revendicării 1, permite cuplarea optică pentru un interval larg de lungimi de undă, limitat de modurile de propagare permise de dimensiunile ghidului de undă de la intrarea în circuitul optic integrat.



Fig 1

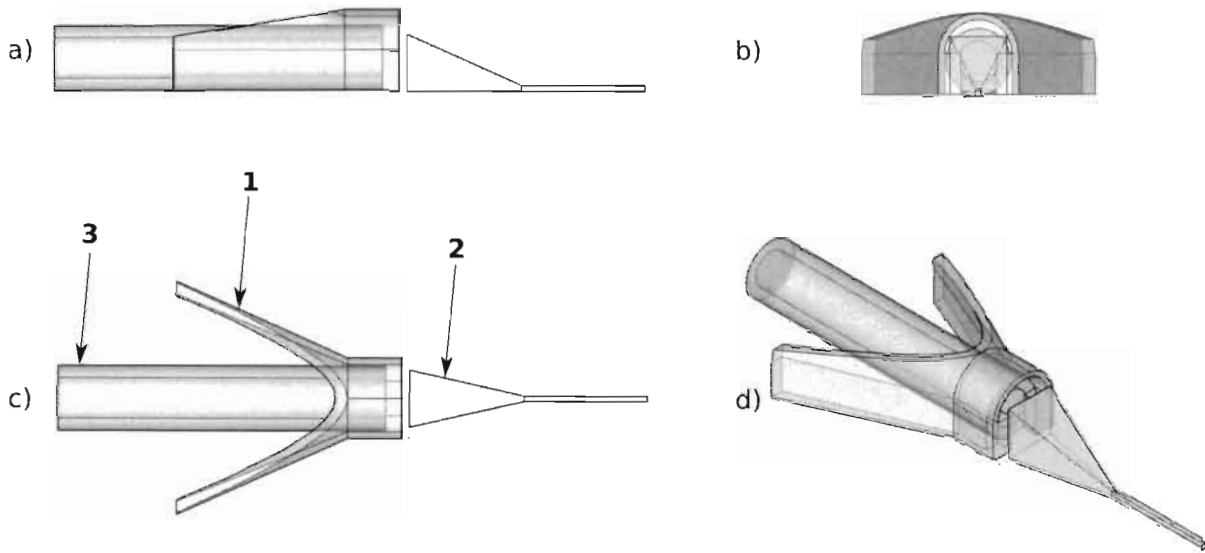


Fig 2

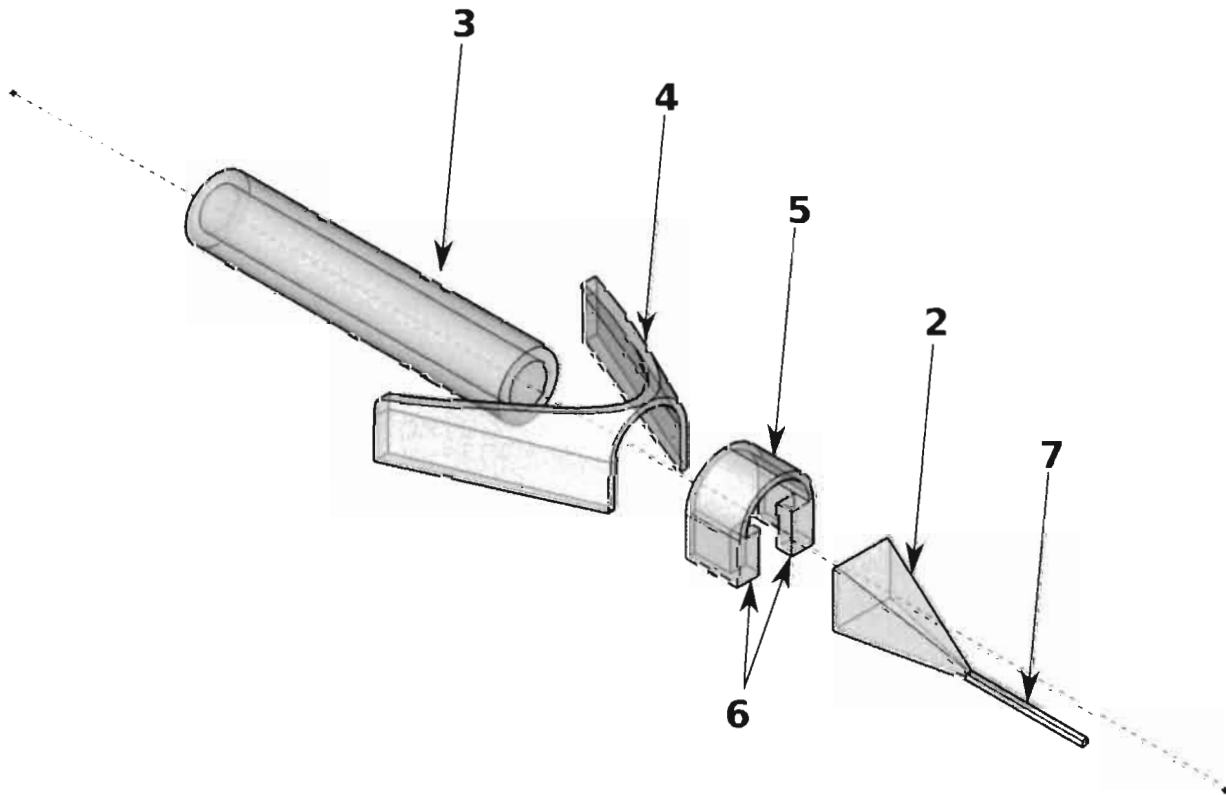


Fig 3

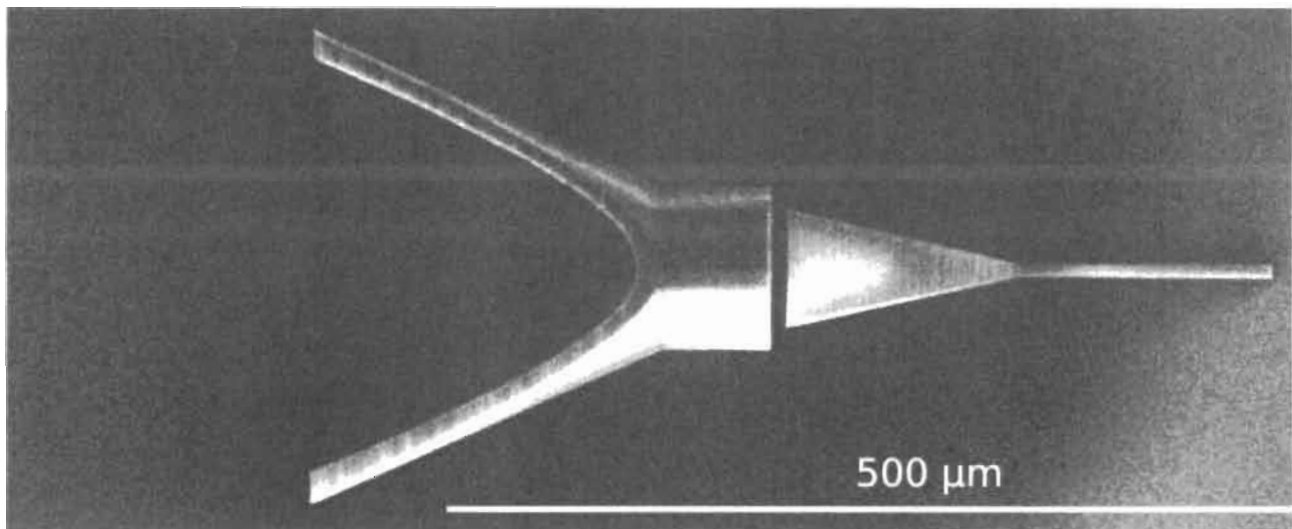


Fig 4

