



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00730**

(22) Data de depozit: **16.10.2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2015** BOPI nr. **4/2015**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2013 BOPI nr. **5/2013**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **RĂU ILEANA, ALEEA POIANA CU ALUNI
NR.3, BL.1, SC.1, ET.5, AP.22 A,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **FRANCOIS KAJZAR,
ALEEA POIANA CU ALUNI NR.3, BL.1,
SC.1, ET.5, AP.22 B, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MEGHEA AURELIA, STR.OLIMPULUI
NR.76, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MARIN ALEXANDRU, STR.BUZEȘTI
NR.61, BL.A 6, SC.A, ET.9, AP.62,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2002/0126725 A1; EP 2104842 B1

(54) **INTERFEROMETRU REGLABIL OPTIC**



RO 128436 B1

1 Această invenție se încadrează în domeniul dispozitivelor optice neliniare pentru
biofotonică, mai precis se referă la un interferometru reglabil optic, de tip Fabry-Perot.

3 Sunt cunoscute câteva interferometre de tip Fabry-Perot ce conțin un mediu liniar și
indice de refracție constant sau unele modificări, în care indicele de refracție al mediului
5 interferometrului este modificat prin aplicarea unui câmp electric sau prin ajustarea mecanică
a oglinzilor.

7 Acesta este primul interferometru reglabil optic, de tip Fabry-Perot. Astfel, în brevetul
US 6597490 B2 (1) este prezentat un interferometru Fabry-Perot cu oglinzi deformabile, care
9 pot fi ajustate prin aplicarea unui câmp electric. Principalele dezavantaje ale acestei abordări
constau în necesitatea folosirii unor electrozi ce absorb lumina, precum și a unui timp mare
11 de răspuns, întrucât reglarea este asociată cu deformarea oglinzilor. Aceasta conduce la
pierderi și posibilitatea încălzirii oglinzilor, ceea ce determină modificarea caracteristicilor
13 dispozitivului. Un alt dezavantaj al acestui interferometru este că nu poate fi aplicat pentru
toate tipurile de procesare ale fasciculelor optice de lumină, cum este cazul prezentei
15 invenții.

Într-un alt brevet, **US 7969639 (2)**, este prezentată o cavitate Fabry-Perot etalon
17 asimetrică, reglabilă tot prin aplicarea unui câmp electric.

O soluție foarte asemănătoare este descrisă într-o a treia invenție, și anume, brevetul
19 **US 4859060 (3)**, în care distanța dintre oglinzile interferometrului Fabry-Perot este din nou
modulată prin aplicarea unui câmp electric, iar atracția creată între electrozi conduce la
21 modificarea drumului optic.

De asemenea, din cererea de brevet de invenție **US 2002/0126725A1 (D1)**, cu titlul
23 "Structură Fabry-Perot reglabilă electric prin utilizarea unei oglinzi multistratificate
deformabile și metodă de obținere a acesteia", este cunoscută o structură reglabilă electric,
25 care utilizează o construcție de oglindă multistratificată deformabilă, în care se folosește un
strat de sacrificiu format din $Ga_{1-a}Al_aAs$, în care $a < 0,1$, care poate fi îndepărtat selectiv prin
27 folosirea de acid citric.

Din brevetul **EP 2104842 (D2)**, cu titlul "Senzor acustic Fabry-Perot și metodă de
29 fabricare corespunzătoare", este cunoscută, la un senzor acustic Fabry-Perot care cuprinde
cel puțin o structură de cristal fonic, o fibră optică având un capăt cuplat optic la structura
31 de cristal, și o porțiune structurală cuplată mecanic la structura de cristal și la fibra optică,
în care structura fonică de cristal, fibra optică și porțiunea structurală sunt legate
33 substanțial la o regiune de mediu având un volum mai mare de circa $0,1 \text{ mm}^3$, astfel încât
frecvența de răspuns a senzorului acustic este aproape de unitate și este, în general,
35 aplatizat la circa 10 dB în intervalul de frecvențe acustice.

Problema tehnică pe care urmărește să o rezolve invenția constă în reducerea
37 timpului de răspuns observat al aparatului pentru solide.

Soluția la această problemă constă în aplicarea pe oglinzi a unui film subțire,
39 dielectric, format dintr-un complex cu proprietăți optice neliniare, pe bază de ADN dopat cu
un compus cromofor fotoizomerizabil, care, la iluminarea cu un fascicul de lumină având o
41 frecvență situată în domeniul bandei sale de absorbție, suferă o modificare conformațională
a moleculei cromoforului și, ca urmare, se modifică indicele de refracție a filmului.

43 Astfel, într-un prin aspect, invenția se referă la un interferometru reglabil optic, de tip
Fabry-Perot, format din două oglinzi puternic reflectante (**M1**, **M2**), între care se află un film
45 subțire, dielectric, în care filmul are grosimea de 2500 nm, alcătuit dintr-un complex cu

RO 128436 B1

proprietăți optice neliniare, pe bază de ADN dopat cu un compus cromofor fotoizomerizabil, în care intensitatea fasciculului transmis este dată de formula:

$$I_t = I_i(I_s) \Rightarrow \frac{I_i}{1 + \sin^2 \delta(I_s)} \quad (17)$$

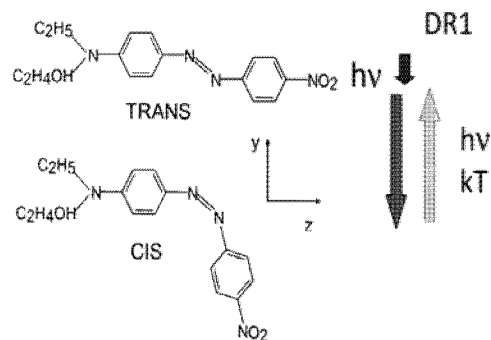
în care

- I_s este intensitatea fasciculului de control,
- F este coeficientul de finețe,
- I_i este intensitatea fasciculului incident,

intensitatea fasciculului propagat fiind modulată continuu, prin varierea intensității fasciculului de control I_s în intervalul $0 - I_i$.

Într-un aspect preferat, interferometrul reglabil optic, de tip Fabry-Perot, acționează prin modularea intensității luminoase a unui fascicul care se propagă printr-un alt fascicul optic cu frecvență diferită.

În cromoforul din filmul subțire, ca mediu interferometric al interferometrului reglabil optic de tip Fabry-Perot, definit mai sus, are loc o reacție de izomerizare cis-trans reprezentată prin ecuația chimică



în care $h\nu$ arată că izomerizarea are loc fotochimic, iar kT arată că izomerizarea are loc sub influența temperaturii.

Într-un aspect preferat al invenției, la interferometrul reglabil optic de tip Fabry-Perot, definit mai sus, se folosesc biopolimeri ca matrice pentru molecule fotocromice, acești biopolimeri asigurând, pe de o parte, creșterea timpului de operare, iar pe de altă parte, sunt ecologici.

Într-un alt aspect preferat al invenției, în interferometrul reglabil optic, de tip Fabry-Perot, definit mai sus, se utilizează compuși fotocromici ca rezonatori Fabry-Perot, ceea ce dă posibilitatea operării dispozitivului cu lumină și realizării de dispozitive compacte, ușor integrabile.

Ca atare, invenția rezolvă problema tehnică prin aceea că elimină dezavantajele menționate mai sus, și se referă la realizarea unui interferometru reglabil optic, de tip Fabry-Perot, care poate fi utilizat în demultiplexarea indusă de lumină a fasciculelor optice, controlul fasciculelor optice, filtre activate optic, transformarea indusă optic a fasciculelor laser multimodale în monomodale, creșterea rezoluției în spectrometre, procesarea semnalelor total optice, în transmisia video, în limitare optică, și este alcătuit din două oglinzi ($M1$ și $M2$) puternic reflectante, ce conțin un film subțire, dielectric, alcătuit dintr-un biomaterial complex, cu proprietăți optice neliniare, pe bază de ADN dopat cu un compus cromofor fotoizomerizabil.

RO 128436 B1

1 Interferometrul reglabil optic, conform invenției, prezintă câteva avantaje legate de
faptul că nu implică existența unor electrozi, iar oglinzile sunt fabricate dintr-un material
3 dielectric transparent și, în plus, efectul se obține direct printr-un fascicul de lumină, și nu prin
aplicarea câmpului electric, fiind permis astfel un control total optic al transmisiei Fabry-
5 Perot. De asemenea, timpul de răspuns poate fi rapid, întrucât variațiile indicelui de refracție
se realizează la nivel molecular, folosind fie schimbări conformaționale fotoinduse, fie
7 modificarea polarizabilității moleculare.

Invenția este prezentată pe larg în continuare, în legătură cu fig. 1...7, ce reprezintă:

9 - fig. 1, reprezentare schematică a transmisiei luminii cu reflexii interne multiple într-
un rezonator Fabry-Perot: **M1**, **M2** - oglinzi, n - indici de refracție ai mediului corespunzător,
11 E_{0j} - câmpuri optice elementare transmise, E_i - câmp electric al fasciculului optic incident;

13 - fig. 2, transmisia interferometrului în funcție de variația indicelui de refracție produsă
de iluminarea cu fasciculul de control pentru un film subțire cu grosimea de 2500 nm, și
pentru trei valori ale reflectivității oglinzilor ($R_1 = R_2$): 20%, 50% și 90% la 808 nm;

15 - fig. 3, sensibilitatea interferometrului la variația indicelui de refracție ($R = 0,9$,
grosimea mediului OLN 1 = 2500 nm);

17 - fig. 4, reprezentarea schematică a procesului de izomerizare cis-trans din molecula
de Disperse red 1 (**DR 1**);

19 - fig. 5, prezentare schematică a invenției: I_{in} este fasciculul cu frecvența ω_1 a căru
frecvență este modulată, I_s este fasciculul modulator cu frecvența ω_2 ce realizează
21 modularea intensității fasciculului I_{in} . Mediul nelinier este un complex ADN-CTMA-colorant
fotoizomerizabil;

23 - fig. 6, structura rezonatorului Fabry-Perot: (a) celula cu filmul activ, (b) suportul
celulei, care servește și pentru orientarea precisă a oglinzilor, (c) șuruburile de fixare și
25 orientare a oglinzilor;

27 - fig. 7, utilizarea diafragmei pentru îmbunătățirea modulării în structurile FP mai puțin
sensibile.

În continuare este prezentat în detaliu un exemplu de realizare a invenției.

29 Sistemul optic este alcătuit din două oglinzi, **M1** și **M2**, cu reflectivitățile R_1 și R_2
(practic $R_1 = R_2 = R$), între care se află un mediu dielectric cu indicele de refracție n și
31 grosimea 1. Coeficientul de reflexie R este definit prin ecuația (1):

$$33 \quad R = \frac{I_r}{I_i} \quad (1)$$

35 unde I_i este intensitatea fasciculului incident dată de:

$$37 \quad I_i \propto E_i^2 \quad (2)$$

39 unde E_i este câmpul electric optic, iar coeficientul de proporționalitate depinde de alegerea
unităților.

41 Datorită reflexiilor multiple care au loc în mediul situat între cele două oglinzi,
intensitatea fasciculului reflectat este proporțională cu suma tuturor câmpurilor electrice
43 reflectate (cf. fig. 1):

$$45 \quad I_r \propto [E'_1 + E'_2 + E'_3 + \dots]^2 \quad (3)$$

RO 128436 B1

Presupunând că mediul material dintre cele două oglinzi nu este absorbant, rezultă că, pentru intensitatea transmisă, avem:

$$I_t \propto [E_{o1} + E_{o2} + E_{o3} + \dots]^2 = (1-R)E_i^2 \quad (4)$$

unde E_{oj} sunt câmpurile electrice care părăsesc sistemul la diferite frecvențe optice.

În ecuația (4) s-a ținut seama de legea conservării energiei, conform căreia $R+T=1$, astfel că:

$$T = \frac{I_t}{I_i} = 1 - R \quad (5)$$

Fiecare dintre câmpurile elementare E'_{ij} din seria infinită scade proporțional cu radical din coeficientul de reflexie $R^{1/2}$, după fiecare reflexie internă pe interfețele mediului intern. Similar scad și câmpurile emergente E_{oj} prin coeficientul de transmisie $(1-R)^{1/2}$. Câmpurile elementare emergente sunt defazate datorită diferenței de drum optic. Această diferență dintre câmpul electric al fasciculului transmis direct (E_{o1}) și cel care suferă o reflexie internă (E_{o2}) este dată (conform fig. 1) de: $AB + BD - BC$, și va fi un multiplu al acesteia pentru câmpurile elementare care suferă reflexii de ordin superior. Astfel, diferența de drum optic pentru fasciculele optice cu câmpurile electrice E_{o1} și E_{o2} este dată de relația:

$$\Delta l_{opt} = n|AB| - |BC| \quad (6)$$

unde $|AB|$ și $|BC|$ sunt, respectiv, lungimile segmentelor **AB** și **BC**.

Din fig. 1 se vede că Δl_{opt} este dat de expresia:

$$\Delta l_{opt} = \frac{nl}{\cos\theta_1} (1 - \sin^2\theta_1) = nl \cos\theta_1 \quad (7)$$

unde l este grosimea mediului. Defazajul $\Delta\phi$ ce rezultă din această diferență de drumuri optice este dat de ecuația:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta l_{opt} = \frac{4\pi l}{\lambda} \cos\theta_1 \quad (8)$$

unde λ este lungimea de undă a fasciculului incident.

În literatură se folosește jumătate din acest defazaj, notat cu δ și egal cu:

$$\delta = \Delta\phi/2 = \frac{2\pi l}{\lambda} \cos\theta_1 \quad (9)$$

Considerând seria geometrică infinită transmisă cu rația $e^{i2\delta}$ și primul termen corespunzător primului câmp transmis $(1-R)E_i$, se obține, pentru câmpul electric optic transmis, următoarea expresie:

$$E_t = \frac{(1-R)E_i}{1 - R e^{i2\delta}} \quad (10)$$

RO 128436 B1

1 Pentru intensitatea fasciculului transmis, care este în acest caz de interes, se obține următoarea expresie, prin calcularea pătratului modulului ecuației (10):

$$3 \quad I_t = \frac{I_i(1-R)^2}{(1-R)^2 + 4R \sin^2 \delta} \quad (11)$$

7 sau, în altă formă, prin introducerea coeficientului de finețe F:

$$9 \quad I_t = \frac{I_i}{1 + F \sin^2 \delta} \quad (12)$$

11 unde, prin definiție:

$$13 \quad F = \frac{4R}{(1-R)^2} \quad (13)$$

17 Formula care descrie intensitatea luminii transmise (ec. 12) este o funcție periodică având periodicitatea $\delta = \pm j\pi (j = 1, 2, 3, 4, \dots)$, iar intensitatea transmisă depinde de parametrul de finețe F, care, la rândul său, depinde de coeficientul de reflexie R.

19 Fig. 2 prezintă un exemplu de dependență a coeficientului de transmisie T de reflectivitatea oglinzilor R. Calculul s-a făcut presupunând grosimea filmului subțire de 2500 nm, indicele de refracție de 1,5, considerând o operare în domeniul NIR (808 nm). Se observă că, pentru reflectivități suficient de mari ale oglinzilor, coeficientul de transmisie scade la zero pentru anumite valori ale defazajului δ . Astfel, intensitatea luminii poate fi modulată continuu între valoarea 0 și intensitatea maximă a luminii I_i prin controlul defazajului.

27 După cum se observă din ecuațiile (9) și (12) (pentru simplitate și cum se întâmplă practic în cele mai multe cazuri, unghiul de incidență $\theta_1 = 0$), această variație a defazajului δ se poate realiza prin:

- 29 i) variația lungimii de undă λ ;
- 31 ii) schimbarea drumului optic 1;
- 33 iii) variația indicelui de refracție al mediului n.

35 În literatură se pot întâlni câteva brevete de invenție ce utilizează diferite soluții. Spre deosebire de acestea, în prezenta invenție se preconizează să se lucreze la o anumită lungime de undă, întrucât rezonatorul este folosit pentru a controla intensitatea fasciculului. Prin urmare, numai soluțiile ii) și iii) pot fi aplicate. Soluțiile propuse în literatură constau în variația indicelui de refracție al mediului intern n, prin aplicarea câmpului electric (1, 2) sau prin schimbarea grosimii mediului 1, prin acțiune mecanică (3). Nu avem informații despre existența unui interferometru Fabry-Perot controlat optic, raportat în literatură sau brevetat până în prezent.

41 Pentru modularea intensității luminii transmise, invenția folosește variația indicelui de refracție indusă de lumină:

$$43 \quad n(I) = n_0 + n_2 I \quad (14)$$

Se știe că indicele de refracție al mediului material se schimbă prin iluminarea sa cu fascicule laser de mare intensitate. Indicele de refracție neliniar 112 este legat de susceptibilitatea optică Kerr cubică ONL de ordinul trei $\chi_{\text{kerr}}^{(3)}(-\omega, \omega, -\omega, \omega)$ prin următoarea ecuație:

$$n_2(\omega) = \frac{3\chi_{\text{kerr}}^{(3)}(-\omega, \omega, \omega, \omega)}{4\epsilon_0 c n_0^2} \quad (15)$$

unde ϵ_0 este permitivitatea mediului și c este viteza luminii. Dat fiind originea electronică, susceptibilitățile $\chi_{\text{kerr}}^{(3)}(-\omega, \omega, -\omega, \omega)$ sunt prea mici pentru a putea fi utilizate în rezonatorul Fabry-Perot. În această invenție noi propunem să folosim variația indicelui de refracție într-un mediu material cu proprietăți ONL, în care au loc variații conformaționale fotoinduse la nivel molecular, ca în cazul procesului reversibil de izomerizare cis-trans din azoderivați (fig. 4).

Această variație a indicelui de refracție asociat cu procesul de izomerizare cis-trans a fost deja exploatată într-un modulator total optic din interferometrul Mach-Zehnder (4). Cu toate acestea, timpul de răspuns observat a fost foarte lent, de peste 10 s. Acesta este prea mare pentru aplicații practice. Într-adevăr, viteza transformării cis-trans și reversibilitatea sa depind de mediul molecular. Aceasta este foarte rapidă în soluții, dar lentă în solide, întrucât modificările conformaționale sunt împiedicate de rigiditatea matricei. Ca urmare, propunem să folosim ca matrice un biopolimer, și anume, complexul acidului dezoxiribonucleic (ADN) cu surfactantul cetiltrimetil amoniu (CTMA). Datorită structurii speciale de dublu helix a ADN-ului, volumul liber este mai mare decât în polimerii sintetici, iar schimbările conformaționale sunt mult mai rapide. Într-adevăr, s-a observat un răspuns de patru ordine de mărime mai rapid pentru molecula de **DR 1** înglobată în complexul ADN - CTMA (5), în comparație cu matricea de polimetil metacrilat (PMMA) (2). Acest răspuns va fi și mai rapid cu molecule mai mici. ADN joacă, de asemenea, rolul de mediu protector, stabilizând mai bine moleculele decât în polimerii sintetici (6).

Presupunând incidența normală, cum va fi cazul în aplicația practică de față, defazajul va depinde de intensitatea fasciculului de control I_s și va fi dat de relația (conform ec. 9):

$$\delta(I_s) = \frac{2\pi n(n_0 + n_2 I_s)l}{\lambda} \quad (16)$$

Ca urmare, intensitatea fasciculului transmis va fi modulată în funcție de I_s și va fi dată de relația

$$I_t = I_t(I_s) \Rightarrow \frac{I_i}{1 + \sin^2 \delta(I_s)} \quad (17)$$

Este evident că fasciculul de control se va situa în interiorul bandei de absorbție, în timp ce fasciculul care se propagă va fi în domeniul de transparență. O reprezentare schematică a sistemului este dată în fig. 3.

Valoarea indicelui de refracție neliniar depinde de numărul de fotoni absorbiți efectiv. Valoarea de saturație va da valoarea maximă n_2 . Pentru molecula **DR1** variația observată efectiv a indicelui de refracție corespunzătoare unei iluminări de intensitate scăzută este $\Delta n = 0,04$ (7). Aceasta este o valoare foarte mare, ce permite o modulare efectivă a intensității, cu ajutorul fasciculului de control de intensitate scăzută (conform fig. 2).

1 Modularea se mai poate realiza și folosind fascicule de control din domeniul infraroșu, cu
lungimea de undă corespunzătoare dublului lungimii de undă de absorbție. Variația indicelui
3 de refracție se va realiza astfel printr-o absorbție de doi fotoni.

Practic, materialul activ, sub forma unui strat subțire, va fi depus pe fața reflectantă
5 a uneia dintre oglinzi, iar cea de a doua oglindă se va presa pe suprafață. Suprafața filmului
trebuie să fie foarte netedă. Se vor folosi trei șuruburi, pentru a asigura paralelismul celor
7 două oglinzi, după cum se vede în fig. 6.

În cazul unor oglinzi mai puțin reflectante, când lumina este transmisă și în afara
9 rezonanței, se poate folosi o diafragmă, cum se indică în fig 7, pentru a obține o rezoluție mai
bună a modulării. Menționăm că prezentul interferometru se poate folosi și ca unul clasic.

11

Bibliografie

13 1. Parvis Tayebati, *Electrically tunable Fabry-Perot structure utilizing a deformable
multilayer mirror and method of making the same*, US patent US 6597490, B2, July 2003,
15 Microelectromechanically tunable, confocal, vertical cavity surface emitting.

2. Mark Edward McNie, Keith Loder Lewis, Andrew Maxwell Scott, Christopher
17 William Slinger, Kevin Michael Brunson, Gilbert William Smith, *Optical modulator*, US patent
US7969639.

3. Masayuki Katagiri, Masanori Watanabe, Kazutaka Uda, Masaya Hijikigawa, Shuhei
19 Tsuchimoto, Yasuhiko Inami, *Variable interferometric device and a process for the production
21 of the same*, US patent US4859060, August 12, 1989.

4. A. Rodriguez, G. Vitrant, P. A. Chollet and F. Kajzar, *Optical control of an
23 integrated interferometer using a photochromic polymer*, Appl. Phys. Lett., 79, 461-3 (2001).

5. J. Mysliwiec, A. Miniewicz, O. Krupka, I. Rau, B. Sahraoui, F. Kajzar, J. Grote,
25 *Biopolymer based material for optical phase conjugation*, J. Optoelect. Advanced Materials,
10(8), 2146 -2150 (2008).

6. M. Moldoveanu, R. Popescu, C. Pirvu, J. G. Grote, F. Kajzar, I. Rau, *Biopolymer
27 thin films for optoelectronics applications*, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 522, 530 - 539 (2010).

7. A. Rodriguez, G. Vitrant, P.A. Chollet and F. Kajzar, *Photochromic properties of
29 azo dye polymer thin films: evidence of an additional reversible mechanism of molecular
behaviour*, Rev. Mex. Fis., 52, no. 2, 135-138, (2006).

31

1. Interferometrul reglabil optic, de tip Fabry-Perot, este format din două oglinzi puternic reflectante (**M1**, **M2**), între care se află un film subțire, dielectric, **caracterizat prin aceea că** filmul are grosimea de 2500 nm, alcătuit dintr-un complex cu proprietăți optice neliniare, pe bază de ADN dopat cu un compus cromofor fotoizomerizabil, în care intensitatea fasciculului transmis este dată de formula:

$$I_t = I_t(I_s) \Rightarrow \frac{I_i}{1 + \sin^2 \delta(I_s)} \quad (17)$$

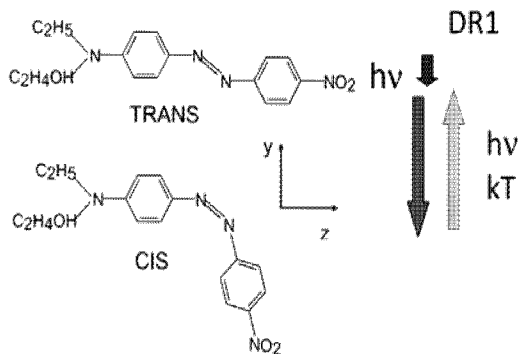
în care

- I_s este intensitatea fasciculului de control,
- F este coeficientul de finețe,
- I_i este intensitatea fasciculului incident,

intensitatea fasciculului propagat fiind modulată continuu, prin varierea intensității fasciculului de control I_s în intervalul $0 - I_i$.

2. Interferometru reglabil optic, de tip Fabry-Perot, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** acționează prin modularea intensității luminoase a unui fascicul care se propagă printr-un alt fascicul optic cu frecvență diferită.

3. Interferometru reglabil optic, de tip Fabry-Perot, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în cromoforul din filmul subțire, ca mediu interferometric, are loc o reacție de izomerizare cis-trans reprezentată prin ecuația chimică:



în care $h\nu$ arată că izomerizarea are loc fotochimic, iar kT arată că izomerizarea are loc sub influența temperaturii.

4. Interferometru reglabil optic, de tip Fabry-Perot, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** folosește biopolimeri ca matrice pentru molecule fotocromice, acești biopolimeri, pe de o parte, asigură creșterea timpului de operare, iar pe de altă parte, sunt ecologici.

5. Interferometru reglabil optic, de tip Fabry-Perot, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** utilizează compuși fotocromici ca rezonatori Fabry-Perot, ceea ce dă posibilitatea operării dispozitivului cu lumină, și realizării de dispozitive compacte, ușor integrabile.

(51) Int.Cl.
G02B 26/00 (2006.01),
G02F 1/21 (2006.01),
G01J 9/02 (2006.01)

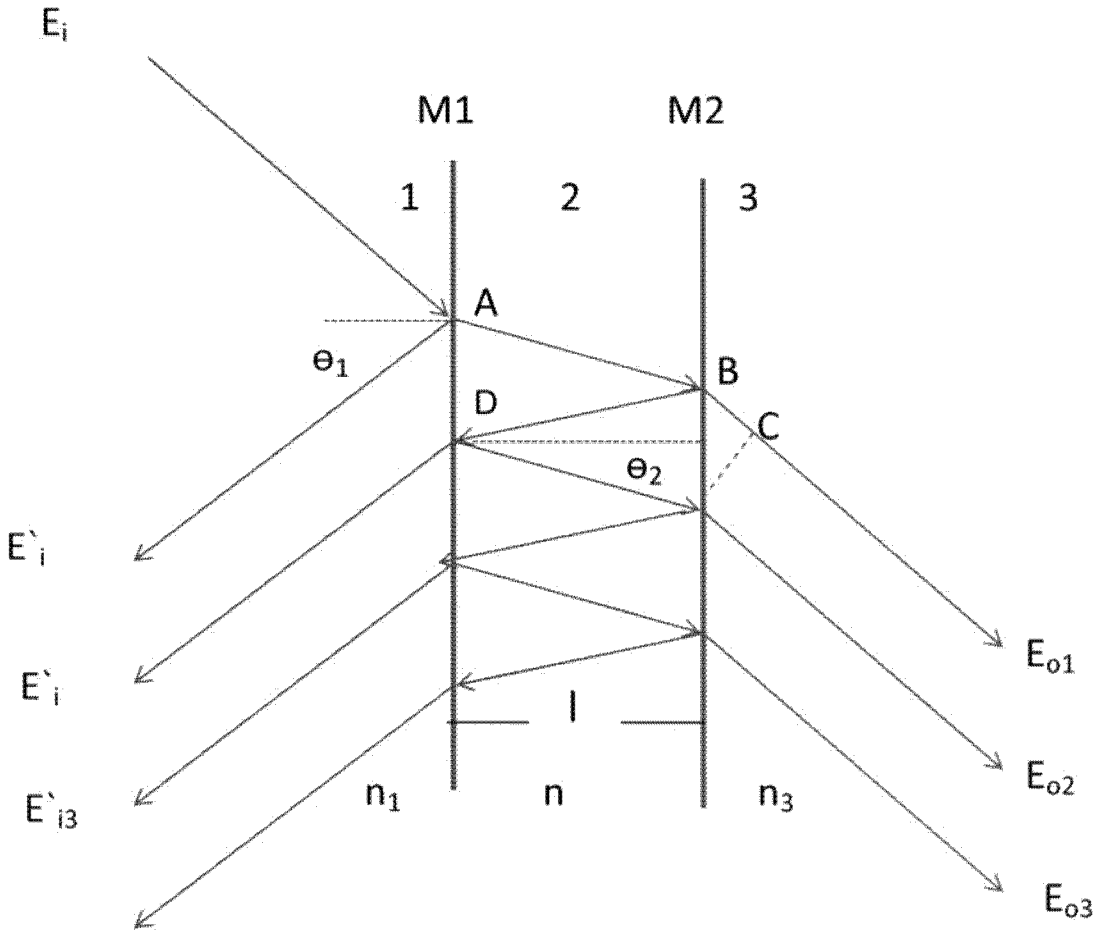


Fig.1

(51) Int.Cl.
G02B 26/00 (2006.01);
G02F 1/21 (2006.01);
G01J 9/02 (2006.01)

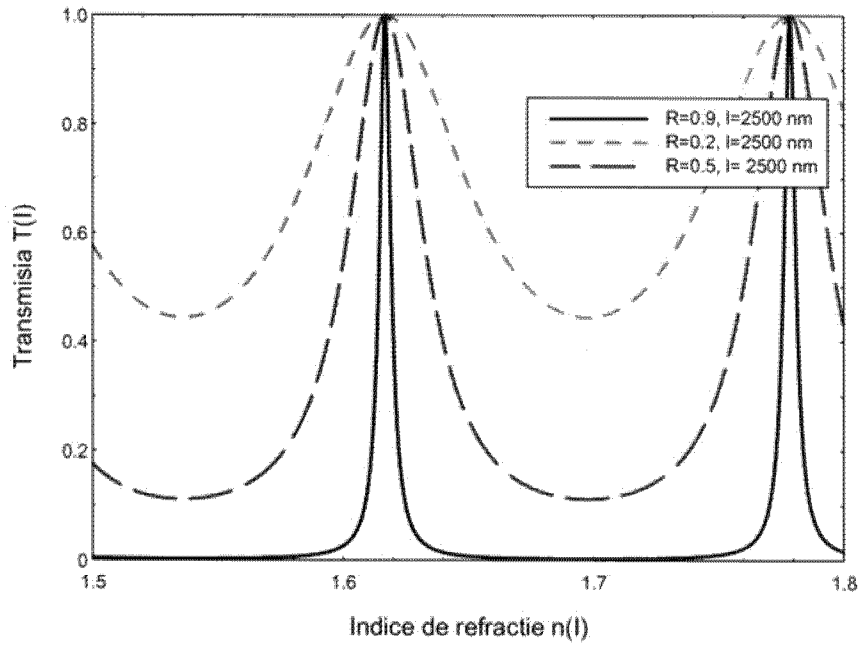


Fig. 2

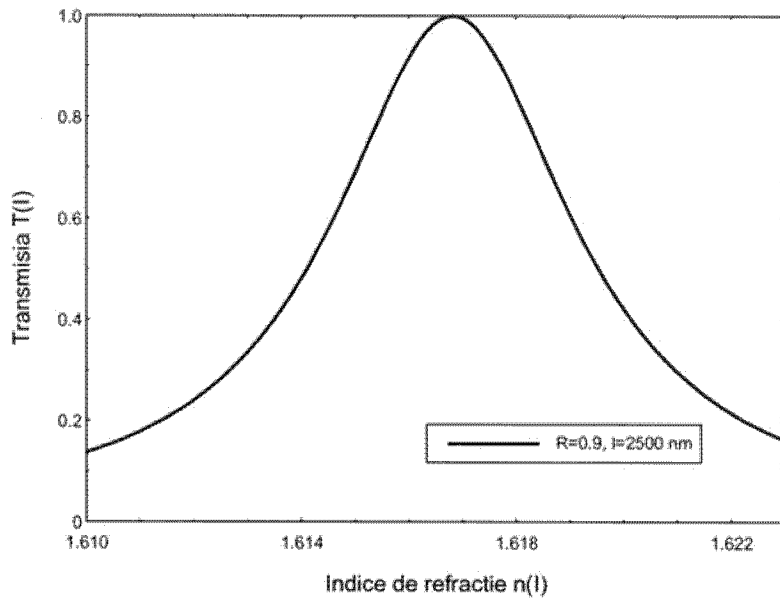


Fig. 3

(51) Int.Cl.
G02B 26/00 (2006.01),
G02F 1/21 (2006.01),
G01J 9/02 (2006.01)

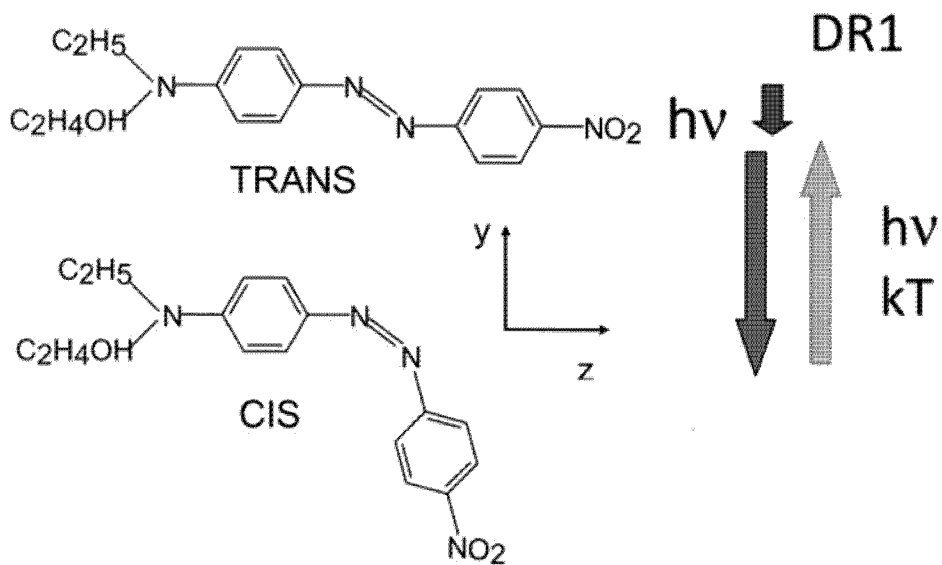


Fig. 4

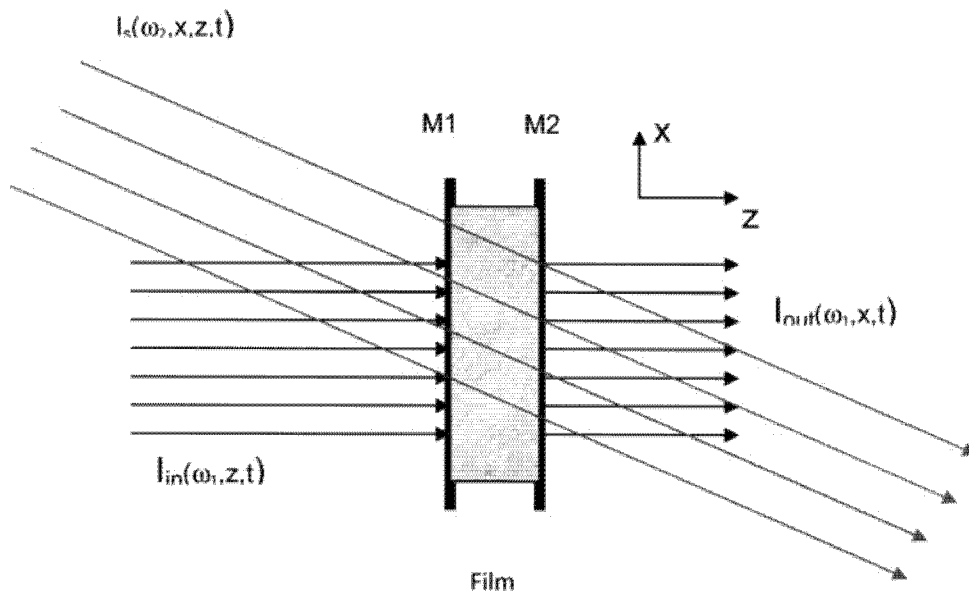


Fig. 5

(51) Int.Cl.
G02B 26/00 (2006.01);
G02F 1/21 (2006.01);
G01J 9/02 (2006.01)

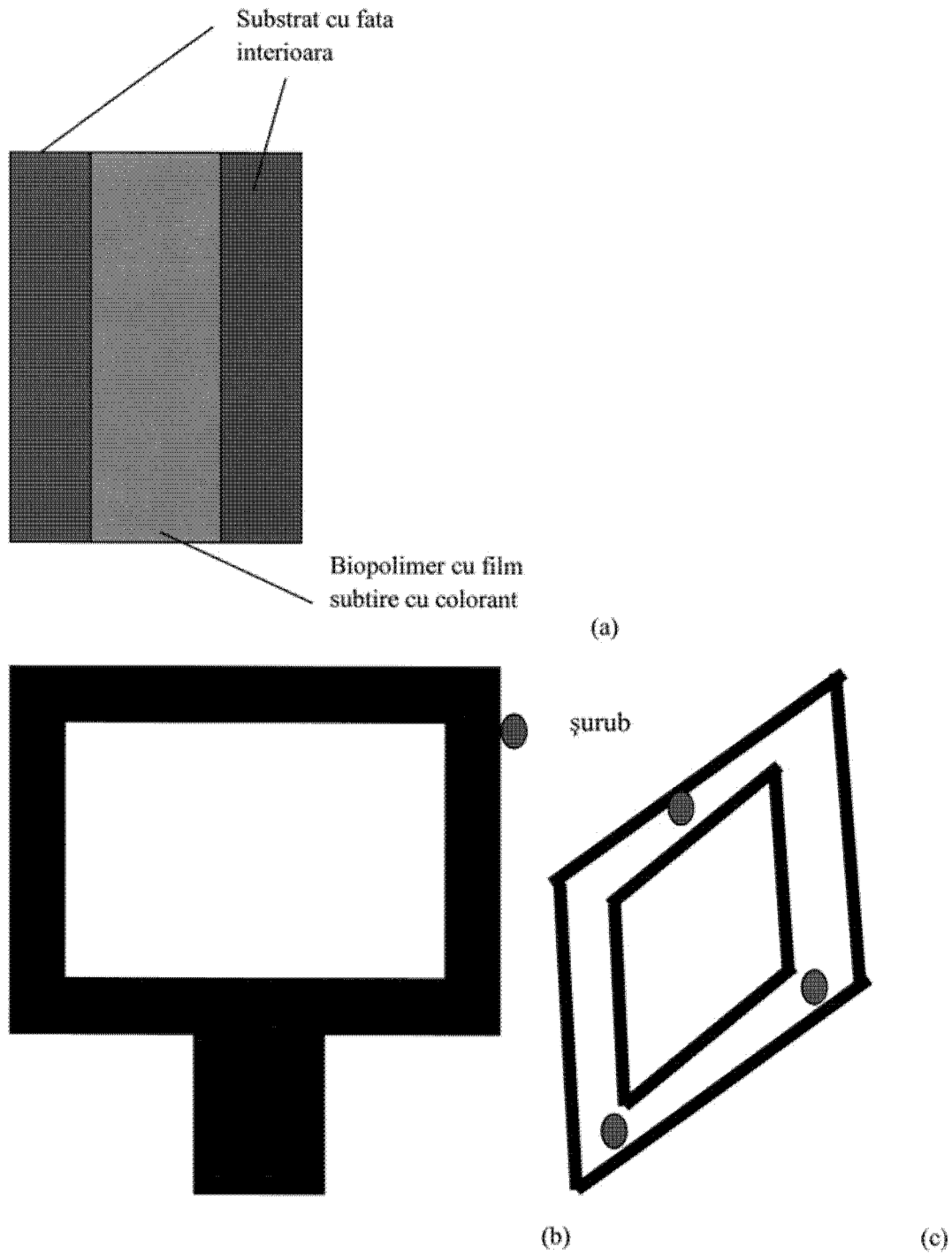


Fig. 6

(51) Int.Cl.
G02B 26/00 (2006.01),
G02F 1/21 (2006.01),
G01J 9/02 (2006.01)

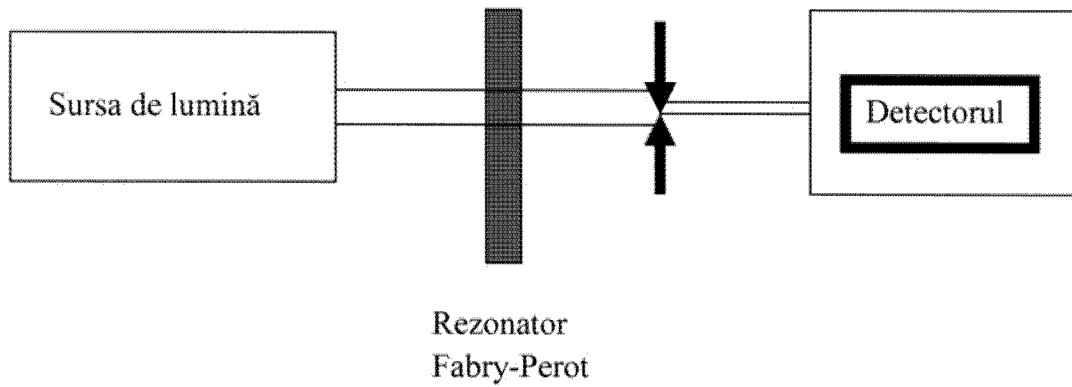


Fig. 7

