

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00962

(22) Data de depozit: 03/12/2015

(41) Data publicării cererii:
30/06/2017 BOPI nr. 6/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTILOI NR.409, MĂGURELE,
IF, RO;
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• POPESCU AURELIAN, STR.ȘELIMBĂR
NR.27, MĂGURELE, IF, RO;
• PUȘCAȘ NICOLAE, CALEA CĂLĂRAȘI
NR. 32, ET. 1, AP. 3, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• SAVASTRU DAN, STR.IANI BUZOIANI
NR.3, BL.16, SC.A, AP.2, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;

• BASCHIR LAURENȚIU, STR. FETEȘTI
NR. 54-56, BL. 1, AP. 1, PARTER,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• NEGUȚU CONSTANTIN,
STR. FĂT-FRUMOS NR. 10, BL. P15, SC.4,
ET.6, AP. 119, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;
• STAFE MIHAI, DRUMUL TABEREI NR. 42,
T6-89, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• SAVU VALERIU, STR.CĂȚINEI NR.13,
BL.37 C, SC.C, AP.51, PLOIEȘTI, PH, RO;
• TENCIU DANIEL, STR.TELIȚA NR.14,
BL.52A, AP.10, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;
• VASILE GEORGIANA,
STR. DRUMUL BACRIULUI NR.44A, ET. 2,
AP. 23, SAT ROȘU, COMUNA CHIAJNA, IF,
RO;
• MIHĂILESCU MONA,
STR. NERVA TRAIAN NR.12, BL.M37, SC.3,
AP.76, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(54) CELULĂ CU MEMORIE OPTICĂ, ȘI METODĂ DE REALIZARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o celulă cu memorie optică, și un procedeu de realizare a acesteia. Celula conform invenției este formată dintr-o prismă (3) de sticlă, pe a cărei bază sunt depuse un film (12) metalic și un film (11) din material calcogenic amorf (11), o sursă de lumină polarizată de înscriere/ștergere (7), o sursă de lumină de citire (1) și un polarizor (2), o fotodiodă (4) care măsoară lumina reflectată pe baza prisme, în care iluminarea cu fasciculul de lumină polarizată (7) induce în filmul (11) din material calcogenic amorf anizotropie optică a indicelui de refracție, direcția acestuia modificându-se odată cu schimbarea polarizării acestui laser cu ajutorul unui element optic (9), anizotropie ce se păstrează și după încetarea iluminării.

Revendicări: 5
Figuri: 3

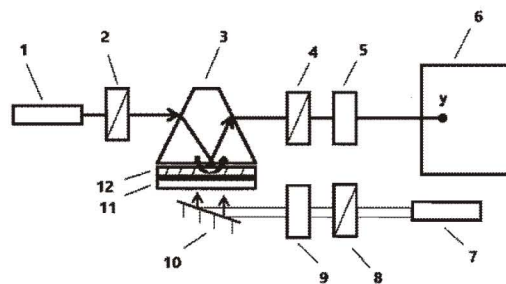
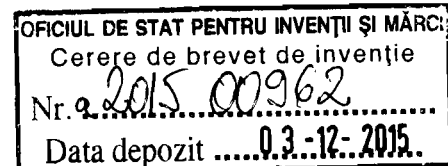


Fig. 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





DESCRIERE BREVET

CELULA CU MEMORIE OPTICĂ ȘI METODA DE REALIZARE

Domeniu. Invenția se referă la dispozitive optoelectronice cu semiconductori din domeniul calculatoarelor în care se folosesc celule de stocare optică a informației cu posibilități de re-înscrisere (CD-RW, DVD-RW) sau celule de memorie optică cu timp de ștergere/înscrisere îmbunătățit și metoda de realizare a acestei celule.

Stadiul tehnic. Sunt cunoscute mai multe fenomene fizice care stau la baza înregistrării informației cu un fascicol de lumina așa precum modificarea conductibilității electrice, magnetizării, imprimarea deformațiilor ș.a. O metodă folosită pe larg la înregistrarea multiplă a informației optice constă în folosirea materialelor cu efect PCM de tranziție de fază din starea amorfă în starea cristalină și vice-versa (Phase Changed Materials, abreviată din engeză). În această metodă filmul subțire din material calcogenic amorf depus pe un suport este iradiat cu lumină laser. Temperatura filmului crește rapid în locul iluminat până la temperatura de tranziție amorf-cristal în urma absorbției radiației laser, focusate pe un spot foarte mic. Această tranziție conduce la schimbarea intensității luminii reflectate, înregistrată de o fotodiodă. Materialele cele mai răspândite pentru acest fel de stocare a informației sunt compușii calcogenici amorfici de tip As_2S_3 , $AsSe$. Pentru prima dată compușii calcogenici au fost propuși pentru medii de înregistrare reversibili cu schimbare de fază de S. Ovsinsky și alții în brevetul US 3,530,441, brevetul US 6365256 B1 ș.a. Este cunoscut compusul calcogenic $GeSbTe$ caracterizat cu energie și timp de înscrisere/ștergere mai mici care se folosește și în discurile CD/DVD moderne. (https://en.wikipedia.org/wiki/Chalcogenide_glass).

Pe lângă tendința pozitivă, observată în ultimii ani, de creștere a capacității de stocare, metodă bazată pe trecerea din starea amorfă (vitroasă) în starea cristalină are și anumite neajunsuri: timpul de răcire nu poate fi făcut foarte mic, dat fiind că: a) procesul este limitat în mod natural de conductibilitatea termică a structurii și de difuzia căldurii; mai mult; b) timpul mare în care mediul de înregistrare se menține la temperatura de tranziție (aproape de temperatura de topire) necesar pentru formarea granulelor cristaline care depinde de mobilitatea atomilor, deci de material; c) temperaturile mari necesare tranziției de fază limitează numărul de cicluri ștergere/înscrisere și diminuează fiabilitatea dispozitivelor.

Alt fenomen fizic cunoscut în materialele amorfe, în special cele calcogenice, și studiat pe larg constă în modificarea coeficientului de absorbție cât și a indicelui de refracție, două

S-a constatat că modificarea indusă devine maximală în direcție perpendiculară dacă se acționează cu un fascicul de lumină polarizat perpendicular cu planul de incidență. Aceste modificări pot fi detectate cu un alt fascicul de lumină polarizată. Fasciculul poate fi de o intensitate mai mică, sau de altă lungime de undă. Acest mediu, caracterizat prin constante optice diferite în funcție de modul cum a fost iluminat, are proprietăți de memorie datorat fiind faptul că își păstrează starea și după încetarea iluminării. Iluminarea cu lumină polarizată ortogonal șterge această stare.

Modificările coeficientului de absorbție optică observate în lucrarea menționată sunt relativ mici, de ordinul 1%. Respectiv modificările intensității luminii transmise, sau reflectate de film sunt de asemenea mici. Aceasta constituie un impediment major pentru aplicații practice. Totodată avantajul acestui tip de stocare a informației constă în aceea că transformarea indusă dintr-o stare în alta a mediului se poate realiza în timp scurt prin "forțarea" modificărilor ca urmare a acțiunii cu impulsuri scurte și de mare putere. Calculele estimative arată că pot fi atinși timpi de ștergere/inregistrare de ordinul nanosecundelor. Dacă e să ținem cont și de capacitatea de procesare paralelă, specifică sistemelor optice, putem obține pentru 10^6 elemente (1Mpixel), spre exemplu, o viteză efectivă de procesare enormă de circa 10^{-15} s/bit.

Modificările mici ale indicelui de refracție în materiale calcogenice amorphe pot fi dezvoltate cu contrast bun dacă se folosește rezonanța plasmonică de suprafață. Conceptul rezonanței plasmonice este prezentat în fig.2. Câmpul electric al unde electromagnetice (lumina laser) interacționează constructiv în anumite condiții cu electronii liberi existenți în metale. În fig.2, sus este prezentată configurația propusă de Kretschmann în care se realizează rezonanța plasmonică de suprafață. Structura (Fig.2a, stanga) constă dintr-o prismă, pe baza căreia este depus un strat metalic (ca regula din aur pentru că are pierderi optice mici și este stabil chimic). Când pe această structură este direcționat un fascicul de lumină (ca regulă laser, care este monocromatic și are o divergență mică) se observă că, sub un anumit unghi, intensitatea luminii reflectate și înregistrate de un detector scade aproape la zero. Valoarea unghiului de rezonanță este foarte sensibilă la indicele de refracție al mediului ambiant.

Condiții de rezonanță pot fi obținute și în cazul când peste filmul metalic se depune un film dielectric din compuși calcogenici (Fig. 1a, dreapta). Simulările numerice (*Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, Vol. 6, No 3, July - September 2011, p. 1245 – 1252) au arătat că intensitatea luminii de probă, detectate de fotodiodă se schimbă de la zero la 100 % la variații ale indicelui de refracție de numai 1% (vezi curbele din fig. 2b). Astfel s-a evidențiat că structura cu rezonanță plasmonică de suprafață ce conține film calcogenic amorf

mărimi care formează perechea de constante optice ale materialului. Modificări pot fi induse la iradierea cu lumină cu energia fotonilor apropiată de energia benzii optice interzise. Modificările fotoinduse ale constantelor optice în acest caz se datorează tranziției materialului dintr-o stare amorfă în altă stare, tot amorfă, dar cu structură modificată. Spre exemplu, în compușii calcogeni amorfi de tip As_2S_3 , modificările indicelui de refracție sunt reversibile. Restabilirea transmisiei optice se realizează prin încălzirea filmului până la temperaturi aproape de temperatura de înmuiere a materialului. După aceasta procesul se poate repeta.

Fenomenul modificărilor fotoinduse poate fi aplicat pentru fabricarea elementelor de memorie optică sau pentru realizarea de celule pentru stocarea informației dat fiind că valoarea coeficientului de absorbție se păstrează și după încetarea iluminării. Dezavantajul acestei soluții constă în aceea că necesită timp mare pentru restabilirea coeficientului de absorbție (sau a indicelui de refracție), adică ștergerea informației, din cauza că mediul de stocare trebuie încălzit până la temperatura de topire pentru ștergerea informației. Timpul de înscriere de asemenea este mare, dat fiind că schimbările de structură se petrec la scara intermediară.

Cea mai apropiată esență pentru invenția care se propune este memoria optica bazată pe anizotropia constantelor optice indusă de lumină. Autorii (*Photoinduced Optical Anisotropy in Chalcogenide, Phys. stat. sol. (a) 52, 621 (1979); Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 3, No. 2, June 2001, p. 265 – 277*) primii au depistat și studiat acest fenomen, specific pentru materialele calcogenice amorfe. Fenomenul constă în dezvoltarea, în urma iluminării cu lumină polarizată, a unei structuri anizotropice și a constantelor optice corespunzătoare acestora în filmele calcogenice amorfe care inițial sunt izotrope. S-a stabilit că modificările sunt maxime în planul de polarizare a luminii cu care se iradiază filmul.

Conform autorilor, fasciculul laserului de înscriere (vezi fig.1, sus) a anizotropiei optice 1 trece printr-o lamelă $\lambda/2$ și este direcționat pe suprafața unui film calcogenic **F**. Lamela poate schimba prin rotire planul de polarizare a luminii laser cu 90° . Totodată pe suprafața filmului este orientat fasciculul unui alt laser de probă **2**, de culoare roșie și cu intensitate mică, care nu produce modificări în structura filmului. Intensitatea acestuia modulată prin metoda electro-optică este înregistrată de o fotodiodă **FD**. Modulația este necesară pentru a elimina semnalul de la primul laser cauzat de împrăștierea luminii în film. Rezultatele sunt prezentate mai jos în fig.1, jos. Iluminarea cu lumină nepolarizată nu produce modificări a anizotropiei. La iluminarea cu lumină polarizată în planul E_y sau E_x se induce anizotropie ale constantelor optice de (+/-) 1%.

este foarte sensibilă la variații ale indicelui de refracție și poate fi folosită pentru aplicații practice în industria dispozitivelor opto-electronice.

Problema tehnică pe care prezenta invenție își propune să o rezolve constă în realizarea unei celule de memorie optică folosind anizotropia optică indusă de lumina polarizată în filme calcogenice amorse, situate într-o structură în care, pentru mărirea sensibilității și a contrastului de citire se folosesc în condiții de rezonanță plasmonică de suprafață.

Celula cu memorie optică, conform invenției, este alcătuită dintr-o diodă laser care emite lumină polarizată, iar polarizarea căreia poate fi schimbată de un element optic, spre exemplu polarizor, folosit pe post de fascicul de înscriere/ștergere, lumina căreia este direcționată de o oglindă pe filmul din compus calcogenic amorf depus pe baza prisme deasupra filmului metalic, iar pe fața opusă a prisme executate cu un anumit unghi la bază, special calculat pentru a se realiza rezonanța plasmonică de suprafață, este îndreptată lumina unei alte diode laser cu radiația polarizată intrinsec sau cu ajutorul unui polarizor extern și o fotodiodă care se folosește pentru înregistrarea luminii reflectate a laserului de citire.

Metoda de realizare a celulei cu memorie optică, conform invenției, constă în aceea că se folosește o prismă executată cu unghiuri corespunzătoare condițiilor de rezonanță plasmonică de suprafață, care conține la bază o structură din film metalic și un film calcogenic amorf în care, prin iluminare cu lumină polarizată a unui laser de înscriere/ștergere, se induce o anizotropie a indicelui de refracție pe direcția axei optice a căreia poate fi modificată în una perpendiculară prin schimbarea polarizării, baza prisme de cealaltă parte fiind iluminată de alt fascicul de lumină de citire, tot polarizată, lumina acestui fascicul reflectată de structura plasmonică fiind înregistrată de o fotodiodă, intensitatea căreia se modifică considerabil odată cu schimbările mici ale anizotropiei optice, induse de lumina de înscriere/ștergere.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- metoda permite realizarea unui masiv de celule de memorie 2D care pot fi accesate concomitent cu un fascicul de lumină paralel;
- se folosește același laser pentru ștergere și înscriere;
- timpii de înscriere și timpul de ștergere a informației sunt egali și pot fi micșorați prin aplicarea unor impulsuri scurte și de mare putere

Următoarele figuri ilustrează esența invenției:

- fig. 1 se referă la stadiul tehnicii și explică fenomenul de anizotropie optică indusă de lumina polarizată.

- fig. 2 se referă la stadiul tehnicii care explică rezonanța plasmonică de suprafață.
- fig. 3 reprezintă schema de principiu a dispozitivul în care se folosește anizotropia optică fotoindusă în filme din compuși calcogenici în combinație cu rezonanța plasmonică de suprafață, realizat prin depunerea acestor filme peste filmul metalic de pe baza prismeii.

O formă de realizare a invenției consta din laser cu He-Ne **1** care emite lumina roșie și polarizor **2** ca laser de citire a anizotropiei induse în filmul calcogenic **11** din As_2S_3 depus prin evaporare termică în vid cu grosimea 600 nm, prisma **3** din sticla BK7 cu unghiul la baza de 45° , fotodioda **4** și amplificatorul **5**, de la care semnalul se transmite la un osciloscop **6** pentru indicație, film din aur **12** cu grosimea 50 nm depus pe baza prismeii, laser cu argon care emite lumina verde, raza fiind direcționată, după trecerea prin polarizorul **8**, lamela de schimbare a polarizației **9** și oglinda **10**, pe suprafața filmului calcogenic pentru a induce anizotropie optică.

REVENDICĂRI

1. **Celula cu memorie optică** care constă dintr-o prisma **3** pe baza căreia sunt depuse un film subțire **12** din metal cu pierderi optice mici și un film subțire **11** compus din material calcogenic amorf, o sursă de lumină polarizată de înscriere/ștergere **7**, o sursă de lumină de citire **1**, o fotodiodă **4** care măsoară lumina reflectată de pe baza prisme **caracterizată prin aceea că**, iluminarea cu fasciculul de lumină polarizată **7** induce în film anizotropie optică a indicelui de refracție, direcția căreia se modifică odată cu schimbarea polarizării acestui laser cu ajutorul unui element optic **9**, anizotropie ce se păstrează și după încetarea iluminării.

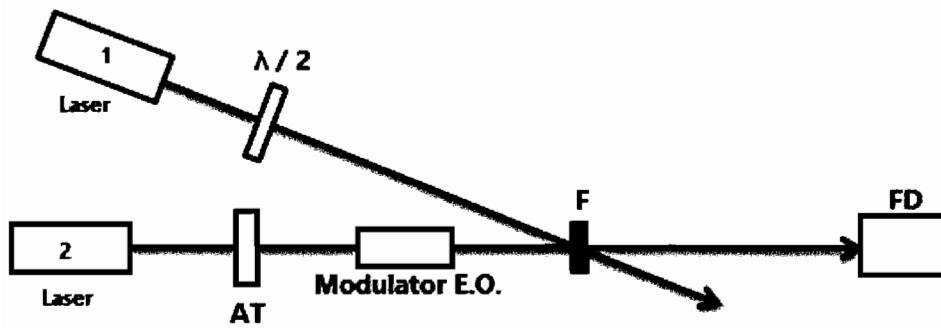
2. **Metoda de realizare a** celulei cu memorie optică specificate în revendicarea 1 **caracterizată prin aceea că**, parametrii optici și geometrici, și anume, indicii de refracție, unghiul de la baza prisme și grosimile filmelor care alcătuiesc structura prismă-film metalic-film calcogenic sunt obținute în așa mod, ca să corespundă rezonanței plasmonice de suprafață, fapt ce conduce la mărirea sensibilității și a contrastului semnalului înregistrat de fotodetector.

3. Dispozitiv conform revendicării 1 care conține ca element **9** de schimbare a polarizării luminii o lamelă semiundă.

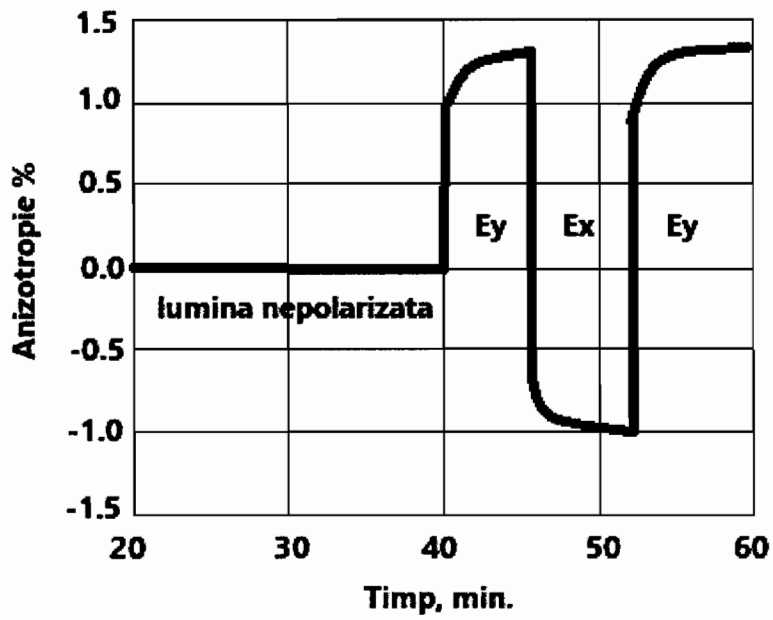
4. Dispozitiv conform revendicării 1 care conține ca element **9** de schimbare a polarizării celula Pockels.

5. Dispozitiv conform revendicării 1 care conține ca element **9** de schimbare a polarizării celula cu cristal lichid dirijat electric.

DESENELE EXPLICATIVE

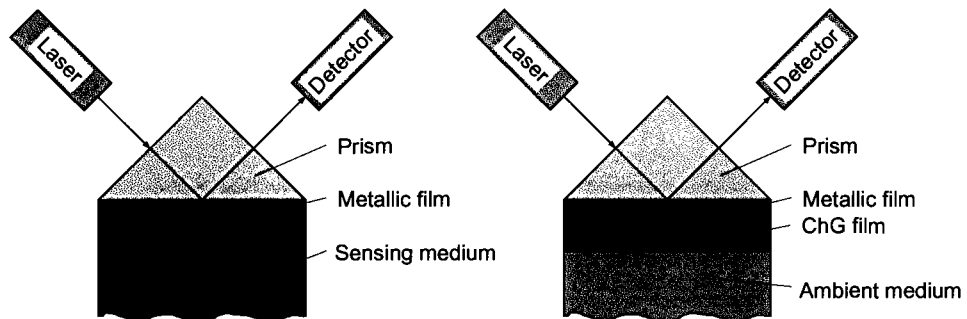


a)

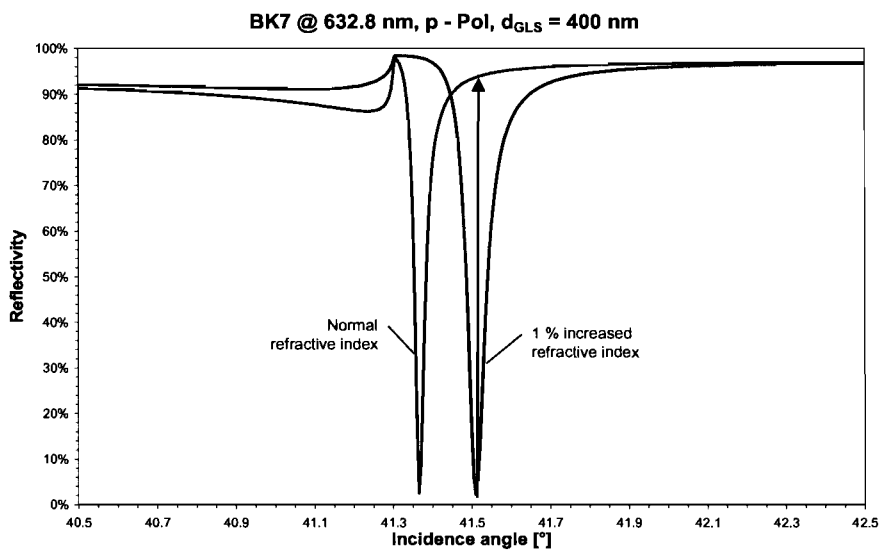


b)

Fig. 1



a)



b)

Fig. 2

W

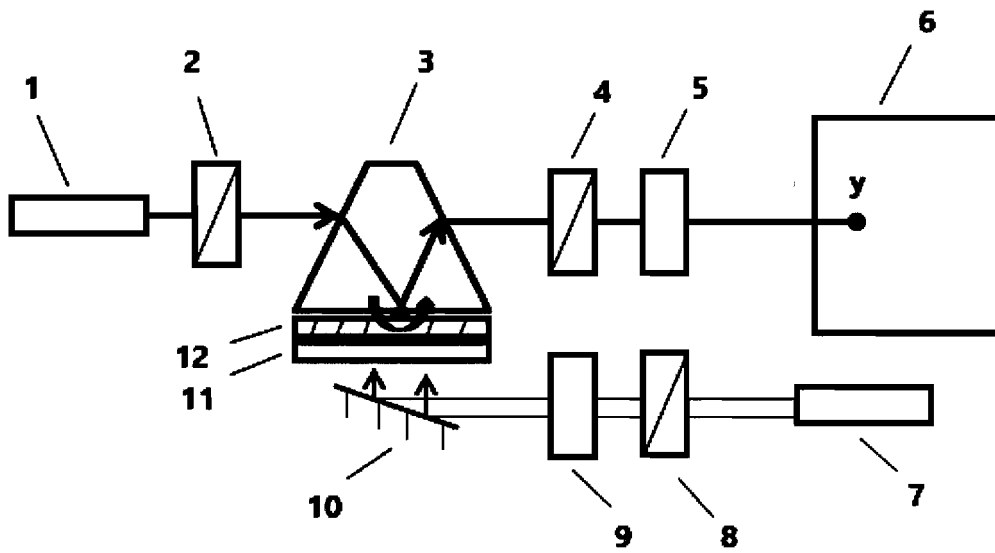


Fig. 3