

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00202

(22) Data de depozit: 19/04/2022

(41) Data publicării cererii:
30/10/2023 BOPI nr. 10/2023

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
- DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTILOR, NR.409, CP-OP MG 05,
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;

• MICLOȘ SORIN, CALEA GRIVIȚEI
NR.160, BL.B, SC.A, ET.9, AP.42,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• SAVU VALERIU, ALEEA CĂȚINEI NR. 13,
BL. 37C, SC. C, ET. 2. AP. 51, PLOIEȘTI,
PH, RO;
• VASILE GEORGIANA,
STR. DRUMUL BACRIULUI NR.44A, ET. 2,
AP. 23, SAT ROȘU, COMUNA CHIAJNA, IF,
RO;
• NEGUȚU CONSTANTIN,
STR. FĂȚ-FRUMOS NR. 10, BL. P15, SC.4,
ET.6, AP. 119, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;
• PUȘCAȘ NICOLAE, CALEA CĂLĂRAȘI
NR. 32, ET. 1, AP. 3, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) MEDIU DE REZONANȚĂ PLASMONICĂ DE SUPRAFAȚĂ
PENTRU SCRIEREA/ȘTERGEREA INFORMAȚIEI OPTICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un mediu cu rezonanță plasmonică de suprafață pentru scrierea/ștergerea informațiilor optice. Mediul conform invenției constă dintr-un strat (11) subțire realizat dintr-un material calcogenic amorf în care se manifestă anizotropie optică indusă de lumina polarizată, stratul (11) menționat fiind depus peste un strat (12) subțire din aur pe baza unei prisme (3) realizată dintr-un material optic transparent, care împreună alcătuiesc o structură cu rezonanță plasmonică, în care stratul (11) menționat este seleniură de arsen, As_2Se_3 , iar starea de scris/șters se induce cu ajutorul unui fascicul laser polarizat în planul, sau perpendicular cu planul, de incidență iar citirea se face cu ajutorul unui alt fascicul laser direcționat pe fața laterală a prisme (3) și carese reflectă pe mediul de înregistrare propus.

Revendicări: 1
Figuri: 4

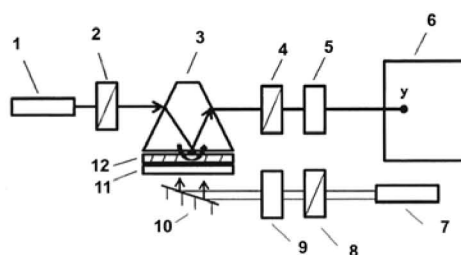


Fig. 4

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).



**Mediu cu rezonanță plasmonică de suprafață pentru scrierea/ștergerea
informației optice**

Invenția se referă la un mediu de scriere a informației optice ce constă din mai multe straturi cu diferite proprietăți optice depuse pe un substrat transparent în forma de prismă care, împreună constituie o structură cu rezonanță plasmonică de suprafață cu film subțire din material calcogenic amorf în care fascicul de scriere/ștergere este un laser polarizat se indice anizotropie optica.

Sunt cunoscute medii de stocare și procesare a informației în care fasciculul laser este focalizat într-un spot mic pe suprafața mediului de înregistrare, ca regula sub forma de filme subțiri. Sub acțiunea unui fascicul laser de mare intensitate în acest mediu se produc modificări ale proprietăților fizice sau chimice care se manifestă în schimbarea constantelor optice (indicele de refracție și coeficientul de extincție (sau absorbție)). Modificările corespunzătoare unui bit de informație pot fi citite cu ajutorul unui laser de probă prin determinarea intensității luminii reflectate sau transmise. La etapa inițială fasciculul laser de mare intensitate și focalizat într-un spot mic conduce la evaporarea în acest loc a materialului. Metoda aceasta are un mare grad de stabilitate, fiabilitate și se folosește pentru arhivarea informației. , metoda aceasta nu permite corectarea sau ștergerea informației.

Sunt de asemenea cunoscute medii și metode de înregistrare reversibilă și ștergere selectivă a informației optice, metoda folosită pe larg în sistemele cu disk optic CD-RW. Prin această metodă filmul subțire alcătuit dintr-un material care suportă schimbări de fază amorf-cristal se obține prin metoda evaporării termice pe un substrat corespunzător, de regula rășină acrilică. Inițial filmul este în stare amorfă. Prin încălzirea întregului substrat până la anumite temperaturi specifice materialului, filmul se cristalizează, stare care corespunde la informație ștersă. Reflectanța luminii este mare. Ulterior, temperatura filmului crește până la câteva sute de grade, aceasta obținându-se prin absorbția energiei unui fascicul laser focalizat. În momentul când iradierea se întrerupe, filmul se răcește rapid într-o stare amorfă cu o reflectanță mică a luminii. Aceasta corespunde procesului de scriere a informației. Răcirea are loc printr-un proces natural guvernat de ecuația de difuzie a temperaturii. În acest caz viteza de răcire depinde de constantele termodinamice ale filmului și substratului cu care este în contact termic, și de dimensiunea spotului de înregistrare a informației.

Mai multe soluții tehnice au fost propuse atât prin folosirea de noi metode [US4710911, US4841514] cât și noi medii de înregistrare [US5278011, US5385806] în vederea micșorării

timpului de ștergere/înscrisoare care sa asigure funcționarea cat mai rapida a sistemului. Durata timpului de înscriere este diferita de durata timpului de ștergere, fapt ce complica construcția per ansamblu a sistemului. La ziua de astăzi durata de timp necesara pentru o operațiune de scriere/ștergere este de ordinul a câteva sute de nanosecunde.

Neajunsurile metodelor bazate pe medii de înregistrare cu trecere din starea amorfă (vitroasă) în starea cristalină si invers sunt următoarele:

- timpul de înscriere este mare, dat fiind ca procesul este limitat în mod natural de conductibilitatea termică a structurii și de difuzia căldurii,
- timpul de ștergere este mare, dat fiind ca mediul de înregistrare trebuie menținut la temperatura de tranziție amorf/cristal (este aproape de temperatura de topire), necesara pentru formarea granulelor cristaline care depinde de material,
- timpul de ștergere nu este egal cu timpul de scriere, fapt ce complica sistemul,
- temperaturile necesare pentru tranziția de fază sunt mari, de câteva sute de grade, ce limitează numărul de cicluri ștergere/înscrisoare și diminuează fiabilitatea dispozitivelor.

O soluție tehnica apropiata cererii actuale de invenție este realizarea unor medii de înscriere a informației optice pe baza de anizotropie a constantelor optice indusă de lumină. Autorii (1. Photoinduced Optical Anisotropy in Chalcogenide, Phys. stat. sol. (a) 52, 621 (1979); 2. Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 3, No. 2, June 2001, p. 265 – 277; 3. New thin-film optical recording medium, SPIE Vol.200, (1979)) 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 cu constantele optice modificate 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. Principiul de funcționare a mediului de înregistrare pe baza de anizotropie optica sunt explicate in Fig. 1. Inițial, forma indicelui de refracție este o sfera (Fig. 1a). După iluminare indicele de refracție ia forma unui cilindru cu axa mare in planul de polarizare in planul de incidenta (Fig. 1 b) sau perpendicular pe planul de incidenta (Fig. 1 c). Modificările indicelui de refracție specifice fenomenului de anizotropie optica sunt mici, de ordinul 1%, din care cauza n-a găsit aplicații practice. In patentul US6285652B1 se propune un mediu de înregistrare a informației cu rezonanta plasmonica de suprafața constituit din trei straturi care are ca scop obținerea de super rezoluție spațiala, sub limita de difracție a undelor.

Contrastul dintre stările scris/șters s-a putut mari considerabil prin plasarea filmului calcogenic amorf într-o structura cu rezonanța plasmonică de suprafață (Cererea de brevet *a 2015/00962*, publicată în buletinul OSIM *BOPI nr.6/2017*). Pentru funcționarea eficientă a structurii cu rezonanța plasmonică de suprafață lungimea de undă a fasciculului de scriere/ștergere este diferită de lungimea de undă de citire. Ca mediu pentru înregistrare/ștergere a informației s-a folosit compusul calcogenic amorf As_2S_3 .

Neajunsurile soluției tehnice propuse în cererea de brevet publicată *a 2015/00962* constau în aceea că filmul din sulfura de arsen (As_2S_3) folosit pentru înregistrare necesită energii mari de scriere/ștergere (2.5 J/cm^2) și timp mare de scriere/ștergere, caracteristici specifice materialului As_2S_3 , de asemenea modificările foto-induse ale indicelui de refracție de numai 0,05 în acest material, conduc la un contrast insuficient dintre valoarea semnalelor corespunzătoare stărilor scris/șters.

Mediul de înregistrare a informației optice propus înlătura aceste dezavantaje prin aceea că se folosește un strat compus din seleniura de arsen (As_2Se_3) amorf, compus calcogenic în care modificările indicelui de refracție sunt de 4 ori mai mare, iar energiile de ștergere/scriere sunt mai mici, procesul de realizare a anizotropiei optice este unul mai rapid, lungimile de undă ale laserului de citire și laserului de scriere/ștergere (sunt diferite) și grosimea filmului As_2Se_3 sunt selectate astfel, încât asigură un contrast mai mare dintre reflectanța luminii corespunzătoare stărilor scris/șters. Stratul din film As_2Se_3 amorf al mediului de înregistrare este iluminat cu impulsuri cu densitatea de energie $I=1.2 \text{ J/cm}^2$. Cu cât este mai mare puterea impulsului, cu atât este mai mic timpul de înregistrare, întrucât $E=P \cdot t$ este o valoare constantă. La diametrul unui spot de înscriere egal cu lungimea de undă $d=640 \text{ nm}$, se obține o energie de scriere/ștergere de $4 \cdot 10^{-9} \text{ J}$ per pixel de informație. Sistemele optice moderne pot focaliza lumina coerentă a laserilor până la diametrul spotului de semiundă, ce corespunde energiei de $1 \cdot 10^{-9} \text{ J}$ per pixel.

Problema tehnică pe care o rezolvă mediul de înregistrare propus pentru scriere/ștergere a informației optice conform invenției înlătura dezavantajele de mai sus prin aceea că folosește un strat din compus calcogenic amorf de tip seleniura de arsen (As_2Se_3) plasat într-o structura de rezonanță plasmonică în care prin iluminarea cu fascicul laser polarizat se induce o anizotropie optică.

Mediul de înregistrare și reproducere a informației optice propus constă dintr-un film din aur depus pe o lamelă din sticlă transparentă, peste care se depune un film subțire din As_2Se_3 . Filmele se depun prin tehnologii de vid: Filmul din aur se depune prin împrăștiere cu tun

electronic, iar filmul din As_2Se_3 amorf se depune prin evaporare termica. Grosimea filmului din aur se condiționează de obținerea unei reflectante optice egala cu zero și de regăsește în domeniul 40-50 nm, valoarea concreta depinzând de indicele de refracție al filmului As_2Se_3 și lungimea de unda al laserului de citire. Grosimea stratului din film calcogenic amorf rezulta din calcule numerice și este aleasa în așa fel încât să asigure unghiul de rezonanță aproape de 45° și o formă ascuțită a curbei de rezonanță. Lamela plan-paralela cu structura compusă din filmul de aur și filmul din compus din As_2Se_3 se lipește cu partea opusă de baza unei prisme dreptunghiulare printr-un adeziv cu indice de refracție apropiat în vederea eliminării reflecțiilor luminii de citire. Structura poate fi depusă și direct pe baza prismei, dar este mai puțin convenabil din punct de vedere tehnologic.

În Fig. 2 sunt prezentate curbele de rezonanță plasmonică pentru două valori ale indicelui de refracție As_2Se_3 , care diferă cu un procent. Înregistrarea informației are loc în condiții cu unghi de rezonanță fix, spre exemplu $41,51^\circ$ (Fig. 2). În urma iluminării structurii fascicul laser polarizat și modificării indicelui de refracție, reflectanta luminii de pe structura creste de la zero inițial la 90% după iluminare.

Mediul de înregistrare optică reversibilă funcționează în felul următor (Fig. 3):

- prin rotație se stabilește unghiul pentru care reflectanta pentru semnalul de citire (2) este aproape egală cu zero,
- în primul moment de timp suprafața mediului de înregistrare este iluminată cu lumina de scriere (1), polarizată în planul perpendicular planului de incidență, care măjorează indicele de refracție în această direcție, respectiv, micșorează indicele în planul de incidență,
- aceasta conduce conform Fig. 2 la majorarea reflectanței semnalului de citire (2) de la zero până la 90%.
- reflectanta de 90% se menține mare până la aplicarea în momentul t_2 a impulsului de ștergere (3), polarizat în planul de incidență,
- în urma aceasta, reflectanta se micșorează la valori aproape de zero, ce corespunde ștergerii informației.

Procesul este reversibil și se repeta cu frecvența de tact a impulsurilor de scriere/ștergere.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- permite realizarea unui mediu cu strat din As_2Se_3 amorf în condiții de rezonanță plasmonică de suprafață pentru înregistrarea și citirea optică a informației.
- mediul cu film As_2Se_3 se caracterizează prin anizotropie optică de 0.2 foto-indusă la iradierea cu lumina polarizată. ce este de patru ori mare comparativ cu filmele din As_2S_3 .

- mediul de înregistrare este mai rapid și are contrast mare a reflectanței optice pentru semnalele de scriere și ștergere (Set/Reset).

Sumarul invenției: Obiectul acestei invenții constă în dezvoltarea unui mediu reversibil de înregistrare și citire a informației optice cu filme din As_2Se_3 în condiții de rezonanță plasmonică cu viteza mărite de scriere/ștergere, energii mici per pixel, și contrast bun exprimat prin diferență mare, de la 0 la 90%, dintre reflectantele luminii de citire corespunzătoare stării scris sau șters a mediului de înregistrare.

Descrierea succintă a figurilor:

Fig.1. Reprezintă schematic forma indicatricei indicelui de refracție al filmului As_2Se_3 :

- a) În starea inițială, ne-iradiat, filmul este izotrop din punct de vedere optic,
- b) După iluminarea cu lumina polarizată perpendicular pe planul de incidență (scriere),
- c) După iluminarea cu lumina polarizată în planul de incidență (ștergere).

Fig. 2. Reprezintă curbele de rezonanță plasmonică (două) care exprimă reflectanța funcție de unghiul de incidență, pentru două valori ale indicelui de refracție care diferă cu 1% și care sunt obținute prin iradierea cu lumina polarizată a filmului amorf din As_2Se_3 .

Fig. 3. Schimbarea reflectanței luminii laserului de probă (vezi curba 1) de la 0% la 90% în urma iluminării filmului As_2Se_3 cu un impuls de lumina polarizat perpendicular pe planul de incidență (2), și de la 90% la 0% în urma iluminării filmului As_2Se_3 cu un impuls polarizat în planul de incidență (3). De observat, că reflectanța își păstrează valoarea după încetarea impulsurilor de scriere/ștergere.

Fig. 4. Reprezentare schematică a formei de realizare a dispozitivului de înregistrare și citire a informației optice cu mediu de înregistrare pe baza de anizotropie optică fotoindusă în filme amorfe din As_2Se_3 în condiții de rezonanță plasmonică de suprafață. Semnificația elementelor este specificată în secțiunea mod preferat de realizare.

O formă preferată de realizare a mediului de înregistrare constă în depunerea pe o lamelă transparentă plan-paralelă care se lipește cu fața din spate de baza prisme **3**, sau prin depunerea directă pe baza prisme a unui film subțire **12** din aur cu grosimea aproape de 50 nm. Filmul poate fi obținut prin împrăștiere cu tun electronic în vid. Peste filmul din aur se depune un film calcogenic amorf **11** cu compoziția As_2Se_3 , care poate fi obținut prin evaporare termică în vid. Grosimea filmului se calculează astfel ca unghiul de incidență a radiației laserului de citire **1**

pe baza prisme sa asigure condițiile de rezonanță plasmonică de suprafață la unghiuri aproape de 45° . Polarizorul **2** asigura polarizarea laserului de citire în planul de incidență. Pentru citire se poate folosi o diodă laser continuu cu lungimea de undă 933 nm. Grosimea optimă a filmului pentru lungimea de undă de citire menționată aici este aproape de 700 nm. Pentru scriere/ștergere se folosește o diodă laser **7** în impulsuri cu lungimea de undă 640 nm. Polarizorul **8** asigura o mai bună polarizare a fasciculului. Lamela semiundă cu schimb de fază $\lambda/2$ setează planul de polarizare a fasciculului scriere/ștergere în planul de incidență, respectiv perpendicular pe acesta. Schimbarea planului de polarizare la 90° se face prin rotirea lamelei semiundă la jumătatea unghiului, adică la 45° . Din considerente de comoditate a montajului, direcționarea fasciculului de scriere/ștergere pe baza prisme se asigura cu o oglindă **10**. Lumina laserului de citire reflectată de mediul de înregistrare este recepționată de fotodioda **4**, curentul generat de fotodioda este amplificat electronic **5** și măsurat de un ampermetru **6**. Curentul măsurat este proporțional cu intensitatea luminii reflectate. Mediul de înregistrare funcționează în felul următor: Filmul amorf **11** este iluminat cu radiația laserului **7** polarizată în planul de incidență. Prisma se rotește atent până când lumina reflectată pe fotodioda este zero. Aceasta corespunde stării „șters”. Apoi polarizarea laserului **7** se schimbă cu 90° , perpendicular cu planul de incidență. Prin iluminarea cu impulsul laserului **7**, care are deja o polarizare ortogonală, mediul de înregistrare se setează în starea „scris”. Intensitatea luminii incidente pe fotoreceptorul **4** crește și devine aproape egală cu intensitatea radiației laserului **1** incidentă pe suprafața laterală a prisme **3**.

Revendicare

Mediu de scriere/ștergere reversibilă și citire a informației optice ce constă dintr-un strat subțire dintr-un material calcogenic amorf în care se manifestă anizotropie optică indusă de lumină polarizată, strat depus pe baza unei prisme din material optic transparent peste un strat subțire din aur care împreună alcătuiesc o structură cu rezonanță plasmonică **caracterizat prin aceea** **ca** pentru a obține timpi de scriere/ștergere mai mici, energii mici de înregistrare și contrast bun dintre nivelurile scrise/șterse se folosește un film din As_2Se_3 amorf în care starea de scris/șters se induce de un fascicul laser polarizat în planul sau perpendicular cu planul de incidență cu intensitatea $1,2 J/cm^2$ și lungimea de undă în intervalul 600-700 nm, iar citirea se face cu un fascicul laser cu lungimea de undă în intervalul 900-1100 nm direcționat pe fața laterală a prisme și care se reflectă de pe mediul de înregistrare propus

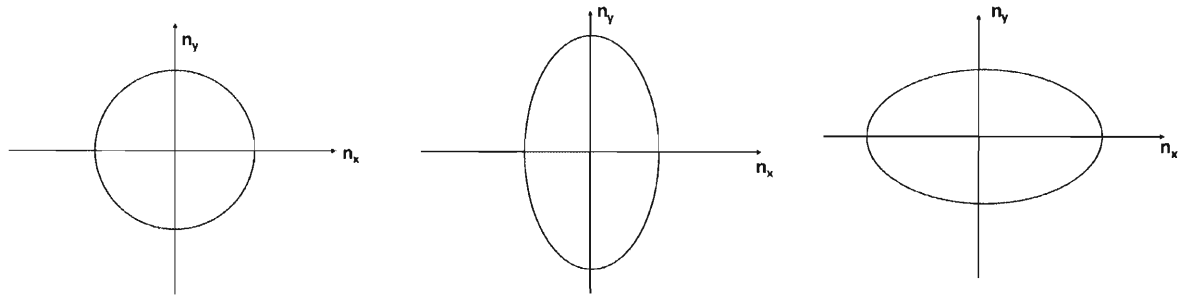


Fig. 1.

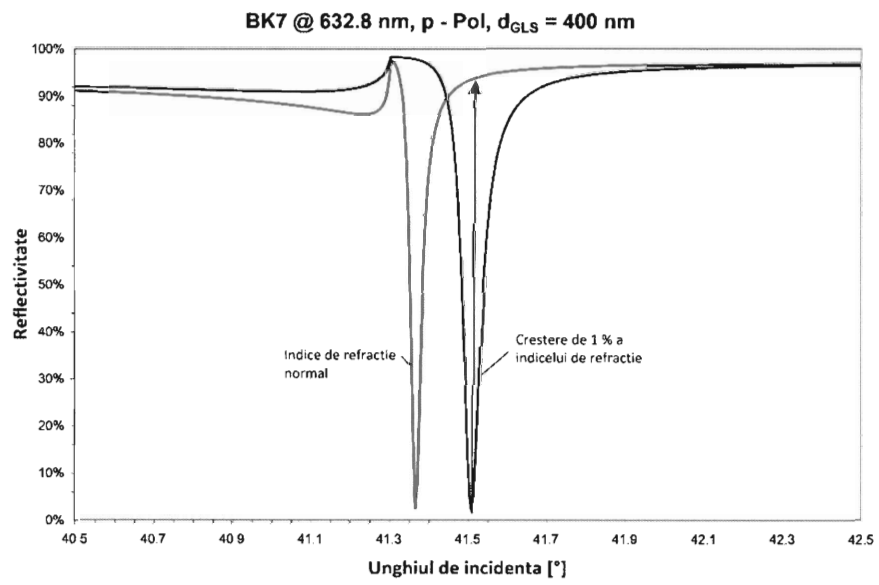


Fig. 2.

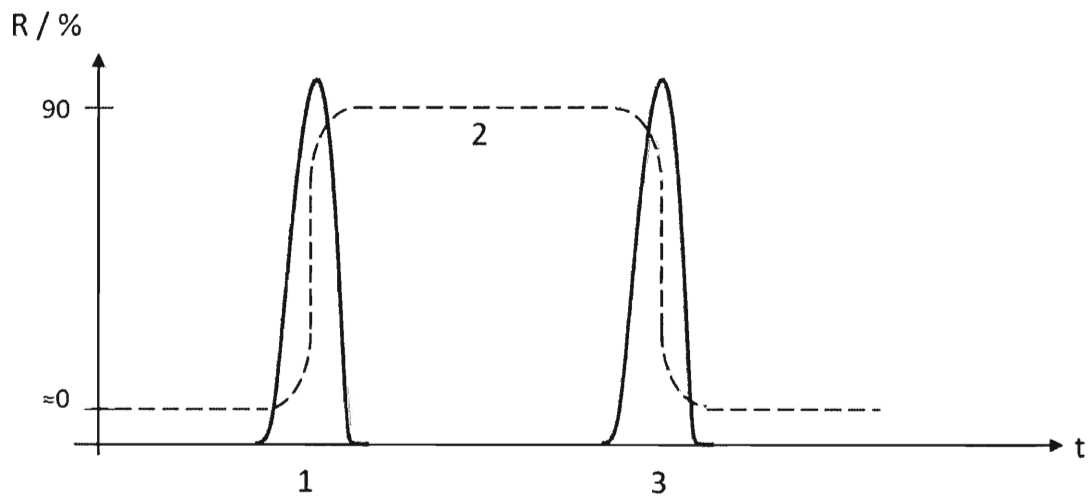


Fig. 3.

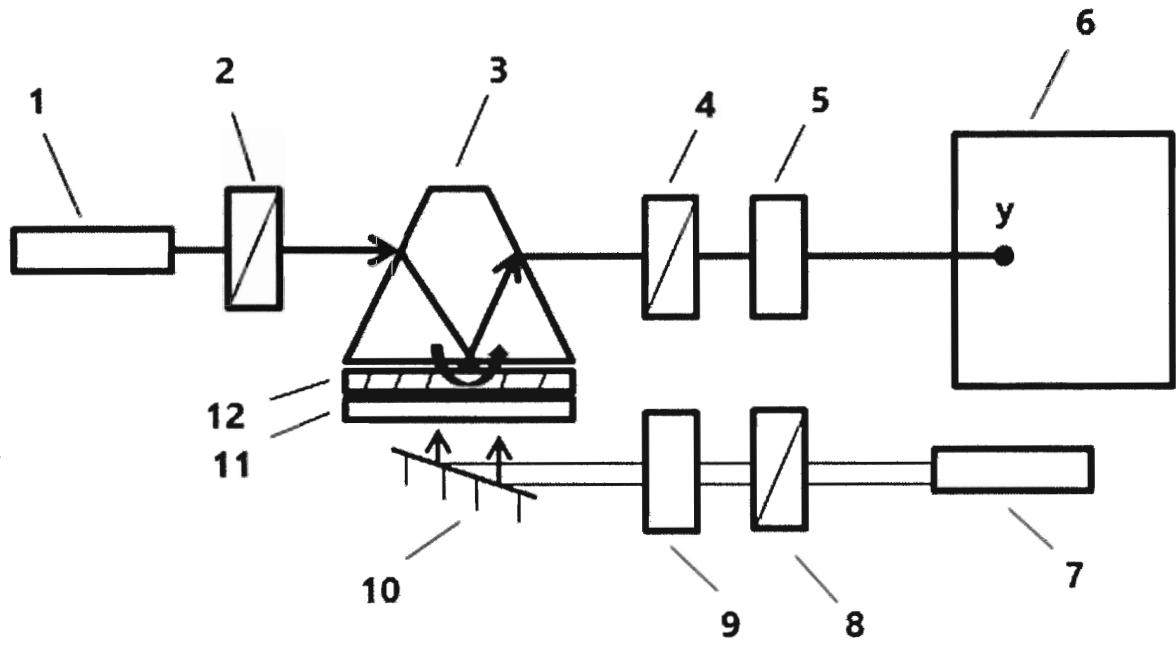


Fig.4