



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00225**

(22) Data de depozit: **26.03.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.03.2011** BOPI nr. 3/2011

(41) Data publicării cererii:
30.09.2009 BOPI nr. 9/2009

(73) Titular:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR. ATOMIȘTILOR NR.1,
COMUNA MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• SAVASTRU DAN, STR. IANI BUZOIANU
NR.3, BL. 16, SC.A, AP.2, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;

• MICLOȘ SORIN, CALEA GRIVIȚEI
NR. 160, BL.B, SC. A, AP. 42, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• TAUTAN MARINA, STR.EMIL RACoviȚĂ
NR.6, BL.R1, SC.2, AP.45, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;
• RUSU MĂDĂLIN ION, STR. BUȘAGA
NR.1, CURTEA DE ARGES, AG, RO;
• SAVU VALERIU, STR.CĂTINEI NR.13,
BL.37C, SC.C, AP.51, PLOIEȘTI, PH, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
JP 9197301 (A); JP 2002244069;
US 2003153961; EP 1905349; CN 1164653;
JP 2002031701

(54) **DISPOZITIV OPTO- ELECTRONIC PENTRU ATENUAREA
ENERGIEI LASER ÎN CADRUL UNUI BIOMICROSCOP
OFTALMIC CU LASER**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de atenuare continuă a radiației laser, în cadrul unui biomicroscop oftalmic, destinat executării unui procedeu de microchirurgie în camerele anterioară și posterioară ale ochiului. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un filtru neutru, circular, cu atenuare continuă variabilă, rotit prin intermediul unui reductor, de un motor pas cu pas, comandat de un modul de comandă, în funcție de informația primită de la un circuit de recunoaștere a poziției discului.

Revendicări: 1
Figuri: 4

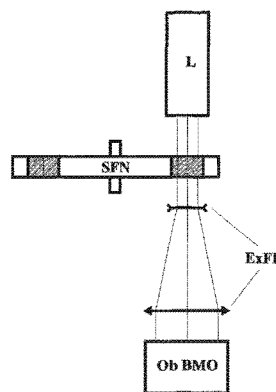


Fig. 1



Invenția se referă la un dispozitiv opto-electronic, pentru atenuarea energiei laser în cadrul unui biomicroscop oftalmic cu laser, destinat executării unor procedee de microchirurgie în camerele anterioară și posterioară ale ochiului precum: perforarea capsulei posterioare în cazul opacizării după transplantul de cristalin artificial, perforarea irisului periferic în scopul reechilibrării presiunii intraoculare din cele două camere, perforarea mușchiului ciliar pentru drenajul umorii apoase.

Atenuarea fasciculului produs de sursa laser are ca scop obținerea unei anumite energii necesare procedurii microchirurgicale dorite de medic.

Se cunosc dispozitive de atenuare folosind un set de filtre dispuse circular pe o placă revolver.

Dezavantajul principal al acestei soluții este faptul că atenuarea dorită se face într-un număr definit de trepte. Treptele de atenuare astfel obținute prezintă o mare dispersie a atenuării de la un exemplar la altul, fiind imposibil de reglat pe o anumită valoare dorită.

Un alt document relevant din stadiul tehnicii, identificat în urma cercetării documentare, este cererea de brevet **JP 9197301**, care prezintă un dispozitiv pentru atenuarea luminii laser și o metodă de folosire a acestuia, care își propune obținerea unei lumini laser de intensitate scăzută și stabilă pentru timp îndelungat. Lumina laser este incidentă printr-o sticlă transparentă formată printr-o deschidere, parte a incintei atenuării, care este dispusă de o parte a oscilatorului laser. Lumina laser este absorbită și atenuată de o soluție colorantă, încărcată într-o cameră de răcire cu apă, constituind incinta de atenuare, lumina fiind transmisă în exterior printr-o sticlă transparentă, dispusă de o altă parte, constituind o deschidere a carcasei.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în atenuarea în mod continuu a radiației laser, cu posibilitatea de recalibrare ori de câte ori este necesar.

Soluția tehnică constă în construirea unui dispozitiv de atenuare continuă a radiației laser pentru biomicroscop oftalmic.

Dispozitivul conform invenției înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că este alcătuit dintr-un filtru neutru circular cu atenuare continuu variabilă, liniar de la densitatea optică 0 la densitatea maximă D , necesară aplicației, care de obicei este $D = 2$, acționat de un motor pas cu pas, controlat de un modul de comandă și folosind un circuit de recunoaștere a poziției filtrului.

Biomicroscopul este compus în principal dintr-un laser (L) care generează fasciculul laser, un expandor al fasciculului laser (ExFL) care colimează fasciculul laser și un obiectiv (Ob BMO) care focalizează fasciculul laser în punctul dorit pentru operație. Dispozitivul de atenuare care folosește un set de filtre dispuse circular pe o placă revolver (SFN) este alcătuit dintr-un număr de filtre neutre dispuse circular pe o placă revolver. Atenuarea fasciculului se obține aducând, prin rotirea plăcii revolver, a filtrului dorit în dreptul fasciculului laser.

Schema dispozitivului de atenuare prezintă două vederi, frontală și laterală.

Biomicroscopul este alcătuit din laserul (L), expandorul fasciculului laser (ExFL) și obiectivul (Ob BMO).

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- atenuarea continuă a radiației laser utilizată în cadrul unui biomicroscop oftalmic cu laser și

- recalibrarea facilă a sistemului ori de câte ori este necesar.

În fig. 1 se prezintă schema unui biomicroscop oftalmic care folosește un dispozitiv de atenuare.

În fig. 2. se prezintă schema dispozitivului de atenuare amplasat într-un biomicroscop oftalmic.

În fig. 3 este prezentată o vedere de sus a filtrului neutru circular FNC cu atenuare liniar variabilă.	1
În fig. 4 este prezentată alcătuirea unui modul „electronică de comandă” EC .	3
Dispozitivul de atenuare conform invenției este compus din filtrul neutru circular cu atenuare liniar variabilă FNC , acționat de motorul pas cu pas MPP și controlat ca rotație de cele două perechi LED -fotodetector, respectiv, un LED dreapta LED D și un fotodetector dreapta FD D , respectiv, un LED stânga LED S și un fotodetector stânga FD S . În fig. 3 este prezentată o vedere de sus a filtrului neutru circular FNC cu atenuare liniar variabilă, marcându-se totodată spoturile unui fascicul laser FL și ale celor două LED -uri (fasciculul LED -ului stânga F_{LED S} și fasciculul LED -ului dreapta F_{LED D}).	5 7 9
Atenuarea în mod continuu a radiației laser se obține rotind filtrul neutru circular FNC cu atenuare liniar variabilă cu ajutorul unui motor pas cu pas MPP , astfel încât fasciculul laser să treacă prin acea zonă a filtrului care are atenuarea dorită.	11 13
Rotirea filtrului până la obținerea atenuării dorite este comandată de un modul „electronică de comandă” EC , care comandă rotirea motorului pas cu pas MPP , prin intermediul unui driver DMPP . Modulul "electronică de comandă" EC , care este echipat cu un microcontroler, determină unghiul de rotație curent al filtrului cu ajutorul celor două perechi LED -fotodetector (LED D-FD D și LED S-FD S), amplasate simetric la un unghi de 90° față de axa fasciculului laser. Pentru aceasta, modulul "electronică de comandă" EC comandă cu ajutorul driverelor DLED D și DLED S emisia de către LED -urile dreapta LED D și, respectiv, stânga LED S , a fasciculelor stânga F_{LED S} și, respectiv, dreapta F_{LED D} . Aceste fascicule trec printr-un filtru FNC , fiind atenuate corespunzător poziției unghiulare curente a filtrului și sunt recepționate de cei doi fotodetectori, dreapta FD D , respectiv, stânga FD S , amplificate/ formate de niște amplificatoare formatoare dreapta AFD D , respectiv, stânga AFD S , și analizate de modulul "electronică de comandă" EC , pentru stabilirea poziției unghiulare curente, prin compararea valorilor măsurate cu cele din tabela de referință aflată în memoria microcontrolerului, precum și a sensului de rotație al filtrului. Tabela de referință reprezintă caracteristica de atenuare a filtrului neutru circular FNC în funcție de unghiul de rotație al filtrului. Filtrul fiind circular cu atenuare liniar variabilă, atenuarea în funcție de unghiul de rotație poate fi exprimată după cum urmează:	15 17 19 21 23 25 27 29
$A = 1 - 10^{-D_{\max} \frac{\alpha}{\alpha_{\max}}}$	31 33
unde $D_{\max}$ reprezintă densitatea optică maximă a filtrului (de exemplu = 2), $\alpha_{\max}$ reprezintă unghiul la centru care măsoară partea de lucru a filtrului (în fig. 3 este unghiul dintre începutul sectorului gri și sfârșitul acestui sector - aparent negru, = 300° pentru filtrul ilustrat în figură), α este unghiul de rotație al filtrului, iar A este atenuarea prin filtru. Pentru a obține o anumită valoare A a atenuării, este suficient să rotim filtrul cu unghiul α față de poziția de început a filtrului ($\alpha = 0$ corespunde unei densități optice 0, adică unei transparențe = 1 și unei atenuări = 0). Dar, așa cum se observă în fig. 3, diametrul unei pete a fasciculului laser FL este relativ mare față de diametrul filtrului, iar distribuția de intensitate a fasciculului laser nu este uniformă, ci gaussiană. De aceea, atenuarea întregului fascicul se calculează integrând produsul dintre distribuția de intensitate a fasciculului laser și densitatea optică a filtrului pe suprafața spotului laser FL și raportând rezultatul la intensitatea fasciculului laser incident. Atenuarea se obține scăzând din 1 valoarea anterior obținută (de fapt transmisia). Pentru a nu se face aceste calcule de fiecare dată, consumând inutil resursele de calcul, se creează în memoria microcontrolerului o tabelă în care se introduc valorile calculate ale	35 37 39 41 43 45 47

RO 123214 B1

1 atenuării pentru un număr suficient de mare de unghiuri de rotație (de exemplu 3200 de
valori), iar în momentul în care se dorește obținerea unei anumite valori a atenuării, se
3 calculează prin interpolare din tabelă unghiul de rotație corespunzător atenuării dorite.
Pentru a se efectua re poziționarea filtrului dintr-o poziție curentă în noua poziție dorită, se
5 folosesc cele două perechi LED-fotodetector, respectiv, LED - fotodetector dreapta **LED D-FD D** și LED - fotodetector stânga **LED S-FD S**, amplasate simetric la un unghi de 90° față
7 de axa fasciculului laser. În acest scop, modulul "electronică de comandă" **EC** generează
prin LED-urile dreapta **LED D** și stânga **LED S**, două fascicule ce vor trece prin două zone
9 **F_{LED D}** și **F_{LED S}** ale filtrului neutru circular **FNC**, diametral opuse, cu atenuări diferite, după
care vor fi citite de fotodetectorii dreapta și stânga, **FD D** și **FD S**, și transmise modulului
11 "electronică de comandă" **EC** pentru analiză. Acesta va compara valorile măsurate cu cele
înregistrate într-o altă tabelă, creată la calibrarea sistemului. Recalibrarea este posibilă în
13 orice moment prin intermediul actualizării acestei tabele și va stabili poziția unghiulară
curentă a filtrului. Este necesară măsurarea atenuării filtrului în două puncte diametral opuse,
15 deoarece zona pe care atenuarea filtrului variază liniar nu acoperă 360°, ci un unghi mai mic
(tipic 300°), zona rămasă fiind uniform transparentă, deci în această zonă nu s-ar putea
17 determina poziția unghiulară printr-o singură măsurare. Stabilind astfel poziția curentă,
modulul "electronică de comandă" **EC** va comanda motorul pas cu pas **MPP**, pentru a roti
19 filtrul până când se constată, prin măsurările de poziție unghiulară, că s-a ajuns în poziția
dorită.

21 La pornire, sistemul comandă motorul pas cu pas **MPP**, modificând poziția filtrului
neutru circular **FNC**, până când energia undei laser este cea stabilită pentru pornire (de
23 obicei, cea minimă). În această poziție, filtrul neutru circular **FNC** este oprit din rotație de
către modulul de comandă **MC**. În situația în care se doresc alte niveluri energetice, modulul
25 de comandă **MC** va comanda rotirea filtrului neutru circular **FNC**, până când circuitul de
recunoaștere a poziției filtrului va transmite un semnal electric, comparat de modulul de
27 comandă **MC** cu cerința impusă. Modulul de comandă **MC** controlează și menține poziția
filtrului neutru circular **FNC**.

Dispozitiv de atenuare continuă a radiației laser pentru biomicroscop oftalmic, carac-	3
terizat prin aceea că este alcătuit dintr-un filtru neutru circular (FNC) cu atenuare liniar	5
variabilă, de la 0 la valoare maximă, care este rotit de către un motor pas cu pas (MPP),	
comandat de un modul de comandă (EC) în funcție de informația primită de la circuitul de	7
recunoaștere a poziției filtrului și de transmisia dorită a fi obținută, circuitul de recunoaștere	
a poziției filtrului (FNC) folosind două perechi LED - fototranzistor amplasate simetric la +90 °	9
și la -90 ° față de axul unui fascicul laser (FL), pentru a măsura transmisia unui filtru neutru	
circular (FNC) în două puncte diametral opuse, permițând aflarea poziției filtrului (FNC) față	
de fasciculul laser (FL), precum și sensul de deplasare a filtrului (FNC).	11

(51) Int.Cl.
A61N 7/00 (2006.01),
G02B 5/20 (2006.01)

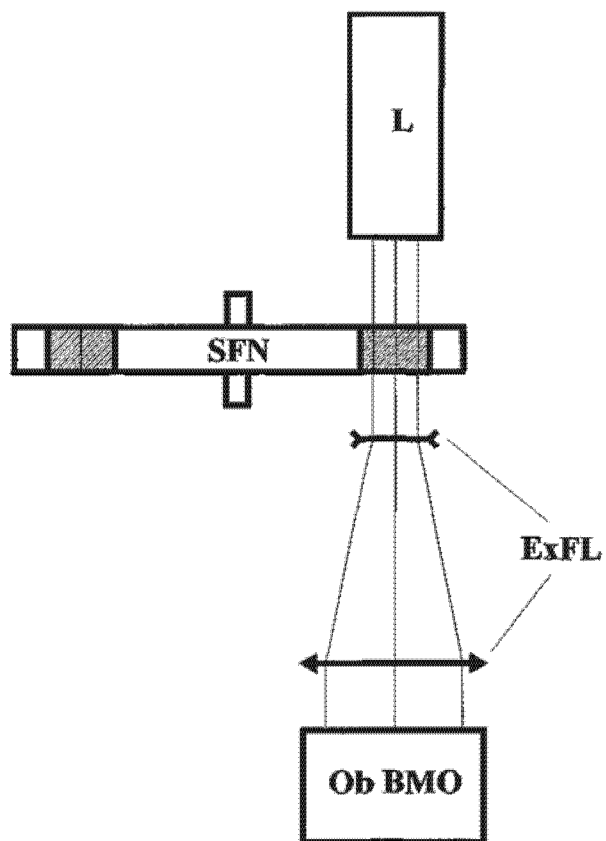


Fig. 1

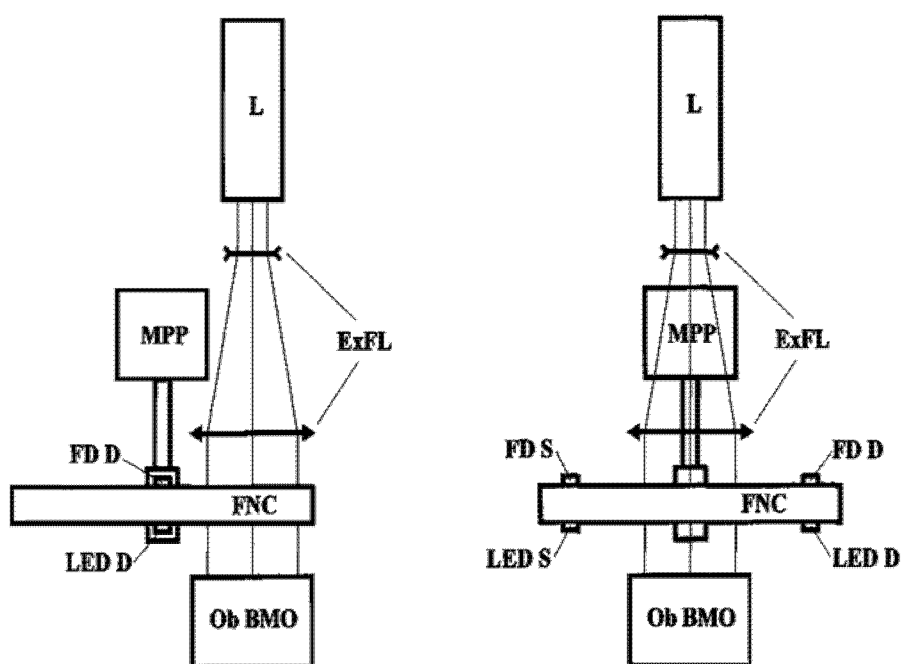


Fig. 2

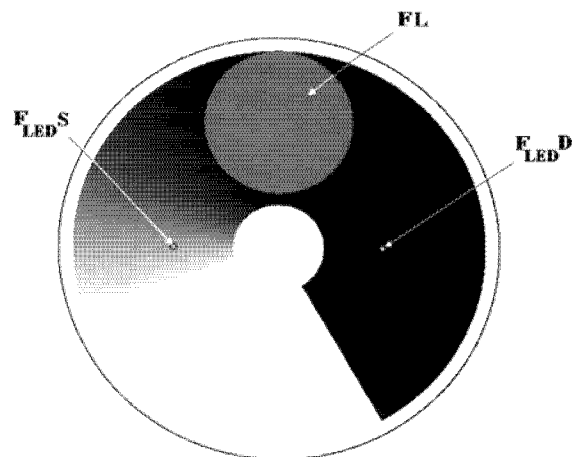


Fig. 3

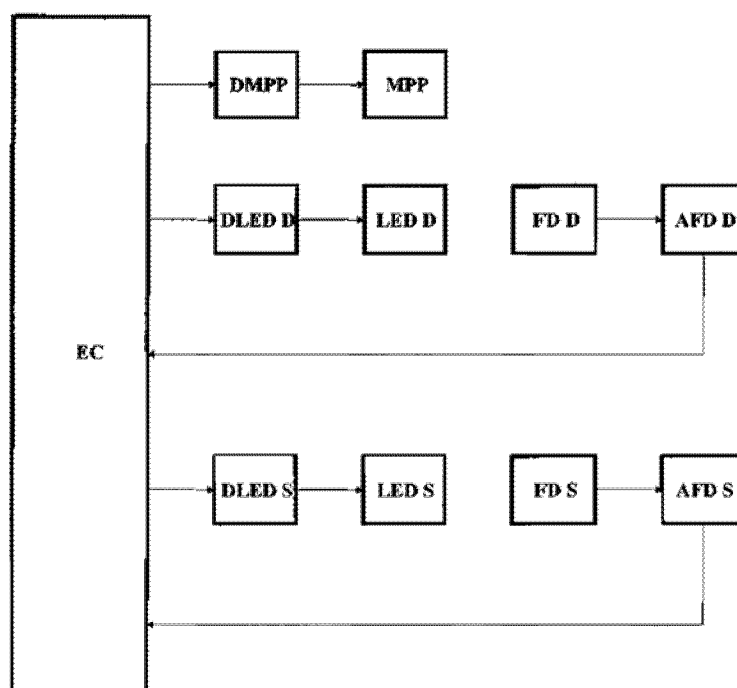


Fig. 4