



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00661**

(22) Data de depozit: **15/09/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/04/2024** BOPI nr. **4/2024**

(41) Data publicării cererii:
29/03/2019 BOPI nr. **3/2019**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "ȘTEFAN CEL MARE"**
DIN SUCEAVA, STR. UNIVERSITĂȚII,
NR. 13, SUCEAVA, SV, RO

(72) Inventatori:
• **GUTT GHEORGHE, STR. VICTORIEI**
NR. 61, SAT SF. ILIE, ȘCHEIA, SV, RO;

• **POPA VALENTIN, STR. MĂRĂȘTI NR. 18,**
BL. T3, SC. A, AP. 15, SUCEAVA, SV, RO;
• **DIMIAN MIHAI, STR. PROF. LECA**
MORARIU NR. 11A, BL. A5, SC. A, AP. 18,
SUCEAVA, SV, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
WO 2016132740 A1; JP 2017062428 (A)

(54) **OBIECTIV DE MICROSCOP CU FOCALIZARE AUTOMATĂ**



RO 133216 B1

1 Inventția se referă la un obiectiv cu optică adaptivă destinat echipării microscopelor
cu reflexie în scopul măririi rezoluției optice pe adâncime a acestora. Aplicațiile directe sunt
3 în metalografie, geologie, forenșică, chimie, materiale plastice, materiale compozite, biologie,
medicină etc.

5 Calitatea imaginii la microscop este dată de rezoluția optică a cărei valoare este
maximă atunci când materia cercetată este situată în punctul focal al sistemului optic de
7 focalizare, realizat la rândul lui cu grupuri de lentile sau cu grupuri de oglinzi metalice.
Rezoluția optică microscopică este de orizontală și de adâncime și este definită ca fiind
9 distanța d minimă [μm] dintre două puncte care pot fi distinse clar cu ochiul omenesc privind
prin ocularele microscopului sau privind imaginea de pe un monitor obținută la rândul ei prin
11 intermediul unei camere video montată petrinocularul microscopului:

$$13 \quad d_y = \frac{\lambda}{A} = \frac{\lambda}{n \cdot \sin \alpha} \quad (1)$$

15 unde: λ - lungimea de undă a radiației luminoase folosite pentru iradierea materiei cercetate
17 [μm];

n - indicele de refracție a mediului transparent care se găsește între materia cercetată
19 și lentila obiectivului optic al microscopului;

α - semiunghiul maxim format de două radiații luminoase care pleacă de pe un punct
21 al materiei cercetate și mai pot fi surprinse încă de către marginea lentilei de focalizare a
obiectivului optic al microscopului.

23 A - apertura numerică ($A = n \cdot \sin \alpha$)

Prin alegerea de materiale transparente, situate între lentila de focalizare a obiectivului
25 optic al microscopului și materia cercetată, având indicele n de refracție mai mare de
1 (1 fiind indicele de refracție al aerului) și folosirea unor soluții constructive care au permis
27 atingerea unui unghi α de 72° pentru lentilele de focalizare a obiectivului optic, apertura A
numerică a fost adusă până la valori maxim posibile din punct de vedere tehnic. Până de
29 curând, limita de mărire M a microscopelor optice era condiționată de regula lui Abbe [1],
conform căreia, mărire maximă M_{max} totală a unui microscop optic trebuie să se situeze între
31 valorile:

$$M_{\text{max}} = 500 A \div 1000 A \quad (2)$$

33 Peste această limită imaginea este neclară din cauza scăderii rezoluției optice.

Deoarece microscopul optic clasic se bazează pe refracția luminii, acestea au
35 o rezoluție optică pe orizontală limitată la jumătate din lungimea de undă a radiației folosite
pentru iradierea materiei cercetate. Pentru domeniul spectral vizibil această rezoluție corespunde
37 la circa 200 nm, ceea ce permite, conform regulii lui Abbe, atingerea unui ordin de
mărire M_{max} de 1500 ori pentru microscopia optică clasică.

39 O lentilă de focalizare nu are însă un punct focal ci prezintă o linie focală, iar pe
această linie focală sunt sute de puncte focale, iar la fiecare îi corespunde o anumită lungime
41 de undă (aberație cromatică) din domeniul spectral vizibil cuprins între 390 nm - violet și
780 nm - roșu, motiv pentru care o imagine microscopică clasică este una de rezoluție relativ
43 redusă.

O creștere a rezoluției d_y optice pe orizontală s-a realizat prin îmbunătățirea compoziției
45 chimice a sticlei lentilelor din obiectivele microscopelor precum și prin realizarea de
pachete de lentile convexe și concave lipite între ele. Rezultatul a fost construcția de obiective
47 acromate, de obiective apocromate și de obiective planapochromate. Primele realizează
o corecție cromatică pentru zona mediană a spectrului vizibil (zona galben-verde), iar

RO 133216 B1

ultimele pentru toată zona spectrului vizibil. Problema punctelor focale optime nu a fost însă rezolvată, aceste obiective aduc doar o îmbunătățire în sensul medierii mai multor lungimi de undă pe care le aduc într-un punct focal singular. 1
3

Rezoluția pe adâncime d_z are la bază tot definiția de mai sus, în sensul că aceasta reprezintă distanța minimă la care pe flancul unei denivelări micrometrice pot fi distinse clar două puncte vecine. Ideal pentru un microscop optic ar fi ca atât rezoluția pe orizontală d_y cât și cea pe adâncime d_z să fie maxime. Aceste două caracteristici optice importante sunt însă antagoniste, rezoluția optică pe orizontală d_y este antagonistă cu rezoluția optică pe adâncime d_z , fiind legate prin relația: 5
7
9

$$\frac{d_y}{d_z} = \text{const} \quad (3) \quad 11$$

Încercarea de a crește rezoluția pe adâncime duce la scăderea rezoluției pe suprafață și invers. Motivul îl reprezintă faptul că rezoluția pe orizontală a materiei cercetate este dată de apertura A numerică, deci de caracteristici optice constructive ale lentilelor de focalizare și de natura mediului care se găsește între obiectiv și materia cercetată, pe când rezoluția pe adâncime depinde de lățimea benzii spectrale a luminii de iradiere a materiei cercetate. 13
15
17

Rezoluția maximă la studierea detaliilor microscopice ale materiei cercetate o asigură lungimile de undă care au valori de același ordin de mărime cu detaliile microscopice urmărite. Mai precis, pentru obținerea unei rezoluții optice maxime pe adâncime, pentru detalii ale materiei care variază în limitele lungimilor de undă acoperite de domeniului spectral vizibil (circa 400 nm), imaginea microscopică ar trebui să fie rezultatul unei integrări opto-electronice a mai multor imagini obținute pe parcursul focalizării succesive a tuturor lungimilor de undă din acest domeniu spectral. În felul acesta, detaliile de dimensiuni mai mari de pe adâncimea rugozității materiei cercetate sunt reproduse cu rezoluție optică maximă în punctele focale din domeniul spectral roșu, iar detaliile microscopice de dimensiuni mai mici sunt reproduse cu rezoluție optică maximă în punctele focale din domeniul spectral violet. 19
21
23
25
27
29

Autorilor le sunt cunoscute soluții de focalizare automată din următoarele documente:

- documentul D1 intitulat: *Lens drive device, camera module, and camera mounting devices*, înregistrat ca **TW 201631348 (A)** - 2016, descrie un sistem de focalizare automată cu ajutorul unui actuator linear electromagnetic cu bobină; 31
33

- documentul D2 intitulat: *Microscope Apparatus, Autofocus Apparatus, and Autofocus Method*, înregistrat ca **JP 2017062438 (A)** - 2017 descrie un sistem de focalizarea automată pe baza comparării de fază a radiației luminoase; 35

- documentul D3 intitulat: *Focus control device, Focus control Method, Focus control program, Lens device*, înregistrat ca **WO 2017057071 (A1)** - 2016, descrie sisteme de focalizarea automată pe baza comparării de fază a radiației luminoase. 37
39

- documentul D4 **TW 201632934 (A1)** - 2016 intitulat: *Camera module autofocus, actuator and control method thereof*, folosește ca element de execuție a actuatorului o sârmă din aliaj cu memorie și un element elastic de revenire. 41

De asemenea le mai sunt cunoscute o multitudine de soluții tehnice folosite la aparatele fotografice performante unde prin intermediul unei bucle de reglare, ce are ca senzor un detector fotoelectric și ca element de execuție un micromotor electric se modifică automat distanța focală a grupului de lentile din obiectivul optic al aparatului fotografic astfel încât să se asigure rezoluția optică cea mai bună pentru o zona ce prezintă interes maxim în imaginea urmărită. Dimensiunea relativ mare a servomotoarelor ce rotesc în căutarea 43
45
47

RO 133216 B1

1 focalizării optime obiectivul optic al aparatului fotografic sau deplasează liniar grupul de
lentile din obiectiv, în căutarea focalizării optime, fie pe obiectul din prim planul fie din
3 fundalul imaginii, dar mai ales rezoluția slabă a acestor servomecanisme fac această soluție
inaplicabilă la spectromicroscopie Raman. Mai sunt cunoscute și folosite sisteme de focali-
5 zare automată, realizate prin mijloace interferometrice, la radiotelescoape. Actualmente prin
microscopie confocală dar și prin alte soluții [2], [3], [4], [5] s-a putut crește rezoluția optică
7 pe adâncime în mod sensibil și la microscopie. Aceste realizări înglobează soluții tehnice
de vârf, iar microscopie sunt deosebit de costisitoare.

9 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unei rezoluții optice
maxime pe adâncime prin focalizare automată.

11 În acest scop este folosită o optică adaptivă care în fracțiuni de secundă duce la
parcursarea a zeci de puncte focale, situate la diferitele lungimi de undă din domeniul
13 spectral vizibil, la salvarea opto-electronică de imagini microscopice în aceste puncte focale
precum și la reproducerea acestor imagini sub formă de tomograme de suprafață 3D sau sub
15 formă de trenuri dinamice de imagini microscopice succesive. Industrial, obiectivul de
microscop conform invenției împreună cu optoelectronică aferentă poate fi implementat pe
17 o nouă generație de microscopie sau poate fi folosit pentru transformarea microscopie
optice cu reflexie clasice în microscopie optice cu rezoluție înaltă pe adâncime.

19 Obiectivul de microscop cu focalizare automată, montat pe un microscop de reflexie,
conform invenției, în vederea obținerii unei rezoluții optice maxime pe adâncime, cu o
21 optoelectronică exterioară obiectivului, conține o optică activă automată formată la rândul ei
din niște actuatoare piezoelectrice de scanare a punctelor focale pe adâncime, o oglindă
23 concavă și o oglindă convexă, ambele eliminând în timpul focalizării aberațiile cromatice
specifice lentilelor optice, niște armături condensator folosite pentru controlul și reglarea
25 automată a punctelor focale pe adâncime.

În vederea asigurării unei rezoluții optice ridicate, a unei viteze mari de achiziție de
27 imagini în lipsa inerției mecanice și a frecării, modificarea distanței focale în condițiile
deplasării oglinzii concave, înspre și dinspre oglinda convexă, obiectul conform invenției, are
29 unul din actuatoarele piezoelectrice de cuarț cu fețe plan paralele, cu orificiu central, montat
între corpul superior și oglinda concavă, alimentat în timpul unei scanări pe o linie focală cu
31 o tensiune electrică crescătoare - descrescătoare în rampă.

În vederea urmăririi și reglării automate a deplasărilor lentilei concave prin intermediul
33 primului actuator piezoelectric, este folosită armătura de condensator cu orificiu central,
lipită rigid de corpul superior și o altă armătură de condensator cu orificiu central, lipită rigid
35 de primul actuatorul piezoelectric.

Modificarea distanței focale, în vederea asigurării unei rezoluții optice ridicate, a unei
37 viteze mari de achiziție de imagini în lipsa inerției mecanice și a frecării, în condițiile
deplasării oglinzii convexă înspre și dinspre oglinda concavă, este realizată cu ajutorul celui
39 de-al doilea actuator piezoelectric de cuarț, având forma unui disc plin cu fețe plan paralele,
montat între un suport cu fixare prin trei brațe și oglinda convexă.

41 În vederea urmăririi și reglării automate a deplasărilor lentilei convexe prin intermediul
celui de-al doilea actuator piezoelectric, este folosită altă armătură plan-paralelă de
43 condensator, fără orificiu central, lipită rigid de al doilea actuator piezoelectric și o altă
armătură de condensator plan-paralelă, fără orificiu central lipită la rândul ei rigid de suportul
45 de fixare cu trei brațe.

În vederea obținerii unei rezoluții maxime pe adâncime cu o optoelectronică integrată,
47 obiectivul, conform invenției, are prevăzut într-un corp superior de o prismă optică și de un
modul optoelectronic unitar format la rândul lui dintr-un corp cilindric ce dispune în interior
49 de două discuri cu fante circulare, un grup de lentile colimatoare și un detector (CCD,
modulul fiind centrat și rigidizat pe corpul superior al obiectivului optic cu un șurub înecat.

RO 133216 B1

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:	1
Folosirea la obiectivul optic de microscop a unei optici active, realizate cu un actuator piezoelectric de cuarț, neinerțial, fără jocuri, fără frecări, cu o dinamică și o reproductibilitate înaltă, permite deplasarea precisă și extrem de rapidă a punctului focal al radiației policromatice din domeniul spectral vizibil la diferite lungimi de undă și prin aceasta crează un mijloc performant de îmbunătățire, de măsurare și de control a rezoluției optice pe adâncime. Rezultatul aplicării soluției conform invenției îl reprezintă obținerea și înmagazinarea, în fracțiuni de secundă, a unui pachet de imagini microscopice de înaltă rezoluție, fiecare dintre aceste imagini corespunzând altui punct focal și altei lungimi de undă. Pachetul de imagini microscopice achiziționate pe cale optoelectronică pot fi reproduse, fie sub formă de tomograme 3-D, fie sub forma unui tren de imagini, care se derulează succesiv pe monitor, cu o viteză reglată de cercetător, prin intermediul unui soft specializat.	3 5 7 9 11
Folosirea unui obiectiv de focalizare automată conform invenției, montate pe un microscop de reflecție echipat cu sistem trinocular de urmărire permite studiul microscopic al materiei și în mod clasic. Două canale optice ale acestui sistem fiind folosite la studiul imaginii microscopice cu cei doi ochi în condițiile unei înalte rezoluții optice pe orizontală, iar cel de-al treilea canal optic fiind folosit pentru analiza optoelectronică a imaginii microscopice în condițiile unei înalte rezoluții optice pe adâncime.	13 15 17
Se dau în continuare trei exemple de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...6; care reprezintă:	19
- fig. 1, schema de principiu a obiectivului de microscop cu focalizare automată;	21
- fig. 2, structura modulară a unui microscop optic echipat cu un obiectiv cu focalizare automată;	23
- fig. 3, schema optică de principiu a obiectivului de microscop cu focalizare automată obținută prin deplasarea oglinzii concave;	25
- fig. 4, varianta constructivă pentru obiectivul de microscop cu focalizare automată care folosește deplasarea oglinzii concave;	27
- fig. 5, varianta constructivă pentru obiectivul de microscop cu focalizare automată care folosește deplasarea oglinzii convexe;	29
- fig. 6, varianta constructivă de focalizare automată având optoelectronica de căutare a punctului focal integrată în obiectivul optic al microscopului.	31
Variantele tehnice ale invenției pleacă de la ideea că singura cale pentru îmbunătățirea rezoluției optice pe adâncime este cea de exploatare a întregii benzi spectrale din domeniul vizibil pentru a obține o imagine microscopică de înaltă rezoluție. Relația care definește în acest caz rezoluția optică este următoarea:	33 35
$\frac{1}{R_0} = d_z = \frac{k \cdot \lambda}{A} = \frac{\lambda}{n \cdot \sin \alpha} \quad (4)$	37 39
În această relație, omologă cu relația (1), R_0 reprezintă rezoluția optică, iar factorul k reprezintă un coeficient subunitar, ce este cu atât mai mic cu cât un microscop ce are un obiectiv cu optica activă reușește să poziționeze punctul focal la lungimi de undă cât mai apropiate una de alta.	41 43
În scopul materializării invenției se descrie un obiectiv de microscop cu optică activă de microscop, în trei variante conceptive și constructive, posibil de realizat industrial.	45
Pentru a fi lipsit de aberații cromatice și pentru a beneficia de întregul spectru de la ultraviolet la infraroșu, în construcția obiectivelor de microscop în locul grupului de lentile de focalizare apocromate sau planapochromate clasice sunt folosite două oglinzi de argint, una	47

RO 133216 B1

1 concavă și una convexă, iar pentru obținerea unei rezoluții maxime pe adâncime, acestea
2 au în compunere un actuator piezoelectric cu fețe plan paralele. Pentru asigurarea unei
3 înalte reproductibilități actuatorul piezoelectric oscilează pe frecvența de rezonanță f_r :

$$4 \quad f_r = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (5)$$

7 unde:

8 l - grosimea plăcii piezoelectrice de cuarț;

9 ρ - densitatea cuarțului

10 E - modulul de elasticitate a cuarțului

11 Valoarea frecvenței de rezonanță f_r recomandată este de 0,1 MHz. La această frec-
12 vență sunt posibile grosimi ale discului de cuarț, din compunerea actuatorului piezoelectric,
13 de ordinul milimetrilor și deplasări de dilatare-contrație ale acestuia de circa 1000 nm, ceea
14 ce acoperă atingerea lungimilor de undă pentru toate punctele focale din domeniul spectral
15 vizibil. Peste tensiunea de alimentare de înaltă frecvență, care menține discul de cuarț al
16 actuatorului piezoelectric la frecvența de rezonanță stabilă, se suprapun trepte de tensiune
17 de curent continuu, obținute cu un generator electronic care produce ciclic trepte de tensiuni
18 electrice crescătoare urmate de trepte de tensiuni electrice descrescătoare de aceeași
19 valoare. Treptele de tensiune crescătoare provoacă, proporțional cu tensiunea aplicată,
20 dilatarea actuatorului piezoelectric cu un increment precis, de ordinul nanometrilor, iar
21 treptele de tensiune descrescătoare provoacă contractia acestuia cu același increment de
22 ordinul nanometrilor, (fig. 1). Corespunzător cu aceste dilatări și contractări este realizată și
23 deplasarea axială, cu aceiași pași incrementali preciși, a uneia din cele două oglinzi metalice
24 spre cealaltă respectiv dinspre cealaltă. În acest fel sunt accesate pe rând punctele focale
25 corespunzătoare diferitelor lungimi de undă de pe linia focală caracteristică spectrului vizibil
26 cuprins între 390-780 nm. Controlul nivelului deplasării axiale provocate de actuatorul
27 piezoelectric este realizat, conform soluției din invenție, cu ajutorul unui senzor capacitiv,
28 realizat sub forma unor armături plan paralele de condensator, plasat între actuatorul
29 piezoelectric și corpul superior la una din variantele constructive, respectiv între actuatorul
30 piezoelectric și suportul cu trei brațe de pe corpul inferior al obiectivului optic de microscop,
31 (fig. 3), (fig. 4) și (fig. 5). La fiecare pas incremental precis de deplasare al uneia din cele
32 două oglinzi ale obiectivului optic are loc în mod automat atingerea unui punct focal și o
33 achiziție de imagine microscopică corespunzătoare. Prescrierea pasului lungimilor de undă
34 unde trebuiesc realizate puncte focale este făcută de operator. Controlul și validarea atingerii
35 aceluși unui punct focal, este stabilit de către o unitate diferențială care compară continuu
36 nivelul deplasării uneia din cele două oglinzi metalice de focalizare, nivel dat de semnalul
37 senzorului capacitiv, cu nivelul unui semnal electric dat de un senzor de tip CCD, care
38 stabilește intensitatea maximă a unui fascicul luminos deviat cu o prismă optică din fasciculul
39 luminos reflectat de pe materia cercetată. Sesizarea cu precizie a atingerii maximumului
40 intensității radiației luminoase se realizează prin soft-ul specializat care folosește în acest
41 scop valoarea zero a derivatei a 1-a a intensității (I) luminoase în funcție de timpul (t):

$$43 \quad \frac{dI}{dt} = 0 \quad (6)$$

45 Valoarea zero a unei derivate arată totdeauna atingerea unui maxim sau a unui
46 minim, în cazul concret, arată atingerea punctului focal. Toate aceste operații sunt gestionate
47 de un calculator electronic, prin intermediul unui soft specializat, care asigură totodată
48 procesarea pachetului de imagini achiziționate în timpul scanării dus-întors a actuatorului
49 piezoelectric, pentru a fi redată fie sub formă de tomograme 3-D, fie redată ca imagine după
50 imagine cu o viteză stabilită de cercetător.

RO 133216 B1

Un obiectiv **a** optic cu focalizare automată conform invenției, montat pe un un 1
microscop optic de reflexie (fig. 2) echipat cu un obiectiv o optic cu focalizare automată
conform invenției are în compunere un tub **b** optic, o unitate optică trinoculară, un sistem **d** 3
optoelectronic de achiziție de imagini, un sistem **e** optoelectronic de măsurare a intensității
luminoase din domeniul spectral vizibil, o unitate **f** diferențială de căutare a punctelor focale, 5
o unitate **g** de prescriere și alimentare cu tensiuni electrice în trepte, o unitate **h** senzorială
de control a deplasării, un calculator **i** electronic și un soft **j** specializat. 7

Pentru obiectivul de microscop **a** cu focalizare automată sunt prezentate două 9
variante una cu optoelectronică exterioară obiectivului de microscop și una cu optoelec-
tronica integrată în obiectivul de microscop. La rândul ei varianta cu optoelectronica exte-
rioară obiectivului de microscop poate fi materializată fie cu deplasarea controlată a oglinzii 11
concave fie cu deplasarea controlată a oglinzii convexe.

Obiectivul de microscop cu deplasarea controlată a oglinzii concave (fig. 3), (fig. 4), 13
se compune dintr-un corp **1** superior, un corp **2** inferior, un actuator **3** piezoelectric cu fețe
plan-paralele și orificiu circular central, un senzor de deplasare capacitiv format din două 15
armături **4** și **5** plan paralele de condensator prevăzute cu un orificiu central, o oglindă **6**
concavă, o oglindă **7** convexă, un suport **8** cu fixare prin trei brațe și un conector **9** electric. 17

Obiectivul de microscop cu deplasarea controlată a oglinzii convexe. (Fig. 5) se 19
compune dintr-un corp **10** superior, un corp **11** inferior, un actuator **12** piezoelectric cu fețe
plan-paralele, un senzor de deplasare capacitiv format din două armături **13** și **14** plan
paralele de condensator, o oglindă **6** concavă, o oglindă **7** convexă, un suport **8** cu fixare prin 21
trei brațe cu fereastră între ele și un conector **15** electric.

Obiectivul de microscop cu optoelectronică integrată de căutare a punctului focal 23
(fig. 6), se compune dintr-un corp **16** superior, un corp **11** inferior, un actuator **12**
piezoelectric cu fețe plan-paralele, un senzor de deplasare capacitiv format din două armături 25
13 și **14** de condensator plan paralele, o oglindă **6** concavă, o oglindă **7** convexă, un suport
8 cu fixare prin trei brațe și un conector **15** electric, în compunerea acestui tip de obiectiv mai 27
intră un modul **A** optoelectronic compus la rândul lui dintr-un corp **17** cilindric pe care este
montat în exterior o prismă **18** optică, iar în interior două discuri **19** și **20** cu fante circulare, 29
un grup **21** de lentile colimatoare, un detector **22** optic de tip CCD și un șurub **23** de centrare
și fixare a modulului **A** optoelectronic. Legătura modulului optoelectronic **A** cu sistemul **e** 31
optoelectronic de căutare a punctelor focale se realizează prin intermediul unui conector **24**
electric. Rolul modulului optoelectronic **A** împreună cu prisma **18** optică este acela de a devia 33
cu 90° și a analiza o parte din fasciculul luminos reflectat de pe materia **m** cercetată spre
detectorul **22** CCD al cărui semnal este folosit de sistemul **e** optoelectronic de căutare a 35
punctelor focale pentru a corela lungimea de undă a unui anumit punct focal de pe linia
spectrală a domeniului vizibil cu imaginea microscopică salvată pentru acel punct focal. 37

RO 133216 B1

Revendicări

1

3 1. Obiectiv de microscop cu focalizare automată, montat pe un microscop de reflexie,
5 **caracterizat prin aceea că**, în vederea obținerii unei rezoluții optice maxime pe adâncime,
7 cu o optoelectronică exterioară obiectivului, este folosită o optică activă automată formată
9 la rândul ei din niște actuatoare (3) și (12) piezoelectrice de scanare a punctelor focale pe
adâncime, o oglindă (6) concavă și o oglindă (7) convexă, ambele eliminând în timpul foca-

11 2. Obiectiv de microscop, conform revendicării 1, cu o optoelectronică exterioară
13 obiectivului, **caracterizat prin aceea că**, în vederea asigurării unei rezoluții optice ridicate,
15 a unei viteze mari de achiziție de imagini în lipsa inerției mecanice și a frecării, modificarea
distanței focale în condițiile deplasării oglinzii (6) concave, înspre și dinspre oglinda convexă
(7), este realizată cu actuatorul (3) piezoelectric de cuarț cu fețe plan paralele, cu orificiu
central, montat între corpul (1) superior și oglinda (6) concavă, alimentat în timpul unei
scanări pe o linie focală cu o tensiune electrică crescătoare - descrescătoare în rampă.

17 3. Obiectiv de microscop conform revendicării 1, cu o optoelectronică exterioară
19 obiectivului, **caracterizat prin aceea că**, în vederea urmăririi și reglării automate a
deplasărilor lentilei concave (6) prin intermediul actuatorului (3) piezoelectric este folosită
21 armătura (4) de condensator cu orificiu central, lipită rigid de corpul superior (1) și o altă
armătură (5) de condensator cu orificiu central, lipită rigid de actuatorul (3) piezoelectric.

23 4. Obiectiv de microscop, cu o optoelectronică exterioară obiectivului, cu deplasarea
25 controlată a oglinzii convexe, conform revendicării 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**,
27 modificarea distanței focale, în vederea asigurării unei rezoluții optice ridicate, a unei viteze
mari de achiziție de imagini în lipsa inerției mecanice și a frecării, în condițiile deplasării
oglinzii (7) convexă înspre și dinspre oglinda (6) concavă, este realizată cu ajutorul
actuatorului (12) piezoelectric de cuarț, având forma unui disc plin cu fețe plan paralele,
montat între un suport (8) cu fixare prin trei brațe și oglinda (7) convexă.

29 5. Obiectiv de microscop cu o optoelectronică exterioară obiectivului, conform
31 revendicării 1 și 4, **caracterizat prin aceea că**, în vederea urmăririi și reglării automate a
deplasărilor lentilei convexe (7) prin intermediul actuatorului (12) piezoelectric, este folosită
33 armătura (14) plan-paralelă de condensator, fără orificiu central, lipită rigid de actuatorul
piezoelectric (12) și o altă armătură (15) de condensator plan-paralelă, fără orificiu central
lipită la rândul ei rigid de suportul (8) de fixare cu trei brațe.

35 6. Obiectiv de microscop cu focalizare automată, montat pe un microscop de reflexie,
37 **caracterizat prin aceea că**, în vederea obținerii unei rezoluții maxime pe adâncime cu o
optoelectronică integrată, are prevăzut într-un corp (16) superior de o prismă (18) optică și
de un modul (A) optoelectronic unitar format la rândul lui dintr-un corp (17) cilindric ce
39 dispune în interior de două discuri (19) și (20) cu fante circulare, un grup de lentile (21)
colimatoare și un detector (22) CCD, modulul (A) fiind centrat și rigidizat pe corpul (16)
41 superior al obiectivului optic cu un șurub (23) înecat.

(51) Int.Cl.

G02B 21/36 (2006.01);

G02B 27/00 (2006.01)

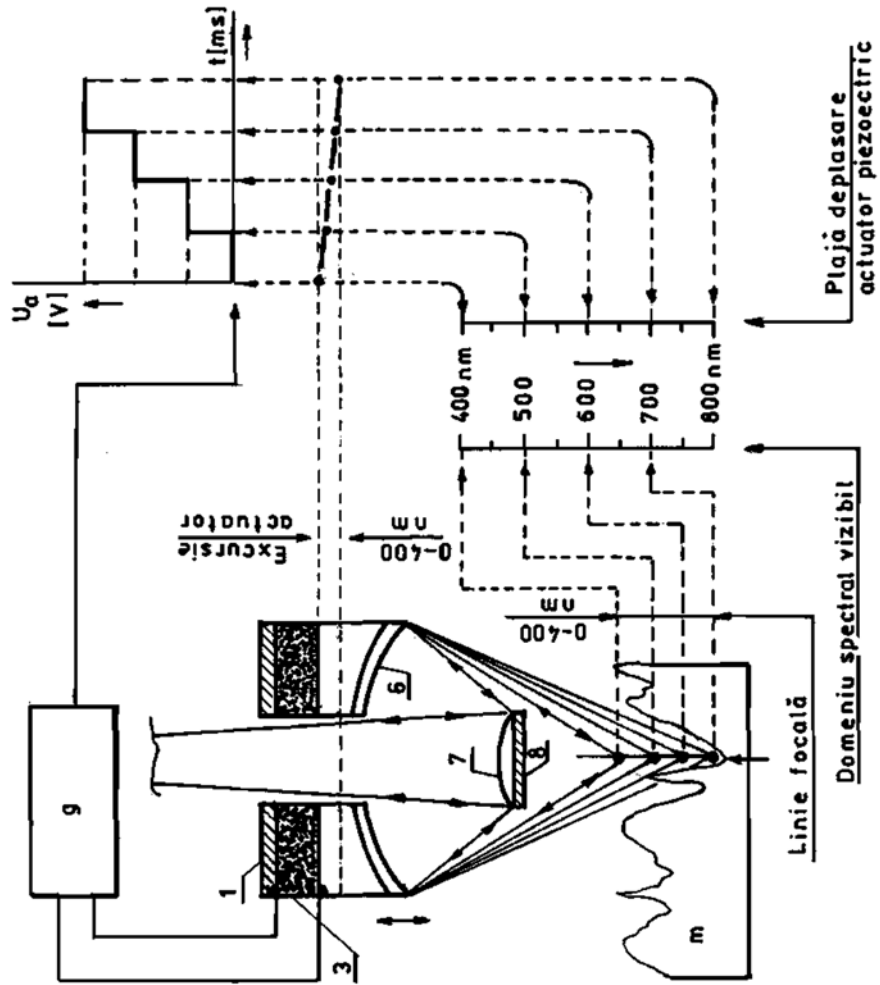


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G02B 21/36 (2006.01),

G02B 27/00 (2006.01)

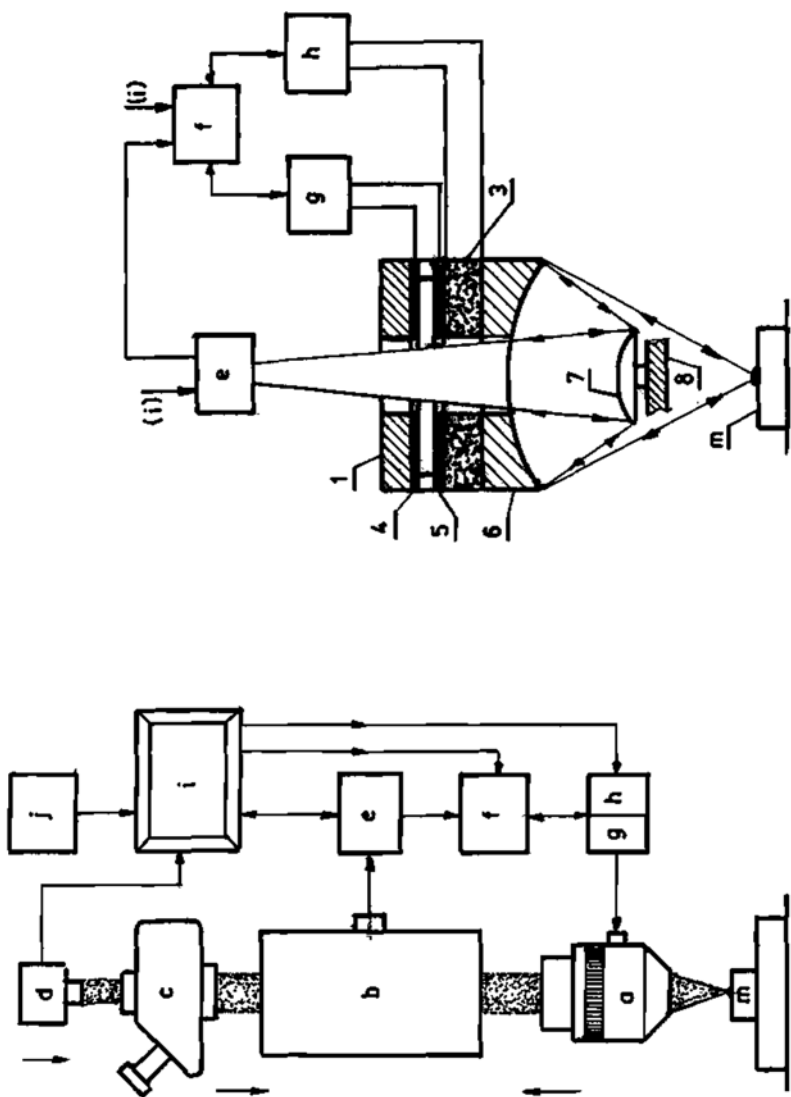


Fig. 3

Fig. 2

(51) Int.Cl.

G02B 21/36 (2006.01);

G02B 27/00 (2006.01)

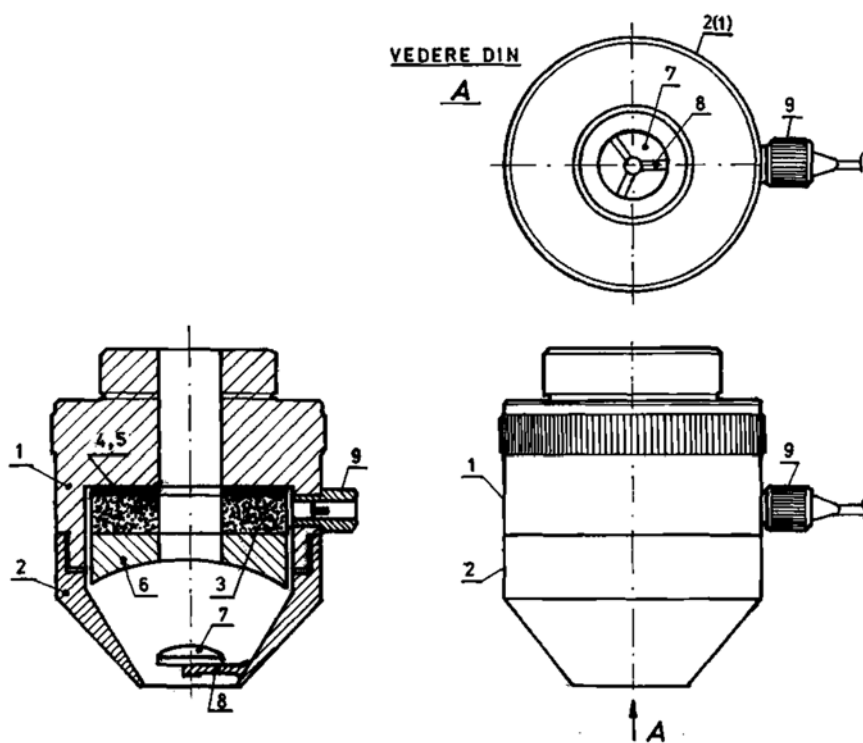


Fig. 4

