



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00771**

(22) Data de depozit: **28/09/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2023** BOPI nr. **6/2023**

(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.VICTORIEI, NR.61,**  
**SAT SF.ILIE-ȘCHEIA, SV, RO;**  
• **DIMIAN MIHAI,**  
**STR. PROF. LECA MORARIU, NR.11A,**  
**BL.A5, SC.A, AP.18, SUCEAVA, SV, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 130081 A2; TW 201632934 A;**  
**RO 129593 A2; RO 128053 B1**

(54) **SPECTROMICROSCOP RAMAN CU SISTEM AUTOMAT  
DE FOCALIZARE**



# RO 133199 B1

1           Invenția se referă la un sistem automat de focalizare optică, ce permite în condiții de  
înalță rezoluție microscopică și rezoluție spectrală, în același loc și în același timp, atât  
3 studiul microscopic în domeniul spectral vizibil cât și analiza spectrometrică calitativă și  
cantitativă Raman, a unei materii solide sau semisolide, cu o radiație monocromatică de  
5 excitație având lungimea de undă 1064 nm, în domeniul spectral infraroșu. Invenția poate  
fi materializată industrial într-un spectromicroscop Raman având o rezoluție optică și o  
7 rezoluție spectrală superioară. De asemenea, sistemul poate fi implementat pe spectromicro-  
scoape Raman în producție cât și pe spectromicroscoape Raman în exploatare curentă. Mai  
9 mult, structura modulară a sistemului permite transformarea unor microscopie optice și a  
unor spectrometre Raman independente în spectromicroscoape Raman performante.

11           Spectromicroscopia reprezintă un mijloc de investigare modern la care se îmbină, sub  
forma unei structuri unitare, un spectrometru și un microscop. Spectromicroscopia prezintă  
13 marele avantaj că permite studiul materiei cercetate, exact în același loc și în același timp,  
atât sub aspect microscopic cât și sub aspect spectral. La ora actuală, există spectromicro-  
15 scoape în domeniul vizibil, spectromicroscoape în domeniul infraroșu și spectromicroscoape  
Raman, cele din urmă denumite de multe ori impropriu microscopie Raman. Atât la studiul  
17 microscopic cât și la analiza spectrală Raman rezoluția cea mai înaltă se atinge atunci când  
materia cercetată se găsește în punctul focal. La microscopie lucrul în afara punctului focal  
19 duce la imagine neclară, iar la spectroscopie duce la reducerea selectivității, a preciziei și  
a sensibilității, cu efect negativ asupra limitei de detecție la analiza urmelor.

21           La studiul microscopic al materiei cercetate, în domeniul spectral vizibil, rezoluția  
optică maximă este definită ca fiind distanța minimă la care două puncte pot fi distinse clar  
23 într-o imagine microscopică a materiei de cercetat. La analiza spectrometrică rezoluția este  
definită ca fiind raportul  $\lambda/\delta\lambda$  unde  $\delta\lambda$  este cea mai mică distanță, exprimată ca diferență de  
25 lungimi de undă, care o prezintă două linii spectrale pentru a fi puse în evidență cu un  
spectrometru, iar  $\lambda$  reprezintă valoarea medie a lungimilor de undă a celor două linii  
27 spectrale.

29           La ora actuală, sunt folosite trei tipuri de spectromicroscoape Raman, primul are  
valoarea lungimii de undă a radiației de excitație Laser la 532 nm în domeniul spectral vizibil,  
al doilea la 785 nm la limita domeniului spectral vizibil cu domeniul spectral infraroșu și al  
31 treilea în domeniul spectral infraroșu cu lungimea de undă la 1064 nm, cel din urmă  
cunoscând în ultimul timp o dezvoltare tot mai mare.

33           La un spectromicroscop RAMAN, cu lungimea de undă a radiației Laser de 532 nm  
sau de 785 nm, masa de lucru împreună cu materia cercetată se deplasează manual sau  
35 motorizat pe verticală până când pe oculare sau pe monitor se obține o imagine clară, ceea  
ce corespunde cu atingerea punctului focal pentru studiul microscopic, iar rezultatul este o  
37 imagine microscopică. După achiziția optoelectronică a imaginii microscopice se pornește  
Laser-ul, care prin radiația monocromatică provoacă excitarea materiei cercetate. Rezultatul  
39 îl reprezintă o spectrogramă de fluorescență Raman, care prin intermediul liniilor spectrale  
Stokes, oferă informații despre speciile chimice existente în materia analizată precum și  
41 despre concentrațiile acestor specii. Aceste tipuri de spectromicroscoape Raman folosesc  
obiective optice apocromate sau planapocromate, care acoperă un domeniu de lungimi de  
43 undă cuprins între 390 nm (violet) și 780 nm (roșu) pe care le concentrează într-un singur  
punct focal (situat la circa 580 nm după producătorul obiectivului optic) în domeniul spectral  
45 galben-verde.

47           La un spectromicroscop RAMAN cu lungimea de undă a radiației Laser de 1064 nm,  
pentru studiul microscopic al materiei cercetate se procedează în prima parte ca în cazul pre-  
cedent rezultând o imagine microscopică salvată optoelectronic. În partea a doua, în vederea

# RO 133199 B1

analizei spectrometrice, se pornește Laser-ul după care se deplasează manual sau motorizat, în mod repetat, pe verticală, masa spectromicroscopului împreună cu materia cercetată urmărind pe monitorul calculatorului electronic obținerea unei înălțimi maxime pentru liniile spectrale Stokes din spectrogramă Raman. La atingerea înălțimii maxime a liniilor spectrale se face achiziția optoelectronică a spectrogramei, fiind îndeplinită condiția ca materia cercetată să se găsească în punctul focal al lentilelor de focalizare a spectromicroscopului Raman.

Acest sistem și mod de lucru prezintă dezavantaje pentru spectromicroscopul Raman cu lungimea de undă a radiației Laser de excitație situată la 1064 nm, din cauza faptului că materia cercetată este deplasată de mai multe ori prin punctul focal real până la luarea deciziei asupra poziției care oferă cea mai bună rezoluție spectrală. La acest tip de Laser, din cauza densității energetice mari în punctul focal, căutările repetate ale punctului focal provoacă modificarea compoziției chimice a materiei cercetate și chiar descompunerea unor componente ale acesteia. Pe de altă parte, punctul focal stabilit pe bază vizuală nu are o reproductibilitate bună de la proba la probă, cu efecte negative asupra preciziei, sensibilității și selectivității analizei spectrale Raman.

În scopul focalizării automate, rapide și precise, la microscopul optic folosite în domeniul spectral vizibil, autorilor le este cunoscută soluția descrisă în documentul D1 intitulat „*Obiectiv de microscop cu focalizare automată*”, Dosar OSIM **A00661/15.09.2017**. Obiectivul de microscop, conform acestei invenții, folosește o optică formată dintr-un actuator piezoelectric de cuarț care deplasează o oglindă metalică concavă sau o oglindă metalică convexă înspre și dinspre materia cercetată, controlul deplasării fiind realizat cu un traductor capacitiv. Din structura unui microscop optic, care folosește un obiectiv de această natură, mai face parte un sistem optoelectronic de achiziție de imagini, un sistem optoelectronic de măsurare a intensității luminoase, o unitate diferențială de căutare a punctelor focale, o unitate de prescriere și alimentare, o unitate senzorială de control a deplasării, un calculator electronic și un soft specializat. Dezavantajul soluției constă în necesitatea folosirii unui traductor de deplasare și în folosirea doar a unui singur sistem de căutare a punctului focal bazat pe fotocurentul maxim măsurat pentru radiația luminoasă reflectată de pe materia cercetată.

O soluție cunoscută și aplicată la focalizarea unui fascicul laser din domeniul spectral infraroșu se aplică la tăierea metalelor cu Laser, unde în vederea focalizării automate sunt folosite oglinzi concave metalice de focalizare din cupru lustruit ce au pereți dubli între care se introduce apa distilată. Printr-o buclă de reglare automată este controlată și reglată presiunea apei, care modifică concavitățile oglinzii, astfel încât punctul focal, garanție a randamentului de tăiere maxim, să coboare pe adâncimea materialului metalic tăiat pe măsura debitării acestuia. Senzorul din bucla de reglare automată a punctului focal Laser este un pirometru electronic care măsoară temperatura metalului din zona punctului focal. Din motive dimensionale, de precizie și de viteză de lucru, soluția aceasta este neaplicabilă la spectromicroscopul Raman.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unei optici adaptive folosite la spectromicroscopul Raman, cu lungimea de undă a radiației monocromatice de excitație de 1064 nm, cu scopul obținerii unei rezoluții microscopice și spectrale ridicate atât pentru studiul microscopic al materiei cercetate cât și pentru analiza spectrometrică Raman a acesteia.

O rezoluție microscopică și spectrală înaltă pentru spectromicroscopul de tip Raman se poate asigura doar prin căutarea cu mare viteză și precizie a punctului focal atât pentru radiația luminoasă policromatică din domeniul spectral vizibil, cât și a punctului focal pentru

# RO 133199 B1

1 radiația Laser monocromatică de excitație din domeniul spectral infraroșu. Soluțiile conform  
invenției se aplică spectromicroscopelor Raman, care au lungimea de undă a radiației de  
3 excitare monocromatice Laser situată la 1064 nm, cu folosirea unui obiectiv cu optică  
adaptivă având grupul de lentile necorectate cromatic. Aplicarea invenției asigură căutarea  
5 automată a punctelor focale de pe linia focală a radiației luminoase policromatice din  
domeniul spectral vizibil, folosită pentru studiul microscopic, precum și a punctului focal al  
7 radiației Laser monocromatice din domeniul spectral infraroșu folosită ca sursă de excitație  
în spectrometria Raman. La atingerea unui punct focal în domeniul spectral vizibil are loc  
9 achiziția și stocarea optoelectronică a unei imagini microscopice pentru fiecare punct focal  
atins în timpul scanării de-a lungul liniei focale. La interval de milisecunde, după ce a avut  
11 loc căutarea punctelor focale din domeniul vizibil, urmează căutarea punctului focal al  
radiației Laser monocromatice având lungimea de undă 1064 nm. Rezultatul analizei  
13 complete îl reprezintă o imagine microscopică 3 D cu rezoluție înaltă și o spectrogramă  
Raman tot cu o rezoluție înaltă.

15 Conform invenției, pentru căutarea punctelor focale din domeniul spectral vizibil și a  
punctului focal al radiației Laser din domeniul spectral infraroșu, urmată de focalizare  
17 automată, se folosesc obiective cu optică adaptivă, în compunerea cărora intră lentile de  
focalizare necorectate cromatic și un actuator piezoelectric neinerțial, fără frecare, care  
19 realizează pe o plajă de cea 700 nm deplasarea alternativă rapidă, înspre și dinspre materia  
cercetată, a unei lentile din grupul de lentile de focalizare a obiectivului spectromicroscopului  
21 Raman. În felul acesta, este posibilă focalizarea radiației policromatice în toate punctele  
focale de pe linia focală a domeniului spectral vizibil corelată cu achiziția automată a ima-  
23 ginilor microscopice din aceste puncte focale precum și focalizarea radiației monocromatice  
cu lungimea de undă 1064 nm, din domeniul spectral infraroșu, corelată cu achiziția  
25 automată a spectrului Raman. Calibrarea deplasărilor actuatorului piezoelectric se face cu  
un interferometru Michelson, o singură dată, la fabricarea obiectivului cu optică activă.

27 Optoelectronica ce asistă optica activă a obiectivului este formată dintr-un senzor  
CCD pentru imagistica microscopică, un senzor CCD pentru analiza dinamică a intensității  
29 radiației luminoase reflectate de pe materia cercetată, un senzor Diode-Array pentru  
imagistica spectrală și alți doi senzori Diode-Array pentru realizarea comparării de fază.

31 Pentru căutarea și reglarea automată a punctului focal în domeniul spectral vizibil  
este folosită o tehnică adaptivă de focalizare, de tip dual, bazată atât pe compararea de fază  
33 a radiației luminoase cât și pe compararea dinamică a intensității luminoase reflectate de pe  
materia cercetată. În felul acesta este posibilă folosirea avantajelor ambelor tehnici,  
35 respectiv: viteză mare de lucru și recunoașterea direcției de deplasare a lentilei de focalizare  
în căutarea punctului focal la tehnica bazată pe compararea de fază și precizie ridicată la  
37 tehnica de focalizare automată bazată pe analiza dinamică a intensității radiației luminoase.

Folosirea de lentile de focalizare necorectate cromatic și a unei optici active de  
39 deplasare a acestora oferă avantajul obținerii unei rezoluții optice ridicate la studiul  
microscopic în domeniul vizibil, iar în domeniul infraroșu permite plasarea materiei cercetate  
41 în punctul focal al radiației Laser având lungimea de undă de 1064 nm, ceea ce oferă  
garanția unei rezoluții spectrale ridicate.

43 Se dau în continuare două exemple de realizare a invenției, în legătură cu fig.1...5,  
care reprezintă:

45 - fig. 1, schema de principiu privind căutarea punctului focal al radiației policromatice  
și al radiației monocromatice Laser având lungimea de undă de 1064 nm;

47 - fig. 2, schema optică a unui spectromicroscop Raman cu optică activă conform  
invenției;

# RO 133199 B1

- fig. 3, vedere și secțiune printr-un obiectiv optic conform invenției, echipat cu actuator piezoelectric; 1
  - fig. 4, vedere a obiectivului cu focalizarea automată montat pe tubul optic al spectromicroscopului Raman; 3
  - fig. 5, modalitatea de calibrare a deplasărilor punctului focal cu ajutorul unui interferometru Michelson. 5
- În compunerea unui spectromicroscop pentru studiul microscopic și pentru analiza spectrală Raman la lungimea de undă 1064 nm a radiației de excitare monocromatică a materiei **1** cercetate, poziționată pe o masă **2** de deplasare pe verticală, într-un obiectiv **A** optic de microscop, un sistem **B** de control al deplasării, un tub **C** optic, o sursă **D** de radiație policromatică, o sursă **E** de radiație monocromatică Laser cu lungimea de undă de 1064 nm, un spectrometru **F** Raman, un sistem **G** optoelectronic pentru achiziția imaginilor de microscopie optică, un calculator **H** electronic și un soft **I** dedicat. Pentru calibrarea opticii active a obiectivului optic **A** este folosit un sistem **J** interferometric Michelson. Rezultatul folosirii spectromicroscopului Raman îl reprezintă o imagine **m** microscopică și o spectrogramă **s** Raman, ambele de înaltă rezoluție. 7 9 11 13 15
- Obiectivul **A** de microscop, conform invenției, este compus din două corpuri **3** și **4** metalice concentrice rigidizate cu un șurub **5** înecat, un actuator **6** piezoelectric, două lentile **7** și **8** de focalizare necorectate cromatic, două armături **9** și **10** metalice, un canal **c** pentru cablu electric, un cablu **11** de alimentare electrică a actuatorului **6** piezoelectric, două inele **12** și **13** de cupru lipite nedemontabil cu o rășină **14** epoxidică într-un locaș **15** circular și folosite pentru conectarea electrică interioară, prin intermediul tubului **C** optic, cu sistemul **B** de control al deplasării. Pentru îmbinarea prin lipire a actuatorului **6** piezoelectric cu armătura **9** de sprijin și a celei din urmă cu corpul **4** al obiectivului **A** optic precum și fixarea și rigidizarea durabilă, într-un locaș **15** circular, a inelelor **12** și **13** de cupru, folosite la rândul lor pentru punerea sub tensiune a actuatorului **6** piezoelectric, este folosită o rășină **14** epoxidică care are și rol de izolator electric. 17 19 21 23 25 27
- Sistemul **B** de control al deplasării este compus din două fante **16** și **17**, trei lentile **18**, **19** și **20** și două detectoare optice **21** și **22** de tip Diode Array. 29
- Tubul optic **C** are în compunere două oglinzi **23** și **24** semitransparente.
- Sistemul de calibrare a deplasării actuatorului **6** piezoelectric este format dintr-un interferometru **J** Michelson, o oglindă o metalică realizată pe un capac **24** înfiletat pe corpul **4** metalic al obiectivului și un element **25** de contact electric ce are la rândul lui în compunere două tije **26** și **27** cilindrice de contact realizate din cupru argintat, apăsate elastic de două arcuri **28** și **29** de compresiune, un șurub **30** de fixare și strângere a obiectivului **A** optic de microscop. 31 33 35
- Modul de lucru cu un spectromicroscop conform invenției presupune două nivele de căutare succesive a punctelor focale specifice microscopiei  $f_m$  și spectrometriei Raman  $f_s$ . În vederea realizării unei optici active de căutare a punctelor focale  $f_m$  și a punctului focal  $f_s$  de pe linia  $I_f$  focală, lentila **7** de focalizare a obiectivului **A** optic, necorectată cromatic, este lipită centric pe actuatorul **6** piezoelectric, lipit la rândul lui pe armatură **9**. 37 39 41
- Primul nivel de căutare este realizat cu un servomotor electric ce deplasează masa **2** a spectromicroscopului cu materia **1** cercetată pe verticală până când aceasta se situează în primul punct focal  $f_m$  care pe axa optică are poziția cea mai îndepărtată față de ultima lentilă din obiectivul microscopului și corespunde lungimilor de undă din zona roșie a spectrului policromatic vizibil. Atingerea acestui punct focal este sesizată automat de soft-ul **I** specializat care folosește analiza dinamică a intensității maxime a radiației luminoase reflectate de pe materia cercetată pentru poziționarea pe verticală a mesei spectromicroscopului. 43 45 47

# RO 133199 B1

1 Al doilea nivel de căutare este automat și este asigurat de actuatorul **6** piezoelectric  
împreună cu soft-ul **1** specializat. După atingerea punctului focal  $f_m$  în domeniul spectral roșu,  
3 realizată prin intermediul primului nivel de căutare, are loc scanarea, din aproape în aproape,  
a lungimilor de undă de pe linia focală a domeniului spectral vizibil, prin deplasarea lentilei  
5 **7** de focalizare de către actuatorul **6** piezoelectric de-a lungul liniei  $l_f$  focale din domeniul  
spectral vizibil. Sesizarea atingerii punctelor focale  $f_m$  se face prin tehnica duală descrisă  
7 care ține cont de atât de diferența zero de fază, dată de bucla de reglare bazată pe  
compararea de fază, cât și de fotocurentul maxim dat de senzorul spectrometrului RAMAN,  
9 sau după caz, la spectrometrele RAMAN cu transformată Fourier, de fotocurentul maxim dat  
de senzorul optic din interferometrul Michelson.

11 Rezultatul acestei scanări sunt sute de imagini microscopice redate prin intermediul  
soft -ului specializat sub forma unei tomograme 3D sau sub forma unor imagini individuale  
13 derulate cu diverse viteze la cerere. În continuare, are loc căutarea punctului focal  $f_s$  al  
radiației Laser situat la lungimea de undă de 1064 nm. În acest scop este folosită numai  
15 tehnica de analiză dinamică a intensității radiației luminoase reflectate de pe materia  
cercetată. Atunci când intensitatea radiației reflectate este maximă materia analizată se  
17 găsește în punctul focal  $f_s$  în care are loc achiziția și memorarea spectrogramei Raman.

# RO 133199 B1

## Revendicări

1. Spectromicroscop Raman în compunerea căruia intră o masă (2) de deplasare pe verticală a materiei (1) de cercetat, un calculator (H) electronic, un actuator (6) piezoelectric, un sistem de focalizare bazat pe comparare de fază și un sistem focalizare bazat pe analiza dinamică a intensității radiației luminoase **caracterizat prin aceea că** în vederea căutării automate a punctelor focale ( $f_m$ ), specifice microscopiei de pe linia ( $l_f$ ) focală a radiației luminoase din domeniul spectral vizibil precum și în vederea căutării automate a punctului focal ( $f_s$ ) al radiației monocromatice, cu lungimea de undă de 1064 nm din domeniul spectral infraroșu, specific spectrometriei Raman, cu scopul obținerii unei înalte rezoluții microscopice și a unei înalte rezoluții spectrale, este folosit un obiectiv (A) optic alcătuit din două lentile (7 și 8) de focalizare, prima lentilă (7) pentru focalizarea automată în domeniul spectral vizibil, iar a doua lentilă (8) pentru căutarea punctului focal al radiației monocromatice din domeniul spectral infraroșu, ambele lentile (7 și 8) fiind confecționate din sticlă optică necorectată cromatic prezentând pentru domeniul spectral vizibil o linie ( $l_f$ ) focală care permite scanarea din aproape în aproape a tuturor lungimilor de undă, cuprinse între 490 nm-780 nm, de către actuatorul (6) piezoelectric și o buclă de reglare opto-electronică, care pentru studiul microscopic în domeniul spectral vizibil utilizează compararea de fază a radiației luminoase concomitent cu măsurarea intensității radiației luminoase reflectată de pe materia (1) solidă sau semisolidă cercetată, iar pentru analiza spectrală Raman, în domeniul spectral infraroșu, folosește doar bucla de reglare automată bazată pe măsurarea intensității radiației luminoase reflectată de pe materia (1) solidă sau semisolidă cercetată.
2. Spectromicroscop conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în vederea realizării unei optici active de căutare a punctelor focale ( $f_m$ ) și a punctului focal ( $f_s$ ) de pe linia ( $l_f$ ) focală, lentila (7) de focalizare a obiectivului (A) optic, necorectată cromatic, este lipită centric pe actuatorul (6) piezoelectric, lipit la rândul lui pe armatură (9).
3. Spectromicroscop conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, punerea sub tensiune a actuatorului (6) piezoelectric, prin intermediul unei interfețe a calculatorului (H) electronic, este realizată de un cablu (11) de alimentare electrică folosind două inele (12 și 13) de cupru, care în timpul montării prin înfiletare pe tubul (C) optic al spectromicroscopului Raman, intră în contact alunecător cu două tije (26 și 27) cilindrice realizate din cupru argintat, apăstate elastic de niște arcuri (28 și 29) de compresiune, montate în partea inferioară a tubului (C) optic.
4. Spectromicroscop conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** pentru îmbinarea prin lipire a actuatorului (6) piezoelectric cu armătura (9) de sprijin și a celei din urmă cu corpul (4) al obiectivului (A) optic precum și fixarea și rigidizarea durabilă, într-un locaș (15) circular, a inelelor (12 și 13) de cupru, folosite la rândul lor pentru punerea sub tensiune a actuatorului (6) piezoelectric, este folosită o rășină (14) epoxidică care are și rol de izolator electric.
5. Spectromicroscop conform revendicărilor 1-2, **caracterizat prin aceea că**, în vederea focalizării automate în domeniul spectral vizibil prima lentilă (7) de focalizare se deplasează, cu ajutorul actuatorului (6) piezoelectric, înspre și dinspre materia (1) cercetată, în scopul achiziției imaginilor microscopice și a spectrului Raman cu cea mai ridicată rezoluție microscopică și spectrală, sistemul de focalizare realizând comutarea alternativă, cu mare viteză, între focalizare automată pe bază de comparare de fază a radiației

# RO 133199 B1

1 luminoase reflectate de pe materia (1) cercetată și focalizare automată pe baza intensității  
2 radiației luminoase reflectate tot de pe materia (1) cercetată, decizia achiziției optoelectro-  
3 nice a imaginii fiind luată în mod automat atunci când abaterea de faza este zero, iar  
intensitatea radiației luminoase reflectate este maximă.

5 6. Spectromicroscop conform revendicărilor 1-2, **caracterizat prin aceea că**, în  
vederea focalizării automate în domeniul spectral infraroșu se folosește o buclă de reglare  
7 pentru căutarea punctului ( $f_s$ ) focal al radiației monocromatice de excitare cu lungimea de  
undă de 1064 nm, în domeniul spectral cuprins între 780 nm și lungimea de undă de  
9 1100 nm, punctul focal ( $f_s$ ), corespunzător lungimii de undă de 1064 nm atingându-se atunci  
când intensitatea radiației luminoase reflectate este maximă, având loc achiziția optoelec-  
11 tronică automată a spectrului Raman pentru materia (1) cercetată.

13 7. Spectromicroscop conform revendicărilor precedente, **caracterizat prin aceea că**,  
în vederea cuantificării precise a incrementelor de deplasare ale actuatorului (6) piezo-  
electric, la fiecare treaptă de tensiune electrică de alimentare se face o singură calibrare de  
15 către producătorul obiectivului optic folosind în acest scop un sistem (J) interferometric  
Michelson, o oglindă (o) metalică realizată pe un capac (24) înfiletat pe corpul (4) metalic al  
17 obiectivului (A) și un element (25) de contact electric ce are la rândul lui în compunere două  
tije (26 și 27) cilindrice de contact realizate din cupru argintat, apăsate elastic de două arcuri  
19 (28 și 29) de compresiune pe inelele de cupru (12 și 13) aparținând obiectivului (A) optic și  
un șurub (30) de fixare și strângere.



(51) Int.Cl.

G01J 3/44<sup>(2006.01)</sup>;

G01N 21/65<sup>(2006.01)</sup>;

G02B 21/02<sup>(2006.01)</sup>

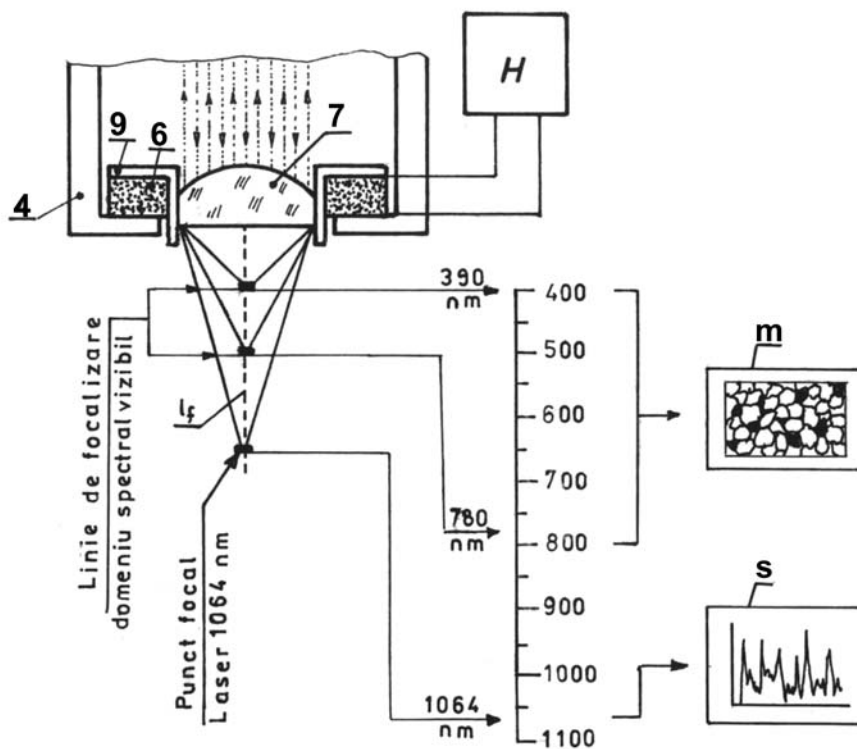


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01J 3/44 (2006.01);

G01N 21/65 (2006.01);

G02B 21/02 (2006.01)

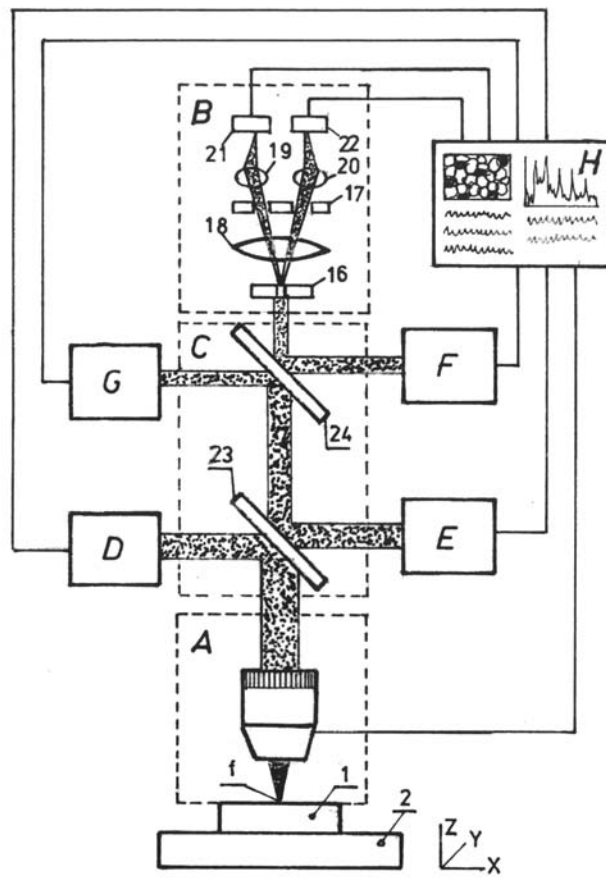


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G01J 3/44 (2006.01);

G01N 21/65 (2006.01);

G02B 21/02 (2006.01)

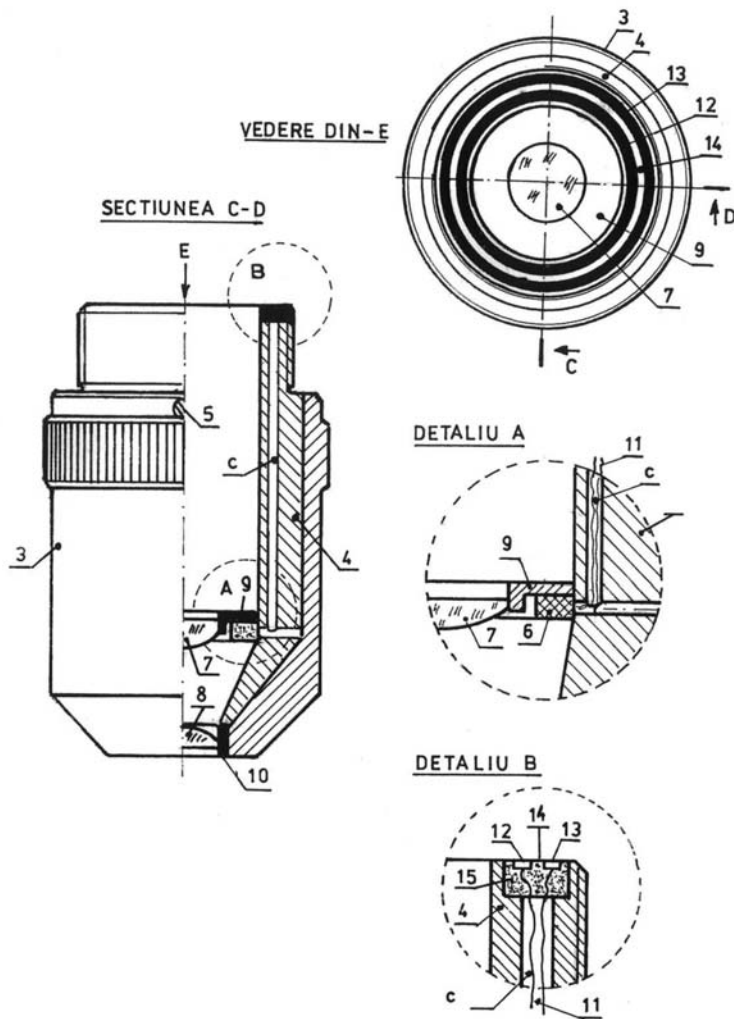


Fig. 3

(51) Int.Cl.

G01J 3/44 (2006.01),

G01N 21/65 (2006.01),

G02B 21/02 (2006.01)

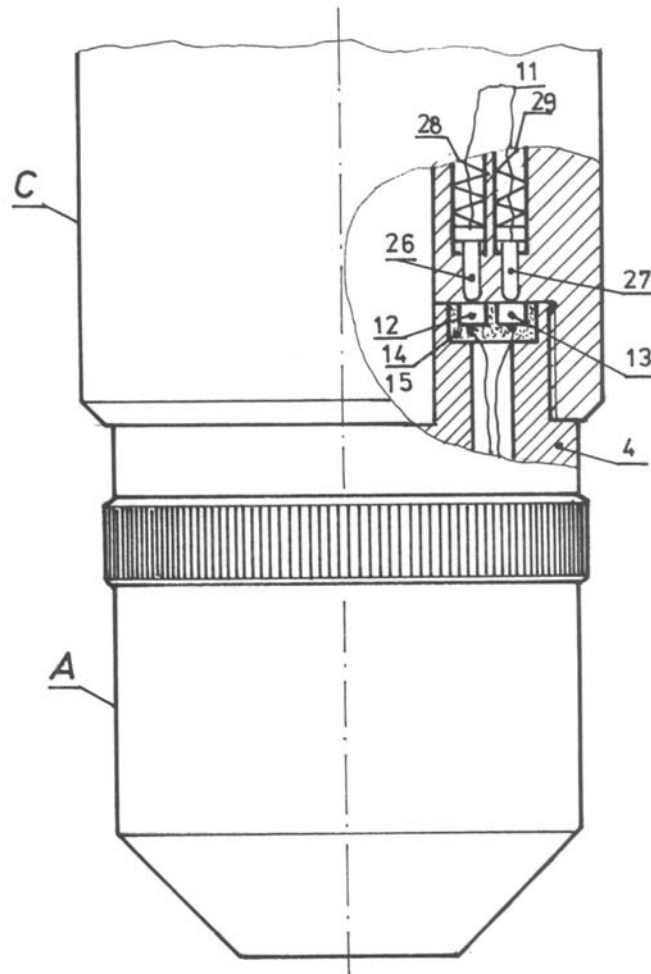


Fig. 4

(51) Int.Cl.

G01J 3/44 (2006.01);  
 G01N 21/65 (2006.01);  
 G02B 21/02 (2006.01)

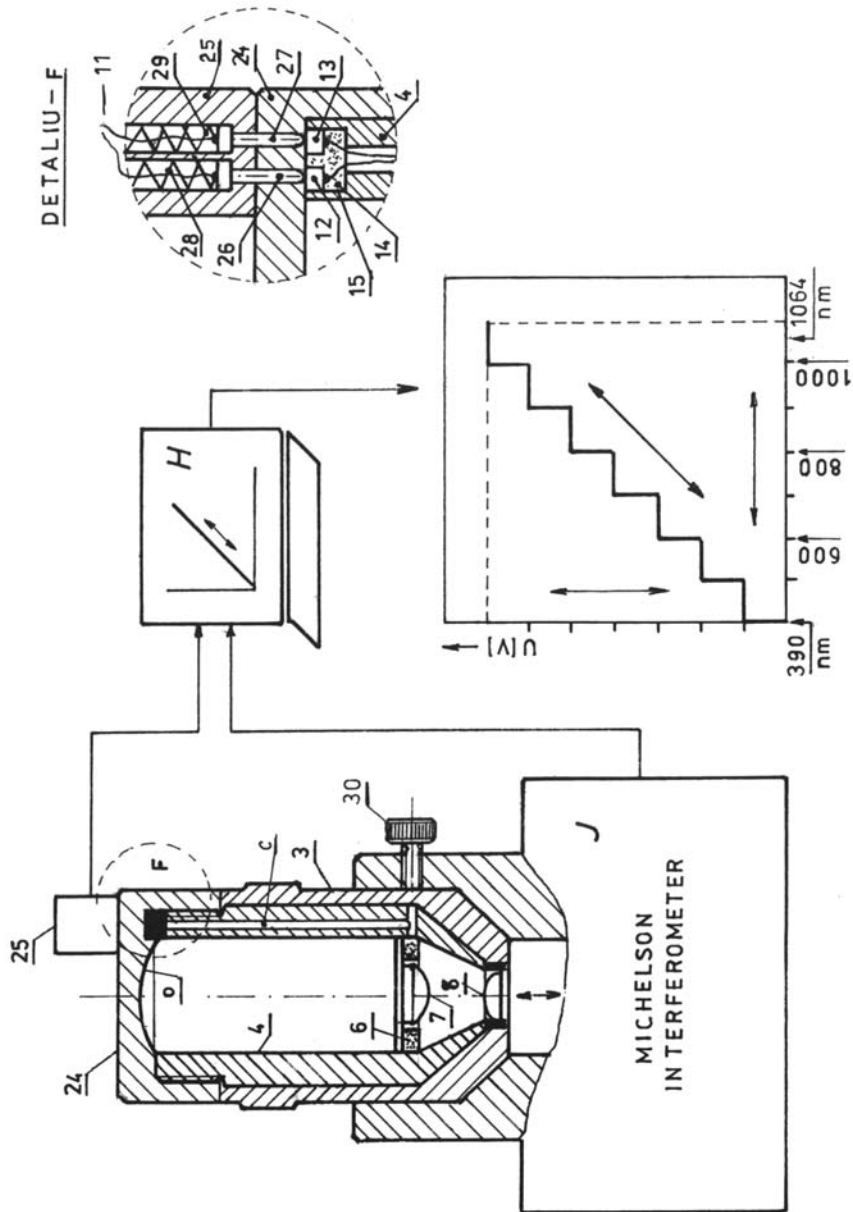


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
 sub comanda nr. 229/2023