



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00960**

(22) Data de depozit: **05.12.2012**

(41) Data publicării cererii:
30.06.2014 BOPI nr. **6/2014**

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

(72) Inventatori:
• **AMARIEI SONIA, STR. TIPOGRAFIEI**
NR. 4, BL. A5, SC. C, AP. 11, SUCEAVA,
SV, RO;

• **GUTT GHEORGHE, STR. VICTORIEI**
NR. 61, SAT SF. ILIE, SV, RO;
• **TODIRICĂ FLORIN SORIN,**
STR. POȘTA VECHIE NR. 1A, BOTOȘANI,
SV, RO;
• **GUTT ANDREI, STR. VICTORIEI NR. 61,**
SAT SF. ILIE, SV, RO;
• **BUCULEI AMELIA, STR. STAȚIUNII NR. 1,**
BL. E1, SC. A, AP. 11, SUCEAVA, SV, RO

(54) **SPECTROMICROSCOP MODULAR COMPLEX**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aparat de tip spectromicroscop modular, cu o structură complexă, liber configurabilă ca număr de aplicații spectrometrice, ce permite studiul microscopic și diferite analize spectrale ale materiei care se găsește la un moment dat în punctul focal al unui obiectiv optic aparținând microscopului din componența spectromicroscopului. Aparatul conform invenției cuprinde o unitate (1) microscopică de reflexie și/sau de transmisie, un obiectiv (2) optic, ce înglobează, la partea superioară, un senzor (3) piezoelectric destinat aplicației de spectrometrie fotoacustică, o sursă (4) laser de mică putere, de tip diode-Array, destinată analizei spectrometrice moleculare UV/VIS, analizei spectrometrice moleculare NIR, analizei spectrometrice de fluorescență, analizei spectrometrice Raman și analizei spectrometrice fotoacustice, o sursă (5) laser de medie putere, cu emisie pe lungimea de undă 1064 nm, destinată analizei spectrometrice de emisie atomică în domeniul spectral UV/VIS-NIR, o sursă (6) de radiație policromatică, folosită pentru iluminarea probei la studiul video-microscopic al acesteia, un alt divizor (8) optic, o cameră (9) video pentru achiziție optoelectronică de imagine microscopică, un spectrometru (10) cu rețea de difracție fixă și detector diode-Array având fanta dimensionată pentru sensibilitate medie care să acopere satisfăcător toate analizele spectrale enumerate, un calculator (11) electronic cu soft specializat pentru studiul microscopic optoelectronic și pentru analizele spectrale specifice, care se pot efectua cu spectromicroscopul, o imprimantă (12) electronică ce

permite imprimarea structurii microscopice și a spectrogramelor, alături de alte informații referitoare la compoziția și la concentrația speciilor chimice din materia (13) studiată, precum și o rețea de fibre (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) optice, care face legătura între diferitele unități optice modulare ale spectromicroscopului.

Revendicări: 2

Figuri: 3

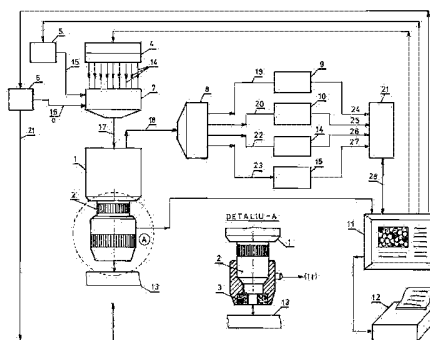
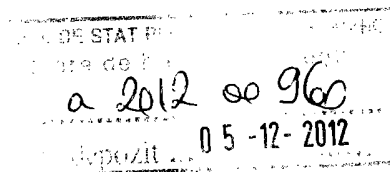


Fig. 3





33

SPECTROMICROSCOP MODULAR COMPLEX

Invenția se referă la un aparat, de tip spectromicroscop modular, cu o structură complexă, liber configurabilă ca număr de aplicații spectrometrice, care permite, concomitent și în același loc, studiul microscopic, analiza spectrală de emisie atomică în domeniul spectral ultraviolet - vizibil - infraroșu apropiat (UV-VIS-NIR), analiza spectrală de absorbție moleculară în domeniul spectral ultraviolet - vizibil (UV-VIS), analiza spectrală de absorbție moleculară în domeniul infraroșu apropiat (NIR), analiza spectrală de fluorescență, analiza spectrală fotoacustică și analiza spectrală Raman, a materiei care se găsește la un moment dat în punctul focal al unui obiectiv optic aparținând microscopului din compunerea spectromicroscopului.

Autorilor nu le sunt cunoscute soluții conceptive sau constructive apropiate sau identice cu soluțiile propuse în invenție.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui aparat care să permită concomitent și în același loc studiul microscopic alături de alte șase tipuri de analize spectrale destinate determinării compoziției chimice și concentrației speciilor chimice din probă. Obiectivul principal urmărit prin acest echipament este acela de a realiza, în condițiile unor costuri relativ mici, explorări avansate și performante, rezultatele obținute fiind folosite pentru caracterizare avansată a materiei studiate.

În scopul realizării spectromicroscopului modular complex este folosită o structură optoelectronică modulară formată dintr-o sursă de radiație policromatică cu emisie în domeniul spectral vizibil, o sursă de excitație laser termică NY-YAG de medie putere cu emisia pe lungimea de undă de 1064 nm, o sursă de excitație laser de mică putere de tip Diode-Array având emisie continuă și emisie pulsatorie pe mai multe lungimi de undă din domeniul spectral NIR, un detector piezoelectric, un multiplexor optoelectronic, una două sau sau trei unități spectrometrice cu rețera de difracție fixă și detector de tip Diode-Array, un analizor spectral în domeniul spectral ultrasonor, o unitate microscopică echipată cu achiziție opto-electronică de imagine, un calculator electronic cu soft specializat și o imprimantă electronică.

Principiul de funcționare a acestei structuri constă în iradierea continuă a materiei examinate cu un fascicul de radiație policromatică peste care se suprapune un fascicul laser de excitație termică de medie putere provenit de la o sursă laser detip NY-YAG și un alt fascicul laser de excitație de mică putere provenit de la sursă de excitație laser de tip Diode-Array ale căror diode laser emit fiecare pe altă lungime de undă, fasciculele laser de mică putere fiind comutate regulat și cu frecvență constantă de către un multiplexor optoelectronic comandat spre materia studiată. Răspunsul materiei studiate la iradierea cu acest fascicul de radiație complex este tot un semnal optic complex precum și un semnal ultrasonor complex, cel din urmă fiind generat pe baza efectului fotoacustic. Semnalul optic complex, reflectat sau trecut prin materia analizată, conține informații imagistice (folosite la analiza video-microscopică și informații spectrale (folosite pentru identificarea speciilor

chimice și a concentrației acestora în materia analizată). Semnalul ultrasonor complex conține informații fotoacustice spectrale (folosite pentru identificarea speciilor chimice și a concentrației acestora în materia analizată precum și pentru realizarea de imagistică tomografică a structurii materiei în punctul examinat)

Semnalele de răspuns sunt preluate și interpretate de detectori și senzori specifici după cum urmează:

- fasciculul de radiație policromatică recepționat este folosit pentru obținerea imaginii microscopice a materiei de sub ocularul optic microscopic folosind în acest scop microscopul optic echipat cu detector optoelectronic de tip CCD, calculator și soft de analiză de imagine. De menționat că echipamentul conform invenției permite atât studiul microscopic prin transmisie (microscopie biologică) cât și studiul microscopic prin reflexie (microscopie metalografică)

- fasciculul de radiație policromatică, recepționat în domeniul UV-VIS-NIR, ca urmare a excitației termice a materiei cu un fascicul laser continuu la lungimea de undă de 1064 nm provenită de la Laserul NY-YAG de medie putere, este folosit pentru **Analiza spectrală de emisie atomică elementală** în vederea determinării din spectrul optic obținut a elementelor chimice și a concentrației acestora în materia studiată. În acest scop este folosită un spectrometru cu rețea de difracție fixă și detector Diode-Array de mare rezoluție conectat la structura spectromicroscopului complex prin fibră optică.

- fasciculul de radiație pulsator și multilungimi de undă recepționat în domeniul spectral NIR, ca urmare a excitației materiei cu un fasciculul monocromatic laser, ca urmare a excitației termice a materiei cu un fascicul laser continuu la lungimea de undă de 1064 nm provenită de la Laserul NY-YAG de medie putere, este folosit pentru **Analiza spectrală de emisie Raman** în vederea determinării din spectrul Raman a compoziției chimice calitative și cantitative a materiei studiate. În acest scop este folosit același spectrometru ca cel folosit la analiza spectrală UV-VIS-NIR acesta fiind conectat la structura spectromicroscopului complex prin fibră optică.

- fasciculul de radiație continuu și monolungime de undă recepționat, din domeniul spectral VIS sau NIR, ca urmare a excitației materiei cu un fasciculul monocromatic laser emis în domeniul spectral NIR și provenit din sursa laser de tip Diode-Array, este folosit pentru **Analiza spectrală de emisie de fluorescență** în vederea determinării cantitative concentrației unei specii fluorescente din materia studiată.

- fasciculul de radiație pulsator și multilungimi de undă recepționat, din domeniul spectral UV-VIS, ca urmare a excitației materiei cu un fasciculul de lumină emis în domeniul spectral UV-VIS provenit de la sursa de lumină policromatică care asigură iradierea probei și pentru studiul microscopic, este folosit pentru **Analiza spectrală de absorbție moleculară** în vederea determinării din spectru a compoziției chimice calitative și cantitative a materiei studiate. În acest scop este folosit același spectrometru ca cel folosit la analiza spectrală de emisie atomică elementală UV-VIS-NIR

- fasciculul de radiație continuu și multilungimi de undă recepționat, din domeniul spectral infraroșu apropiat NIR, ca urmare a excitației materiei cu un fasciculul monocromatic laser emis tot în domeniul spectral NIR și provenit din

sursa laser de tip Diode- Array, este folosit pentru **Analiza spectrală de absorbție moleculară** în acest domeniu spectral în vederea determinării din spectru a compoziției chimice calitative și cantitative a materiei studiate.

- undele ultrasonore recepționate de detectorul piezoelectric și generate ca urmare a efectului fotoacustic la impactul fasciculului Laser monocromatic pulsator, ca urmare a excitației materiei cu un fascicul monocromatic laser emis în domeniul spectral NIR și provenit din sursa laser de tip Diode- Array, sunt folosite pentru obținerea unui spectru ultrasonor complex din care se determină prin **Analiză spectrală fotoacustică** natura și concentrația speciilor chimice din materia analizată. În acest scop este folosit un detector piezoelectric specific, descris în invenția: "Sistem senzorial pentru tomografia fotoacustică", Brevet RO 127.802/2012, autori Sonia Gutt, Gheorghe Gutt, Andrei Gutt, dar nerevendicat în actuala propunere, precum și un soft specializat pentru analiza spectrală ultrasonoră instalat pe calculatorul electronic.

Spectrometrul conform invenției poate fi realizat în două variante constructive. Prima variantă (Fig.2) folosește un singur spectrometru cu rețea de difracție fixă și detector Diode Array, pentru toate aplicațiile de analiză de spectrometrie optică. A doua variantă constructivă (Fig.3) folosește opțional două sau chiar trei spectrometre cu rețea de difracție fixă și detector Diode Array pentru spectrometria optică. Materializarea primei variante duce la un preț de cost mai scăzut în schimb nu poate asigura limite de detecție (determinarea concentrațiilor foarte mici) scăzute pentru spectrometria de analiza spectrală de emisie de fluorescență și pentru analiza spectrală de absorbție moleculară. Materializarea celei de a doua variante duce la un preț de cost mai ridicat dar permite în schimb atingerea unor performanțe superioare din punct de vedere al sensibilității de măsurare și a sporirii limitei de detecție.

Prin aplicarea invenției se realizează un aparat cu o structură complexă care permite în condiții științifice și tehnice ridicate, precum și la un preț de cost relativ scăzut, studiului microscopic precum și folosirea concomitentă a opt tipuri diferite de analize spectrale ale materiei care se găsește la un moment dat în punctul focal al obiectivului optic al spectromicroscopului complex. Studiul microscopic și analizele spectrometrice facilitate de echipamentul conform invenției fiind:

- studiul video-microscopic
- analiza spectrală calitativă și cantitativă de emisie atomică în domeniul UV-VIS-NIR
- analiza spectrală calitativă și cantitativă de emisie Raman
- analiza spectrală cantitativă de emisie de fluorescență
- analiza spectrală calitativă și cantitativă de absorbție moleculară în domeniul spectral UV-VIS
- analiza spectrală calitativă și cantitativă de absorbție moleculară în domeniul spectral NIR
- analiza spectrală calitativă și cantitativă fotoacustică și după caz și tomografia fotoacustică a tesuturilor vegetale animale sau umane

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu Fig.1 și Fig.2 și Fig.3 care reprezintă:

- Fig.1. Exemplificări de structuri microscopice și spectrograme așa cum apar ele pe ecranul calculatorului sau pe bultetinel de analiză tipărit
- Fig.2. Schema de principiu și funcțională a a spectromicroscopului complex cu folosirea unui singur spectrometru, având rețea de difracție fixă și detector Diode Array, pentru toate aplicațiile de analiză spectrometrică
- Fig.3. Schema de principiu și funcțională a a spectromicroscopului complex cu folosirea unor spectrometre diferite, având rețea de difracție fixă și detector Diode Array, pentru aplicațiile de analiză spectrometrică individuale specifice

Spectromicroscopul complex conform primei variantei constructive, Figura 1, este format dintr-o unitate 1 microscopice de reflexie și/sau o structură microscopice de transmisie echipate în partea inferioară cu un obiectiv 2 optic, ce înglobează la partea inferioară un sensor 3 piezoelectric destinat aplicației de spectrometrie fotoacustică, o sursă 4 laser de mică putere de tip Diode-Array, ale cărei diode laser emit fiecare pe altă lungime de undă, destinată analizei spectrometrice moleculare UV/VIS, analizei spectrometrice moleculare NIR, analizei spectrometrice de fluorescență, și analizei spectrometrice fotoacustice, o sursă 5 laser de medie putere de tip NY-YAG cu emisie pe lungimea de undă 1064 nm, destinată analizei spectrometrice de emisie atomică în domeniul spectral UV/VIS-NIR și analizei spectrometrice Raman, o sursă 6 de radiație policromatică folosită pentru iluminarea probei la studiul video-microscopic al acesteia, un alt divizor 8 optic, o cameră 9 video pentru achiziție optoelectronică de imagine microscopice, un spectrometru 10 cu rețea de difracție fixă și detector Diode- Array având fanta dimensionată pentru sensibilitate medie care să acopere satisfăcător toate analizele spectrale enumerate mai sus, un calculator 11 electronic cu soft specializat pentru studiul microscopic optoelectronic și pentru analizele spectrale specifice care se pot efectua cu spectromicroscopul conform invenției, o imprimantă 12 electronică care permite imprimarea structurii microscopice și a spectrogramelor alături de alte informații referitoare la compoziția și concentrația speciilor chimice din materia 13 studiată, precum și o rețea de fibre 14,15,16,17,18,19, 20, optice care face legătura între diferitele unități optice modulare ale spectromicroscopului.

Spectromicroscopul complex conform celei de-a doua variante constructive, Figura 2, conține în plus un spectrometru 14 cu rețea de difracție fixă și detector Diode- Array cu fantă îngustă care asigură o rezoluție optică mare necesară la analizele spectrale de emisie atomică, un spectrometru 15 cu rețea de difracție fixă și detector Diode- Array cu fantă largă pentru sensibilitate ridicată, specifică analizelor de fluorescență, un multilexor 21 optic comandat pentru citirea selectivă a informației spectrale de către calculatorul 11 electronic și niște fibre 16/a, 22, 23, 24, 25, 26 și 27, optice folosite pentru realizarea conexiunilor între unitățile optice ale spectromicroscopului

Reperetele iar reperetele din Fig.1 reprezintă imagini microscopice metalografice sau imagini microscopice biologice alături de diferite tipuri de

spectrograme, așa cum apar ele pe ecranul calculatorului **11** electronic sau pe bultetinel de analiză tipărit de imprimanta **12** electronică. Aceste imagini apar alături de alte informații referitoare la compoziția și concentrația speciilor chimice din materia **13** studiată fiind folosite la caracterizarea avansată a acesteia

REVENDICARE

1. Invenția spectromicroscop modular complex ce are în componere un microscop optic, un spectrometru cu rețea de difracție fixă și detector de tip Diode-Array, un calculator electronic cu soft specializat și o imprimantă electronică, caracterizat prin aceea că în vederea asigurării unor cercetări avansate de natură microscopică și spectroscopică, realizate în același loc și în același timp asupra materiei (13) studiate, este folosită o structură modulară optoelectronică, liber configurabilă de către utilizator ca număr de aplicații, care cuprinde o unitate (1) microscopică de reflexie și/sau de transmisie, un obiectiv (2) optic, ce înglobează la partea inferioară un sensor (3) piezoelectric destinat aplicației de spectrometrie fotoacustică, o sursă (4) laser de mică putere de tip Diode-Array, ale cărei diode laser emit fiecare pe altă lungime de undă, destinată analizei spectrometrice moleculare UV/VIS, analizei spectrometrice moleculare NIR, analizei spectrometrice de fluorescență, analizei spectrometrice Raman și analizei spectrometrice fotoacustice, o sursă 5 laser de medie putere de tip NY-YAG cu emisie pe lungimea de undă 1064 nm, destinată analizei spectrometrice de emisie atomică în domeniul spectral UV/VIS-NIR, o sursă (6) de radiație policromatică folosită pentru iluminarea probei la studiul video-microscopic al acesteia, un alt divizor (8) optic, o cameră (9) video pentru achiziție optoelectronică de imagine microscopică, un spectrometru 10 cu rețea de difracție fixă și detector Diode- Array având fanta dimensionată pentru sensibilitate medie care să acopere satisfăcător toate analizele spectrale enumerate mai sus, un calculator (11) electronic cu soft specializat pentru studiul microscopic optoelectronic și pentru analizele spectrale specifice care se pot efectua cu spectromicroscopul conform invenției, o imprimantă 12 electronică care permite imprimarea structurii microscopice și a spectrogramelor alături de alte informații referitoare la compoziția și concentrația speciilor chimice din materia (13) studiată, precum și o rețea de fibre (14),(15),(16), (17),(18),(19),(20), optice care face legătura între diferitele unități optice modulare ale spectromicroscopului.

2. Invenția spectromicroscop modular complex ce are în componere un microscop optic și mai multe spectrometre cu rețea de difracție fixă și detector de tip Diode-Array, un calculator electronic cu soft specializat și o imprimantă electronică, caracterizat prin aceea că în vederea asigurării unor cercetări avansate de natură microscopică și spectroscopică, în condițiile unor înalte performante optice și analitice, realizate în același loc și în același timp asupra materiei (13) studiate, este folosită o structură modulară optoelectronică, liber configurabilă ca număr de aplicații de către utilizator, care cuprinde în plus față de elementele menționate în revendicarea 1 un spectrometru (14) cu rețea de difracție fixă și detector Diode- Array cu fantă îngustă care asigură o rezoluție optică ridicată pentru analizele spectrale de emisie atomică în domeniul spectral UV-VIS-NIR, un spectrometru (15) cu rețea de difracție fixă și detector Diode-

Array cu fantă largă pentru asigurarea unei sensibilități ridicate la analizele spectrale de fluorescență, un multilexor (21) optic comandat pentru citirea selectivă a informației spectrale de către calculatorul (11) electronic și niște fibre (16/a),(22),(23),(24),(25),(26)și(27), optice folosite pentru realizarea conexiunilor între unitățile optice ale spectromicroscopului

28

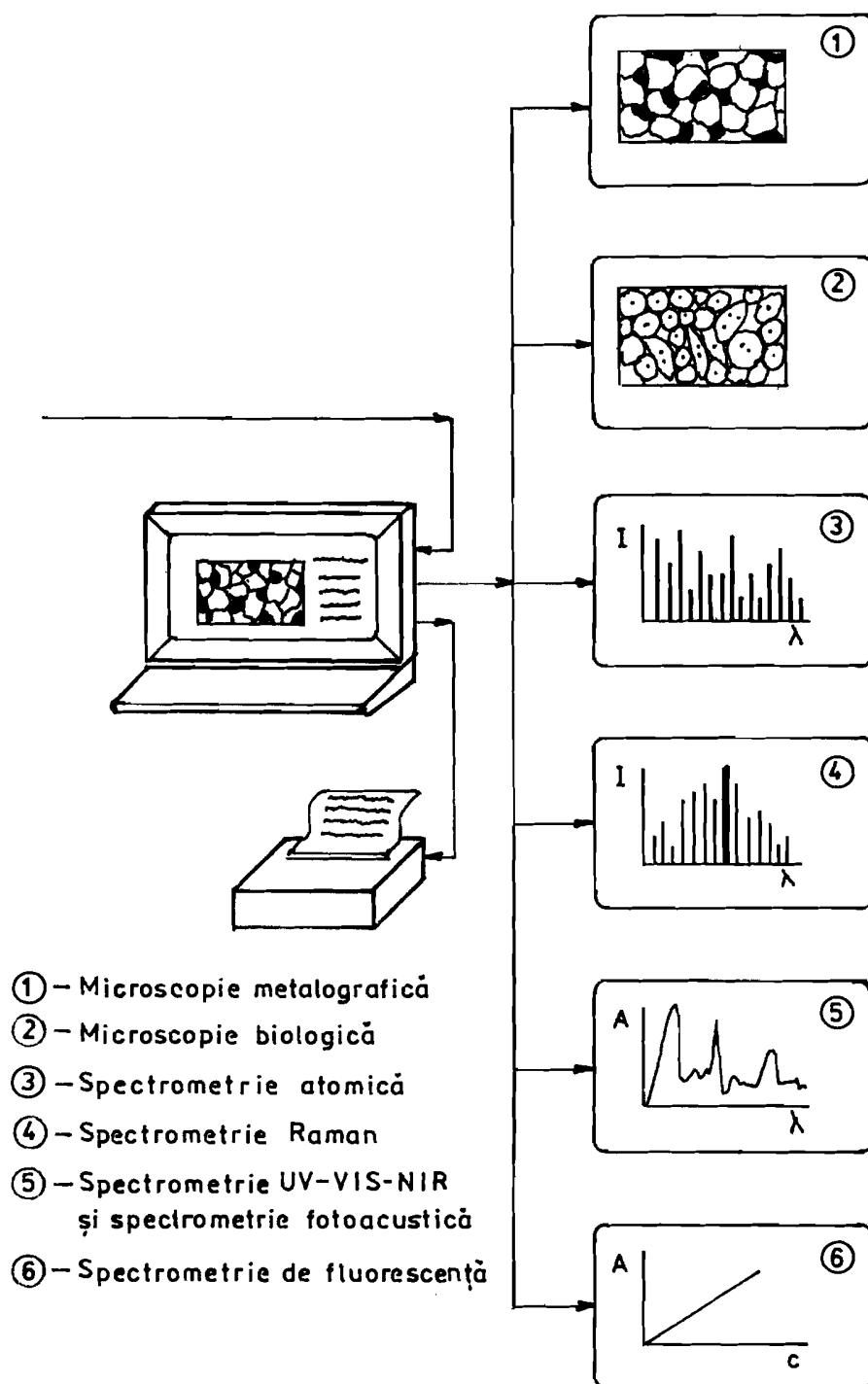


FIG. 1

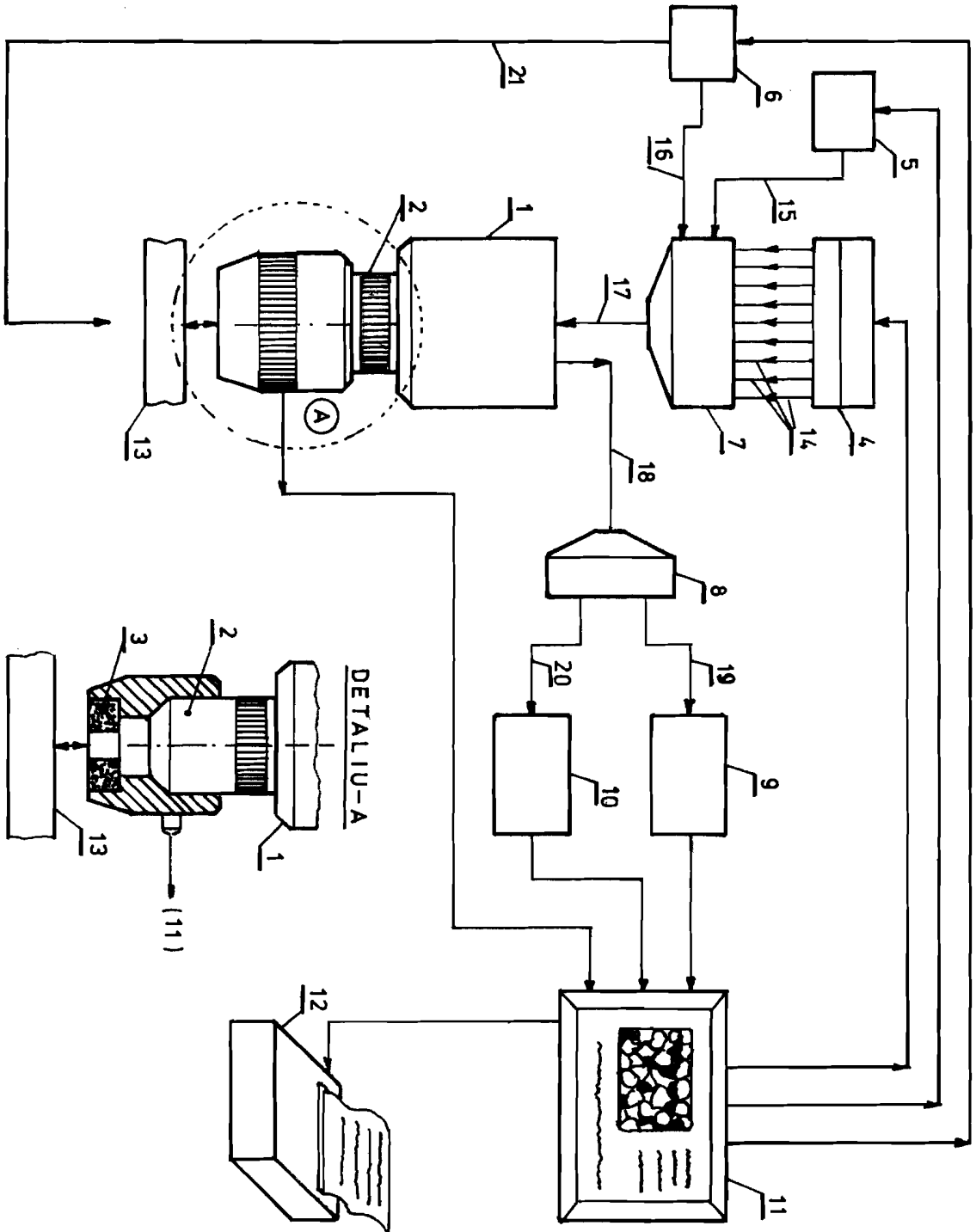


FIG. 2

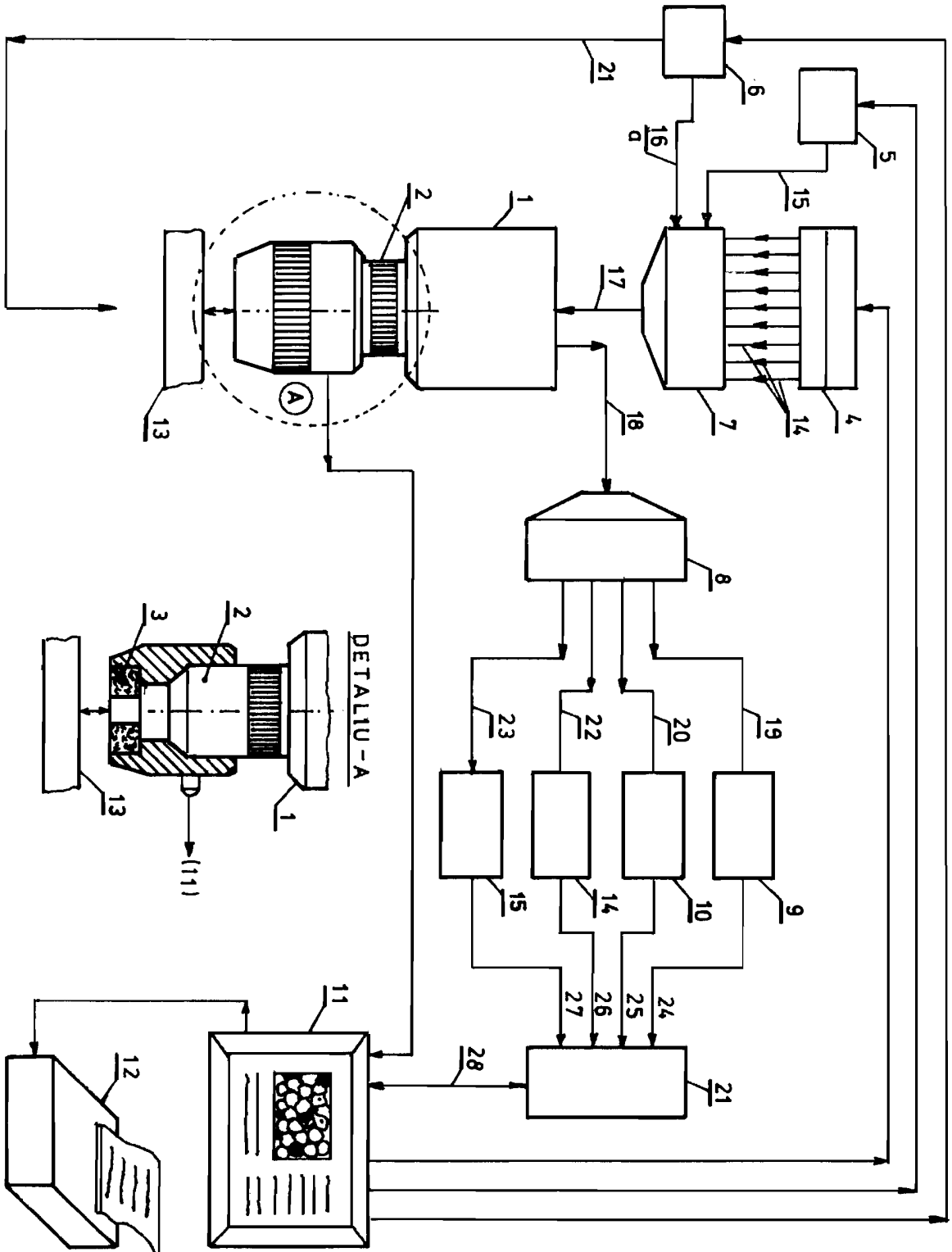


FIG. 3