



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00653**

(22) Data de depozit: **13/09/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/04/2020** BOPI nr. **4/2020**

(41) Data publicării cererii:
28/03/2014 BOPI nr. **3/2014**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,**
*STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO*

(72) Inventatori:
• **RADVAN ROXANA,**
*STR.RÂMNICU SĂRAT NR.15, BL.20F,
ET.5, SC.1, AP.13, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;*

• **ENE DRAGOȘ VALENTIN,**
*STR.IZVORUL CRIȘULUI, NR.10, BL.D3,
SC.A, AP.4, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B,
RO;*
• **RATOIU LUCIAN CRISTIAN,**
*BD STADIONULUI NR.16B, AP.17, BUZĂU,
BZ, RO;*
• **ANGHELUȚĂ LAURENȚIU MARIAN,**
STR.ZLASTI NR.43, HUNEDOARA, HD, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 125259 B1; US 5379103; CN 101949853

(54) **DISPOZITIV OPTOELECTRONIC PENTRU MĂSURAREA
ȘI ANALIZA CALITATIVĂ A SUPRAFEȚELOR INTERIOARE
ALE OBIECTELOR DE ARTĂ ȘI ARHEOLOGICE**



RO 129317 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv optoelectronic pentru măsurarea și analiza calitativă
a suprafețelor interioare ale obiectelor de artă și arheologice folosind tehnica LIF (Laser
3 Induced Fluorescence).

Sunt cunoscute dispozitive de investigare ale suprafețelor operelor de artă care
5 utilizează tehnici spectroscopice bazate pe iradierea cu fascicul laser. De exemplu,
RO 125259 B1 descrie un dispozitiv optoelectronic pentru analiza calitativă a suprafețelor
7 obiectelor de artă prin scanare cu tehnica LIF, alcătuit dintr-un laser cu mediu activ solid
YAG:Nd care funcționează pulsat la o frecvență de 3 KHz cu energie de 1,25 J per puls și
9 emite, la lungimea de undă 266 nm, două servo-motoare cu o precizie de rotație de 0,0005°,
care ating o viteză maximă de 80°/s, un filtru optic care elimină maximele de difracție de
11 ordin doi și trei, și blochează energia de excitație, un colector optic, o fibră optică, un
spectrometru cu bandă spectrală între 200 și 1100 nm, cu eficiență de peste 90%, și timp de
13 acumulare între 8 ms și 10 min și dispozitive optice de tip lentile și oglinzi.

Invenția se adresează investigării suprafețelor interioare, altfel inaccesibile
15 dispozitivelor de investigare existente. În domeniul conservării-restaurării operelor de artă
nu este raportat un dispozitiv pentru investigarea cu fascicul laser a suprafețelor interioare
17 ale obiectelor de artă.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea unui dispozitiv
19 optoelectronic capabil să efectueze investigații spectroscopice de caracterizare a
materialelor, în interiorul cavităților obiectelor de artă, utilizând tehnica LIF (Laser Induced
21 Fluorescence) și să cartografieze tridimensional suprafața investigată.

Dispozitivul pentru măsurarea și analiza calitativă a suprafețelor obiectelor de artă
23 cu convexitate mare, spre exemplu a vazelor, realizează măsurarea cu ajutorul unui fascicul
laser a dimensiunilor geometrice de interior pe baza principiului telemetriei laser, asociată
25 cu analiza spectrală a emisiei de fluorescență, rezultată din relaxarea moleculelor excitate
cu ajutorul unei radiații laser generate de un laser YAG:Nd la lungimea de undă de 266 nm.

Invenția asigură obținerea de date complexe privind geometria incintei investigate și
27 cartarea materialelor pe suprafața incintei, precum și poziționarea relativă cu precizie ridicată
a informației despre natura materialului, raportată la punctul de pe suprafață prin asocierea
29 a două metode de măsurare non-contact și non-invasive, ceea ce îl face recomandabil în
special pentru suprafețele prețioase, fragile, cu posibile contaminări, sau cu urme foarte fine
31 din materiale perisabile, sau ușor degradabile, deci pentru aplicații în domeniul restaurării,
conservării, dar și în industria cosmetică, alimentară sau criminalistică. Tehnica propusă
33 pentru analiza calitativă a materialului depus pe suprafața interioară a unui recipient sau a
altei incinte cu dimensiunile căii de acces foarte reduse se bazează pe metoda LIF (Laser
35 Induced Fluorescence) care constă în inducerea prin iradiere laser a fenomenelor de
fluorescență și analiza spectroscopică a semnalului răspuns captat de la suprafața iradiată.
37 Spectrele astfel obținute fiind specifice fiecărui material conduc la caracterizarea compoziției
suprafețelor. Spectroscopia fluorescenței indusă cu ajutorul laserului este o tehnică non-
39 contact și non-distructivă. Emisiile de la suprafața obiectului iradiat cu laser sunt achiziționate
și interpretate cu echipament și software specializat.

Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a dispozitivului optoelectronic
43 pentru măsurarea și analiza calitativă a suprafețelor interioare ale obiectelor de artă și
arheologice cu tehnica LIF, în legătură cu fig. 1 și 2, care reprezintă:

- 45 - fig. 1, ansamblul dispozitivului optoelectronic;
- fig. 2, deplasarea oglinzii **Og1**.

47 Sursa de iradiere **L** este un laser cu mediu activ solid care operează în modul Q-
Switched pasiv pompat de o dioda care emite la 266 nm cu frecvența maxima de 3 KHz, cu
49 o energie de 1,25 μJ per puls având un diametru al fasciculului de 200 ± 100 μm.

RO 129317 B1

Telemetrul cu dioda laser TDL este un telemetru laser pentru măsurarea cu dioda laser cu emisie în unda continuă, cu putere de 15 mW; 635 nm (Clasa laser: 2), distanța minimă de măsurare este de 50 mm și este asigurată de prelungirea după caz a drumului optic parcurs în exteriorul incintei investigate.	1 3
Detectorul SP este un spectrometru sensibil în domeniul vizibil, cu o eficiență cuantică de până la 90%, care detectează radiație pe o bandă între 200 și 1100 nm; acesta are posibilitatea de a fi triggerat extern cu ajutorul unui sistem electronic (break-out box) care primește o comandă generată în LabVIEW, retransmisă la spectrometru odată cu comanda pentru schimbarea de poziție a motoarelor.	5 7 9
Prisma P1 are suprafața reflectantă pentru lungimea de undă λ_1 , pe care se reflectă și direcționează fasciculul emis de dioda laser către interiorul incintei.	11
Prisma P2 are suprafața reflectantă pentru lungimea de undă λ_2 , pe care se reflectă și direcționează fasciculul emis de sursa laser L către interiorul incintei;	13
Prisma P3 are suprafața reflectantă pentru lungimea de undă λ_3 , pe care se reflectă și direcționează fasciculul de fluorescență emis de obiect ca răspuns la iradierea cu lungimea de undă λ_2 .	15
Filtrul optic F este un filtru optic care elimină maximele de difracție de ordin doi și trei și blochează energia de excitație.	17
Colectorul optic K este un sistem convergent de focalizare pentru cuplarea optică cu fibra optică FO .	19
Articulația M1 este acționată de un servomotor care asigură rotirea ansamblului de prindere a oglinzii Og1 și poziționarea unghiulară a acesteia.	21
Platforma de rotație M2 este platforma acționată de un servomotor de rotație orizontal care asigură susținerea greutății obiectului investigat și rotația acestuia pentru a permite scanarea pe orizontală a fasciculului laser.	23 25
Controlerul 1 CTRL 1 este o componentă electronică de comandă a triggerului pentru declașarea controlată a spotului laser, în vederea corelării computerizate cu celelate subansambluri ale sistemului, care se face prin portul serial, fiind controlate de o aplicație software (realizată sub platforma LabView), pentru comunicare cu PC-ul.	27 29
Controlerul 2 CTRL 2 este o componentă electronică de comandă a telemetrului cu dioda laser și comunicare cu PC-ul, care se face prin portul serial, fiind controlate de o aplicație software (realizată sub platforma LabView).	31
Controlerul 3 CTRL 3 este o componentă electronică de comunicare a motoarelor de rotație cu PC-ul, care se face prin portul serial, fiind controlate de o aplicație software (realizată sub platforma LabView).	33 35
Controlerul 4 CTRL 4 este o componentă electronică de comunicare a motorului de rotație verticală cu PC-ul, care se face prin portul serial, fiind controlate de o aplicație software (realizată sub platforma LabView).	37
Controlerul 5 CTRL 5 este o componentă electronică de comunicare a platformei de rotație orizontală cu PC-ul, care se face prin portul serial, fiind controlate de o aplicație software (realizată sub platforma LabView).	39 41
Modul de funcționare este prezentat în continuare. Dioda laser din construcția telemetrului TDL emite un fascicul laser cu lungimea de unda λ_1 , care se reflectă și este direcționată de prisma P1 către interiorul incintei investigate. Fasciculul incident pe Og1 este direcționat către peretele incintei și reflectat pe aceeași cale optică detectorul din construcția TDL . CTRL1 sincronizează comanda de citire a distanței cu ajutorul TDL . Sursa de iradiere L emite un fascicul cu lungimea de undă λ_2 , care se reflectă și este direcționată de prisma	43 45 47

RO 129317 B1

1 **P2** către interiorul incintei investigate. Fasciculul incident pe **Og1** este direcționat către
peretele incintei, unde induce fenomenul de fluorescență în banda spectrală specifică
3 materialului iradiat. Radiația indusă în banda de fluorescență, notată generic λ_3 , cade pe
Og1 și este transmisă în exteriorul incintei către prisma **P3**. Suprafața reflectantă a prisme
5 **P3** direcționează radiația λ_3 către filtrul **F** și colectorul **K** care focalizează fasciculul în
interiorul fibrei optice **FO**, prin care se transmite la spectrometru **SP**. Comanda, controlul și
7 sincronizarea laserului **L** de către calculator se face prin intermediul controlerului **CTRL2**.
Controlul recepției și înregistrării semnalului de răspuns transmis de la obiect prin intermediul
9 fasciculului λ_3 este asigurat prin controlerul **CTRL3**.

11 Obiectul este așezat pe platforma de rotație cu orificiul în jos, dispozitivul de citire
putând fi introdus apoi în interiorul cavității obiectului.

13 Forma geometrică a oglinzii **Og1** este de dreptunghi cu raportul lungime/lățime foarte
mare. Lățimea oglinzii este de ordinul de mărime al diametrului maxim al fasciculului laser
incident. Oglinda **Og1** este interschimbabilă. Poate fi utilizată o oglindă cu lățime mare, dacă
15 dimensiunea căii de acces permite introducerea oglinzii, pentru creșterea eficienței citirii
semnalului de fluorescență emis de suprafața interioară a incintei. Deplasarea oglinzii **Og1**
17 este ilustrată în fig. 2.

19 Dispozitivul este funcțional atât în analize de laborator, cât și pe teren. Cu alte
cuvinte, este un ansamblu solid și în același timp portabil, care nu necesită microclimat
controlat și nu produce reziduuri chimice.

21 Comunicarea PC-ului cu dispozitivele hardware (spectrometru, motoare etc.) se
realizează prin porturile USB, serial sau paralel prin intermediul unor interfețe special de
23 dedicate.

25 Interfața software include achiziția de date și controlul dispozitivului de baleiere a
fasciculului laser. Software-ul de achiziție al spectrometrului permite triggerarea externă a
acestuia (spectrometrului). Tot prin acest software, operatorul poate alege doar anumite
27 benzi de lungimi de undă de interes pentru achiziție, fapt care scurtează timpul de lucru și
sporește eficiența interpretărilor.

29 Software-ul care coordonează procesul de re poziționare și detectare este realizat în
LabVIEW. Acesta oferă posibilitatea setării tuturor parametrilor de scanare (stabilire punct
31 de start, suprafața de scanare, dimensiune pași orizontali și verticali, timp de așteptare
pentru fiecare pas, și detectează distanța față de suprafața de scanat). Motoarele sunt
33 comandate prin portul serial al PC-ului prin intermediul controlerelor.

35 Același software asigură generarea impulsului de triggerare, transmis prin portul
paralel către porturile de triggerare ale controlerelor. Triggerarea spectrometrului este
necesară sincronizării între timpul de achiziție și schimbarea de poziție pentru fiecare pas.
37 La fiecare schimbare de poziție a motoarelor - și, implicit, a spotului laser pe suprafața
obiectului de artă - este transmis concomitent un semnal, prin portul paralel, către dispozitivul
39 de triggerare al spectrometrului, eveniment interpretat de software-ul de achiziție drept
moment în care poate începe înregistrarea de date venite de la spectrometru, pe durata de
41 timp setată pentru acumulare.

43 Datele obținute în urma scanării sunt organizate într-un singur fișier text care conține
intensitățile medii ale benzilor spectrale indicate, pentru fiecare pas parcurs, parametri de
scanare, detalii opționale despre suprafața investigată. Fișierul poate fi încărcat de softul
45 realizat pentru vizualizarea sub formă de imagine cartografiată a datelor obținute.

RO 129317 B1

Revendicare

1

Dispozitiv optoelectronic pentru documentarea și analiza simultană a suprafeței din interiorul obiectelor de artă prin telemetrie laser și scanare cu tehnica spectroscopică LIF, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un telemetru (**TDL**) cu laser de putere 15 mw la o lungime de undă de 635 nm pentru înregistrarea coordonatelor 3D în spațiu a punctelor investigate, un modul (**L**) de excitare punctuală a fluorescenței cu ajutorul unui fascicul laser emis la o lungime de undă de 266 nm și o energie de 1,25 μJ/puls, elemente optice de colectare și transmisie a emisiei de fluorescență de tip prismă (**P1, P2, P3**) și oglindă (**Og1**), un spectrometru (**SP**) cu o eficiență cuantică de până la 90% în banda spectrală între 200 și 1000 nm pentru codificarea digitală a semnalului optic în spectre caracteristice de fluorescență și o unitate de calcul conectată prin interfețe de comunicare de tip USB la elementele de culegere a datelor, pentru procesarea și stocarea în timp real a datelor culese cu ajutorul unui program software dedicat.

(51) Int.Cl.
G01N 21/25 (2006.01);
G01N 21/64 (2006.01);
G01N 21/954 (2006.01)

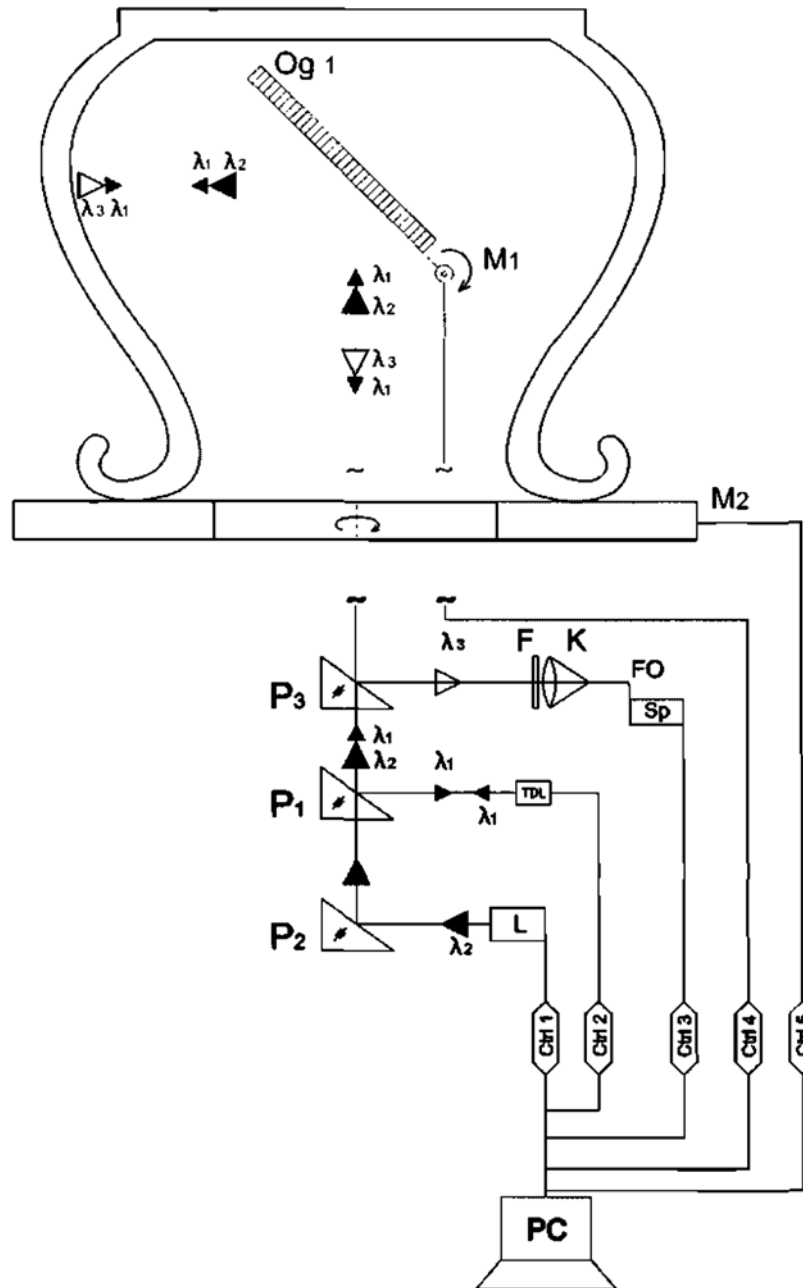


Fig. 1

(51) Int.Cl.
G01N 21/25 (2006.01);
G01N 21/64 (2006.01);
G01N 21/954 (2006.01)

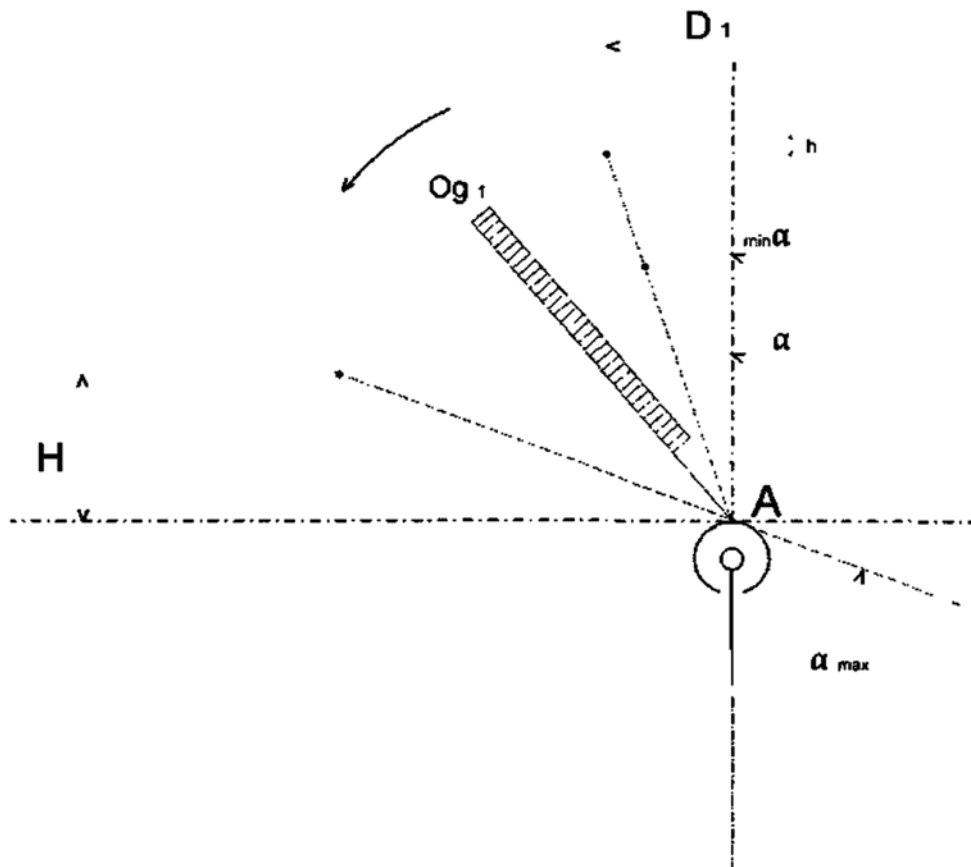


Fig. 2

