



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00357**

(22) Data de depozit: **14.05.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.02.2012** BOPI nr. 2/2012

(41) Data publicării cererii:

26.02.2010

BOPI nr. 2/2010

(73) Titular:

• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR. ATOMIȘTILOR NR. 1, MĂGURELE, IF,
RO**

(72) Inventatori:

• **STRIBER JOAKIM, STR.MĂRȚIȘOR
NR.54 B, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ANGHELUȚĂ MARIAN LAURENȚIU,
STR.ZLAȘTI NR.43, HUNEDOARA, HD, RO;**

• **RĂDVAN ROXANA,**

**STR.RĂMNICU SĂRAT NR.15, BL.20F,
SC.1, ET.5, AP.13, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **SIMILEANU MONICA, STR.ABRUD
NR.140, BL.12C, SC.B, ET.8, AP.78,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **SAVASTRU ROXANA, STR.IANI
BUZOIANI NR.3, BL.16, SC.A, AP.2,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

US 5379103

(54)

**DISPOZITIV OPTOELECTRONIC ȘI PROCEDEU PENTRU
ANALIZA CALITATIVĂ A SUPRAFEȚELOR OBIECTELOR DE
ARTĂ CU TEHNICA LIF**



Invenția se referă la un procedeu și la un dispozitiv pentru analiza calitativă a suprafețelor obiectelor de artă, constând în analiza spectrală a emisiei de fluorescență, rezultată din relaxarea moleculelor excitate cu ajutorul unei radiații laser generată de un laser YAG:Nd la lungimea de undă de 266 nm.

Sunt cunoscute procedee de caracterizare calitativă prin analize chimice distructive, pentru care se prelevează probe care sunt procesate în laborator, și procedee de depistare a contaminării microbiologice prin prelevare de probe și urmărirea în laboratoare specializate, ambele categorii de procedee necesitând timp.

O tehnică de investigare care folosește laserul pentru inducția fenomenelor de fluorescență este spectroscopia fluorescenței induse cu ajutorul laserului (LIF sau LIFS - Laser Induced Fluorescence [Spectroscopy]). Spectrele astfel obținute fiind specifice fiecărui material, conduc la caracterizarea compoziției suprafețelor. Spectroscopia fluorescenței indusă cu ajutorul laserului este o tehnică non-distructivă. Emisiile de la suprafața obiectului iradiat cu laser sunt achiziționate și interpretate cu echipament și software specializat.

Un document care se referă la folosirea tehnicilor LIBS și LIF pentru analiza poluanților din apa din sol este brevetul **US 5379103 A** (Ziegler Arie, 1995). Aparatul cuprinde un laser de tip Nd:YAG cu posibilități de dublare sau triplare a frecvenței de emisie, cu o valoare a energiei eliberate de 0,3 J în 10 ns, cu o frecvență a impulsurilor de 10 s. Semnalul cules din proba excitată cu fasciculul laser trece printr-o fibră optică și este prelucrat cu niște lentile, pentru a fi analizat de un spectrometru. Aparatul mai conține un detector al energiei fluorescente.

Metoda de lucru constă în emiterea impulsurilor laser cu focalizarea energiei pe proba de analizat, generând electroni pe stări excitate și măsurând caracteristicile spectrale ale energiei emise de către probă, pentru identificarea substanțelor din aceasta (metale, substanțe organice).

Tehnicile LIF sau LIBS se folosesc selectiv prin modificarea focalizării spotului laser. Pentru tehnica LIF are loc reglarea unei lentile astfel încât să se obțină difuzarea spotului și apariția fluorescenței particulelor excitate. Pentru tehnica LIBS, o altă lentilă focalizează spotul laser asupra probei, cu formarea de plasmă cu temperatură înaltă, din care se decelează caracteristicile liniilor spectrale apropiate ale substanțelor din plasmă.

Metodele se identifică prin liniile spectrale, folosind tehnica LIBS, iar substanțele organice sunt identificate prin caracteristicile energiei de fluorescență, determinate cu tehnica LIF.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este îmbunătățirea dispozitivelor și procedeele pentru analiza suprafețelor obiectelor de artă. Soluția tehnică constă în realizarea unui dispozitiv de scanare care se bazează pe un procedeu de caracterizare și diagnosticare a suprafețelor, ce utilizează efectul fluorescenței induse prin iradiere laser controlată. Procedeu constă în analiza punct cu punct a întregii suprafețe. Procedeu este non-contact, non-invaziv, cu înaltă rezoluție. O analiză complexă asupra unei suprafețe se poate face analizând nu doar puncte alese arbitrar, ci o întreagă suprafață. Acest lucru este posibil utilizând un sistem coaxial automatizat, care permite sincronizarea proceselor de poziționare și detecție.

Se prezintă în continuare elementele componente ale dispozitivului pentru analiza suprafețelor obiectelor de artă, conform cu fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig. 1, ansamblul dispozitivului optoelectric;
- fig. 2, diagramă temporală.

- Sursa de iradiere [L] este un laser cu mediu activ solid, care operează în modul Q-Switched pasiv, pompat de o diodă care emite la 266 nm, cu frecvența maximă de 3 KHz, cu o energie de 1,25 μ J per puls, având un diametru al fascicolului de $200 \pm 100 \mu$ m;

RO 125259 B1

- 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) [TRIG] care primește o comandă generată în LabVEEW, retransmisă la spectrometru odată cu comanda pentru schimbarea de poziție a motoarelor. Spectrometrul primește informația de la colectorul optic L2 printr-o fibră optică FO. 1
- Lentila de colimare [L1] este poziționată la ieșirea radiației din capul laser, pentru focalizarea fasciculului în vederea măririi rezoluției de scanare; 3
- Oglinda perforată [O1] este folosită pentru propagarea fasciculului laser către oglinda [O2]; 5
- Oglinda de poziționare [O2] este montată pe ansamblul M; 7
- Oglinda de redirectionare [O3] transmite radiația de fluorescență în cadrul dispozitivului către colectorul optic L2; 9
- Filtrul optic [F] este un filtru optic care elimină maximele de difracție de ordin doi și trei și blochează energia de excitație; 11
- Colectorul optic [L2] este un sistem convergent cu posibilitate de focalizare în aer liber; 13
- Ansamblul de rotire al oglinzii [M] este alcătuit din două servo-motoare care asigură rotirea cu aceeași precizie pe două axe perpendiculare. Precizia de rotație în ambele planuri este de 0,0005° și o viteză maximă de 80°/s. 15
- Controlerul [CTRL] reprezintă componenta 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). 17
- Modul de funcționare este prezentat în continuare. Sursa de iradiere L emite un fascicul laser care trece prin lentila de colimare L1 și este focalizat la nivelul suprafeței obiectului analizat, trecând prin orificiul oglinzii perforate O1 și redirectionat de oglinda O2, parte a ansamblului de baleiere M. 19
- O parte a emisiei de fluorescență generată în urma iradierii laser punct cu punct a suprafeței este reflectată de oglinzile O2, O1, O3, traversează filtrul optic F, colectorul optic L2 și este proiectată pe suprafața de intrare în fibra optică FO, cuplată la spectrometrul SP. 21
- 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. 23
- Comunicarea PC-ului cu dispozitivele hardware (spectrometru, motoare etc.) se realizează prin porturile USB, Serial și Paralel, prin intermediul unor aplicații special dedicate. 25
- Software-ul de achiziție al spectrometrului permite triggerarea externă a acestuia (spectrometrului). Tot prin acest software, operatorul poate alege doar anumite benzi de lungimi de undă de interes pentru achiziție, lucru care scurtează timpul de lucru și sporește eficiența interpretărilor. 27
- Software-ul care coordonează procesul de repoziționare și detectare, este realizat în LabVIEW. Acesta oferă posibilitatea setării tuturor parametrilor de scanare (stabilire punct de start, suprafața de scanare, dimensiune pași orizontali și verticali, distanța față de obiect, timp de așteptare pentru fiecare pas). Motoarele sunt comandate prin portul serial al PC-ului, prin intermediul controlerului CTRL. Același software asigură generarea impulsului de triggerare, transmis prin portul paralel către box-ul de triggerare. 29

RO 125259 B1

1 Triggerarea spectrometrului este necesară sincronizării între timpul de achiziție și
schimbarea de poziție pentru fiecare pas. La fiecare schimbare de poziție a motoarelor - și
3 implicit a spotului laser pe suprafața obiectului de artă - este transmis concomitent un
semnal, prin portul paralel, către dispozitivul de triggerare al spectrometrului, eveniment
5 interpretat de software-ul de achiziție ca și moment în care poate începe înregistrarea de
date venite de la spectrometru, pe durata de timp setată pentru acumulare.

7 Timpul de acumulare T_{ac} este timpul în care se realizează iradierea și achiziționarea
semnalului pentru un punct de pe suprafața investigată.

9 Timpul necesar investigării întregii suprafețe de interes va fi un multiplu al timpului
unui ciclu. Timpul unui ciclu T_c este alcătuit din: timp de triggerare T_t , timp de acumulare T_{ac} ,
11 timp de repoziționare T_p .

Pentru a sincroniza repoziționarea fasciculului laser cu detectarea radiației
13 fluorescente indusă, în cadrul software-ului de scanare timpul pentru triggerare T_t , însumat
cu timpul de achiziționare T_{ac} și timpul de repoziționare al motoarelor T_p trebuie să fie mai
15 mare, cel mult egal cu timpul unui ciclu T_c , conform cu fig. 2.

17 Datele obținute în urma scanării sunt organizate în fișiere separate, fiecare din ele
reprezentând, pe câte o coloană, intensitățile medii ale unei benzi spectrale (sau background),
pentru fiecare pas parcurs. Acestea sunt interpretate ulterior cu o altă aplicație.

RO 125259 B1

Revendicări

- | | |
|--|------------------------|
| | 1 |
| 1. Dispozitiv optoelectronic pentru analiza calitativă a suprafețelor obiectelor de artă prin scanare cu tehnica LIF, caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-un laser cu mediu activ solid YAG:Nd care funcționează pulsat la o frecvență de 3 KHz cu energie de 1,25 μJ per puls și emite la lungimea de undă 266 nm, două servo-motoare (M) cu o precizie de rotație de 0,0005°, care ating o viteză maximă de 80°/s, un filtru optic (F) care elimină maximele de difracție de ordin doi și trei, și blochează energia de excitație, un colector optic (L2), o fibră optică (FO), un spectrometru cu bandă spectrală între 200 și 1100 nm, cu eficiență de peste 90%, și timp de acumulare între 8 ms și 10 min și dispozitive optice de tip lentile (L1, L2) și oglinzi (O1, O2, O3). | 3
5
7
9
11 |
| 2. Procedeu de analiză calitativă a suprafețelor obiectelor de artă prin scanare cu tehnica LIF, folosind dispozitivul conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că , într-o primă etapă se realizează o prestabilire a ariei de scanat, a pasului de scanare atât pe direcție orizontală, cât și verticală, într-o a doua etapă are loc iradierea controlată punct cu punct a ariei de investigat pe suprafața obiectului și colectarea concomitentă a fluorescenței emise, iar în a treia etapă are loc interpretarea semnalului de fluorescență emis de suprafața iradiată. | 13
15
17 |

(51) Int.Cl.

G01N 21/64 (2006.01).

G01N 21/39 (2006.01).

G01N 21/71 (2006.01)

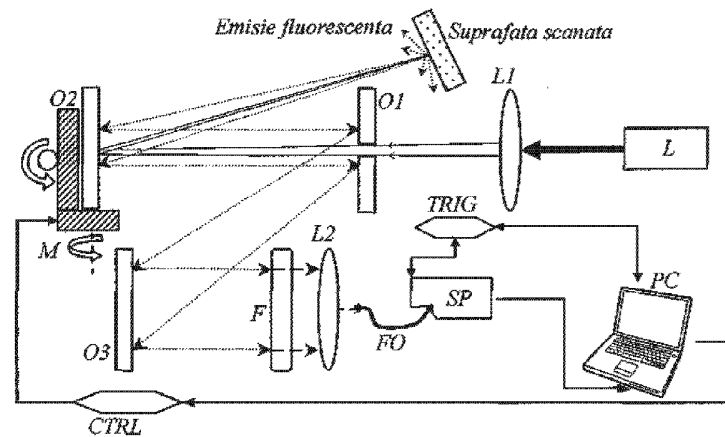


Fig. 1

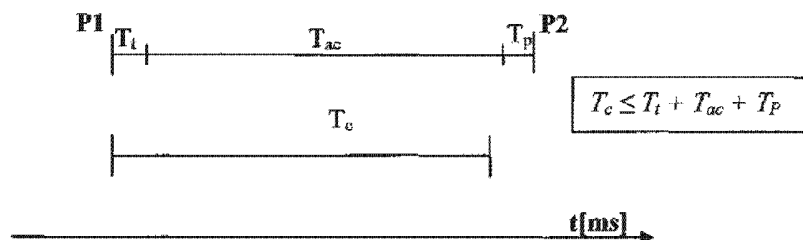


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 85/2012