



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00653

(22) Data de depozit: 13.09.2012

(41) Data publicării cererii:
28.03.2014 BOPi nr. 3/2014

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

(72) Inventatori:
• RADVAN ROXANA,
STR.RĂMNICU 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

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv optoelectronic și la un procedeu pentru măsurarea și analiza calitativă a suprafețelor interioare ale obiectelor. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-o sursă (L) de iradiere laser cu mediu activ solid, un telemetru (TDL) cu diodă laser, un detector constând dintr-un spectrometru (SP) sensibil în domeniu vizibil, care poate fi declanșat extern cu ajutorul unui sistem electronic, din trei prisme (P1, P2 și P3), fiecare având o suprafață reflectantă pentru o anumită lungime de undă, pe care se reflectă și direcționează fasciculele emise de dioda laser a telemetrului (TDL), de sursa (L) laser și, respectiv, fasciculul emis de obiectul de investigat, ca răspuns la iradierea provenind de la sursa (L) laser, dintr-un filtru (F) optic ce elimină maximele de difracție de ordin doi și trei, și blochează energia de excitație, dintr-un colector (K) optic ce reprezintă un sistem convergent de focalizare, ce focalizează fasciculul în interiorul unei fibre optice (FO) conectată cu spectrometrul (SP), dintr-o oglindă (Og1) destinată introducerii în interiorul obiectului de investigat, oglinda fiind prevăzută cu un ansamblu de prindere și poziționare acționat, printr-o articulație (M1), de către un servomotor, dintr-o platformă (M2) de rotație ce asigură susținerea greutății obiectului de investigat și rotația acestuia în vederea scanării, și din niște controlere (CTRL 1, CTRL2, CTRL3, CTRL4 și CTRL5) ce reprezintă componente electronice care asigură comanda declanșării spotului laser, a telemetrului cu diodă laser, a motoarelor de rotație și a platformei de rotație, precum și comunicarea dintre acestea și un computer (PC). Procedeu conform invenției constă din iradierea punct de punct a suprafeței de investigat cu un fascicul laser de energie mică, colectarea fluorescenței induse de acesta la suprafața materialului, și analiza spectroscopică a semnalului captat, în vederea caracterizării compoziției suprafețelor.

Revendicări: 2
Figuri: 2

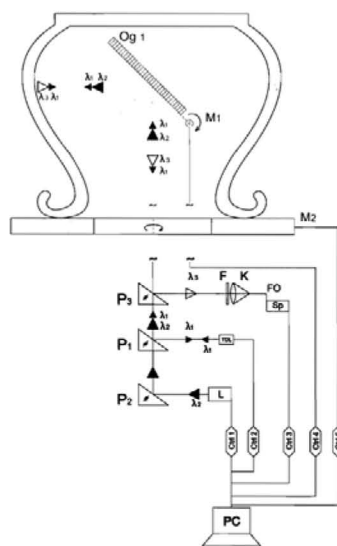
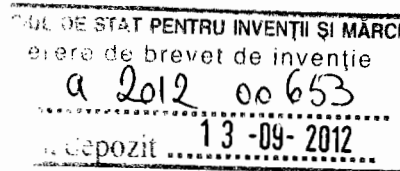


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





Descrierea invenției

Titlu:

Dispozitiv optoelectronic și procedeu pentru măsurarea și analiza calitativă a suprafețelor interioare ale obiectelor de artă și arheologice cu tehnica LIF

Domeniu tehnic: *optoelectronica*

Stadiul tehnicii:

Sunt cunoscute dispozitive de investigare ale suprafețelor operelor de artă care utilizează tehnici spectroscopice bazate pe iradierea cu fascicul laser. Invenția prezentată se adresează investigării suprafețelor interioare, altfel inaccesibile dispozitivelor de investigare existente.

În domeniul conservării-restaurării operelor de artă nu este raportat un dispozitiv pentru investigarea cu fascicul laser a suprafețelor interioare ale obiectelor de artă.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea unui dispozitiv optoelectronic capabil să efectueze investigații spectroscopice de caracterizare a materialelor, în interiorul cavităților obiectelor de artă, utilizând tehnica LIF (Laser Induced Fluorescence) și să cartografieze tridimensional suprafața investigată. Procedeu constă în analiza punct cu punct a întregii suprafețe, cu o rezoluție prestabilită de operator. Procedeu este non-contact, non-invaziv, cu înaltă rezoluție.

Expunerea invenției:

Invenția se referă la un procedeu și la un dispozitiv pentru măsurarea și analiza calitativă a suprafețelor obiectelor de artă cu convexitate mare, spre exemplu a vazelor, recipientelor cu diferite întrebuințări. Procedeu constă în măsurarea cu ajutorul unui fascicul laser a dimensiunilor geometrice de interior pe baza principiului telemetriei laser, asociată 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 266nm.

Invenția asigură obținerea unei documentații complexe cuprinzând date privind geometria incintei investigate și cartarea materialelor pe suprafața incintei, precum și poziționarea relativă cu precizie ridicată a informației despre natura materialului raportată la punctul de pe suprafața.

Procedeu propus asociază două metode de măsurare non-contact și non-invazive, ceea ce îl face recomandabil în special pentru suprafețele pretioase, fragile, cu posibile contaminări, sau cu urme foarte fine din materiale perisabile, sau ușor degradabile, deci pentru aplicații în domeniul restaurării conservării, dar și în industria cosmetică, alimentară, sau criminalistică.

Tehnica propusă pentru analiza calitativă a materialului depus pe suprafața interioară a unui recipient sau altă incintă cu dimensiunile căii de acces foarte reduse se bazează pe metoda LIF (laser induced fluorescence) care constă în inducerea prin iradiere laser a fenomenelor de fluorescență și analiza spectroscopică a semnalului răspuns captat de la suprafața iradiată. Spectrele astfel obținute fiind specifice fiecărui material, conduc la

caracterizarea compozitiei suprafetelor. Spectroscopia fluorescetei indusa cu ajutorul laserului este o tehnica non-contact si non-distructiva. Emisiile de la suprafata obiectului iradiat cu laser sunt achizitionate si interpretate cu echipament si software specializat.

Se prezinta in continuare elementele componente ale dispozitivului optoelectronic pentru masurarea si analiza calitativa a suprafetelor interioare ale obiectelor de arta si arheologice cu tehnica LIF, conform cu fig.1:

- **Sursa de iradiere [L]** - laser cu mediu activ solid care opereaza in Q-Switched pasiv pompat de o dioda care emite la 266 nm cu frecventa maxima de 3KHz, cu o energie de 1,25 μ J per puls avand un diametru al fascicolului de $200 \pm 100 \mu$ m;
- **Telemetru cu dioda laser [TDL]** - telemetru laser pentru masurarea cu dioda laser cu emisie in unda continua, cu putere de 15 mW; 635 nm (Clasa laser: 2), distanta minima de masurare este de 50mm si este asigurata de prelungirea dupa caz a drumului optic parcurs in exteriorul incintei investigate;
- **Detector [SP]** - un spectrometru sensibil in domeniul vizibil, cu o eficienta cuantica de pana la 90% care detecteaza radiatie pe o banda intre 200nm si 1100 nm; acesta are posibilitatea de fi triggerat extern cu ajutorul unui sistem electronic (**break-out box**) [TRIG] care primeste o comanda generata in LabVIEW, retransmisa la spectrometru o data cu comanda pentru schimbarea de pozitie a motoarelor;
- **Prisma [P1]** - cu suprafata reflectanta pentru lungimea de unda λ_1 , pe care se reflecta si directioneaza fasciculul emis de dioda laser catre inteiorul incintei;
- **Prisma [P2]** - cu suprafata reflectanta pentru lungimea de unda λ_2 , pe care se reflecta si directioneaza fasciculul emis de sursa laser L catre inteiorul incintei;
- **Prisma [P3]** - cu suprafata reflectanta pentru lungimea de unda λ_3 , pe care se reflecta si directioneaza fasciculul de fluoresceta emis de obiect ca raspuns la iradierea cu lungimea de unda λ_2 ;
- **Filtru optic [F]** - filtru optic care elimina maximele de difractie de ordin doi si trei si blocheaza energia de excitatie;
- **Colector optic [K]**- sistem convergent de focalizare pentru cuplarea optica cu fibra optica FO;
- **Articulatia [M1]** - actionata de un servomotor care asigura rotirea ansamblului de prindere a oglinzii Og1 si pozitionarea unghiulara a acesteia.
- **Platforma de rotatie [M2]** - platforma actionata de un servomotor de rotatie orizontal care asigura sustinerea greutatii obiectului investigat si rotatia acestuia pentru a permite scanare pe orizontala a fascicolului laser; precizie de rotatie la un ordin de marime egal cu M1
- **Controler 1 [CTRL 1]**- componenta electronica de comanda a triggerului pentru declasarea controlata a spotului laser in vederea corelarii computerizate cu celelate subansambluri ale sistemului, care se face prin portul serial fiind controlate de o aplicatie software (realizata sub platforma LabView), pentru comunicare cu PC-ul;
- **Controler 2 [CTRL 2]**- componenta electronica de comanda a telemetrului cu dioda laser si comunicare cu PC-ul, care se face prin portul serial fiind controlate de o aplicatie software (realizata sub platforma LabView)

- **Controler 3** [CTRL 3]- componenta electronica de comunicare a motoarelor de rotatie cu PC-ul, care se face prin portul serial fiind controlate de o aplicatie software (realizata sub platforma LabView)
- **Controler 4** [CTRL 4]- componenta electronica de comunicare a motorului de rotatie verticala cu PC-ul, care se face prin portul serial fiind controlate de o aplicatie software (realizata sub platforma LabView);
- **Controler 5** [CTRL 5] - componenta electronica de comunicare a platformei de rotatie orizontala cu PC-ul, care se face prin portul serial fiind controlate de o aplicatie software (realizata sub platforma LabView);

Modul de functionare este prezentat in continuare. Dioda laser din constructia telemetrului TDL emite un fascicul laser cu lungimea de unda λ_1 , care se reflecta si este directionata de prisma **P1** catre interiorul incintei investigate. Fasciculul incident pe **Og1** este directionat catre peretele incintei si reflectat pe aceeasi cale optica detectorul din constructia **TDL**. **CTRL1** sincronizeaza comanda de citire a distantei cu ajutorul **TDL**.

Sursa de iradiere [**L**] emite un fascicul cu lungimea de unda λ_2 , are se reflecta si este directionata de prisma **P2** catre interiorul incintei investigate. Fasciculul incident pe **Og1** este directionat catre peretele incintei unde induce fenomenul de fluorescenta in banda spectrala specifica materialului iradiat. Radiatia indusa in banda de fluorescenta, notata generic λ_3 , cade pe **Og1** si este transmisa in exteriorul incintei catre prisma **P3**. Suprafata reflectanta a prisme **P3** directioneaza radiatia λ_3 catre filtrul **F** si colectorul **K** care focalizeaza fasciculul in interiorul fibrei optice FO prin care se transmite spectrometru [**SP**]. Comanda, controlul si sincronizarea laserului **L** de catre calculator se face prin intermediul controlerului **CTRL2**. Controlul receptiei si inregistrarii semnalului de raspuns transmis de la obiect prin intermediul fasciculului λ_3 este asigurat prin controlerul **CTRL3**.

Obiectul este asezat pe platforma de rotatie cu orificiul in jos, dispozitivul de citire putand fi introdus apoi in interiorul cavitatii obiectului.

Forma geometrica a oglinzii **Og1** este de dreptunghi cu raportul lungime/latime foarte mare. Latimea oglinzii este de ordinul de marime al diametrului maxim al fasciculului laser incident. Oglinda **Og1** este interschimbabila. Poate fi utilizata o oglinda cu latime mare, daca dimensiunea caili de acces permite introducerea oglinzii, pentru cresterea eficientei citirii semnalului de fluorescenta emis de suprafata interioara a incintei.

Constructia sistemului nu permite masurarea distantelor la punctele de pe suprafata opusa caili de acces (Figura 2). Dezavantajul este nesemnificativ pentru ca acea zona se poate masura si analiza din punct de vedere calitativ pe cale directa din afara incintei. Aria care nu poate fi investigata de la prima pozitionare a dispozitivului este cea definita prin balcerea cu sub un unghi mai mare decat α_{max} .

Aceasta se poate masura si analiza calitativ prin repositionarea dispozitivului, prin retragerea acestuia catre exteriorul incintei.

Dispozitivul este functional atat in analize de laborator cat si pe teren. Cu alte cuvinte, este un ansamblu solid si in acelasi timp portabil, care nu necesita microclimat controlat si nu produce reziduuri chimice.

Comunicarea PC-ului cu dispozitivele hardware (spectrometru, motoare, etc.) se realizeaza prin porturile USB, Serial si Paralel prin intermediul unor interfete special de dedicate.

Interfata software include achizitia de date si controlul dispozitivului de baleere a fascicolului laser. Software-ul de achizitie al spectrometrului permite triggerarea externa al acestuia (spectrometrului). Tot prin acest software operatorul poate alege doar anumite benzi de lungimi de unda de interes pentru achizitie, fapt care scurteaza timpul de lucru si sporeste eficienta interpretarilor.

Software-ul care coordoneaza procesul de repositionare si detectare, este realizat in LabVIEW. Acesta ofera posibilitatea setarii tuturor parametrilor de scanare (stabilire punct de start, suprafata de scanare, dimensiune pasi orizontali si verticali, timp de asteptare pentru fiecare pas si detecteaza distanta fata de suprafata de scanat). Motoarele sunt comandate prin portul serial al PC-ului prin intermediul controlerelor [CTRL]. Acelasi software asigura generarea impulsului de triggerare, transmis prin portul paralel catre porturile de triggerare al controlerelor.

Triggerarea spectrometrului este necesara sincronizarii intre timpul de achizitie si schimbarea de pozitie pentru fiecare pas. La fiecare schimbare de pozitie a motoarelor - si implicit a spotului laser pe suprafata obiectului de arta - este transmis concomitent un semnal, prin portul paralel, catre dispozitivul de triggerare al spectrometrului, eveniment interpretat de software-ul de achizitie ca si moment in care poate incepe inregistrarea de date venite de la spectrometru, pe durata de timp setata pentru acumulare.

Datele obtinute in urma scanarii sunt organizate intr-un singur fisier text care contine intensitatile medii ale benzilor spectrale indicate, pentru fiecare pas parcurs, parametrii de scanare, detalii optionale despre suprafata investigata. Fisierul poate fi incarcat de softul realizat pentru vizualizarea sub forma de imagine cartografiata a datelor obtinute.

Revendicari

1. Dispozitiv optoelectronic pentru masurarea si analiza calitativa simultana a suprafetei interioarea a obiectelor de arta prin telemetrie laser si scanare cu tehnica LIF, **caracterizat prin aceea ca** este alcatuit dintr-un telemetru cu dioda laser si un laser cu mediu activ solid YAG:Nd care functioneaza pulsata la o frecventa de 3KHz cu o energie de 1,25 μ J per puls si emite la lungimea de unda 266 nm;
2. Procedeu de masurarea si analiza calitativa simultana a suprafetelor interioare ale obiectelor de arta, utilizand telemetria laser si fluorescanta indusa prin iradiere laser, **caracterizat prin aceea ca** acesta este constituit dintr-o prima etapa de prestabilire a ariei de scanat, a pasului de scanare; o a doua etapa constand in iradierea controlata punct cu punct a ariei de investigat pe suprafata obiectului si colectarea concomitenta a fluorescentei emise; a treia etapa constand in interpretarea semnalului de fluorescanta emis de suprafata iradiata.

Prezentarea figurilor

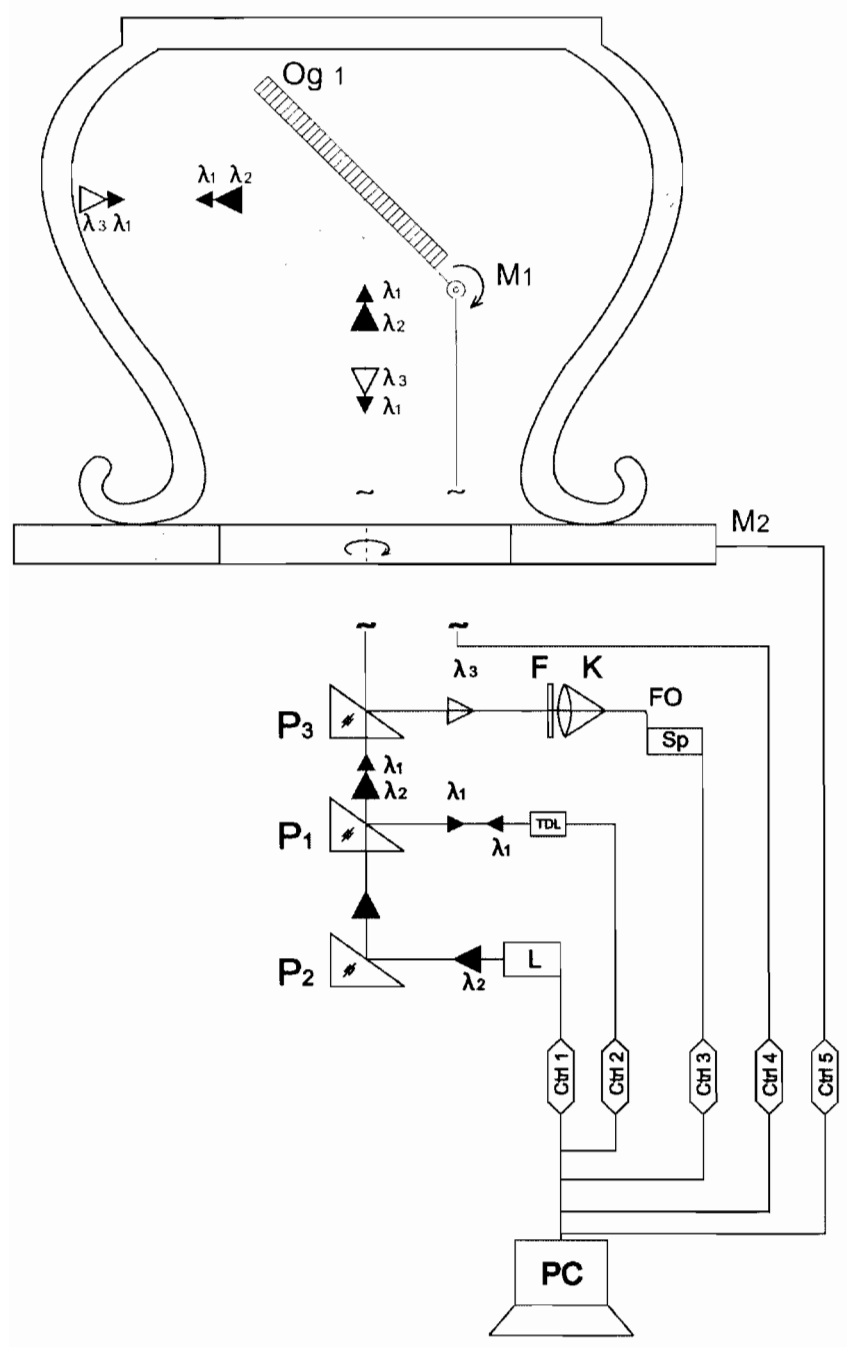


Figura 1

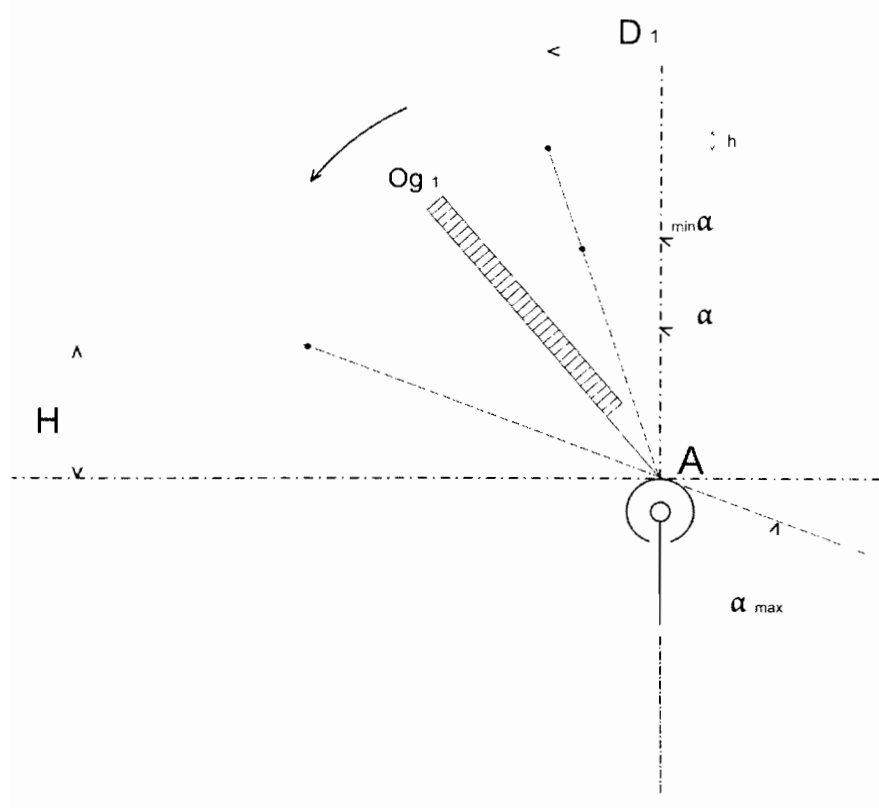


Figura 2