



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00160**

(22) Data de depozit: **18.02.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.07.2012** BOPI nr. 7/2012

(41) Data publicării cererii:
30.11.2010 BOPI nr. 11/2010

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

(72) Inventatori:
• **SAVASTRU ROXANA,
STR.IANI BUZOIANI NR.3, BL.16, SC.A,
AP.2, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **RĂDVAN ROXANA,
STR.RÂMNICU SĂRAT NR.15, BL.20F,
SC.1, ET.5, AP.13, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **STRIBER JOAKIM, STR.MĂRȚIȘOR
NR.54 B, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 121547 B1; FR 2692822 A1

(54) **PROCEDEU DE CURĂȚARE CU LASER A SUPRAFEȚELOR
DIN PIATRĂ ÎN PROCESUL DE RESTAURARE**



1 Invenția se referă la un procedeu care se bazează pe interacțiunea extrem de
2 selectivă a radiației laser cu substanța, datorită proprietăților unice ale acesteia, în primul
3 rând a monocromaticității.

4 Este cunoscut faptul că deteriorarea pietrei poate fi cauzată de mai mulți factori, cum
5 ar fi clima, poluarea, biodeteriorarea. Prin efectul poluării, în cele mai multe situații, pe supra-
6 fața pietrei se formează straturi de oxizi de sulf, nitrogen și dioxizi de carbon. De asemenea,
7 este cunoscut faptul că în mediul urban pietrele sunt expuse degradării prin procese sulfite
8 în care carbonatul de calciu se transformă în structura gipsului.

9 Documentul **RO 121547** prezintă un dispozitiv cu laser Nd:YAG, care lucrează la
10 1064 nm și un procedeu de curățare cu laser a suprafețelor. Procedeu cuprinde o etapă de
11 testare a pragului de ablație pentru suprafața materialului-suport și o etapă de curățare
12 propriu-zisă în care fluența de lucru se reglează sub pragul de ablație determinat anterior,
13 dar mai mare decât pragul de ablație al crustei ce urmează a fi îndepărtată prin ablație.
14 Pentru evitarea stresului mecanic și termic asupra obiectului curățat, radiația laserului este
15 sub formă de trenuri de impulsuri, fiecare impuls având durata mai mare de 30 ns.

16 Un alt document apropiat din stadiul tehnicii este **FR 2692822**, care prezintă un
17 procedeu de curățare cu laser a diverselor tipuri de materiale, inclusiv monumente istorice,
18 vitralii, cristaluri, materiale compozite. Laserul este de tip safir dopat cu ioni de Cr sau Ti și
19 se folosește pentru îndepărtarea particulelor străine încrustate sau depuse pe material.
20 Interacțiunea între câmpul electromagnetic și materie provoacă unde de șoc în material și
21 desprinde particulele străine de material. Aceste particule dispar în aer sub formă de
22 aerosoli. Laserul emite pe lungimea de undă de 1064 nm trenuri formate din 2 sau 3
23 impulsuri cu durata între 7 și 25 ns și cu ecran temporal de zeci de μs.

24 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este curățarea cu laser a suprafețelor
25 de piatră.

26 Invenția de față rezolvă problemele ce ar putea apare în urma aplicării unor metode
27 mecanice și chimice cunoscute de curățare a pietrei în procesul de restaurare a clădirilor
28 istorice sau altor suprafețe din piatră cu valoare artistică.

29 Invenția de față se remarcă prin:

30 - prezintă un grad ridicat de control asupra radiației laser;
31 - permite evitarea distrugerilor mecanice;
32 - înlătură principalul dezavantaj al curățării cu fluide care pot produce degradări pe
33 termen lung ale substratului materialului asupra căruia se efectuează curățarea;
34 - accelerează munca de conservare-restaurare.

35 Prin aplicarea acestei invenții. se obțin următoarele avantaje:

36 - este un proces fizic care încetează la scurt timp după terminarea pulsului laser;
37 - este un proces selectiv prin care se face posibilă îndepărtarea intenționată a
38 anumitor substanțe;

39 - este un proces non-contact ce poate fi automatizat, neavând efecte nedorite
40 rezultate din contactul direct cu substratul;

41 - este un proces care respectă și păstrează profilul și relieful suprafeței;

42 - este un proces versatil - pot fi îndepărtate mai multe tipuri de materiale prin
43 selectarea corectă a condițiilor de operare;

44 - este un proces controlabil - se poate îndepărta numai o anumită grosime de
45 material;

46 - este un proces ecologic - nu se produce un volum mare de reziduu fluid. deoarece
47 nu se folosesc solvenți organici poluanți.

Curățarea cu laser pentru suprafețele de piatră în procesele de restaurare este un caz particular al ablației. Procedul de curățare cu laser a suprafețelor din piatră în procesul de restaurare utilizează laser în regimul Q-switched, pentru intensități $\sim 10^7 - 10^{10} \text{ W/cm}^2$, mecanismul responsabil de curățare este spallation (spălarea). Temperatura în materialul evaporat ajunge la $\sim 10^4 - 10^5 \text{ K}$, care devine parțial ionizat și în aceste condiții absoarbe foarte mult radiația laser. Evaporarea de la suprafața materialului se oprește, fiind "umbrită" de plasmă, blocând radiația să mai ajungă la suprafață. În acest timp, plasma se încălzește și mai mult, iar presiunea în ea ajunge până la valori foarte mari ($\sim 1 - 100 \text{ Kbar}$), rezultatul fiind o undă de șoc. Această undă produce o compresie microscopică pe suprafața materialului. La terminarea pulsului laser, plasma se împrăștie de la suprafața materialului, iar suprafața materialului în procesul de relaxare expulzează un strat de pe suprafața sa, având grosimea de $\sim 10-100 \mu\text{m}$.	1 3 5 7 9 11
În aplicarea procedurii de curățare cu laser a suprafețelor din piatră în procesul de restaurare se folosește o radiație cu lungimea de undă de 1064 nm , deoarece crustele negre de pe piatră au absorbția foarte mare pentru această lungime de undă, iar pragul de fluență pentru ablația crustelor este foarte mic. De asemenea, ablația poate fi controlată cu precizie de câțiva zeci de microni.	13 15 17
Conform invenției, selectarea parametrilor de curățare cu laser a suprafețelor din piatră în procesul de restaurare ține cont de straturile de culori și de patină prezente pe suprafața monumentelor din piatră. Alegerea corectă a fluenței radiației laser conform invenției asigură o curățare satisfăcătoare atât din punct de vedere estetic, cât și o curățare eficientă.	19 21
Invenția de față se remarcă prin faptul că pot fi îndepărtate de pe suprafețele de piatră materiale cum ar fi:	23
- cruste negre;	25
- straturi subțiri de beton;	
- praf și negru de fum;	27
- straturi acrilice și epoxy formate după tratamente aplicate pietrei;	
- straturi de cazeină rezultate în urma proceselor de restaurare.	29
Procedul de curățare cu laser a suprafețelor din piatră în vederea restaurării constă într-o succesiune de etape. Fasciculul laser utilizat este emis de un laser cu mediul activ YAG : Nd, în Q-switched regim. Parametrii regimului laser utilizat conform invenției sunt: regim Q-switched cu durata pulsului de $6 - 8 \text{ ns}$; frecvența de repetiție a pulsurilor de $2 \div 20 \text{ Hz}$; energie de 450 mJ . Pentru un diametru al fasciculului de 7 mm , o frecvență a pulsurilor de 20 Hz , a straturilor depuse pe suprafața pietrei și a reliefului suprafeței, sistemul utilizat în această invenție are o eficiență sporită a curățării, viteza acesteia ajungând până $2-5 \text{ m}^2/\text{h}$.	31 33 35 37

1

Revendicare

3

Procedeu de curățare cu laser a suprafețelor din piatră în procesul de restaurare, folosind un laser YAG:Nd cu lungimea de undă de 1064 nm, **caracterizat prin aceea că se**

5

folosește un laser YAG:Nd în regimul Q-switched, cu lungimea de undă 1064 nm și fluența între 100 și 500 mJ*cm⁻², pentru îndepărtarea straturilor de grosime între 10 și 100 μm,

7

având diametrul fasciculului laser de 7 mm și repetiția pulsului laser între 2 și 20 Hz, eficiența curățării fiind între 0,5 și 2 m²/h.



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 376/2012