



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **96-00285**

(22) Data de depozit: **19.08.1994**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.07.2005** BOPI nr. 7/2005

(30) Prioritate:

19.08.1993 GB 9317270.8

(86) Cerere internațională PCT:

Nr. GB 94/01819 19.08.1994

(87) Publicare internațională:

Nr. WO 95/05286 23.02.1995

(73) Titular:

• UNITED DISTILLERS PLC., DISTILLERS
HOUSE, 33 ELLERSLY ROAD, EDINBURGH
EH 12, EDINBURGH, GB

(72) Inventatori:

• CAMERON ALLAN, COWDEN CLEUCH
COTTAGE, DALKEITH, MIDLOTHIAN, GB;
• STOCKDALE MARY VIOLET, THE OLD
RECTORY ORLINGBURY, KETTERING,
NORTHANTS, GB;

• CLEMENT ROBERT MARC, 11 PLAS
ROAD, RHOS, PONTARDAWE, SWANSEA,
GB;

• LEDGER NEVILLE RICHARD, 61
TAN-Y-LAN TERRACE, MORRISTON SA6
7DU, GB;

• JEFFREE CHRISTOPHER EDWARD, 7
ROMAN CAMP PATHEAD, MIDLOTHIAN,
GB

(74) Mandatar:

ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR. 35,
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(56) Documente din stadiul tehnicii:

US 3657085, 3715734.

(54) METODĂ DE MARCARE A UNUI OBIECT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de marcarea a unui obiect, cu un marcaj situat sub nivelul suprafeței obiectului, care nu poate fi văzut cu ochiul liber, dar care poate fi văzut sub lumina polarizată. Metoda de marcarea, conform invenției, constă în marcarea unui obiect (14) având conductivitate termică, aproximativ egală cu a sticlei, cu un marcaj sub nivelul suprafeței acestuia, prin dirijarea pe suprafața obiectului (14), a unui fascicul de radiație laser (12), energia fasciculului, absorbită de suprafața obiectului, fiind suficientă pentru a produce tensionări localizate în interiorul obiectului (14), într-o zonă distanțată față de suprafața menționată, fără vreo modificare detectabilă la nivelul suprafeței, tensionările localizate, astfel produse, fiind în mod normal invizibile pentru ochiul liber, dar putând fi făcute vizibile sub lumină polarizată, fasciculul de radiație laser (12) fiind astfel ales, încât aproximativ 95% din energia acestuia să fie absorbită de obiectul (14), la o distanță care este mai mică decât distanța de la suprafața obiectului (14), la marcajul sub nivelul suprafeței obiectului (14).

Revendicări: 14
Figuri: 6

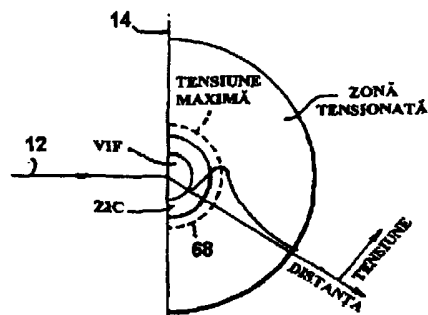


Fig. 4



RO 11997 B1

1 Invenția se referă la o metodă de marcarea a unui obiect, cu un marcaj situat sub
nivelul suprafeței obiectului, care nu poate fi văzut cu ochiul liber, dar care poate fi văzut sub
3 lumină polarizată.

5 Multe produse sunt introduse în recipiente din sticlă sau din masă plastică și se do-
rește de mult realizarea unei metode de marcarea a recipientelor de acest tip, astfel încât o
7 dată ce marcajul a fost aplicat, el să nu poată fi îndepărtat. În mod clar, o astfel de metodă
de marcarea ar avea o gamă largă de aplicații, nu în ultimul rând, în combaterea comerțului
paralel.

9 Se cunoaște că, în scopul de a produce un marcaj care să nu poată fi șters, fabri-
canții s-au bazat, aproape exclusiv, pe marcarea de suprafață. Problema cu acest tip de
11 marcaj este însă aceea că el poate fi distrus fie prin îndepărtarea acelei părți a suprafeței
pe care este aplicat marcajul, fie imitat, prin aplicarea unui marcaj identic pe alt recipient.

13 În vederea depășirii acestor probleme, solicitantul a dezvoltat o metodă și un dispozi-
tiv pentru marcarea unui obiect, cu un marcaj situat sub suprafața acestuia, descrise în pu-
15 blicația **WO 92/03297**. Metoda descrisă cuprinde dirijarea către o suprafață a obiectului, a
unui fascicul cu mare densitate de energie, pentru care materialul obiectului supus marcării
17 este transparent și focalizarea fascicului într-o zonă distanțată de suprafață și aflată în
interiorul obiectului, astfel încât să determine ionizarea localizată a materialului și crearea
19 unui marcaj sub forma unei arii cu opacitate mărită față de radiația electromagnetică, practic
fără vreo modificare detectabilă la suprafață. Astfel, se obține avantajul că marcajul rezultat
21 este dificil de imitat și aproape imposibil de îndepărtat.

23 În vederea obținerii unei metode de marcarea cu avantaje suplimentare, poate fi de
dorit ca marcajul rezultat să nu poată fi văzut cu ochiul liber. În acest mod, un potențial autor
al contrafacerii nu numai că va avea dificultăți în a îndepărta sau a imita marcajul, ci în pri-
25 mul rând va întâmpina probleme în localizarea marcajului.

27 Se cunoaște brevetul **US 3657085**, care descrie o metodă de obținere a unui marcaj
sub suprafață, utilizând un fascicul de electroni, care menționează și posibilitatea utilizării,
ca variantă, a unui fascicul laser. Scopul invenției descrise în acest document este obținerea
29 unei metode de marcarea a unui articol, cum ar fi o lentilă de ochelari, cu un marcaj de identi-
ficare care să fie în mod normal invizibil, dar care să poată deveni vizibil atunci când este
31 necesar. În acest scop, fasciculul laser sau de electroni este îndreptat către o mască ampla-
sată deasupra lentilei de ochelari, astfel încât acea parte a fascicului care trece prin porțiu-
33 nea decupată a măștii să izbească materialul lentilei de ochelari. Fasciculul este dispersat
prin ciocnirile cu moleculele materialului din care este alcătuită lentila, cu rezultatul că ener-
35 gia cinetică a fascicului este absorbită sub formă de căldură, producând tipare de tensio-
nări permanente în lentilă. Aceste tipare de tensionări permanente nu pot fi văzute cu ochiul
37 liber, dar pot deveni vizibile prin dubla refracție în lumina polarizată.

39 Atunci când se referă la posibila utilizare a unui fascicul laser, brevetul **US 3657085**
o face în legătură cu marcarea materialelor colorate în masă, adică materiale care au un
cromofor în întreaga lor masă și nu unele prevăzute doar cu un strat colorat de suprafață.
41 Acest cromofor este cel care absoarbe radiația laser și, prin aceasta, generează suficientă
căldură localizată, pentru a produce tiparele de tensionări permanente, în material. Întrucât
43 marcajul rezultat este distanțat față de suprafața materialului, acest material trebuie să fie
cel puțin parțial transparent față de radiația laser utilizată, pentru a permite pătrunderea
45 radiației laser în material până la adâncimea necesară.

47 Spre deosebire de aceasta, conform invenției de față, se asigură o metodă de
marcarea a unui obiect, cu un marcaj sub nivelul suprafeței acestuia, cuprinzând etapele de

RO 119997 B1

îndreptare către o suprafață a obiectului a unui fascicul de radiație laser față de care materialul din care este alcătuit obiectul este practic opac, energia fascicului absorbită la suprafața materialului fiind suficientă pentru producerea de tensionări localizate în obiect într-o zonă distanțată de suprafața menționată, fără vreo modificare detectabilă la nivelul suprafeței menționate, tensionările localizate, astfel produse, neputând fi văzute în mod normal cu ochiul liber, dar putând fi făcute vizibile sub lumina polarizată, fasciculul de radiație laser fiind astfel ales, încât aproximativ 95% din energia acestuia să fie absorbită de suprafața obiectului, la o distanță care este mai mică decât distanța de la suprafața obiectului, la marcajul sub nivelul suprafeței obiectului.

În mod avantajos, marcajul creat de tensionările localizate poate reprezenta unul sau mai multe numere, litere, simboluri sau combinații ale acestora.

În mod avantajos, fasciculul de radiație laser poate fi concentrat, astfel încât să formeze un spot luminos într-o zonă de pe suprafața obiectului, spotul putând fi deplasat în raport cu obiectul de marcat, astfel încât marcajul creat prin tensionările localizate să aibă o formă prestabilă. Este de preferat ca spotul să poată fi deplasat în raport cu obiectul de marcat, astfel încât să producă o regiune alungită de tensionări localizate, care atunci când este făcută vizibilă sub lumina polarizată, să prezinte aspectul unei linii. Ca variantă, spotul poate fi deplasat în raport cu corpul de marcat, astfel încât să producă o serie de regiuni de tensionări localizate, distanțate între ele, care atunci când sunt făcute vizibile sub lumina polarizată, să prezinte aspectul unei serii de puncte. În particular, seria de regiuni de tensionări localizate, distanțate între ele, poate fi formată prin deplasarea spotului cu o viteză constantă în raport cu obiectul de marcat și prin varierea periodică a densității de putere a fascicului. Ca variantă, seria de regiuni de tensionări localizate, distanțate între ele, poate fi formată prin menținerea densității de putere a fascicului practic constantă și prin varierea intervalului de timp în care spotul este utilizat pentru a ilumina zonele succesive de pe suprafață. În acest scop, spotul poate fi deplasat în raport cu corpul de marcat, cu o viteză care variază periodic între 0 și 3 m/s, viteza medie fiind menținută între 2 și 3 m/s. Este de preferat ca energia fascicului absorbită în zonele succesive de pe suprafață să poată varia continuu de la o zonă la alta, iar radiația laser să poată avea o densitate de putere, la nivelul spotului, de până la 10 kW/cm².

În mod avantajos, fasciculul de radiație laser poate fi determinat să ilumineze o mască amplasată în fața obiectului de marcat; masca având una sau mai multe deschideri, astfel încât marcajul creat prin tensionările localizate să aibă o formă prestabilă. În mod avantajos, fasciculul de radiație laser poate fi generat de către un laser cu CO₂.

În mod avantajos, obiectul supus marcării poate fi transparent față de radiația electromagnetică cu lungimi de undă din domeniul vizibil. Într-o altă variantă, obiectul supus marcării poate fi opac față de radiația electromagnetică cu lungimi de undă din domeniul vizibil, astfel încât tensionările localizate să poată fi văzute doar cu ajutorul unor instrumente optice funcționând la o lungime de undă adecvată din spectrul electromagnetic.

Se prezintă și un obiect care cuprinde o regiune de tensionări localizate, situate într-o zonă distanțată față de suprafața obiectului și fără vreo modificare detectabilă la nivelul suprafeței menționate, tensionările localizate extinzându-se de la o margine a unui marcaj de formă lenticulară cu secțiunea transversală practic convexă.

În mod avantajos, corpul supus marcării poate fi transparent față de radiația electromagnetică cu lungime de undă din domeniul vizibil. În particular, corpul poate fi din sticlă sau din masă plastică. Corpul poate fi opac, din sticlă sau din masă plastică. Corpul poate fi opac față de radiația electromagnetică cu lungimi de undă din domeniul vizibil, astfel încât tensionările localizate să poată fi văzute doar cu ajutorul unor instrumente optice funcționând la o lungime de undă adecvată din spectrul electromagnetic.

RO 11997 B1

1 În mod avantajos, marcajul creat de tensionările localizate poate reprezenta unul sau
mai multe numere, litere, simboluri sau combinații ale acestora.

3 În mod avantajos, corpul supus marcării poate fi un recipient.

5 În continuare, vor fi descrise câteva aplicări ale invenției într-un exemplu de realizare,
cu referire și la fig. 1-6, care reprezintă:

- fig. 1, schema unui dispozitiv capabil de a realiza metoda conform invenției;

7 - fig. 2, schema de distribuire a energiei electrice în cadrul dispozitivului din fig. 1;

- fig. 3, schema modului în care un fascicul de radiație laser interacționează cu mate-
9 rialul obiectului supus marcării;

11 - fig. 4, schema de variație a densității de putere a laserului care produce o serie de
marcaje sub forma unei matrice de puncte;

13 - fig. 5, un exemplu de marcaj sub suprafață, produs printr-o metodă conform
invenției;

15 - fig. 6, schema unui dispozitiv utilizat în scopul vizualizării marcajelor produse prin-
tr-o metodă conform invenției.

17 Un dispozitiv capabil de a pune în practică metoda de marcarea conform invenției este
prezentat în fig. 1. Așa cum se poate vedea, acest dispozitiv cuprinde o sursă reprezentată
19 de un laser **10**, care produce un fascicul de radiație laser **12** dirijat, astfel încât să se iz-
bească de un obiect **14** care, în exemplul de față, se prezintă sub forma unei sticle. Întrucât
21 marcajul final sub suprafață urmează să nu poată fi văzut în mod normal cu ochiul liber, dar
să poată fi făcut vizibil sub lumina polarizată, obiectul **14** este ales dintr-un material, cum ar
fi sticla sau masa plastică, transparent față de radiația electromagnetică din domeniul vizibil
23 al spectrului electromagnetic. În plus, sursa reprezentată de laserul **10** este astfel aleasă,
încât materialul obiectului **14** să fie practic opac față de fasciculul de radiație laser **12** produs
25 de sursă.

27 În cadrul exemplului de realizare a invenției ilustrat în fig. 1, sursa cuprinde un laser
10 cu bioxid de carbon (CO_2) cu undă continuă simulată, excitat în RF, care emite un
fascicul de radiație laser **12** cu lungimea de undă de $10,6 \mu\text{m}$, în consecință, invizibil pentru
29 ochiul liber. După ce a fost emis de către laserul **10** cu CO_2 , fasciculul de radiație laser **12**
întâlnește o primă suprafață reflectantă **16** care dirijează fasciculul de radiație laser **12** printr-
31 un expandor de fascicul **18** și un combinator de fascicul **20** către o a doua suprafață
reflectantă **22**. O a doua sursă de radiație laser, reprezentată de un laser **24** cu He-Ne(heliu-
33 neon) de putere mică, este amplasată adiacent laserului cu CO_2 și emite un fascicul
secundar **26** de radiație laser vizibilă, cu lungimea de undă de $632,9 \text{ nm}$. Fasciculul
35 secundar **26** întâlnește combinatorul de fascicul **20**, de unde este reflectat către cea de a
doua suprafață reflectantă **22**, coincident cu fasciculul de radiație laser **12** dinspre laserul
37 cu CO_2 . Prin urmare, proprietățile necesare ale combinatorului de fascicul **20** sunt acelea
de a transmite radiația electromagnetică cu lungimea de undă de $10,6 \mu\text{m}$ și a reflecta
39 radiația electromagnetică cu lungimea de undă de $632,9 \text{ nm}$. În acest mod, fasciculul
secundar **26** al laserului **24** cu He-Ne furnizează fasciculul combinat **12, 26** de tip $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$
41 cu o componentă vizibilă care facilitează alinierea optică.

43 Fasciculul combinat **12, 26** este reflectat de către cea de a doua suprafață reflectantă
către o a treia suprafață reflectantă **28**, iar de aici către o a patra suprafață reflectantă
45 **30**. De la cea de a patra suprafață reflectantă **30**, fasciculul combinat **12, 26** este din nou
reflectat către o unitate frontală **32**, de unde fasciculul combinat **12, 26** este în cele din urmă
îndreptat către obiectul **14**. În scopul facilitării marcării la diferite înălțimi față de baza

RO 119997 B1

obiectului 14, cea de a treia și cea de a patra suprafață reflectantă 28 și 30 sunt montate ca făcând corp comun cu unitatea frontală 32, astfel încât să se poată efectua un reglaj în plan vertical sub acțiunea unui motor pas cu pas 34 (nefigurat).

În cadrul unității frontale 32, fasciculul combinat 12, 26 de tip CO₂/He-Ne întâlnește succesiv două oglinzi mobile 36 și 38. Oglinda mobilă 36 este dispusă, astfel încât să fie înclinată față de fasciculul combinat 12, 26, care este incident pe aceasta, ca urmare a reflectării pe cea de a patra suprafață reflectantă 30, și este mobilă, astfel încât să determine deplasarea în plan vertical a fasciculului reflectat de ea. Oglinda mobilă 38 este înclinată și ea, de această dată față de fasciculul combinat 12, 26, care este incident pe ea ca rezultat al reflectării de către oglinda mobilă 36, astfel încât să determine deplasarea în plan orizontal a fasciculului combinat 12, 26, reflectat. În consecință, este evident pentru un specialist în domeniu că fasciculul combinat 12, 36 care iese din unitatea frontală 32, poate fi deplasat în orice direcție dorită prin mișcarea simultană a celor două oglinzi mobile 36 și 38. În vederea facilitării acestei mișcări, cele două oglinzi mobile 36 și 38 sunt montate pe un prim și respectiv un al doilea galvanometru 40 și 42. Deși se știe că orice mijloc adecvat poate fi prevăzut pentru controlul mișcării celor două oglinzi mobile 36 și 38, varianta adoptată combină o viteză de răspuns și o ușurință a reglării, care reprezintă un avantaj semnificativ față de alte mijloace de control.

După ieșirea din unitatea frontală 32, fasciculul combinat 12, 26 este concentrat la trecerea printr-un ansamblu de lentile 44, care poate include una sau mai multe lentile. O primă lentilă 46 focalizează fasciculul combinat 12, 26 într-o zonă aleasă de pe suprafața obiectului 14. Așa după cum se știe, densitatea maximă de putere a fasciculului combinat 12, 26 este invers proporțională cu pătratul razei fasciculului combinat 12, 26, la punctul său de focalizare, care este la rândul ei invers proporțională cu raza fasciculului combinat 12, 26 incident pe lentila 46 de focalizare. Prin urmare, pentru un fascicul combinat 12, 26 de radiație electromagnetică cu o lungime de undă λ și rază R, incident pe o lentilă cu distanța focală f, densitatea de putere în punctul de focalizare E este, într-o primă aproximare, dată

de expresia: $E = \frac{PR}{\lambda^2 f^2}$ unde P este puterea produsă de laser.

Din această expresie, valoarea și scopul expandorului de fascicul 18 sunt evidente, întrucât mărirea razei fasciculului R servește la mărirea densității de putere E în punctul de focalizare. În plus, lentila 46 este în mod tipic o lentilă cu distanța focală mică, având 70+ 80 mm, astfel încât se pot foarte bine atinge densități de putere de peste 6 kW/cm², în punctul de focalizare a fasciculului combinat 12, 26.

O a doua lentilă 48 poate fi dispusă în serie cu lentila 46 în vederea compensării unei eventuale curburi a suprafeței obiectului 14. O astfel de lentilă de corecție nu va fi necesară dacă obiectul 14 de marcat prezintă fasciculului o suprafață substanțial plană, iar necesitatea unui astfel de element poate dispărea cu totul dacă prima lentilă 46 are distanța focală variabilă și cuprinde, de exemplu, o lentilă de câmp plană. Oricum, este de remarcat faptul că utilizarea unuia sau a mai multor elemente optice este o cale simplă și elegantă de a asigura focalizarea fasciculului combinat 12, 26 pe suprafața obiectului 14, indiferent de existența vreunei curburi a acestuia din urmă.

Ca măsură de securitate, cele două lasere 10 și 24 și fasciculele lor 12 și respectiv 26 sunt cuprinse într-o incintă de protecție 52, așa cum apare în fig. 2, fasciculul combinat 12, 26 ieșind din incinta de protecție 52 doar după ce trece prin ansamblul de lentile 44.

RO 11997 B1

1 Accesul la cele două lasere 10 și 24 și la diversele elemente optice dispuse pe traseul celor
2 două fascicule 12, 26 este asigurat prin intermediul unei uși 54 prevăzute cu un dispozitiv
3 de blocare 56 care împiedică funcționarea laserului 10 cu CO₂ și a laserului 24 cu He-Ne
atât timp cât ușa 54 este deschisă.

5 Tensiunea monofazată de alimentare de 240 V este furnizată prin dispozitivul de blo-
care 56 a ușii, către o unitate de distribuție a alimentării 58 care este amplasată sub incinta
7 de protecție 52, izolată de aceasta, pentru a preveni apariția vreunor efecte de interferență
electrică cu funcționarea laserelor 10 și 24. De la unitatea de distribuție a alimentării 58, ten-
9 siunea de alimentare este furnizată laserului 10 cu CO₂, laserului 24 cu He-Ne, cât și unei
unități de răcire 60 destinată răcirii laserului 10 cu CO₂. În plus, tensiunea de alimentare este
11 furnizată motorului pas cu pas 34 și unui computer 62. Trei transformatoare c.a./c.c. și stabi-
lizatoarele de tensiune asociate furnizează tensiune continuă stabilizată de 12 V ± 10 V și
13 ± 28 V cu care se alimentează laserul 24 cu He-Ne, pentru a facilita mecanismul de pompaj
și respectiv unitatea frontală 32 unde, în particular, tensiunea de ± 28 V este utilizată pentru
15 alimentarea celor două galvanometre 40 și 42, iar tensiunea de ± 10 V este destinată galva-
nometrelor, pentru a produce o deplasare prestabilită a celor două oglinzi mobile 36 și 38.
17 Prin utilizarea computerului 62 în modularea tensiunii de ± 10 V, diferitele mișcări ale celor
două oglinzi mobile 36 și 38, ca și ale galvanometrelor 40 și 42 se pot efectua sub controlul
19 unui program de computer.

În timpul funcționării, fasciculul de radiație laser 12 emis de laserul 10 cu CO₂ este
21 determinat să formeze un spot luminos într-un punct de pe suprafața obiectului 14, supus
marcării. Acest spot poate fi apoi deplasat pe suprafața sticlei ca rezultat al mișcării uneia
23 sau a ambelor oglinzi mobile 36 și 38, ale galvanometrelor 40 și 42.

Este bine cunoscut faptul că sticla și alte câteva materiale, care sunt transparente
25 față de radiația electromagnetică din domeniul vizibil al spectrului, sunt opace față de
radiația electromagnetică cu lungimea de undă de 10,6 μm, și că un laser cu CO₂ produce
27 radiație laser exact cu această lungime de undă. În ciuda acestui fapt, s-a stabilit că este
posibilă aplicarea pe un obiect transparent, cum ar fi sticla, unui marcaj sub suprafața
29 acestuia, utilizând un laser cu CO₂.

Pentru înțelegerea procesului de marcarea, este important de reamintit faptul că ab-
31 sorbirea unui fascicul de radiație laser de către un material este un proces progresiv sau sta-
tistic și faptul că energia fasciculului este întotdeauna absorbită într-un Volum de Interac-
33 țiune a Fasciculului (VIF) de dimensiuni finite. Prin urmare, în acest context, un Volum de
Interacțiune a Fasciculului poate fi definit ca fiind acel volum în care este absorbită o propor-
35 ție arbitrar de mare, cum ar fi 95% din energia fasciculului incident. În cazul radiației electro-
magnetice din domeniul vizibil al spectrului și al unui obiect din sticlă transparentă față de
37 aceste lungimi de undă, VIF, poate fi foarte mare în comparație cu dimensiunile obiectului
respectiv. Pe de altă parte, pentru radiația electromagnetică cu lungimea de undă de
39 10,6 μm, experiențele au arătat că același obiect din sticlă are un VIF cu adâncimea pe di-
recția de propagare a fasciculului de 8,0 ± 16,0 μm, pentru un fascicul cu densitatea de pu-
41 tere în domeniul 6 ± 10 kW/cm². Prin urmare, în timp ce pentru majoritatea scopurilor prac-
tice, fasciculul de radiație laser 12 poate fi considerat ca fiind absorbit "la suprafața" obiectu-
43 lui 14 supus marcării, faptul că prin tehnici de microscopie electronică, poate fi observată o
dimensiune de 8,0 μm, înseamnă că este necesară o definiție mai precisă a termenului
45 "opac". Astfel, pentru evitarea oricărei neclarități, în contextul de față, termenul "opac", atunci
când este utilizat pentru a descrie materialul de marcat, se referă la un material capabil de
47 a absorbi 95% din energia unui fascicul de radiație laser, la o distanță care este mai mică
decât distanța de la suprafață la marcajul sub suprafață.

RO 11997 B1

Deși 95% din energia radiației laser este absorbită în VIF, efectul fasciculului asupra obiectului de marcat nu este limitat la această regiune de suprafață. De exemplu, efectul de încălzire produs de fascicul poate fi sesizat într-o zonă situată în afara VIF, întrucât sticla are un coeficient semnificativ de conductivitate termică. În mod similar, orice tipar de tensionare rezultat se poate de asemenea extinde dincolo de regiunea din sticlă afectată în mod direct de fasciculul laser, exact în același mod în care tiparul de tensionare dintr-un panou de sticlă se extinde dincolo de capătul unei fisuri care se propagă în panou. Prin urmare, se va considera în principiu că, consecințele fizice ale iradierii pot fi observate într-o zonă îndepărtată față de VIF.

Această situație este rezumată în fig. 3, în care este ilustrat un obiect 14 dintr-un material având un VIF în cadrul căruia o proporție arbitrară din energia unui fascicul de radiație laser 12, incident, este cedată materialului. În jurul VIF se află o Zonă de Încălzire Conductivă (ZIC) ale cărei limite, ca și cele ale VIF trebuie definite în termeni de limite arbitrare. Dincolo de ZIC se află o zonă tensionată, în care tensiunile rezultă din modificările induse termic, ale dimensiunilor fizice ale materialului din VIF și dintr-o parte sau din toată ZIC. Variația în amplitudine a acestor tensiuni în funcție de distanța radială față de fasciculul incident este indicată prin intermediul unei curbe 66, din care se poate vedea că o linie 68, indicând vârful de tensiune, poate fi trasată la o mică distanță de limitele VIF și ZIC.

S-a observat că, utilizând un laser cu CO₂, având o densitate de putere între 6 și 10 kW/cm², este posibilă crearea unui marcaj într-un obiect din sticlă la o adâncime între 40 și 50 μm, aflată dincolo de zona de pătrundere a radiației laser. Acest marcaj, care în secțiune transversală are forma unei lentile convexe, are în mod tipic o adâncime (adică o dimensiune după direcția fasciculului) de 10,8 μm și un diametru de 125 μm, considerându-se că el este rezultatul unei interacțiuni termice în sticlă.

În acest context, trebuie remarcat faptul că posibilele tipuri de interacțiuni dintre radiația laser și un material pot fi împărțite în trei categorii, în funcție de densitatea de putere a radiației laser respective. În ordinea crescătoare a densității de putere, aceste categorii sunt următoarele:

1. Interacțiuni fotochimice incluzând fotoinducere și fotoactivare.
2. Interacțiuni termice în cadrul cărora radiația incidentă este absorbită sub forma căldurii.
3. Interacțiuni ionizante care implică fotodescompunerea netermică a materialului iradiat.

Diferența dintre pragurile acestor trei tipuri de interacțiuni este demonstrată în mod clar prin compararea densității de putere tipice, de 10⁻³ W/cm², necesară pentru producerea unei interacțiuni fotochimice cu densitatea de putere de 10¹² W/cm² tipică pentru interacțiuni ionizante cum ar fi fotoablațiunea și fotodislocarea.

S-a observat că marcajul lenticular, care este invizibil pentru ochiul liber, dar poate fi văzut utilizând un microscop compus și sub luminare strălucitoare de câmp și între filtre polarizante încrucișate, are o margine inferioară net definită. Această observație a condus la presupunerea că marcajul reprezintă granița dintre acei atomi ai sticlei care obțin suficientă energie din fasciculul incident pentru a putea desface legăturile prin care sunt legați de atomii învecinați și acei atomi care nu fac acest lucru. Așa după cum este de așteptat, conform acestui model, o regiune tensionată se extinde dincolo de marginea inferioară a marcajului lenticular și în obiectul din sticlă. Această regiune tensionată, care poate avea o dimensiune după direcția fasciculului de până la 60 μm, este și ea invizibilă pentru ochiul liber, dar poate fi făcută vizibilă sub lumina polarizată.

RO 11997 B1

1 S-a descoperit că marcajul lenticular și regiunea tensionată asociată pot fi create
doar prin utilizarea unui fascicul de laser cu CO₂, având o densitate de energie situată într-
3 un domeniu foarte restrâns. Dacă energia absorbită de sticlă este prea mică, atunci se stabi-
lește un gradient termic insuficient pentru a da naștere unei regiuni tensionate observabile.
5 Pe de altă parte, dacă este absorbită o energie prea mare, suprafața sticlei se poate topi sau
sticla se poate fisura după o linie de tensionare maximă și se poate exfolia. Această fisurare
7 a sticlei, cunoscută ca "răbufnire", nu numai că eliberează tensiunea din ceea ce a mai ră-
mas din sticlă, dar face totodată ca marcajul să poată fi văzut cu ochiul liber și să poată fi
9 detectat prin analiza suprafeței.

În cadrul exemplului de realizare descris, fasciculul de radiație laser 12 este deplasat
11 pe suprafața obiectului 14, cu o viteză medie de 2+3 m/s, pentru a produce marcaje care pot
fi utilizate pentru redarea unor caractere alfanumerice. Totuși, în loc să fie deplasat cu o
13 viteză constantă de la un capăt la celălalt al unei linii de scanare, fasciculul de radiație laser
12 este deplasat într-o serie de pași incrementali, ceea ce determină mărirea definirii și rezo-
15 luției caracterelor astfel produse. Drept urmare, viteza fasciculului variază de o manieră
aproximativ sinusoidală între zero, atunci când fasciculul de radiație laser 12 se află la ori-
17 care dintre capetele pașilor săi incrementali, fiind de fapt în repaus, și aproximativ 3 m/s,
într-un punct aflat la mijlocul distanței dintre aceste două capete. În consecință, chiar dacă
19 densitatea de putere a fasciculului este păstrată constantă, puncte diferite de pe suprafața
obiectului 14 sunt expuse unor energii diferite ale fasciculului de radiație laser 12. S-a desco-
21 perit că intervalul caracteristic, pentru densitatea de energie care generează marcajul men-
ționat anterior, este destul de restrâns, pentru că marcajul lenticular și regiunea tensionată
23 asociată să fie observate doar în acele puncte în care fasciculul este efectiv în repaus.
Rezultatul acestui fapt este acela că, sub lumina polarizată, regiunile tensionate create prin
25 deplasarea fasciculului de radiație laser 12 peste suprafața obiectului 14 se prezintă ca o
serie de puncte. Prin urmare, controlând mișcarea oglinzilor mobile 36 și 38 ale galvanome-
27 trelor 40 și 42, este posibilă deplasarea fasciculului de radiație laser 12 peste suprafața obiec-
tului 14, astfel încât să se "scrie" orice simbol dorit pe obiectul 14, într-un format de matrice
29 de puncte.

Conform unei alte variante, același format de matrice de puncte poate fi obținut prin
31 deplasarea fasciculului de radiație laser 12 peste suprafața obiectului 14 cu o viteză con-
stantă și varierea periodică a densității sale de putere între două niveluri situate de fiecare
33 parte a pragului pentru crearea marcajului lenticular și a zonei de tensionare asociate. Acest
tip de densitate de putere variabilă poate fi obținută, de exemplu, prin suprapunerea unei on-
35 dulații sinusoidale 70 peste un impuls dreptunghiular 72 de radiație laser, așa după cum este
redat schematic în fig. 4. Presupunând că pragul pentru crearea marcajului menționat ante-
37 rior este la un nivel de putere reprezentat prin linia întreruptă 74, este de așteptat apariția
unor regiuni punctuale de tensionare în obiectul 14, distanțate între ele printr-un interval co-
39 respunzător deplasării fasciculului de radiație laser 12 între două maxime 76 succesive, ale
graficului 78 de variație a densității de putere.

41 În cadrul ambelor variante prezentate mai sus, se presupune că creșterea gradată
de energie absorbită de obiectul 14, pe măsura apropierii de punctul în care este creat de
43 fapt, marcajul oferă obiectului 14 o capacitate limitată de a se decăli. Spre deosebire de
acestea, în cadrul altei variante, fasciculul de radiație laser 12 este emis sub forma unor
45 impulsuri, pentru a genera o serie de marcaje amplasate la distanțe arbitrare între ele.
Caracterul de autodecălire a variantelor menționate mai sus este considerat a permite
47 obținerea unui obiect 14 marcat, a cărui rezistență nu este compromisă de procesul de
marcare.

RO 119997 B1

Tiparele de puncte consecutive, create prin metodele descrise, au ca rezultat și o schimbare locală a orientării regiunilor tensionate din obiectul 14 și prin urmare a planului de polarizare a oricărei lumini care este determinată să treacă prin ele. Acest lucru facilitează detectarea marcajelor și dă naștere unui tipar caracteristic de "cusătură în cruciulițe", exemplificat în fig. 5.

Într-o altă variantă, în locul creării unui marcaj din puncte, dispozitivul descris poate fi utilizat la crearea unui marcaj, cuprinzând una sau mai multe linii continue. În acest scop, fasciculul de radiație laser 12 poate fi deplasat peste suprafața obiectului 14 supus marcării, cu o viteză constantă, densitatea de putere a fasciculului fiind menținută la un nivel constant deasupra pragului de creare a marcajului lenticular și a tiparului de tensionare asociat.

Conform unei alte variante, în locul deplasării fasciculului de radiație laser 12 peste suprafața obiectului 14 supus marcării, fasciculul de radiație laser 12 poate fi utilizat pentru iluminarea unei măști. Plasând masca în fața obiectului 14 supus marcării și prevăzând masca cu una sau mai multe deschizături, anumite porțiuni ale fasciculului incident pot fi determinate să izbească obiectul 14 și astfel să producă un marcaj de formă prestabilită.

În vederea observării marcajelor produse conform oricăreia dintre variantele prezentate, obiectul 14 marcat poate fi dispus între două polarizatoare liniare încrucișate și luminat cu un fascicul luminos puternic. Drept rezultat, regiunile tensionate devin vizibile ca arii strălucitoare pe un fundal întunecat.

Un exemplu de dispozitiv destinat vizualizării marcajelor produse conform oricăreia dintre variantele prezentate este ilustrat în fig. 6. El cuprinde o carcasă 100 similară celei utilizate ca bază pentru un proiector, în care este amplasat un bec 102. Carcasa 100 este prevăzută cu o suprafață de lucru superioară 104, din sticlă, iar între această suprafață și becul 102 se află o lentilă Fresnel 106 capabilă de a asigura coliniaritatea fasciculului. Filtrele 108 de polarizare liniară încrucișate sunt inserate între suprafața de lucru superioară 104 și lentila Fresnel 106. În scopul menținerii dispozitivului la o temperatură de lucru sigură, carcasa 100 este prevăzută cu un ventilator de tipul celor utilizate în sistemele de calcul și cu o deschizătură cu fante 112 pentru trecerea aerului. Pentru a controla intensitatea becului 102, poate fi prevăzut un comutator de obturare.

În scopul observării regiunilor tensionate din obiectul 14 marcat, acesta este amplasat pe suprafața de lucru 104 și urmărit printr-o lupă 114 care mărește de 10 ori, prevăzută cu un filtru 116 adecvat.

Revendicări

1. Metodă de marcarea a unui obiect (14) având o conductivitate termică aproximativ egală cu a sticlei, cu un marcaj sub nivelul suprafeței acestuia, prin dirijarea pe suprafața obiectului (14) a unui fascicul de radiație laser (12), energia fasciculului absorbită de suprafața obiectului fiind suficientă pentru a produce tensionări localizate în interiorul obiectului (14), într-o zonă distanțată față de suprafața menționată, fără vreo modificare detectabilă la nivelul suprafeței, tensionările localizate, astfel produse, fiind în mod normal invizibile pentru ochiul liber, dar putând fi făcute vizibile sub lumină polarizată, caracterizată prin aceea că fasciculul de radiație laser (12) este astfel ales, încât aproximativ 95% din energia acestuia să fie absorbită de obiectul (14), la o distanță care este mai mică decât distanța de la suprafața obiectului (14) la marcajul sub nivelul suprafeței obiectului (14).

RO 119997 B1

1 2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** marcajul creat prin
2 tensionările localizate reprezintă unul sau mai multe numere, litere, simboluri sau o com-
3 binație a acestora.

5 3. Metodă conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** fasciculul de
6 radiație laser (12) este concentrat, astfel încât să formeze un spot luminos într-o poziție de
7 pe suprafața obiectului, spotul putând fi deplasat în raport cu obiectul (14) supus marcării,
8 astfel încât marcajul creat prin tensionările locale să aibă o formă prestabilită.

9 4. Metodă conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** spotul poate fi de-
10 plăsat în raport cu obiectul (14) supus marcării, astfel încât să producă o regiune alungită
11 de tensionări localizate care, atunci când devine vizibilă sub lumina polarizată, are aspectul
12 unei linii.

13 5. Metodă conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** spotul poate fi depla-
14 sat în raport cu obiectul (14) supus marcării, astfel încât să producă o serie de regiuni de
15 tensionări localizate, distanțate între ele care, atunci când devine vizibilă sub lumina
16 polarizată, are aspectul unei serii de puncte.

17 6. Metodă conform revendicării 5, **caracterizată prin aceea că** seria de regiuni de
18 tensionări localizate, distanțate între ele, este formată prin deplasarea spotului cu o viteză
19 constantă în raport cu obiectul (14) supus marcării și prin varierea periodică a densității de
20 putere a fasciculului de radiație laser (12).

21 7. Metodă conform revendicării 5, **caracterizată prin aceea că** seria de regiuni de
22 tensionări localizate distanțate între ele este formată prin menținerea practic constantă a
23 densității de putere a fasciculului de radiație laser (12) și varierea timpului în care spotul este
24 utilizat pentru a lumina poziții succesive de pe suprafață.

25 8. Metodă conform revendicării 7, **caracterizată prin aceea că** spotul este deplasat
26 în raport cu obiectul (14) supus marcării, cu o viteză care variază periodic între 0 și 3 m/s.

27 9. Metodă conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** spotul este deplasat
28 în raport cu obiectul (14) supus marcării, cu o viteză medie situată între 2 și 3 m/s.

29 10. Metodă conform oricăreia din revendicările de la 5 la 9, **caracterizată prin aceea**
30 **că** energia fasciculului de radiație laser (12) absorbită în poziții succesive de pe suprafața
31 obiectului(14) variază continuu de la o poziție la următoarea.

32 11. Metodă conform oricăreia din revendicările de la 3 la 10, **caracterizată prin**
33 **aceea că** radiația laser are o densitate de putere, la nivelul spotului, de până la 10 kW/cm².

34 12. Metodă conform revendicării 1 sau 2, **caracterizată prin aceea că** fasciculul de
35 radiație laser (12) este determinat să lumineze o mască amplasată în fața obiectului (14) su-
36 pus marcării, masca având una sau mai multe deschizături, prin intermediul cărora permite
37 marcajului creat de tensionările localizate să aibă o formă predeterminată.

38 13. Metodă conform oricăreia dintre revendicările precedente, **caracterizată prin**
39 **aceea că** fasciculul de radiație laser (12) este generat de către un laser cu CO₂.

40 14. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** obiectul (14) supus
41 marcării este din sticlă sau material plastic.

RO 11997 B1

(51) Int.Cl.⁷ B 41 M 5/00;
B 41 J 2/455; B 23 K 26/00

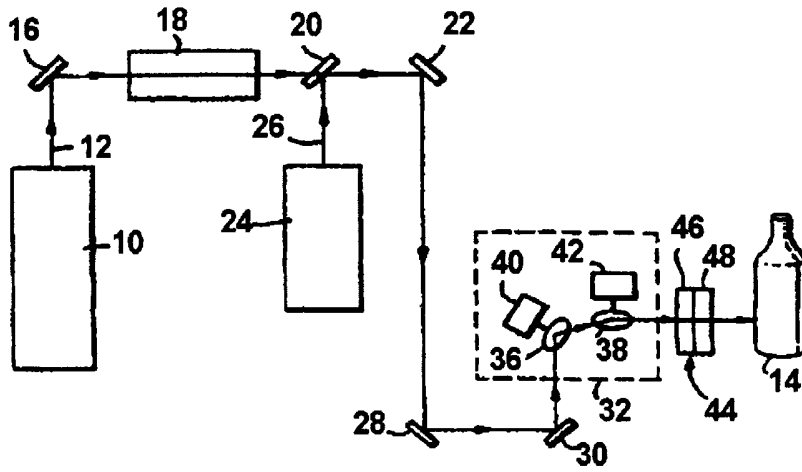


Fig. 1

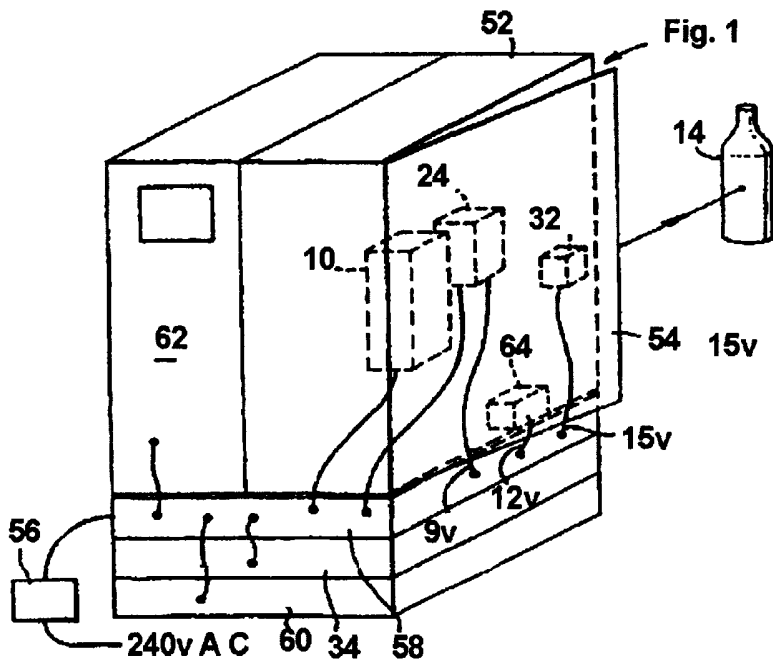


Fig. 2

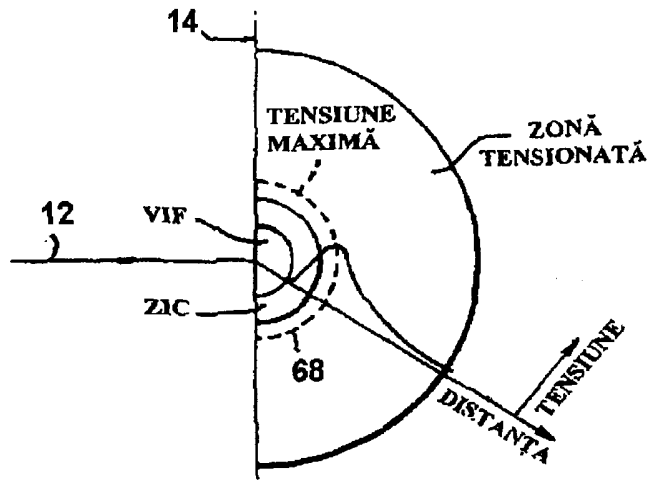


Fig. 3

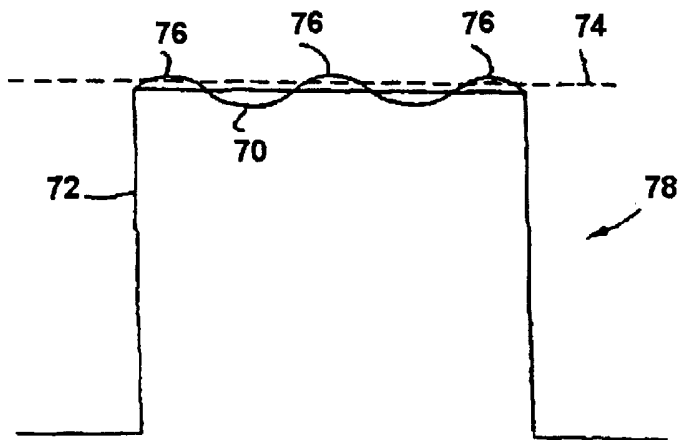


Fig. 4

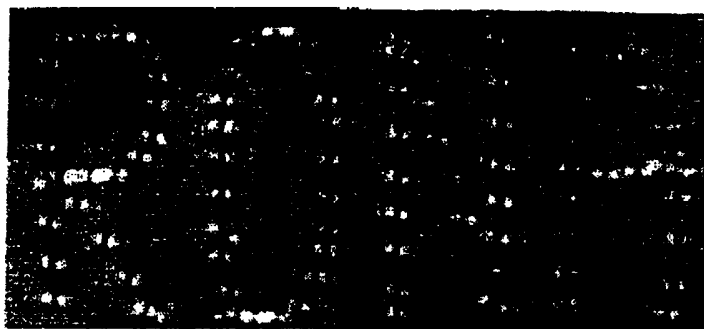


Fig. 5

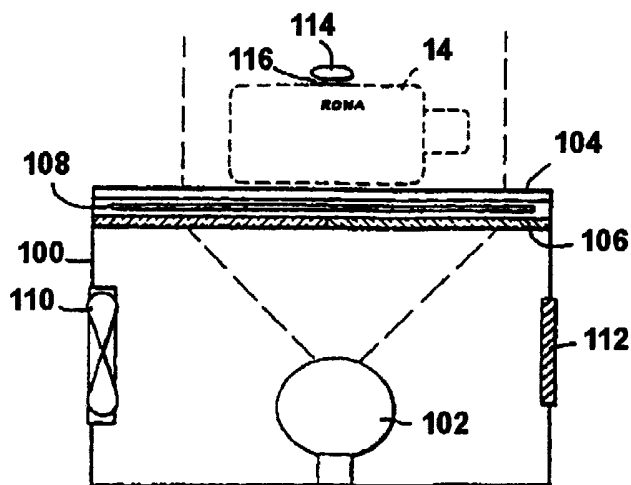


Fig. 6