

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00326

(22) Data de depozit: 26.04.2013

(41) Data publicării cererii:
28.11.2014 BOPI nr. 11/2014

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI
RADIĂȚIEI, STR.ATOMIȘTILOR NR.409,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• NEMEȘ GEORGE, 3409 PECKY CEDAR
CT, SACRAMENTO, US, US;

• BLĂNARU CONSTANTIN,
STR. FIZICIENILOR NR. 13, BL. L1, SC. 1,
AP. 2, MĂGURELE, IF, RO;
• STRATAN AUREL,
ALEEA CÂMPUL CU FLORI NR. 14 BL. A 50
SC. C AP. 40, BUCUREȘTI, B, RO;
• ZORILĂ ALEXANDRU, ALEEA ICOANEI
NR. 6, FLOREȘTI-STOENEȘTI, GR, RO;
• RUSEN LAURENȚIU, STR. MĂRĂȘEȘTI
NR. 12, BL. B4, SC. 2, AP. 22, MĂGURELE,
IF, RO

(54) METODĂ DE CONTROL A DIMENSIUNII ȘI A PROFILULUI
SPAȚIAL ALE SPOTULUI LASER ÎN PLANUL ȚINTEI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de control al dimensiunii și al profilului spațial ale unui spot laser de testare în stațiile automate care măsoară pragul de distrugere al componentelor optice iradiate cu pulsuri laser de nanosecunde. Metoda conform invenției utilizează un dispozitiv optic, cu distanța de lucru fixă, pentru a regla dimensiunea și forma profilului spațial ale unui spot laser în planul țintei, și pentru a obține un profil spațial neted al acestui spot, și constă din derularea câtorva etape, pornind de la furnizarea unui fascicul (2) laser de către o sursă (1) laser, controlarea cu ajutorul unui obturator (3) de fascicul a accesului fasciculului (2) laser la un atenuator (4) variabil care setează energia pulsurilor laser, după care fasciculul (2) este direcționat și centrat pe axa optică a unui dispozitiv (5) optic, utilizând două oglinzi (6, 7), etapă urmată de poziționarea, transversal pe direcția de propagare a fasciculului (2), a unei probe (8) a cărei suprafață (9) urmează a fi testată, reglându-se apoi dimensiunea și forma profilului spațial în planul suprafeței-țintă (9), prin rotirea unui inel de reglaj gradat al dispozitivului (5) optic.

Revendicări: 2
Figuri: 2

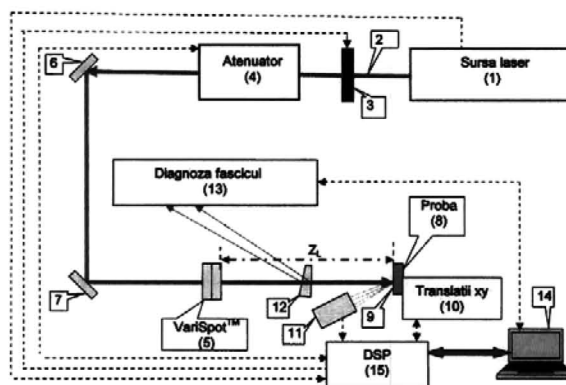
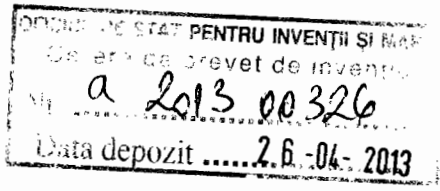


Fig. 1

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).





Metodă de control a dimensiunii și a profilului spațial ale spotului laser în planul țintei

Invenția se referă la o metodă de control a dimensiunii și a profilului spațial ale spotului laser de test în stațiile automate care măsoară pragul de distrugere al componentelor optice iradiate cu pulsuri laser de nanosecunde prin procedurile ISO reglementate de standardele ISO 21254-1, 2, 3, 4: 2011 [1].

Sunt cunoscute stații automate care măsoară pragul de distrugere în câmp laser (PDCL) al componentelor optice prin iradiere cu pulsuri laser de mare putere, în domeniul spectral ultraviolet – vizibil – infraroșu apropiat. Sursele laser utilizate sunt, de regulă, sisteme laser în pulsuri de nanosecunde - zeci de nanosecunde, la frecvențe de repetiție de (10 – 20) Hz. O cerință importantă impusă acestor surse laser se referă la calitatea profilului spațial de iradianță (densitate de arie a puterii laser) al spotului laser aplicat pe suprafața optică de testat (numită în continuare și planul țintei), profil care trebuie să fie relativ neted, fără modulații spațiale semnificative. Pentru a îndeplini această cerință, majoritatea surselor laser utilizate în stațiile de măsurare a PDCL sunt sisteme complexe, alcătuite dintr-un etaj oscilator urmat de unul sau mai multe etaje de amplificare, care furnizează un fascicul de test de înaltă calitate, cu profil spațial de tip mono-mod transversal, apropiat de profilul ideal gaussian TEM₀₀. Pentru a obține nivele distructive de iradianță laser pe proba de test, fasciculul laser este concentrat pe suprafața probei cu o lentilă convergentă. Dimensiunea spotului laser în planul țintei poate fi reglată într-o gamă relativ largă (zecimi de milimetru – milimetri în diametru), prin reglarea corespunzătoare a distanței de separare între lentilă și suprafața probei [2, 3].

Dezavantajele sistemelor cunoscute de control a dimensiunii spotului laser pe țintă sunt următoarele:

- Necesită surse laser de mare complexitate, cu profil spațial gaussian, care sunt costisitoare;
- Profilul spațial de fascicul rămâne gaussian în toată gama de reglaj a dimensiunii spotului laser în planul țintei. Acest fapt este în contradicție cu cerințele standardului ISO 21254-3: 2011, care recomandă ca în Testul de fiabilitate, unde se utilizează un spot laser relativ mare (cu diametrul de ordinul milimetrilor), profilul spațial de fascicul să fie cât mai uniform, apropiat de profilul ideal rectangular (top-hat sau flat-top);
- Reglajul dimensiunii spotului se realizează prin modificarea distanței de lucru între lentilă și suprafața optică de testat.

Metoda conform invenției înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că, pentru a regla dimensiunea și forma profilului spațial al spotului laser în planul țintei și pentru a obține un profil spațial neted, utilizează un dispozitiv optic zoom, tip VariSpot™, cu distanța de lucru fixă [4].

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu Figura 1, care reprezintă o schemă bloc a unei stații de măsurare a PDCL, care utilizează un dispozitiv VariSpot™ pentru reglajul spotului laser în planul țintei și cu Figura 2, care prezintă profile de fascicul înainte și după transformarea exercitată de dispozitivul VariSpot™.

O sursă laser (1), cu emisie în regim multi-mod transversal, având un profil spațial de calitate medie, furnizează un fascicul laser (2), alcătuit dintr-un tren de pulsuri laser cu durata de nanosecunde și frecvența de repetiție de 10 Hz. Un obturator de fascicul (3) controlează accesul fasciculului laser la un atenuator variabil (4) care setează energia pulsurilor laser. Fasciculul (2) este direcționat și centrat pe axa optică a unui dispozitiv VariSpot™ (5) utilizând două oglinzi (6) și (7), reflectante la lungimea de undă laser. O probă (8), a cărei suprafață (9) urmează a fi testată, este poziționată transversal pe direcția de propagare a fasciculului (2). Suprafața (9) se află poziționată la o distanță Z_L (numită distanța de lucru a dispozitivului) față de dispozitivul VariSpot™ (5). Reglarea dimensiunii și formei profilului spațial în planul țintei (9) se realizează prin rotirea unui element optic al dispozitivului VariSpot™ (5) cu ajutorul unui inel de reglaj gradat. La intrarea în dispozitivul VariSpot™ (5) fasciculul are un profil spațial de calitate medie, arătat în Figura 2a. Dimensiunea minimă a spotului în planul țintei (9) depinde de caracteristicile dispozitivului VariSpot™ (5) și de parametrii spațiali ai fasciculului laser (2) și se obține prin setarea inelului de reglaj pe poziția 0° . Prin rotirea inelului de la gradația 0° spre gradația 90° se obține o mărire progresivă a spotului laser, însoțită de o tranziție continuă a formei profilului

spațial de la unul apropiat de cel ideal gaussian, arătat în Figura 2b, la un profil apropiat de cel ideal top-hat, arătat în Figura 2c.

Siturile de test din planul țintei (9) sunt poziționate în fascicul cu ajutorul unui sistem de translație xy (10) după două axe rectangulare. Distrugerea optică a unui sit iradiat este detectată în timp real cu un detector de radiație difuzată (11). Un separator de fascicul (12) direcționează o parte din fasciculul (2) spre un modul de diagnoză (13), care măsoară parametrii temporali, spațiali și energetici ai pulsurilor laser.

Procedura ISO de măsurare a PDCL este derulată și controlată de un program software de operare, instalat pe un computer personal PC (14), care lucrează cu un dispozitiv de procesare digitală a semnalelor DSP (15) în arhitectură Master (PC) – Slave (DSP).

Aplicarea metodei conform invenției permite obținerea următoarelor avantaje:

- Dispozitivul VariSpot™ poate genera un profil spațial neted al spotului din planul țintei, reglabil ca dimensiune și formă (de la un profil apropiat de profilul ideal gaussian până la un profil apropiat de profilul ideal top-hat), pornind de la un fascicul laser de test cu un profil spațial de calitate medie, de tip multi-mod transversal, instabil ca formă și modulat în iradianță, furnizat de sistemele laser de serie, mai simple și mai ieftine, disponibile pe piață.
- Dispozitivul VariSpot™ se poziționează la o distanță de lucru fixă față de planul țintei și reglează dimensiunea și forma profilului spațial ale spotului laser în planul țintei prin rotirea unui element optic al dispozitivului VariSpot™.

REFERINTE

1. ISO 21254 – 1: 2011, "Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser-radiation-induced damage threshold - Part 1: Definitions and general principles"; ISO 21254 – 2: 2011, "Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser-radiation-induced damage threshold - Part 2: Threshold determination"; ISO 21254 – 3: 2011, "Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser-radiation-induced damage threshold - Part 3: Assurance of laser power (energy) handling capabilities"; ISO 21254 – 4: 2011, "Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser-radiation-induced damage threshold - Part 4: Inspection, detection and measurement".
2. Quantel, USA, "Damage Test Descriptions";
http://www.quantel-laser.com/tl_files/client/LASER%20DAMAGE%20TESTING/Quantel-Damage%20Test%20Descriptions.pdf
3. B. C. Stuart, M. D. Feit, S. Herman, A. M. Rubenchik, B. W. Shore, and M. D. Perry, "Nanosecond-to-femtosecond laser-induced breakdown in dielectrics", Phys. Rev. B **53**, (4), 1749 (1996), http://www.mfeit.net/physics/Michael_D_Feit_files/papers/prb5396.pdf
4. G. Nemes, "Optical system and methods employing adjacent rotating cylindrical lenses", US Patent No. 7167321, 2007.

Revendicări

1. **Metodă de control a dimensiunii și profilului spațial ale spotului laser în planul țintei caracterizată prin aceea că,** pornind de la un fascicul laser cu profil spațial de calitate medie și pentru a regla dimensiunea și forma profilului spațial al spotului laser de test în stațiile automate care măsoară pragul de distrugere în câmp laser al componentelor optice, și pentru a obține un profil spațial neted în planul țintei, utilizează un dispozitiv optic zoom de tip VariSpot™, cu distanța de lucru fixă.

2. **Metodă de control a dimensiunii și profilului spațial al spotului laser ca la Revendicarea 1,** caracterizată prin aceea că permite utilizarea unor laseri mai simpli și mai ieftini, cu profil spațial de fascicul de calitate medie, în stațiile automate de măsură a PDCL.

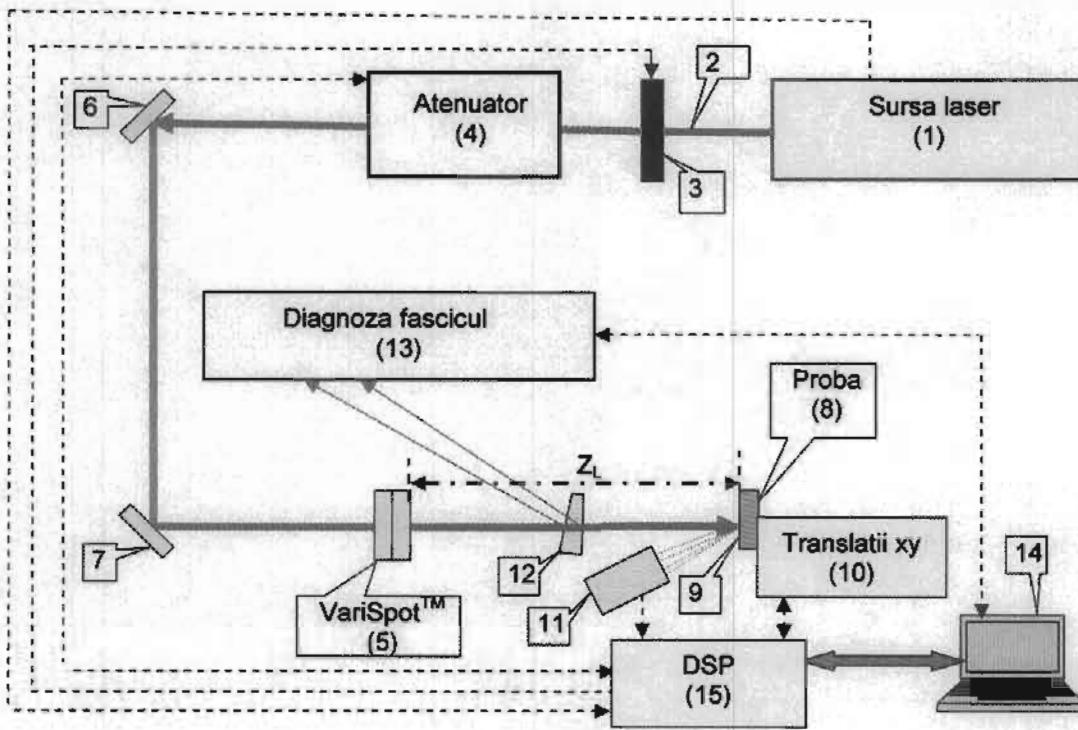


Fig. 1. Stație automată pentru măsurarea PDCL, care utilizează un dispozitiv VariSpot™ pentru reglarea dimensiunii spotului laser în planul țintei ; - schema bloc.

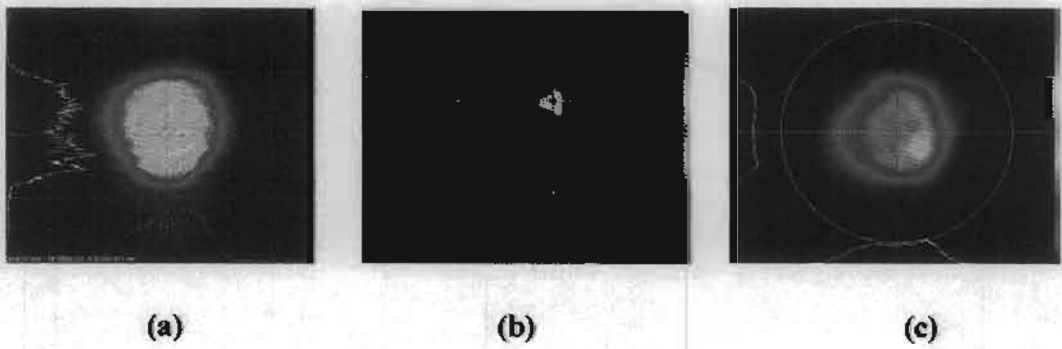


Fig. 2. Profile spațiale de iradianță.
(a) În planul de incidență pe dispozitivul VariSpot™; (b) În planul țintei, pentru VariSpot™ reglat aproape de spot minim - rezultând un profil aproape gaussian; (c) În planul țintei, pentru VariSpot™ reglat pentru un spot mare - rezultând un profil aproape uniform (top-hat).