

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00933

(22) Data de depozit: 29/11/2016

(41) Data publicării cererii:
30/05/2018 BOPI nr. 5/2018

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

(72) Inventatori:
• MICLOȘ SORIN, CALEA GRIVIȚEI
NR.160, BL.B, SC.A, ET.9, AP.42,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• LĂNCRĂNجان ION IOAN FERDINAND,
STR.VELEI NR.2, BL.2, SC.2, AP.57,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• SAVASTRU DAN, STR.IANI BUZOIANI
NR.3, BL.16, SC.A, AP.2, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• TĂUTAN MARINA, STR.EMIL RACOVITĂ
NR.6, BL.R 1, SC.2, AP.45, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) DISPOZITIV OPTIC DE TRANSFORMARE A DISTRIBUȚIEI
TRANSVERSALE DE TIP GAUSS A INTENSITĂȚII
UNUI FASCICUL LASER ÎNTR-UNA DE TIP TOP-HAT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv optic de transformare a distribuției transversale a intensității unui fascicul laser de tip Gauss într-una de tip top-hat, pentru obținerea unei distribuții transversale uniforme a intensității unui fascicul laser. Dispozitivul conform invenției cuprinde o diafragmă (1) pe care este incident un fascicul laser având o distribuție a intensității de tip Gauss, astfel încât zona centrală a fasciculului laser incident este centrată pe diafragmă (1), un obiectiv (2) aflat la o distanță față de diafragmă (1) egală cu distanța sa focală, ce focalizează fasciculul care a trecut de diafragmă într-un plan (3) focal, și o regiune a unei ținte (4), aflată la o distanță reglabilă față de planul (3) focal, în funcție de lungimea de undă a radiației laser, regiune (4) unde se obține distribuția de intensitate laser de tip top-hat.

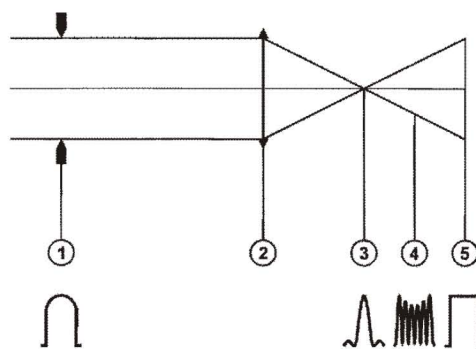


Fig. 1

Revendicări: 1
Figuri: 2



**DISPOZITIV OPTIC DE TRANSFORMARE A DISTRIBUȚIEI TRANSVERSALE
DE TIP GAUSS A INTENSITĂȚII UNUI FASCICUL LASER
ÎNTR-UNA DE TIP TOP-HAT**

Invenția se referă la un dispozitiv optic de transformare a distribuției transversale a intensității unui fascicul laser de tip Gauss într-una de tip top-hat pentru obținerea unei distribuții transversale uniforme a intensității unui fascicul laser.

Se cunosc dispozitive construite pentru obținerea unor fascicule emise de oscilatoare laser cu funcționare în regim de comutație și/sau de mode-locking având o distribuție transversală de tip Gauss a intensității laser precum și de remodelare a acestei distribuții, dispozitive folosite pentru procesarea materialelor optice transparente prin ablație. Aceste dispozitive se bazează pe folosirea unor componente optice speciale având acoperiri optice speciale precum și componente și dispozitive de mecanică cu preț de cost și de utilizare mare și complicat de montat și utilizat. În acest sens amintim brevetele S.U.A. nr. US6975458B1, US9006608B2 și US20020033558 precum și internaționale WO/1999/039410A1 și WO/2016/120327A1, care se referă la dispozitive pentru obținerea unor fascicule laser având o distribuție transversală de tip Gauss a intensității laser precum și de remodelare a acestei distribuții. Dezavantajele acestor soluții este acela al prețurilor de cost de fabricație și de întreținere, al modului complicat de montare și utilizare, cu restricționarea la utilizarea unei singure lungimi de undă laser precum și limitări în ceea ce privește micșorarea la limita de difracție a diametrului spotului laser pe obiectele de procesat prin ablație.

Dispozitivul conform invenției înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că permite transformarea distribuției transversale de tip Gauss a intensității unui fascicul laser într-una de tip top-hat permițând și reglarea ușoară a diametrului spotului laser având o distribuție transversală de tip top-hat pe materialul de procesat folosind un montaj cu preț de cost de fabricație și întreținere mic, simplu de utilizat și reglat.

Problema tehnică pe care prezenta invenție își propune să o rezolve constă în transformarea unei distribuții transversale de tip Gauss a intensității unui fascicul laser într-una de tip top-hat fără restricționări în ceea ce privește lungimea de undă laser și mărimea la limita de difracție a diametrului spotului laser pe materialul optic transparent procesat prin ablație.

Funcționarea unui dispozitiv de transformare a distribuției transversale a intensității unui fascicul laser de tip Gauss într-una de tip top-hat poate fi analizată considerând ecuațiile de definiție a propagării printr-un mediu a unui fascicul laser. Astfel, în cazul unui fascicul

emis de un oscilator laser cu funcționare în regim de comutație optică și/sau de mode-locking, generând impulsuri având energia pe impuls E_p și durata de impuls la semi-amplitudine (FWHM) t_p , cu o frecvență de repetiție a impulsurilor R , cu o putere de emisie medie P și având o distribuție transversală de tip Gauss a intensității $I(r)$ având valoarea maximă pe axa fascicului I_0 sunt valabile următoarele ecuații:

$$E_p = \frac{P}{R} \quad (1)$$

$$I_0 = \frac{4E_p}{t_p w_0^2 \pi \sqrt{2\pi}} = \frac{4}{t_p w_0^2 \pi \sqrt{2\pi}} \frac{P}{R} \quad (2)$$

$$I(r, t) = I_0 \exp\left[-2\left(\frac{r}{w_0}\right)^2\right] \exp\left[-2\left(\frac{t}{t_p}\right)^2\right] \quad (3)$$

$$E_p = \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} I(r, t) r dr d\theta dt \quad (4)$$

Se poate observa faptul că în ecuația (3) este folosită aproximarea cu funcții de tip Gauss a formelor de timp ale impulsurilor laser emise în regim mode-locking, de interes pentru ablația laser a materialelor optice transparente, majoritatea instalațiilor de ablație laser fiind construite pe baza emițătoarelor laser cu funcționare în regim mode-locking. Energia pe impuls laser E_p este definită riguros prin integrare pe durata impulsului laser și pe suprafața spotului laser, r și θ fiind coordonatele radială și unghiulară.

Pentru analiza funcționării unui dispozitiv conform invenției, conform literaturii de specialitate, forma de timp a unui impuls laser singular nu are importanță astfel încât distribuția transversală de intensitate laser poate să fie definită prin ecuația

$$I_s(r) = I_0 \exp\left[-2\left(\frac{r}{w_0}\right)^2\right] \quad (5)$$

Pornind de la ecuația (5), după efectuarea unor calcule algebrice, se poate defini distribuția transversală de intensitate laser de tip top-hat:

$$I_{sth}(r) = I_0 \exp\left[-2\left(\frac{r}{w_0}\right)^n\right] \quad (6)$$

Metoda folosită de dispozitivul conform invenției pentru de transformare a distribuției transversale a intensității unui fascicul laser de tip Gauss într-una de tip top-hat, constă în aceea că se separă zona centrală a unui fascicul laser ce are o distribuție transversală de tip Gauss a intensității laser având un w_0 dat impus de rezonatorul oscilatorului laser folosind o

diafragmă cu diametrul de $0.2 - 0.3$ din w_0 , fasciculul astfel transformat fiind focalizat cu un obiectiv cu distanța focală f , distanța dintre diafragmă și obiectiv fiind reglabilă, distribuția transversală de intensitate laser de tip top-hat fiind obținută în plane transversale față de axa optică a sistemului situate în zona focarului imagine al obiectivului, înainte sau după acesta.

Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-o diafragmă circulară pe care este incident un fascicul laser cu o distribuție transversală de tip Gauss a intensității, diafragma având rolul de a secționa zona centrală a fasciculului care este apoi focalizată cu un obiectiv sub forma unui fascicul având o distribuție transversală de tip top-hat a intensității.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Dispozitivul folosește componente optice și mecanice ieftine și ușor de procurat.
- Dispozitivul este ușor de fabricat, reglat și utilizat cu cheltuieli de întreținere foarte mici.
- Dispozitivul poate fi ușor de montat în instalații laser de procesare sau ablație a materialelor.

În fig. 1 este prezentat schematic principiul de funcționare a dispozitivului conform invenției. În fig. 1 se pot observa un fascicul laser având o distribuție transversală de tip Gauss a intensității laser, incident pe diafragma **1**, în câmp apropiat, a cărei zonă centrală aplatizată observată în zona din imediata apropiere a diafragmei **1**, din spatele acesteia, distribuția fiind notată "câmp apropiat, zona centrală a profilului Gauss", obiectivul **2**, distribuția transversală de intensitate laser în câmp îndepărtat, în planul focal **3**, distribuția de intensitate laser în câmp intermediar **4** și imaginea câmpului apropiat **5** în care distribuția de intensitate laser este transformată din tipul Gauss inițială într-una de tip top-hat.

O formă preferată de realizare a invenției se prezintă în continuare, în legătură cu fig. 2. În fig. 2, este prezentată schema dispozitivului realizat conform invenției, unde se pot observa diafragma **1** pe care este incident un fascicul laser având o distribuție transversală de tip Gauss astfel încât zona centrală este centrată pe diafragma **1**, zona centrală a fasciculului laser după diafragma **1** fiind incidentă pe obiectivul **2**, aflat la o distanță egală cu distanța sa focală de diafragma **1** și fiind focalizată în planul focal **3**, ajungând în regiunea țintă **4** aflată la o distanță z reglabilă în raport cu planul focal **3** funcție de lungimea de undă a radiației laser folosite până se obține o distribuție de intensitate laser de tip top-hat, în care este transformată distribuția inițială de intensitate laser de tip Gauss.

REVENDICARE

Dispozitiv de optic de transformare a distribuției transversale a intensității unui fascicul laser de tip Gauss într-o distribuție de tip top-hat, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-o diafragmă **1**, pe care este incident un fascicul laser având o distribuție de intensitate laser de tip Gauss astfel încât zona centrală a fascicului laser incident este centrată pe diafragma **1**, un obiectiv **2**, aflat la o distanță de diafragma **1** egală cu distanța sa focală, care focalizează fasciculul ce a trecut de diafragma **1** în planul focal **3**, și regiunea țintă **4**, aflată la o distanță reglabilă în funcție de lungimea de undă a radiației laser față de planul focal **3**, regiune unde se obține distribuția de intensitate laser de tip top-hat.

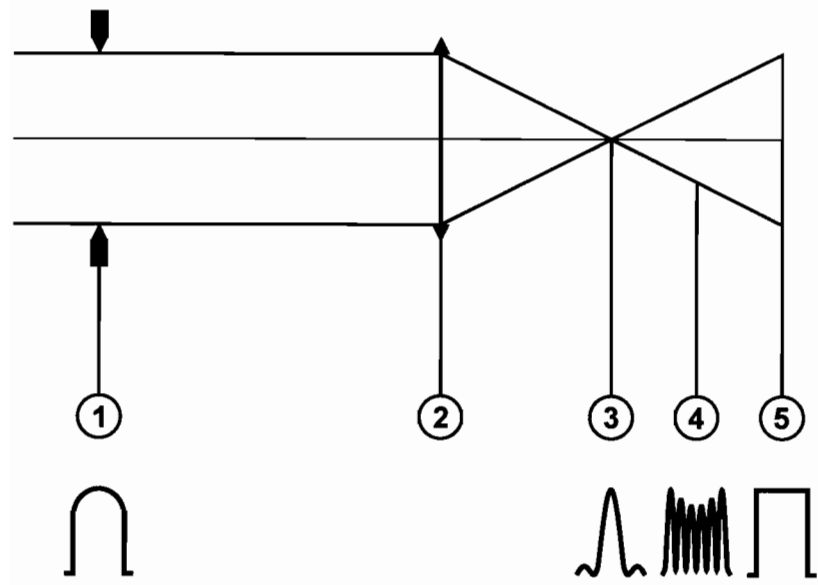


Fig. 1

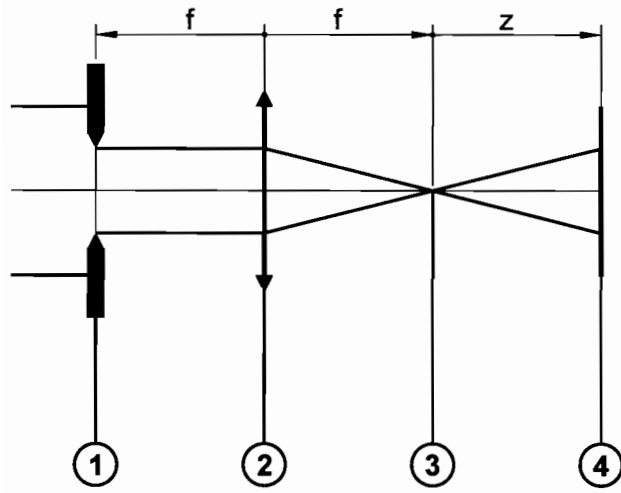


Fig. 2