



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2009 00617

(22) Data de depozit: 05.08.2009

(41) Data publicării cererii:
30.05.2011 BOPI nr. 5/2011

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

(72) Inventatori:
• URSESCU DANIEL,
STR. SOLD. ENE MODORAN NR.13,
BL.M169, SC.1, ET.2, AP.12, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ ȘI SISTEM LASER CU PULSURI ULTRASCURTE
PENTRU GENERARE DE PULSURI MULTIPLE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și un sistem laser cu pulsuri ultracurte pentru generare de pulsuri multiple. Metoda conform invenției constă din generarea de pulsuri laser multiple prin modificarea drumului optic al diferitelor componente spectrale ale unui puls laser (1), realizată la nivelul unui alungitor sau compresor optic existent în orice sistem laser bazat pe metoda de amplificare cu pulsuri modulate, loc în care pulsul laser are componentele spectrale separate spațial și colimate. Sistemul laser conform invenției este caracterizat prin introducerea unor componente optice (2) reflectante, refractante sau difractive optice la nivelul alungitorului sau compresorului optic al unui sistem laser bazat pe metoda de amplificare cu pulsuri modulate.

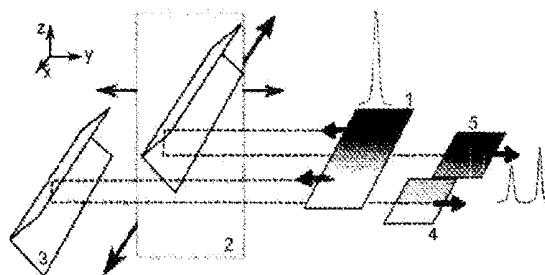
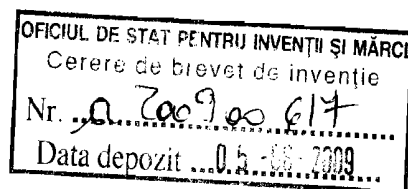


Fig. 2

Revendicări: 4
Figuri: 2





Metoda si sistem laser cu pulsuri ultracurte pentru generare de pulsuri multiple

Inventia se refera la o metoda si un sistem laser ce produce pulsuri multiple cu intensitati si intarzieri controlabile si (partial) separate spectral, pornind de la metoda de amplificare cu pulsuri modulate (Chirped Pulse Amplification – CPA) [G.A. Mourou, T Tajima, S.V. Bulanov, Optics in the relativistic regime, Reviews of Modern Physics 78 (2) (2006)]. Generarea de pulsuri multiple este destinata procesarilor de materiale cu ajutorul laserilor cu pulsuri ultracurte si pentru aplicatii stiintifice si de dezvoltare tehnologica cum ar fi experimente de tip excita-si-sondeaza (pump-probe).

Sunt cunoscute metode de generare a pulsurilor multiple prin modificari in interiorul sau in afara sistemului laser, asa numitele tehnici de pulse shaping [A. M. Weiner, Femtosecond pulse shaping using spatial light modulators, Rev. Sci. Instrum., Vol. 71, No.5, May (2000)].

Dezavantajul acestor metode este ca necesita un sistem optic separat de sistemul laser, mai complex din punct de vedere tehnic (adica avand mai multe componente optice) si in consecinta sistemele bazate pe aceasta abordare ce produc pulsuri multiple ocupa mai mult spatiu, sunt mai greu de montat si aliniat si sunt mai scumpe.

Este, de asemenea, cunoscuta metoda de generare a pulsurilor multiple prin modificari in interiorul sistemului laser (prin constructia unui interferometru) dar in afara sistemului de alungire sau compresie optica a pulsului ultracurt [D. Zimmer , B. Zielbauer, V. Bagnoud, U. Eisenbarth, D. Javorkova, T. Kuehl, Optics Express, Volume 16, Issue 14, 7, 10398- 10403, (2008)].

Dezavantajul acestei metode este ca necesita un sistem optic mai complex din punct de vedere tehnic (adica avand mai multe componente optice) si in consecinta sistemele bazate pe aceasta abordare, ce produc pulsuri multiple, ocupa mai mult spatiu, sunt mai greu de montat si aliniat si sunt mai scumpe, iar pulsurile optice produse nu sunt separate spectral.

Metoda pentru generare de pulsuri multiple, conform inventiei, elimina dezavantajele mai sus mentionate prin aceea ca, in scopul reducerii costului si a simplificarii traseului optic si a reglajelor de efectuat, producerea si controlul pulsurilor multiple se fac prin modificarea drumului optic pentru diferitele componente spectrale ale pulsului laser ce intra in alungitorul sau compresorul optic. Aceasta se realizeaza la nivelul alungitorului (stretcher) sau compresorului optic, existente in orice sistem bazat pe CPA, in locul unde aceste componente spectrale sunt (partial) separate spatial si colimate. In majoritatea sistemelor laser bazate pe

CPA exista un astfel de loc in alungitorul sau/si in compresorul optic bazate pe prisme, grisme (grism) sau retele de difractie. In acest loc se introduce un drum optic suplimentar pentru componentele spectrale ale pulsului laser ce se intentioneaza a fi intarziate, producand astfel un al doilea puls. Folosind aceeaasi metoda, se poate introduce in acelasi loc un drum optic aditional pentru o alta parte din componentele spectrale ale pulsului laser ce intra in alungitor sau compresor, generand un al treilea puls, si asa mai departe, putandu-se genera mai multe pulsuri, dupa nevoi.

Sistemul laser, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate mai sus prin aceea ca foloseste un minim de o componenta optica de tip fereastră optica cu fete plan paralele ce se introduce in alungitorul sau compresorul optic unde componente spectrale ale pulsului laser ce intra in alungitor sau compresor sunt (partial) separate spatial si colimate. Intarzierea t intre cele doua pulsuri astfel produse este data de grosimea ferestrei optice d si de indicele de refractie al acesteia n dupa formula $t=(n-1)d/c$.

Intarzierea se poate face si prin utilizarea mai multor ferestre optice pentru a genera doua sau mai multe pulsuri. Se pot folosi alternativ sau impreuna cu componente optice refractive ca in cazul prezentat mai sus si componente optice reflective (oglinzi) pentru a genera doua sau mai multe pulsuri de exemplu prin folosirea a doua sau mai multe oglinzi de tip acoperis (roof mirrors). In sistem se pot folosi si alte componente optice (inclusiv difractive) pentru a produce pulsuri multiple prin controlul lungimii drumului optic si pentru a mari controlul asupra proprietatilor pulsurilor multiple produse, cum ar fi durata acestor pulsuri.

In cele ce urmeaza se dau doua exemple de realizare a inventiei, cu referire la figurile 1 si 2 care reprezinta:

-fig.1, vedere in perspectiva a doua ferestre optice introduse in alungitorul sau compresorul optic

-fig.2, vedere in perspectiva cu o oglinda acoperis introdusa in alungitorul sau compresorul optic

Sistemul laser exemplificat in fig. 1, conform inventiei, utilizeaza, la nivelul alungitorului sau compresorului, un puls laser 1, in locul unde componente spectrale ale pulsului laser sunt (partial) separate spatial si colimate, care se propaga in plan orizontal de-a lungul axei y si care trece prin doua ferestre optice 2 si 3 de grosimi similare, paralele cu axa x si alipite in planul yz . Datorita faptului ca fereastră optica 2 formeaza un unghi diferit de zero cu fereastră optica 3 in planul yz , drumul optic prin fereastră 2 este mai lung decat cel prin fereastră 3 si,

in consecinta, pulsul laser se separa in doua parti dupa aceasta trecere. Cele doua pulsuri astfel formate ajung pe o oglinda acoperis 4, paralela cu axa x, ce se intalneste in general in sistemele alungitor sau compresor, care retrimite printr-un sistem format din cele doua ferestre optice 5, cele doua pulsuri laser generate dupa prima trecere prin sistemul 5. Se obtin astfel un puls laser 6, ce contine o parte din componentele spectrale ale pulsului laser initial 1, si un puls laser 7, ce contine celelalte componente spectrale ale pulsului 1. Dupa compresia ulterioara finala a pulsurilor 6 si 7 in compresorul optic al sistemului laser, se obtin doua pulsuri laser ultracurte, ce contin componente spectrale complementare. Controlul intarzierii intre pulsurile 6 si 7 se realizeaza prin modificarea diferentei de drum optic intre acestea prin varierea unghiului intre ferestrele 2 si 3 in planul yz. Controlul raportului intensitatilor intre pulsul 6 si 7 se realizeaza prin deplasarea solidara a ferestrelor 2 si 3 de-a lungul unei axe paralele cu axa x, modificand in acest fel domeniul spectral ce contribuie la pulsurile 6 si 7.

Sistemul laser exemplificat in fig. 2, conform inventiei, utilizeaza, la nivelul alungitorului sau compresorului, un puls laser 1, in locul unde componente spectrale ale pulsului laser sunt (partial) separate spatial si colimate, care se propaga in plan orizontal de-a lungul axei y. Acesta ajunge intai partial pe o oglinda acoperis 2 paralela cu axa x, ulterior cealalta parte a pulsului laser ajungand pe o oglinda acoperis 3 paralela cu axa x, ce se intalneste in general in sistemele alungitor sau compresor optic. Un puls laser 4, obtinut prin reflexia pe oglinda acoperis 3, are un drum optic mai lung si va fi intarziat fata de un puls laser 5 obtinut prin reflexia pe oglinda acoperis 2. Dupa compresia ulterioara finala a pulsurilor 4 si 5 in compresorul optic al sistemului laser, se obtin doua pulsuri laser ultracurte, ce contin componente spectrale complementare. Controlul intarzierii intre pulsurile 4 si 5 se realizeaza prin modificarea diferentei de drum optic intre acestea prin varierea distantei intre oglinzile acoperis 2 si 3 de-a lungul axei y. Controlul raportului intensitatilor intre pulsul 4 si 5 se realizeaza prin deplasarea solidara a oglinzii acoperis 2 de-a lungul unei axe paralele cu axa x, modificand in acest fel domeniul spectral ce contribuie la pulsurile 4 si 5.

Metoda si sistemul laser, conform inventiei, prezinta urmatoarele avantaje:

- simplificarea traseului optic fata de metodele cunoscute de generare de pulsuri multiple mentionate mai sus.
- micșorarea numarului de componente fata de sistemele laser cunoscute cu generare de pulsuri multiple mentionate mai sus, compactizarea sistemului laser si simplificarea reglajului sistemului

- un pret mai mic datorat sistemului simplu de producere a pulsurilor multiple, bazat pe componente optice existente in mod obisnuit pe piata laserilor.
- pulsurile laser produse sunt (partial) separate spectral, aceasta fiind un avantaj in experimente de tip excita si sondeaza (pump-probe)
- metoda este scalabila la un numar de mai multe pulsuri, de exemplu prin folosirea combinata a sistemelor prezentate in figura 1 si figura 2.

Revendicari

1. O metoda pentru generare de pulsuri laser multiple caracterizata prin aceea ca, in scopul producerii de pulsuri multiple, (partial) separate spectral si in scopul simplificarii traseului optic, reglajelor sau reducerii costului sistemului, se introduc componente optice reflectante, refractante sau difractive optic in alungitorul sau compresorul optic al unui sistem laser, acolo unde componente spectrale ale pulsului laser ce intra in alungitorul sau compresorul optic sunt (partial) separate spatial si colimate, modificand in acest fel drumul optic al componentelor spectrale respective.
2. Un sistem laser cu pulsuri ultrascorte pentru generare de pulsuri multiple, bazat pe metoda prezentata in revendicarea 1, caracterizat prin aceea ca, in scopul producerii de pulsuri multiple, (partial) separate spectral si in scopul simplificarii traseului optic, reglajelor si reducerii costului sistemului, se introduc componente optice reflectante, refractante sau difractive optic in alungitorul sau compresorul optic al unui sistem laser acolo unde componente spectrale ale pulsului laser ce intra in alungitorul sau compresorul optic sunt (partial) separate spatial si colimate, modificand in acest fel drumul optic al componentelor spectrale respective.
3. Un sistem laser cu pulsuri ultrascorte pentru generare de pulsuri multiple ca in revendicarea 2, bazat pe metoda din revendicarea 1, caracterizat prin aceea ca elementele introduse in alungitorul sau compresorul optic in locul unde componente spectrale ale pulsului laser sunt (partial) separate spatial si colimate, sunt, ca in figura 1, doua (sau mai multe) ferestre optice (2) si (3), paralele cu axa x si alipite in planul yz, una din ele (sau mai multe) (2) rotindu-se cu axa de rotatie x, controland in acest fel intarzierea intre pulsurile generate si aceeaasi fereastră optica putandu-se deplasa perpendicular pe directia de deplasare solidar cu fereastră optica (3), prin aceasta deplasare controlandu-se raportul intre energiile pulsurilor.
4. Un sistem laser cu pulsuri ultrascorte pentru generare de pulsuri multiple ca in revendicarea 2, bazat pe metoda din revendicarea 1, caracterizat prin aceea ca elementele introduse in alungitorul sau compresorul optic in locul unde componente spectrale ale pulsului laser sunt (partial) separate spatial si colimate, este, ca in figura 2, o oglinda acoperis (sau mai multe) (2), cu varful perpendicular pe directia de propagare a pulsului laser incident si care se poate deplasa atat de-a lungul directiei de propagare a pulsului, cat si perpendicular pe aceasta, prin aceste deplasari controlandu-se intarzierea intre pulsurile generate si raportul intre energiile pulsurilor si care poate contine si componente optice ca in revendicarea 3.

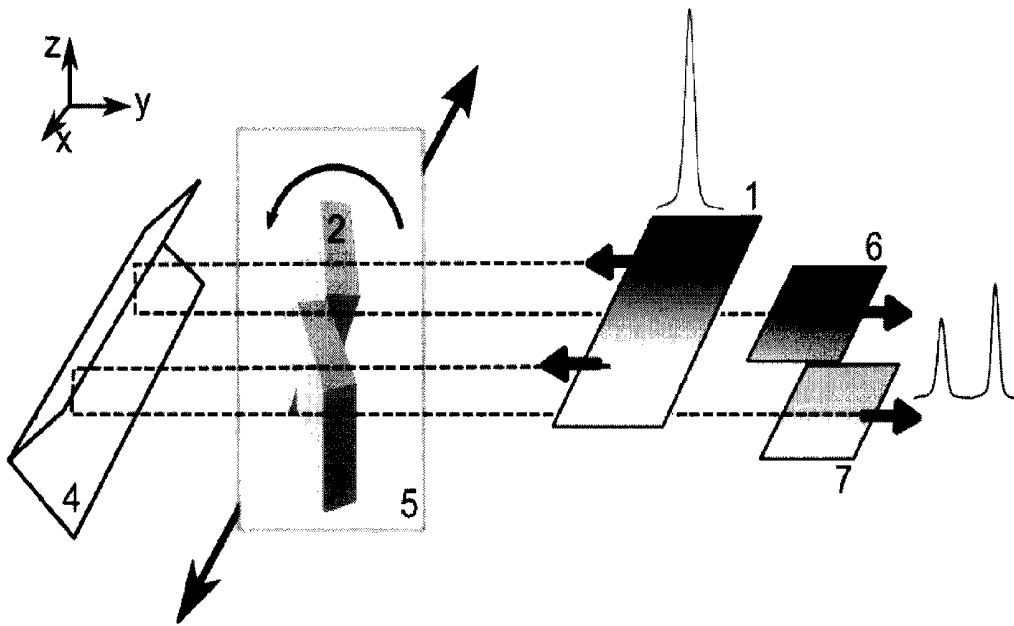


Figura 1

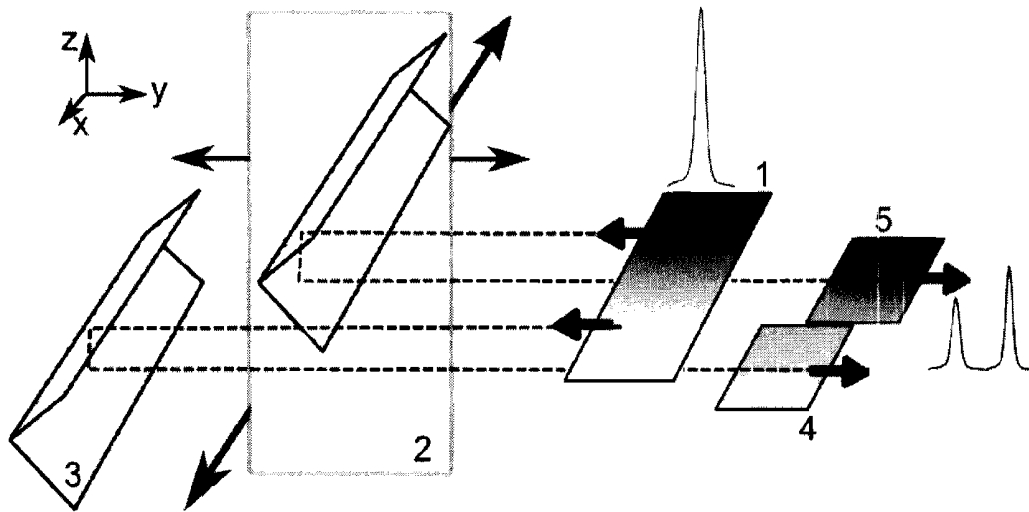


Figura 2