



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENTIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01326**

(22) Data de depozit: **13.12.2010**

(41) Data publicării cererii:
30.06.2011 BOPI nr. **6/2011**

(71) Solicitant:

• INSTITUTUL NAȚIONAL DE FIZICA
LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIILOR,
STR. ATOMIȘTILOA NR. 409, MÂGURELE,
IF, RO

(72) Inventatori:

• DASCĂLU TRAIAN, STR. AVIONULUI
NR. 11, BL. 6C, SC. 1, AP. 3, SECTOR 1,
BUCHUREȘTI, B, RO;
• OANA SANDU, STR. TINERETULUI NR. 6,
BL. E2, AP. 15, URZICENI, IL, RO;

• VOICU FLAVIUS, STR. SOCULUI NR. 5,
DAENI, TL, RO;
• PAVEL NICOLAE,
STR. LACUL PLOPULUI NR. 3, BL. P64,
SC. 1, AP. 21, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;
• SALAMU GABRIELA,
ALEEA CRICOVUL DULCE, NR. 7, BL. 17,
SC. 1, AP. 1, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B,
RO;
• DINCA MIHAI, STR. POMARIA, NR. 3,
BL. B21, SC. 2, AP. 49, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM LASER PENTRU IGNITIA MOTOARELOR CU ARDERE INTERNĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem laser pentru ignitie motoarelor cu ardere internă, destinat să funcționeze ca sistem de aprindere a amestecului aer-combustibil în camera de ardere a motorului. Sistemul laser, conform invenției, constă într-un laser comutat pasiv, care folosește un mediu activ laser de tip compozit, cristalin sau ceramic, dopat cu ioni care absorb o radiație (7) de pompaj, având atașate, prin difuzie termică, alte două elemente care servesc la introducerea eficientă a radiației (7) de pompaj în mediul activ, o prismă (6) nedopată, și la comutarea pasivă a unui laser (5) pompat cu diode laser printr-o fibră (7) optică, atașată direct la suprafața de intrare a prismei (6), având un rezonator optic format dintr-o oglindă (14) de extracție și oglinda formată din niște straturi (13) dielectrice subțiri, de înaltă reflectivitate, depusă direct pe suprafața plană a comutatorului pasiv, un material activ laser fiind plasat într-un rezonator laser, material ce are forma unui paralelipiped cu latura bazei mult mai mică decât lungimea, și care asigură o absorbtie omogenă a fasciculului laser

de pompaj, iar prin forma sa asigură eliminarea lentilelor de colinare și focalizare a radiației (7) de pompaj, eliminând posibilitatea ca fotonii de pompaj să deschidă comutatorul pasiv înainte de atingerea maximului inversie de populație, și are o funcționare stabilă până la 150°C, fiind insensibil la vibrații.

Revendicări: 2

Figuri: 2

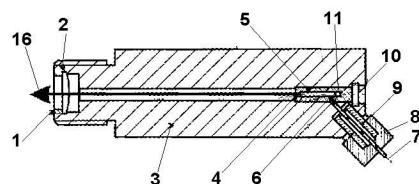


Fig. 1

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 inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



DESCREREA INVENTIEI

| | |
|------------------------------------------|--------------|
| OFICIAL DE STAT PENTRU INVENTII SI MARCI | |
| Cerere de brevet de inventie | |
| Nr. | a 2010 01326 |
| Data depozit 13 -12 - 2010 | |

SISTEM LASER PENTRU IGNITIA MOTOARELOR CU ARDERE INTERNA.

Inventia este in legatura cu un dispozitiv laser destinat sa functioneze ca sistem de aprindere a amestecului aer-combustibil in camera de ardere a motorului. Dispozitivul laser cuprinde: un mediu activ laser compozit, in arhitectura avansata, o sursa de pompaj tip dioda laser cuplata la fibra optica pentru pompajul mediului activ, un suport mecanic in structura rigida, un rezonator optic format prin depunerea directa a oglinzilor pe suprafetele mediului activ laser si, respectiv, a comutatorului pasiv, o lentila de focalizare a fascicolului laser rezultat.

Stadiul tehnicii. Principalele probleme ale laserelor cu corp solid preconizate a fi folosite in sisteme de ignitie a motoarelor cu ardere interna constau in prezervarea calitatii fascicolului laser pe intreaga gama de putere in conditiile functionarii pe un domeniu de temperaturi foarte larg si in regim de vibratii, mentinerea simplitatii de realizare pentru ca pretul de fabricatie sa fie competitiv, obtinerea unei eficiente ridicate. Un aranjament similar cu cel prezentat de inventie cum este, de exemplu, cel prezentat in Pat. No. US 2006/0243238 A1 are dezavantajul scaderii puterii de varf a pulsului laser datorita faptului ca fotonii de pompaj neabsorbiți in mediul activ sunt absorbiți de comutatorul pasiv fapt care determina scaderea eficientei comutatorului pasiv. Un alt aranjament, Pat. No. US 6, 950,449 B2 ofera o crestere a puterii de varf prin largirea diametrului fascicolului de pompaj dar trebuie sa foloseasca un montaj optic de colimare focalizare care complica dispozitivul, reduce fiabilitatea si creste pretul. Aranjamentul prezentat de E. Winter in patent No.: US 6,802,290 B1 ofera o solutie interesanta folosind o combinatie de laseri microdisc si amplificatoare bazate pe fibra optica prezentand avantajul ca problemele legate de functionarea laserului la temperaturi extreme si vibratii intense sunt reduse. Cu toate acestea eficienta este redusa si, din nou, sistemul este complicat si scump. G. Herdin demonstreaza, patent US 7,040,270 B2 , ca amestecurile sarace pot fi aprinse cu laserul in mod eficient si ca reducerea noxelor emise este notabila. Alte patente, S.B. Gupta Patent No US 7,114,858 B2 si G. Herdin patent No: US 7,231,897 se concentreaza pe eliminarea rateurilor prin detectarea cresterii de presiune produse de dezvoltarea frontului undei de soc si aplicarea unui puls laser suplimentar in cazul in care primul puls laser nu a fost eficient.

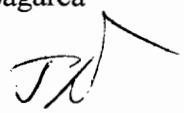
Descrierea inventiei. Conform inventiei, asa cum este descrisa in continuare, problema unui montaj simplu, eficient si care nu schimba transmisia initiala a comutatorului pasiv prin absorbtie

parazita, este rezolvata prin faptul ca mediul activ solid compozit este proiectat astfel incat radiatia de pompaj poate fi introdusa in mediul activ folosind fibra optica ce se afla in contact direct cu materialul laser compozit, prin faptul ca propagarea radiatiei de pompaj prin reflexie totala interna inainte si inapoi este favorizata, prin faptul ca intregul ansamblu este fabricat fara elemente de reglaj care se pot deteriora atunci cand functioneaza in regim de vibratii.

Pentru a elimina posibilitatea dezalinierii mediului activ acesta este fabricat prin asamblarea, prin difuzie termica, a trei piese: *i)* mediul activ laser in forma de paralelipiped patrat asamblat de *ii)* un comutator pasiv avand aceeasi forma si *iii)* o prisma din material nedopat avand acelasi indice de refractie ca si materialul gazda lipita de mediul activ astfel incat propagarea sa se faca in directie opusa pozitiei comutatorului pasiv. In plus, metoda de lipire a cristalului pe elementul de racire are o importanta cruciala pentru crearea unei structuri rezistente la vibratii, capabila sa mentina alinierea pe o plaja de temperaturi ce variaza de la -50C la +150C si sa eliminate posibilitatea aparitiei birefringentei optice induse datorita efortului mecanic. In cazul in care aceasta lipire este neelastică atunci este absolut necesara potrivirea coeficientilor de dilatare a elementelor puse in contact, mediul activ laser respectiv elementul de sustinere mecanica.

Cuplarea radiatiei de pompaj in cristalul laser poate fi facuta, in principiu, in diferite moduri. Cu toate acestea este in mod particular foarte avantajos ca radiatia de pompaj sa fie ghidata in cristal prin reflexie totala interna astfel incat zona activa sa fie excitata in mod uniform. Ghidarea prin reflexie totala interna apare intotdeauna cand divergenta fascicolului de pompaj este astfel incat radiatia cade pe suprafata reflectatoare la un unghi mai mic decat unghiul limita corespunzator reflexiei totale interne. Un astfel de montaj de ajustare a divergentei se obtine, folosind configuratia propusa de noi, prin simpla apropiere a fibrei optice de suprafata de intrare a prismei. Datorita faptului ca mediul activ laser trebuie atasat prin lipirea acestuia la un suport mecanic este in mod particular avantajos ca suprafata ce este lipita sa fie acoperita cu straturi dielectrice subtiri astfel incat sa formeze o oglinda cu reflectivitate 100% pentru radiatia de pompaj, de banda larga, la unghiuri mici.

Pentru a obtine o conductie termica buna de la stratul reflectator la corpul de racire este avantajos sa aplicam un pachet de straturi metalice cu rolul de a asigura o aderenta buna a jonctiunii dielectric-metal si un transfer termic ridicat. Acest lucru este posibil atunci cand folosim un amestec metalic a carui temperatura de topire este sub temperatura de deteriorare a straturilor dielectrice ce constituie oglinda si are un coefficient de dilatare care este similar cu cel al cristalului laser. Intr-o astfel de configuratie suprafata lipita indeplineste mai multe functii: suport mecanic pentru cristalul laser, oglinda cu reflexie totala de banda larga pentru radiatia de pompaj si cea laser, transfer eficient de caldura de la mediul activ catre extractorul de caldura. Propagarea



radiatiei de pompaj se face prin reflexie totala interna folosind toate cele patru suprafete longitudinale ale prismei. Partea de cristal laser care nu este iradiata de fascicolul de pompaj se lipeste de cristal care constituie comutatorul pasiv. Un astfel de cristal compozit se realizeaza prin lipire optica sau prin folosirea de materiale monocristaline impreuna cu materiale ceramice presate ulterior la cald. Oglinzile laser se depun direct pe cristalul compozit, pe suprafetele prelucrate optic, astfel incat sunt perfect paralele.

Pompajul optic transversal folosit de configuratia laser propusa prin inventie introduce fara pierderi radiatia de pompaj in cristalul laser.

Cu privire la materialele gazda folosite pentru ionii dopanti inventia este in mod special folositoare pentru ionii Yb si Nd incorporati in YAG, YAP, YVO₄, etc.

Dimensional, cristalul laser are dimensiuni transversale cuprinse intre 0.8mm si 1.2mm si o lungime de 3-10 mm.

O alta problema care apare in cazul laserilor comutati pasiv ce functioneaza la densitati de putere foarte mari este scaderea transmisiei initiale a comutatorului pasiv atunci cand radiatia de pompaj este absorbita partial de comutatorul pasiv. Acest fenomen duce la o scadere drastica a eficientei laserului, incalziri suplimentare, calitate slaba a fascicolului laser.

Fenomenul este evitat in inventia descrisa mai sus datorita faptului ca drumul optic parcurs in mediul activ este suficient de lung ca sa produca absorbtia in totalitate a radiatiei de pompaj.

Avantajul inventiei trebuie vazut in faptul ca, prin folosirea unui cristal compozit rezulta un sistem laser simplu si stabil.

Alte trasaturi si avantaje ale inventiei rezulta din desenele urmatoare.

Fig.1 arata schema de ansamblu a sistemului laser inventat;

Fig. 2 este o vedere 3D a propagarii fascicolului de pompaj prin cristalul compozit;

Sistemul laser prezentat in Fig.1 cuprinde un cristal laser (5, Fig.1) avand zona centrala formata din Nd:YAG, lipita de o prisma de YAG (6, Fig.1), si de un cristal dopat cu Cr⁴⁺:YAG (11, Fig.1) care actioneaza ca si comutator pasiv. Partea inferioara a ansamblului este acoperita cu straturi dielectrice multiple formand o oglinda reflectatoare de banda larga (15, Fig.2) la radiatia de pompaj, un strat dielectric (15, Fig.2) ce are rolul de ghid pentru radiatia de pompaj evanescenta. Ansamblul mentionat este lipit de schimbatorul de caldura (3, Fig.1) prin straturile metalice de Au-Sn sau Ag-In (15, Fig.2); pompajul optic se face cu diode laser cuplate la fibra optica (7, Fig.1); rezonatorul optic este format de oglinda (14, Fig.2) parcial reflectatoare, depusa direct pe mediul activ Nd:YAG si de oglinda cu inalta reflectivitate depusa direct pe comutatorul pasiv Cr⁴⁺:YAG (13, Fig.2); axa fascicolului laser (16, Fig.2) si axa optica (17, Fig.2) sunt paralele; pompajul optic se face prin suprafata prismei care are un unghi astfel ales incat asigura

JH

2 0 1 0 - 0 1 3 2 6 - -
1 3 -12- 2010

conditia de reflexie totala interna pentru toate razele care ies din fibra optica cu apertura numerica 0.22. Asa cum se ilustreaza in figura 2 radiatia de pompaj (12, Fig.2) livrata de sursa de pompaj (7, Fig.1) este livrata de fibra optica pe suprafata prismei de unde se propaga prin reflexie totala interna in mediul activ unde este absorbita uniform de ionii activi si produce o inversie de populatie a ionilor de Nd. Cand inversia de populatie atinge nivelul de prag, comutatorul pasiv se satureaza rezultand un puls gigant care are o durata de aproximativ o nanosecunda. Testele facute de autori au arata ca energia de 3 mJ pe puls laser, la durata pulsului de 1ns, produce plasma in aer prin fenomenul de spargere a moleculelor existente in aer provocand astfel initierea aprinderii amestecului combustibil. Inregistrarea cu camera ultrarapida a propagarii frontului de ardere a aratat ca in cazul aprinderii cu laserul frontul de ardere se propaga mult mai rapid ceea ce este avantajos din punctul de vedere al eficientei motorului si al nozelor rezultate din ardere.



REVENDICARI

1. Un laser comutat pasiv ce foloseste un mediu activ laser de tip compozit, cristalin sau ceramic, dopat cu ioni care absorb radiatia de pompaj (5, Fig. 1) are atasate, prin difuzie termica, alte doua elemente care servesc la introducerea eficienta a radiatiei de pompaj in mediul activ (prisma nedopata, 6, Fig. 1) si la comutarea pasiva a laserului (11, Fig. 1), pompat cu diode laser prin fibra optica (7, Fig. 1) atasata direct la suprafata de intrare a prismei, avand un rezonator optic format din oglinda de extractie (14, Fig. 2) si oglinda formata din straturi dielectrice subtiri de inalta reflectivitate (13, Fig. 2) depusa direct pe suprafata plana a comutatorului pasiv.
2. Un material activ laser plasat intr-un rezonator laser asa cum este definit in revendicarea 1, material ce are forma de paralelipiped cu latura bazei mult mai mica decat lungimea si care asigura o absorbtie omogena a fascicolului laser de pompaj iar prin forma sa asigura eliminarea lentilelor de colimare si focalizare a radiatiei de pompaj, elibera posibilitatea ca fotonii de pompaj sa deschida comutatorul pasiv inainte de atingerea maximului inversiei de populatie, are o functionare stabila pana la 150°C si este insensibil la vibratii.



a-2010-01326--
13-12-2010

3

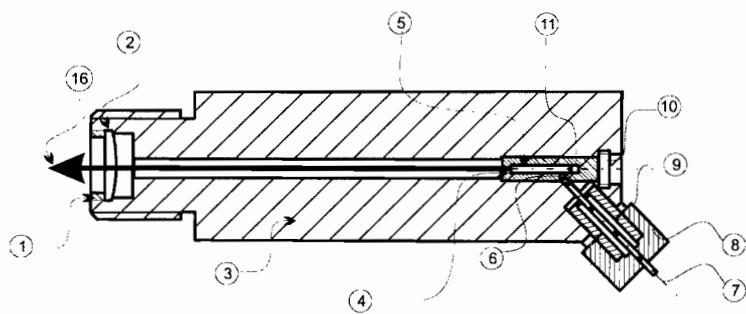


Figura 1

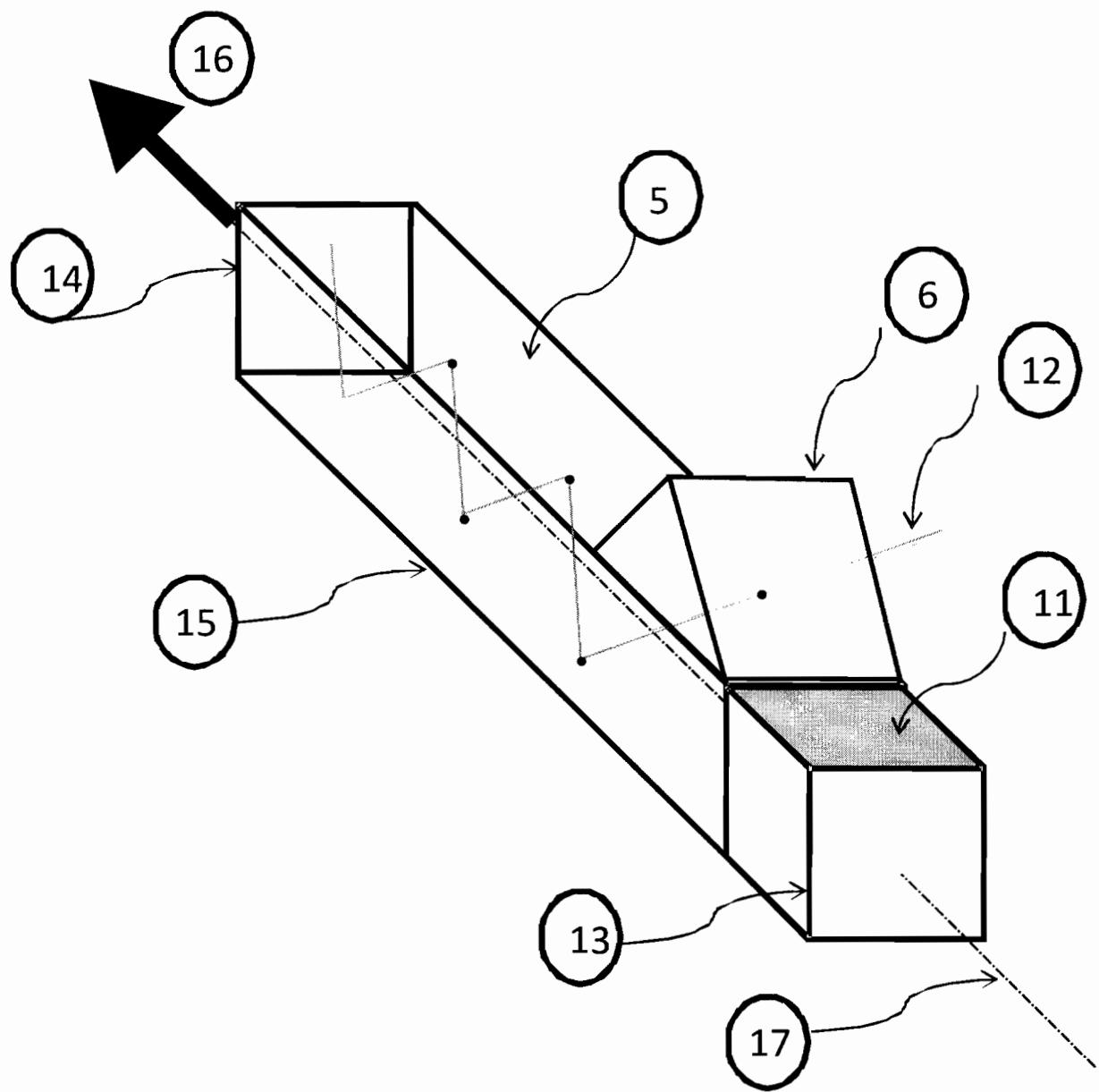


Figura 2