



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00509**

(22) Data de depozit: **25/05/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **26/02/2016** BOPI nr. **2/2016**

(41) Data publicării cererii:  
**28/12/2012** BOPI nr. **12/2012**

(73) Titular:  
• **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, AP.42, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **LĂNCRĂNȚAN 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 NICOLETA,  
STR.EMIL RACOVITĂ NR.6, BL.R 1, SC.2,  
AP.45, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 3995792; US 4097007; US 4021007**

(54) **METODĂ ȘI DISPOZITIV PENTRU GHIDAREA SPRE ȚINTE A  
PROIECTILELOR CU ZBOR INERȚIAL SAU REACTIV**



# RO 128050 B1

1           Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv de ghidare spre țintă a proiectilelor  
de artilerie și de aviație cu zbor inerțial, și a rachetelor cu zbor reactiv, prin vizare directă, de  
3 la mare distanță, iar această distanță este limitată de raza de curbură a suprafeței Pământului.

5           Se cunoaște din literatură faptul că noțiunea de ghidare cât mai precisă spre ținta  
vizată a proiectilelor de mare calibru cu zbor inerțial (obuze de artilerie, mine de aruncător,  
7 bombe de aviație) sau reactiv (rachete lansate de la sol sau de la bordul platformelor aeriene,  
adică avioane sau elicoptere) este sinonimă cu eficiența tactică și/sau strategică a proiectilelor.  
9 O analiză la nivel elementar poate releva faptul că, în condițiile câmpului de luptă, capacitatea  
de ripostă bazată pe precizia loviturilor de artilerie, de bombardament de aviație este mult  
11 mai eficientă economic și tactic decât alte forme, fie și numai pentru că muniția nu este irosită  
și sunt prevenite cazurile de „victime colaterale”.

13           Se cunoaște, de asemenea, autocorecția bazată pe principiul de comandă “totul sau  
nimic” (sau “*bang-bang*”, în limba engleză, în original), prin care un element de decizie  
15 comandă acționarea sau oprirea la atingerea unui parametru prescris (în cazul ghidării  
proiectilelor, ținta vizată).

17           Se cunosc dispozitive construite pe baza unor metode optice „clasice”, de telemetrie  
optică, dispozitive caracterizate prin gabarite mari, un grad de precizie de ordinul distanțelor  
19 de 50 m în jurul țintei vizate; comenzile de corecție a traiectoriei sunt transmise prin teleco-  
mandă radio către proiectile, care sunt, în marea majoritate a cazurilor, rachete inclusiv balis-  
21 tice, dispozitive utilizabile pe distanțe adecvate scopului tactic propus, bazat pe anihilarea  
inamicului prin detonarea de cantități mari de explozibil. Există și dispozitive de ghidare a  
23 proiectilelor utilizabile pe distanțe relativ scurte, de maximum 1000...1500 m, comenzile de  
corecție a traiectoriei fiind transmise prin telecomandă radio sau prin fir, conductor electric  
25 sau fibră optică, spre proiectile. În acest sens amintim documentele de brevet **US 3995792**,  
**US 4220296**, **US 6672533**, **US 6889934** și **US 7533849**.

27           Dezavantajele principale ale acestor soluții constau în aceea că dispozitivele au  
gabarite mari, costuri de producție și de întreținere mari, permit ghidarea proiectilelor cu o  
precizie relativ mică, și este posibilă bruierea comenzilor de corecție a traiectoriei transmise  
29 prin unde radio, ceea ce le limitează drastic distanța de acțiune. Un alt dezavantaj major al  
soluțiilor amintite anterior constă și în faptul că sunt utilizabile fie pentru distanțe foarte mari,  
31 fie pentru distanțe relativ scurte, iar zona de interes pentru loviturile tactice frecvente, de  
2...25 km, rămâne neacoperită în ce privește ghidarea muniției.

33           Problema tehnică va consta în ghidarea proiectilelor cu zbor inerțial și/sau reactiv prin  
autocorecția comenzii.

35           Metoda de ghidare spre țintă a proiectilelor, conform invenției, rezolvă problema  
tehnică prin aceea că ținta vizată este iradiată cu impulsuri laser de mare energie, de  
37 50...250 mJ, și cu durate la semiamplitudine de 2...10 ns, emise de un oscilator laser cu corp  
solid de mare strălucire, operat în regim de comutație optică pasivă, la lungimi de undă de  
39 1...5 μm; impulsurile laser sunt reflectate difuz de ținta vizată, aceste reflexii difuze sunt  
receptate de un detector cu fotodiodă cuadrant, detector montat pe proiectilul de ghidat;  
41 semnalele electrice generate de acest detector sunt procesate electronic și aplicate, prin  
acționare electromecanică, cu solenoizi, unor aripiore de stabilizare a traiectoriei proiectilu-  
43 lui, drept comenzi electrice de autocorecție a traiectoriei proiectilului.

45           Dispozitivul de ghidare a proiectilelor, conform invenției, rezolvă problema tehnică  
prin aceea că este alcătuit dintr-un emițător de iluminare format dintr-un laser cu corp solid,  
care generează impulsuri laser incidente pe ținta vizată, și reflectate difuz de aceasta, și  
47 dintr-un receptor montat pe proiectil, compus dintr-un filtru optic ce elimină radiația luminoasă  
având alte lungimi de undă decât a laserului, și focalizează impulsurile printr-un obiectiv pe

# RO 128050 B1

o suprafață fotosensibilă a unei fotodiode quadrant; semnalele induse prin absorbția reflexiilor difuze ale impulsurilor laser în fotodiodele quadrant sunt procesate printr-un preamplificator și printr-un amplificator ce realizează și compresia acestora, conform cerințelor unui bloc electronic de putere, urmând ca semnalele procesate să ajungă la un solenoid care acționează o tijă de comandă și o furcă de comandă, ce rotesc cu unghiul necesar axa unei aripioare de direcție.	1
Invenția prezintă următoarele avantaje:	7
- este ieftină în raport cu alte invenții destinate aceluiași scop;	
- metoda este precisă pe distanțe mari, în condițiile câmpului de luptă;	9
- poate fi utilizată pentru efectuarea de lovituri precise, în condiții în care alte metode de ghidare a proiectilelor (de exemplu, prin GPS) sunt inoperante, cum ar fi bombardarea intrărilor de peșteri sau de buncăre.	11
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, așa cum apare și din fig. 1...5, ce reprezintă:	13
- fig. 1 - traiectoriile limită pentru ghidarea unui proiectil spre o țintă, în cazul proiectilelor cu zbor inerțial, prin iluminare cu laser;	15
- fig. 2 - ghidarea proiectilelor cu comandă "totul sau nimic";	17
- fig. 3a, 3b, 3c - modul de deplasare a petei laser pe o fotodiodă quadrant, în funcție de poziția țintei față de direcția de zbor a proiectilului, conform invenției;	19
- fig. 4 - o fotodiodă quadrant din componența dispozitivului conform invenției, și poziționarea acesteia față de aripioarele de direcție;	21
- fig. 5 - schema unui exemplu preferat de realizare a dispozitivului de ghidare, conform invenției.	23
Fig. 1 ilustrează schematic principiile de comandă "totul sau nimic" ce guvernează ghidarea, în cazul invenției, folosind reflexiile de pe ținta vizată a impulsurilor laser de mare energie, generate de un emițător laser 1, a unui proiectil 2 spre o țintă 3, respectiv:	25
a) să fie în câmpul de vedere al unui detector quadrant cu fotodiodă, montat pe proiectil;	27
b) pe parcursul parcurgerii traiectoriei de către proiectil, momentul de începere a comenzilor de autocorecție a traiectoriei este situat astfel încât proiectilul să se afle în "domeniul de zbor aerodinamic" definit de limita maximă de zbor planat $Lim_{zbor}$ și de limita maximă impusă de frecarea cu aerul $Lim_{frecare}$ ;	29
c) reflexiile difuze de pe ținta vizată ale impulsurilor laser să aibă suficientă energie astfel încât detectorul cu fotodiodă quadrant, montat pe proiectil, să genereze un semnal electric suficient de mare ca să poată fi utilizat la acționarea aripioarelor de direcție a traiectoriei proiectilului.	33
Condiția c) de mai sus poate să fie reformulată mai intuitiv, la nivel microscopic, altfel: impulsurile laser emise trebuie să aibă suficientă energie pentru ca numărul de fotoni laser reflectați difuz, într-un unghi solid $2\pi$ , de către ținta caracterizată de o reflectivitate extrem de mică, să fie suficienți ca, prin absorbție în materialul semiconductor al fotodiodei quadrant, să producă, la rândul lor, suficienți electroni, adică suficientă sarcină electrică încât, după o procesare corespunzătoare, puterea electrică indusă pe dispozitivele de acționare ale aripioarelor de direcție să fie suficientă.	37
Conform fig. 2, în care este prezentată schematic, aplicarea comenzii "totul sau nimic" prin metoda conform invenției se realizează în următoarele etape:	39
a - la un moment dat, pe durata de timp a parcurgerii traiectoriei, un detector optoelectronic cu fotodiodă quadrant, montat pe proiectilul 2 aflat pe traiectoria sa balistică $T_b$ spre ținta 3 aflată la capătul acesteia, vede reflexiile de pe țintă ale impulsurilor laser	41
	43
	45
	47

# RO 128050 B1

1 emise de emițătorul cu laser 1, ca și cum ținta s-ar afla deasupra axei normale, la suprafața  
fotodiodei, ca și cum traiectoria  $T_i$  ar fi spre o țintă "sub"  $T_s$ , aflată sub ținta vizată, situație  
3 care este echivalentă cu generarea unor semnale de amplitudine mai mare de către  
sectoarele fotodiodei aflate "mai aproape de țintă";

5 b - datorită comenzilor de autocorecție, transmise aripioarelor de stabilizare a  
zborului, are loc o modificare a traiectoriei, care conduce la situația în care detectorul  
7 optoelectronic cu fotodiodă cuadrant, montat pe proiectilul 2, vede reflexiile de pe țintă ale  
impulsurilor laser emise de emițătorul laser 1, ca și cum ținta s-ar afla sub axa normală la  
9 suprafața fotodiodei, ca și cum traiectoria  $T_{ii}$  ar fi spre o țintă "peste"  $T_p$ , aflată peste ținta  
vizată, situație care este echivalentă cu generarea unor semnale de amplitudine mai mare  
11 de către sectoarele fotodiodei aflate "mai aproape de țintă";

c - datorită comenzilor de autocorecție transmise aripioarelor de stabilizare a zborului,  
13 are loc o modificare a traiectoriei care conduce la situația în care detectorul optoelectronic  
cu fotodiodă cuadrant, montat pe proiectilul 2, vede reflexiile de pe țintă ale impulsurilor laser  
15 emise de emițătorul cu laser 1, ca și cum ținta s-ar afla deasupra axei normale, la suprafața  
fotodiodei, iar traiectoria ar fi spre o țintă "sub"  $T_s$ , aflată sub ținta vizată. Se ajunge la repe-  
17 tarea situațiilor descrise la punctele a și b. În final, proiectilul 2 va parcurge traiectoria finală  
 $T_f$ , adică direct spre ținta vizată 3.

19 În fig. 3a, 3b și 3c este de observat cum se focalizează reflexiile difuze ale  
impulsurilor laser de pe țintă pe suprafața fotosensibilă a fotodiodei cuadrant. Fig. 3a  
21 ilustrează schematic cazul în care proiectilul se îndreaptă spre o țintă "sub" cea reală, fig.  
3b - cazul în care proiectilul se îndreaptă spre ținta reală, iar fig. 3c - cazul în care proiectilul  
23 se îndreaptă spre o țintă "peste" cea reală.

Metoda de ghidare spre țintă a proiectilelor conform invenției, așa cum apare și în fig.  
25 4, constă în aceea că se procesează diferențial, prin intermediul unor montaje electronice  
structurate, pentru fiecare dintre cele patru sectoare 4 ale suprafeței fotosensibile a  
27 fotodiodei cuadrant 5, în mod similar, ca sector cuplat la un etaj de preamplificare, care este,  
la rândul lui, cuplat cu un etaj final de amplificare, semnalele electrice analogice, generate  
29 de sectoarele 4 ale fotodiodei cuadrant 5, ca urmare a absorbției reflexiilor difuze de pe ținta  
vizată a impulsurilor laser incidente, impulsuri generate de un laser cu corp solid, în raport  
31 cu un punct central 6 al suprafeței fotosensibile a fotodiodei, iar în final, printr-un montaj  
electronic de putere, după o eventuală comprimare a semnalelor generate de sectoarele  
33 fotodiodei cuadrant, sunt generate semnalele electronice de acționare a aripioarelor de  
direcție 7, pentru stabilizarea traiectoriei proiectilului.

35 Sunt necesare o serie de precizări, pentru analiza metodei de ghidare spre țintă a  
proiectilelor conform invenției, și anume:

37 - fotodioda cuadrant, inclusiv obiectivul, precum și etajele de preamplificare și  
amplificare sunt montate pe un suport mecanic ce are ca principală caracteristică faptul că  
39 este prins pe proiectil printr-un angrenaj de tip "nucă", astfel încât să aibă o libertate sporită  
de mișcare, rotație în interiorul proiectilului;

41 - autocorecțiile traiectoriei proiectilului sunt executate de aripioarele de stabilizare a  
traiectoriei proiectilului, astfel încât axa de simetrie a proiectilului să fie adusă la paralelism  
43 cu axa normală pe suprafața fotodiodei cuadrant;

45 - în principiu, ținând cont și de dispersia valorilor componentelor electronice, pentru  
menținerea prețului de fabricație la niveluri rezonabil de scăzute, este necesar ca etajele de  
preamplificare conectate direct la sectoarele fotodiodei cuadrant să fie perfect identice;

# RO 128050 B1

- pentru îmbunătățirea acurateții spațiale a detectorului cu fotodiodele cuadrant, punctul central al suprafeței fotosensibile a fotodiodei cuadrant este obturat, mai precis, fereastra optică montată pe proiectil în fața detectorului cu fotodiodă cuadrant este opacă; 1
  - frecvența de repetiție a impulsurilor laser este impusă de frecvența de rotație a proiectilului în jurul axei proprii, mișcare de rotație necesară, din considerente aerodinamice, pentru stabilizarea traiectoriei, astfel încât cele patru sectoare ale suprafeței fotosensibile a fotodiodei cuadrant, presupus identice, să fie în situații identice în momentul recepției impulsurilor laser reflectate de țintă; altfel spus, să nu depindă de mișcare de rotație a proiectilului în jurul axei proprii. 3
- Se dă în continuare un exemplu preferat de realizare a dispozitivului de ghidare conform invenției, prezentat schematic în fig. 5. Conform fig. 5, dispozitivul este alcătuit dintr-un laser **1** cu corp solid, care emite impulsuri laser incidente pe ținta vizată **3**, ce reflectă difuz aceste impulsuri laser; reflexiile de pe țintă ale impulsurilor laser sunt trecute printr-un filtru optic **8**, pentru eliminarea radiației luminoase având alte lungimi de undă decât a laserului **1**, și focalizate printr-un obiectiv **9** pe suprafața fotosensibilă a fotodiodei cuadrant **5**, semnalele induse prin absorbția reflexiilor difuze ale impulsurilor laser în fotodiodele cuadrant fiind procesate printr-un preamplificator **10** și printr-un amplificator **11**. Acesta are și rolul de a comprima impulsurile electrice, conform cerințelor unui bloc electronic de putere **12** care, printr-un montaj electromecanic format dintr-un solenoid **13** ce acționează o tijă de comandă **14** și o furcă de comandă **15**, rotesc cu unghiul necesar axa aripioarei de direcție **7**. 5

# RO 128050 B1

## Revendicări

1

3

1. Metodă de ghidare spre țintă a proiectilelor de artilerie și de aviație cu zbor inerțial și a rachetelor cu zbor reactiv, prin vizare directă, de la mare distanță, iar această distanță este limitată de raza de curbură a suprafeței Pământului, **caracterizată prin aceea că se iradiază o țintă (3) vizată** cu impulsuri laser de mare energie, emise de un oscilator laser (1) cu corp solid de mare strălucire, operat în regim de comutație optică pasivă, la lungimi de undă de 1...5 μm, impulsurile laser sunt reflectate difuz de ținta (3) vizată, aceste reflexii difuze sunt receptate de un detector cu fotodiodă cuadrant (5), detector montat pe proiectilul de ghidat, iar semnalele electrice generate de acest detector sunt procesate electronic și aplicate, prin acționare electromecanică, cu solenoizi, unor aripioare de stabilizare a traiectoriei proiectilului, drept comenzi electrice de autocorecție a traiectoriei proiectilului.

13

15

17

19

21

23

2. Dispozitiv de ghidare a proiectilelor, care aplică metoda din revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-un emițător de iluminare format dintr-un laser (1) cu corp solid, care generează impulsuri laser incidente pe ținta (3) vizată, și reflectate difuz de aceasta, și dintr-un receptor montat pe proiectil (2), compus dintr-un filtru optic (8), ce elimină radiația luminoasă având alte lungimi de undă decât a laserului (1), și focalizează impulsurile printr-un obiectiv (9) pe o suprafață fotosensibilă a unei fotodiode cuadrant (5), semnalele induse prin absorbția reflexiilor difuze ale impulsurilor laser în fotodiodele cuadrant (5) sunt procesate printr-un preamplificator (10) și printr-un amplificator (11) ce realizează și compresia acestora, conform cerințelor unui bloc electronic de putere (12), urmând ca semnalele procesate să ajungă la un solenoid (13) care acționează o tijă de comandă (14) și o furcă de comandă (15), ce rotesc cu unghiul necesar axa unei aripioare de direcție (7).**

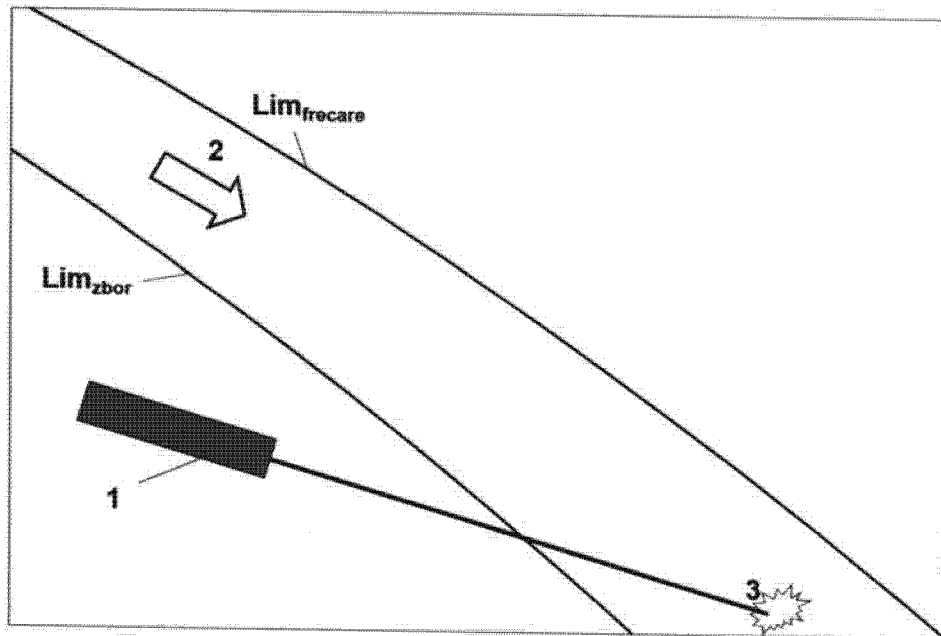


Fig. 1

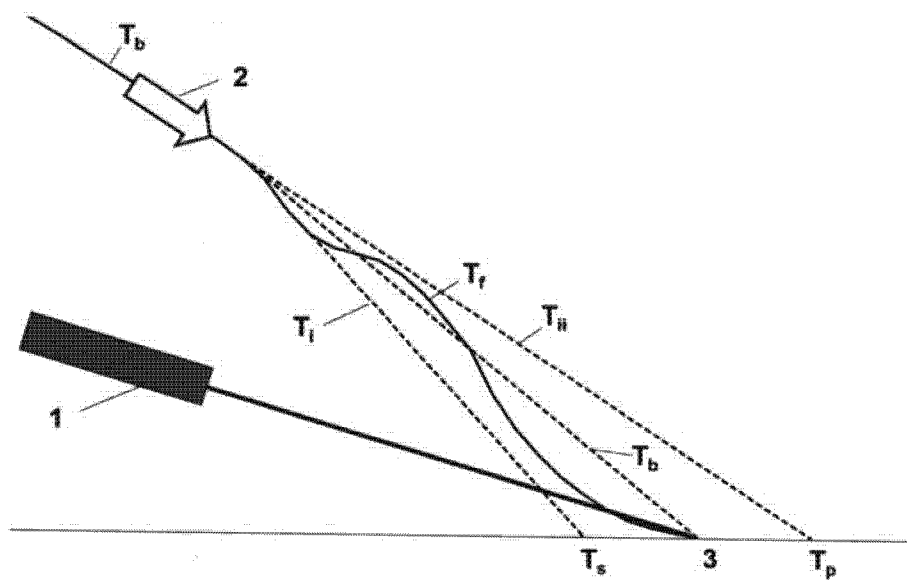


Fig. 2

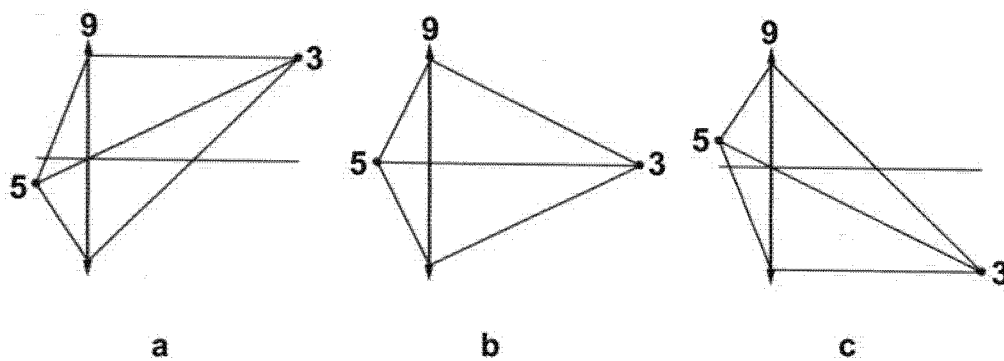


Fig. 3

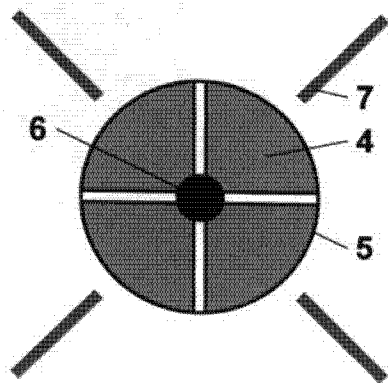


Fig. 4



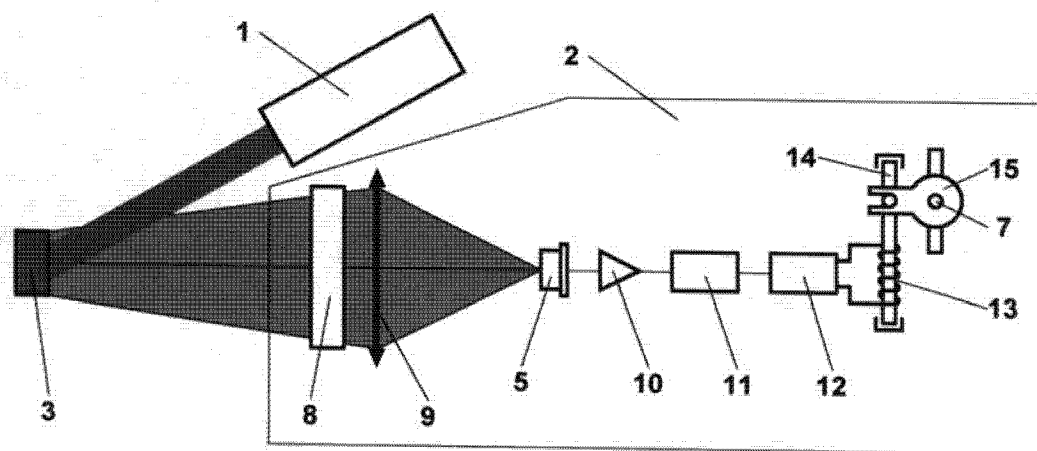


Fig. 5

