



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENTIE

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

(22) Data de depozit: **25.05.2011**

(41) Data publicării cererii:
28.12.2012 BOPI nr. **12/2012**

(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, AP. 42, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;

• LĂNCRĂJAN 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.R1, SC.2,
AP.45, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ ȘI DISPOZITIV PENTRU GHIDAREA SPRE ȚINTE A PROIECTILELOR CU ZBOR INERTIAL SAU REACTIV FOLOSIND EMIȚĂTOARE LASER DE MARE STRĂLUCIRE OPERATE ÎN RÈGIM DE COMUTAȚIE OPTICĂ PASIVĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv de ghidare spre țintă a proiectilelor de artilerie și aviație cu zbor inertial, și a rachetelor cu zbor reactiv, prin vizare directă, de la mare distanță. Metoda de ghidare, conform inventiei, constă din iradierea unei ținte vizate cu impulsuri laser de mare energie, emise de un oscilator laser cu corp solid de mare strălucire, operat în regim de comutare optică pasivă la lungimi de undă de 1...5 µm, impulsurile laser fiind reflectate difuz de ținta vizată, aceste reflexii difuze fiind apoi recepționate de un detector cu fotodiodă quadrant, detector montat pe proiectilul de ghidat, semnalele electrice generate de acest detector fiind apoi prelucrate cu ajutorul unui montaj electronic, și aplicate, prin acționare electromecanică, aripioarelor de stabilizare a traiectoriei proiectilului, în calitate de comenzi electrice de autocorecție a traiectoriei proiectilului. Dispozitivul de ghidare, conform inventiei, este alcătuit dintr-un laser (1) cu corp solid, care emite impulsuri laser incidente pe o țintă (2) vizată, ce reflectă difuz aceste impulsuri laser, reflexiile fiind trecute printr-un filtru (3) optic și focalizate printr-un obiectiv (4) pe suprafața fotosensibilă a unei fotodiode (5) quadrant, semnalele induse prin absorția reflexiilor

difuze ale impulsurilor laser în fotodiodă (5) fiind procesate printr-un preamplificator (6) și printr-un amplificator (7) ce are și rolul de a comprima impulsurile electrice, conform cerințelor unui bloc (8) electronic de putere, care, printr-un montaj electromecanic, format dintr-un solenoid (9) care acționează o tijă (10) de comandă și o forță (11) de comandă, rotește cu unghiul necesar axa unei aripioare (12) de direcție a proiectilului de ghidat.

Revendicări: 2

Figuri: 5

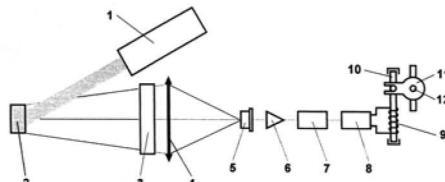
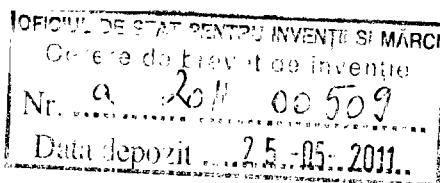


Fig. 5

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozitivelor 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).





METODĂ ȘI DISPOZITIV PENTRU GHIDAREA SPRE ȚINTE A PROIECTILELOR CU ZBOR INERȚIAL SAU REACTIV FOLOSIND EMIȚĂTOARE LASER DE MARE STRĂLUCIRE OPERATE ÎN REGIM DE COMUTAȚIE OPTICĂ PASIVĂ

Invenția se referă la o metodă de ghidare spre țintă a proiectilelor de artillerie și de aviație cu zbor inerțial și a rachetelor cu zbor reactiv, prin vizare directă, de la mare distanță, distanță limitată de raza de curbură a suprafeței Pământului, folosind pentru aceasta reflexiile difuze de pe suprafața țintei induse prin iluminarea acesteia cu impulsuri laser de mare energie, de 50-250 mJ și cu durată la semiamplitudine de 1-5 ns cu o frecvență de repetiție de 5-100 pulsuri pe secundă (pps), egală cel puțin cu frecvența de rotație de stabilizare pe traiectorie a proiectilului în jurul axei proprii, impulsuri emise de un emițător laser de mare strălucire operat în regim de comutare optică pasivă la lungimi de undă de 1-5 μm, comenzi de autocorecție a traiectoriei proiectilului prin acționarea electromecanică a aripioarelor de stabilizare a traiectoriei proiectilului fiind generate de un detector optoelectric montat pe proiectil și care are încorporat o fotodiodă quadrant cu patru sectoare fotosensibile în funcție de mărimea semnalului laser reflectat difuz de pe suprafața țintei și la un dispozitiv care aplică metoda.

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

Se cunosc dispozitive construite pe baza unor metode optice „clasice”, de telemetrie optică, dispozitive caracterizate prin gabarite mari, un anumit grad de precizie, de ordinul distanțelor de 50 m în jurul țintei vizate, comenzi de corecție a traiectoriei fiind transmise prin telecomandă radio către proiectile, care sunt în mare majoritate a cazurilor, rachete, inclusiv balistice, dispozitive utilizabile pe distanțe acceptabile scopului tactic propus, bazat pe anihilarea inamicului prin detonarea de cantități mari de cu explozibil. Există și dispozitive de ghidare a proiectilelor utilizabile pe distanțe relativ scurte, de maxim 1000-1500 m, comenzi de corecție a traiectoriei fiind transmise prin telecomandă radio sau prin „fir”, conductor electric sau fibra optică, către proiectile. În acest sens amintim brevetul S.U.A. nr. US3995792, US4220296, US6672533, US6889934 și US7533849.

Dezavantajele principale ale acestor soluții constă în aceea că dispozitivele construite folosind aceste dispozitive au gabarite mari, au costuri de producție și de întreținere mari, permit ghidarea proiectilelor cu o anumită precizie, de ordinul a 50 m în jurul țintelor vizate, folosesc comenzi de corecție a traectoriei fiind transmise către proiectile prin unde radio, fiind astfel posibilă briuirea lor sau prin fir (conductor electric sau fibră optică) ceea ce le limitează drastic distanța de acțiune. Un dezavantaj major al soluțiilor amintite mai înainte constă în faptul că sunt utilizabile sau pentru distanțe foarte mari, sau pentru distanțe relativ scurte, zona de interes pentru loviturile tactice frecvente, de 2-25 km, rămânând neacoperită ca posibilități de ghidare a muniției.

Metoda conform invenției înălțură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că permite ghidarea spre țintă a proiectilelor cu zbor inerțial sau reactiv la distanțe de 0,1-25 km, în principiu, până la limita de vizare directă impusă de raza Pământului, folosind iluminarea țintei vizate cu impulsuri laser de mare energie de 50-250 mJ și cu durete la semiamplitudine de 2-10 ns, impulsuri emise de un laser corp solid cu funcționare în regim de comutație optică pasivă a factorului de calitate al cavității rezonante laser, la lungimi de undă din domeniul 1-5 μm, comenzi de autocorecție a traectoriei, în mod special, pe porțiunea terminală a acesteia, fiind efectuate de către aripiorele de stabilizare a traectoriei, aripiore actionate, de la bordul proiectilului, și fiind date de către un detector ce utilizează o fotodiodă quadrant pe a cărei suprafață fotosensibilă, printr-un obiectiv, sunt focalizate reflexiile impulsurilor laser de pe țintă, care urmărește astfel ținta vizată.

Problema tehnică pe care prezenta invenție își propune să o rezolve constă în ghidarea proiectilelor cu zbor inerțial și/sau reactiv, folosind metoda denumită în mod generic metoda „bang-bang”, spre ținte aflate la distanță mare, de până la 25 km aşa cum este prezentată schematic în fig. 1, în cazul proiectilelor aflate în zbor inerțial. În fig. 1 se pot observa, reprezentate schematic, cele trei principii care guvernează ghidarea unui proiectil (2) spre ținta (3), folosind reflexiile de pe ținta vizată a impulsurilor laser de mare energie generate de un emițător laser (1):

- a - să fie în câmpul de vedere al detectorului cu fotodiodă quadrant montat pe proiectil;
- b - pe parcursul parcurgerii traectoriei de către proiectil, momentul de începere al comenziilor de autocorecție a traectoriei este situat astfel încât proiectilul să se afle în „domeniul de zbor aerodinamic” definit de limita maximă de zbor planat (4) și de limita maximă impusă de frecarea cu aerul (5);
- 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 să fie utilizat la acționarea aripiorelor de stabilizare a traectoriei proiectilului.

Condiția c de mai sus poate să fie reformulată, mai intuitiv, la nivel microscopic, în legătură cu fig. 1, altfel: impulsurile laser emise de (1) trebuie să aibă suficientă energie încât numărul de fotoni laser reflectați difuz, într-un unghi solid 2π , de către țintă caracterizată de o reflectivitate extrem de mică, să fie suficienți ca, prin absorbție în materialul semiconductor al fotodiodei cuadrant, să producă suficienți electroni, adică suficientă sarcină electrică încât, după o procesare corespunzătoare, puterea electrică indusă pe dispozitivele de acționare ale aripiorilor de corecție să fie suficientă.

Se cunoaște din literatură, în legătură cu fig. 2 și fig. 3, faptul că o metodă de corecție sau autocorecție a traiectoriei unui proiectil este aceea denumită în mod generic metoda „bang-bang”. Conform fig. 2, în care este prezentată schematic această metodă de corecție „bang-bang”, se poate considera că această metodă se aplică în următoarele etape:

- a - La un moment dat, pe durata de timp a parcurgerii traiectoriei, detectorul optoelectric cu fotodioda cuadrant montat pe proiectilul (2) aflat pe traiectoria sa balistică (4) spre țintă (3) aflată la capătul acesteia, vede reflexiile de pe țintă ale impulsurilor laser emise de emițatorul laser (1) ca și cum țintă s-ar afla deasupra axei normale la suprafața fotodiodei, ca și cum traiectoria (5) ar fi spre o țintă „sub” (6) aflată sub țintă vizată, situație care este echivalentă cu generarea unor semnale de amplitudine mai mare de către sectoarele fotodiodei aflate „mai aproape de țintă”.
- b - Datorită comenzilor de autocorecție transmise aripiorilor de stabilizare a zborului, are loc o modificare a traiectoriei care conduce la situația în care detectorul optoelectric cu fotodioda cuadrant montat pe proiectilul (2) vede reflexiile de pe țintă ale impulsurilor laser emise de emițatorul laser (1) ca și cum țintă s-ar afla sub axa normală la suprafața fotodiodei, ca și cum traiectoria (7) ar fi spre o țintă „peste” (8) aflată peste țintă vizată, situație care este echivalentă cu generarea unor semnale de amplitudine mai mare de către sectoarele fotodiodei aflate „mai aproape de țintă”.
- c - Datorită comenzilor de auto-corecție transmise aripiorilor de stabilizare a zborului, are loc o modificare a traiectoriei care conduce la situația în care detectorul optoelectric cu fotodioda cuadrant montat pe proiectilul (2) vede reflexiile de pe țintă ale impulsurilor laser emise de emițatorul laser (1) ca și cum țintă s-ar afla deasupra axei normală la suprafața fotodiodei, ca și cum traiectoria ar fi (5) spre o țintă „sub” (6) aflată sub țintă vizată. Se ajunge la repetarea situațiilor descrise la punctele (a) și (b). În final, proiectilul (2) va parurge traiectoria finală (9), adică direct spre țintă vizată (3).

În legătură cu fig. 3a, 3b și 3c, este de observat situația experimentală existentă la nivelul obiectivului (2), care focalizează reflexiile difuze ale impulsurilor laser de pe țintă pe suprafața fotosensibilă a fotodiodei cuadrant (3). În legătură cu fig. 3a, este reprezentată schematic situația

existență în cazul în care proiectilul se îndreaptă spre o țintă „sub” cea reală. În legătură cu fig. 3b, este reprezentată schematic situația existență în cazul în care proiectilul se îndreaptă spre ținta reală. În legătură cu fig. 3b, este reprezentată schematic situația existență în cazul în care proiectilul se îndreaptă spre o țintă „peste” cea reală.

Metoda de ghidare spre țintă a proiectilelor conform invenției, în legătură cu fig. 4, constă în aceea că se procesează diferențial, prin intermediul unor montaje electronice structurate, pentru fiecare dintre cele 4 sectoare (2) ale suprafeței fotosensibile a fotodiodei quadrant (1), în mod similar, ca sector cuplat la un etaj de preamplificare care este, la rîndul lui, cuplat cu un etaj final de amplificare, semnalele electrice analogice generate de sectoarele (2) ale fotodiodei quadrant (1) ca urmare a absorției reflexiilor difuze de pe ținta vizată a impulsurilor laser incidente, impulsuri generate de laserul corp solid, în raport cu punctul central (4) al suprafeței fotosensibile a fotodiodei, iar în final, printr-un montaj de electronic de putere, după o comprimare, efectuată dacă este cazul, a semnalelor generate de sectoarele fotodiodei quadrant, sunt generate semnalele electronice de acționare a aripiorelor de stabilizare (3) a traectoriei proiectilului. Sunt necesare o serie de precizări, pentru analiza metodei de ghidare spre țintă a proiectilelor conform invenției, și anume:

- fotodioda quadrant, inclusiv obiectivul precum și etajele de preamplificare și amplificare, este montată pe un suport mecanic care are ca principală caracteristică faptul că este montat pe proiectil printr-un angrenaj de tip „nucă” astfel încât să aibă o libertate sporită de mișcare, rotație în interiorul proiectilului;
- autocorecțiile traectoriei proiectilului sunt executate de aripiorele de stabilizare a traectoriei proiectilului astfel încât axa de simetrie a proiectilului să fie adusă la paralelism cu axa normală pe suprafața fotodiodei quadrant;
- în principiu, ținând cont și de dispersia valorilor componentelor electronice, pentru menținerea la prețuri de fabricație la nivele rezonabil de scăzute, este necesar ca etajele de preamplificare conectate direct la sectoarele fotodiodei quadrant să fie perfect identice;
- pentru îmbunătățirea acurateții spațiale a detectorului cu fotodioda quadrant, punctul central al suprafeței fotosensibile a fotodiodei quadrant este obturat prin aceea că fereastra optică montată pe proiectil, în fața detectorului cu fotodioda quadrant, este opacă;
- 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 traectoriei, astfel încât cele patru sectoare ale suprafeței fotosensibile a fotodiodei quadrant, 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.

Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un emițător de iluminare format dintr-un laser cu corp solid care generează impulsurile laser incidente pe țintă vizată și reflectate difuz de aceasta și dintr-un receptor montat pe proiectil compus dintr-un filtru optic, un obiectiv, un detector cu fotodiodă cuadrant, 4 preamplificatoare, 4 amplificatoare, 4 blocuri electronice de putere, 4 solenoizi, 4 tije de comandă și 4 furci de comandă care rotesc cu unghiul necesar axele aripiorilor de direcție ale proiectilului.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Metoda, conform invenției, este ieftină în raport cu alte metode destinate acelaiași scop.
- Metoda este precisă, pe distanțe mari, în condițiile câmpului de luptă.
- Metoda are posibilitatea să fie utilizată pentru efectuarea de lovitură precise în condiții în care alte metode de ghidare a proiectilelor, de genul GPS, sunt inoperante, de exemplu: bombardarea intrăriilor de peșteri sau de buncăre.

În fig. 1 sunt prezentate traectoriile limită pentru ghidarea unui proiectil prin iluminare cu laser. Fig. 2 ilustrează ghidarea proiectilelor folosind metoda „bang-bang”. În fig. 3 se prezintă modul de deplasare a petei laser pe fotodiода cuadrat în funcție de poziția țintei față de direcția de zbor a proiectilului. Fig. 4 arată fotodioda cuadrat și poziționarea ei față de aripiorele de direcție. În fig. 5 este ilustrată o formă preferată de realizare a invenției.

O formă preferată de realizare a invenției se prezintă, schematic, în continuare, în legătură cu fig. 5. Conform schemei din fig. 5, dispozitivul este alcătuit dintr-un laser cu corp solid (1) care emite impulsuri laser incidente pe țintă vizată (2) care reflectă difuz aceste impulsuri laser, reflexiile de pe țintă ale impulsurilor laser sunt trecute printr-un filtru optic (3), pentru eliminarea radiației luminoase având alte lungimi de undă decât a laserului (1) și focalizate printr-un obiectiv (4) pe suprafața fotosensibilă a fotodiodei cuadrant (5), semnalele induse prin absorția reflexiilor difuze ale impulsurilor laser în fotodioda cuadrant fiind procesate printr-un preamplificator (6) și printr-un amplificator (7) care are și rolul de a comprima impulsurile electrice, conform cerințelor blocului electronic de putere (8) care, prințun montaj electromecanic format dintr-un solenoid (9) care acționează tija de comandă (10) și furca de comandă (11), rotesc cu unghiul necesar axa aripiorii de direcție (12).

REVENDICĂRI

1. Metodă de ghidare a proiectilelor țintă a proiectilelor de artillerie și de aviație cu zbor inertial și a rachetelor cu zbor reactiv, prin vizare directă, de la mare distanță, distanță limitată de raza de curbură a suprafeței Pământului **caracterizată prin aceea că** se iradiază ținta vizată cu impulsuri laser de mare energie emise de un oscilator laser cu corp solid de mare strălucire operat în regim de comutație optică pasivă la lungimi de undă de 1-5 μm, impulsurile laser fiind reflectate difuz de ținta vizată, aceste reflexii difuze fiind receptate de un detector cu fotodiодă quadrant, detector montat pe proiectilul de ghidat, semnalele electrice generate de acest detector fiind procesate printr-un montaj electronic și aplicate, prin acționare electromecanică, utilizând solenoizi, aripiorelor de stabilizare a traectoriei proiectilului, în calitate de comenzi electrice de autocorecție a traectoriei proiectilului.

2. Dispozitiv de ghidare a proiectilelor care aplică metoda definită în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un emițător de iluminare format dintr-un laser cu corp solid care generează impulsurile laser incidente pe ținta vizată și reflectate difuz de aceasta și dintr-un receptor montat pe proiectil compus dintr-un filtru optic, un obiectiv, un detector cu fotodiодă quadrant, 4 preamplificatoare, 4 amplificatoare care realizează și compresia semnalului, 4 blocuri electronice de putere, 4 solenoizi și 4 elemente mecanice care rotesc cu unghiul necesar axele celor 4 aripiore de direcție ale proiectilului.

8-2011-00503--
25-05-2011 30

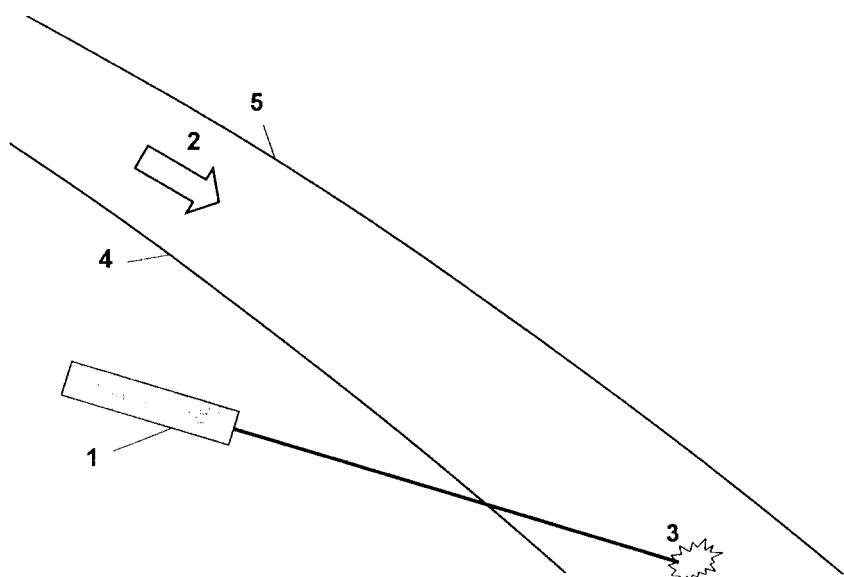


Fig. 1

A-2011-00500--

25-05-2011

29

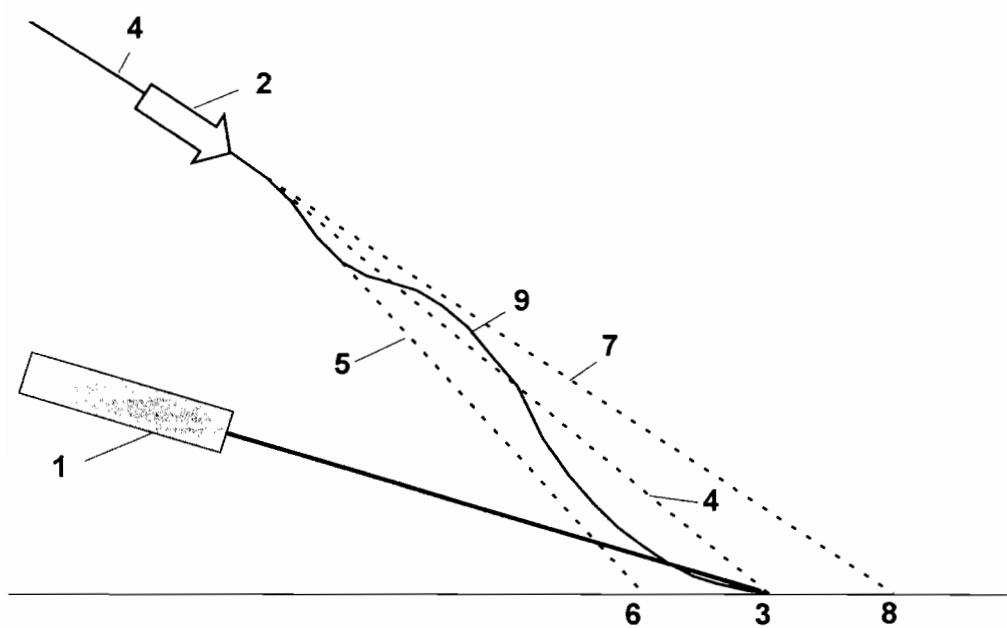


Fig. 2

2011-00503--
25-05-2011 28

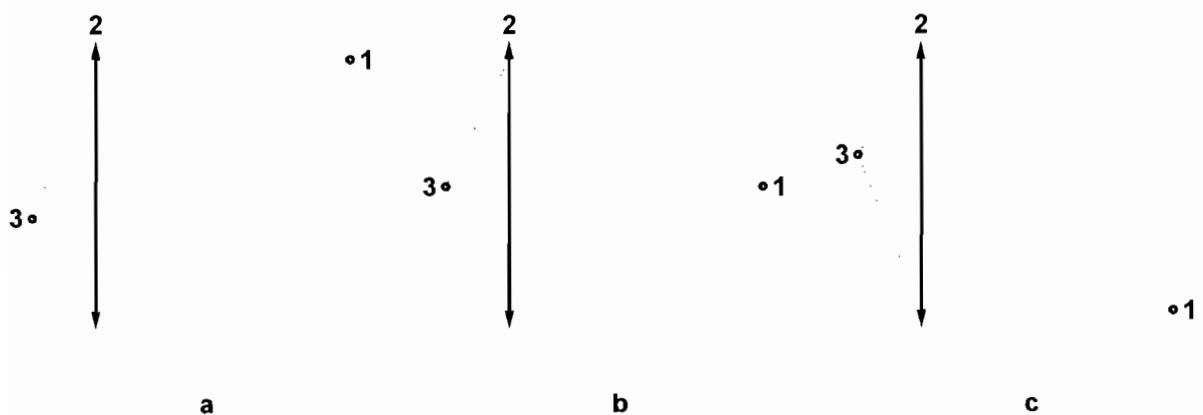


Fig. 3

~2011-00500--
25-05-2011

24

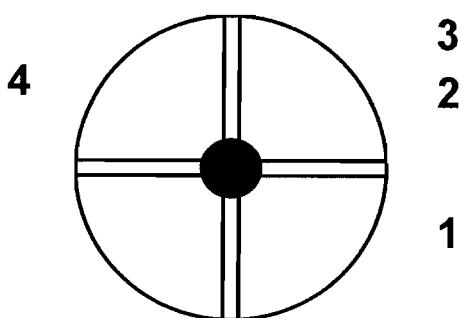


Fig. 4

A-2011-00500--
25-05-2011

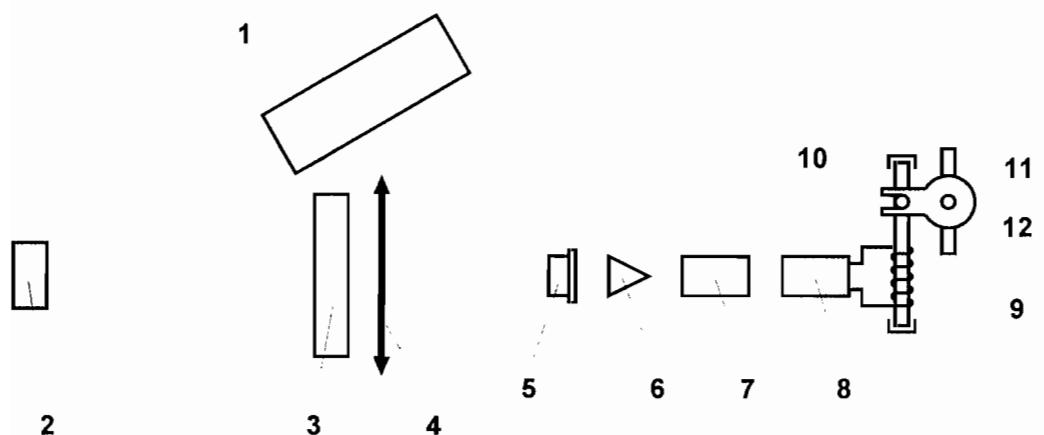


Fig. 5