

(11) Patento numeris: **6639** (51) Int. Cl. (2019.01): **G02B 7/00**

(21) Paraiškos numeris: **2017 535**

(22) Paraiškos padavimo data: **2017-11-16**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2019-05-27**

(45) Patento paskelbimo data: **2019-07-10**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

Kęstutis REGELSKIS, LT
Nikolajus GAVRILINAS, LT

(73) Patento savininkas:

UAB "Integrali skaidulinė optika", A. Juozapavičiaus g. 9A-110, 09311 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Virgina Adolfina DRAUGELIENĖ, UAB TARPINĖ, A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Įsisotinančio sugėriklio veidrodžio darbinio taško padėties keitimo būdas ir įrenginys

(57) Referatas:

Išradimas priklauso lazerinių technologijų sričiai, būtent, įsisotinančio sugėriklio veidrodžio (SAM) darbinio taško padėčiai keisti ir gali būti panaudotas modų sinchronizavimui sinchronizuotų modų skaiduliniame lazeryje. Įsisotinančio sugėriklio veidrodžio darbinio taško padėties keitimo būdas apima SAM paslinkimą atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto, nukreipto į SAM darbinį tašką ir nuo jo atspindinčio. Siekiant padidinti ISO tarnavimo trukmę, bei supaprastinti būdą realizuojančio įrenginio konstrukciją tuo pačiu padidinant jo patikimumą darbiniam taškui paslinkti SAM pasuka apie ašį (10) atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto, nukreipto į SAM darbinį tašką (18), kur SAM darbinis taškas (18), išdėstytas ekscentriškai atžvilgiu SAM pasukimo ašies (10), o sukant SAM jo darbinis taškas (18) slenka apie ašį (10) apskritimu (11).

Technikos sritis

Išradimas priklauso lazerinių technologijų sričiai, būtent, įsisotinančio sugėriklio veidrodžio (SAM) darbinio taško padėčiai keisti ir gali būti panaudotas modų sinchronizavimui sinchronizuotų modų skaiduliniame lazeryje.

Techniko lygis

Skaidulinio lazerio modų sinchronizacija realizuojama panaudojant įsisotinančios sugerties efektą, kai lazerio spinduliuotės pluoštas yra sufokusuojamas į SAM. SAM absorbavęs tam tikrą energijos kiekį praskaidrėja ir padidėja atspindys, dėl šios priežasties sumažėja skaidulinio lazerio rezonatoriaus nuostoliai ir vyksta skaidulinio lazerio modų sinchronizacija, ko pasekoje skaidulinis lazeris generuoja itin trumpus šviesos impulsus. Kadangi spinduliuotės intensyvumai yra pakankamai dideli reikalingi SAM praskaidrinimui, SAM palaipsniui degraduoja ir po tam tikro skaičiaus darbo valandų nustoja veikti. Dažniausiai itin trumpų impulsų skaiduliniuose lazeriuose modų sinchronizacijai pasiekti yra naudojami SAM lustai fiziškai prispausti tiesiai prie optinės skaidulos galo arba prie skaidulinės jungties, pvz. FC/PC. Šis būdas yra ganėtinai paprastas ir pagamintas mazgas yra kompaktiškas. Tačiau šis metodas turi eilę trūkumų. Vienas jų, kad lazerio spinduliuotės pluošto diametras yra apspręstas optinės skaidulos modos diametro ir jo neįmanoma keisti. Dažniausiai optinės skaidulos modos diametras nėra optimalus. Kitas trūkumas ir didžiausias trūkumas, yra tas, kad veikiant lazerio spinduliuotei SAM palaipsniui degraduoja ir po tam tikro darbo valandų skaičiaus (10 – 1000 valandų) SAM susigadina ir nustoja veikti lazeris. SAM degradacijos savybė yra būdinga beveik visuose itin trumpų impulsų skaiduliniuose lazeriuose dėl tam tikrų specifinių, tik skaiduliniams lazeriams būdingų, veikos charakteristikų. Tuo tarpu kietakūniuose lazeriuose naudojami SAM nedegraduoja taip greitai ir su šia problema rečiau susiduriama.

Yra žinomas būdas ir įrenginys pasiekti modų sinchronizacijai, kai tinkamai parinkta skaidulinio lazerio konfigūracija leidžia sumažinti spinduliuotės galią krentančią į SAM trys kartus ir tokiu būdu apsaugo SAM nuo pažeidimų ir sparčios degradacijos. Žinomas būdas ir įrenginys yra aprašytas JAV patente US20100296529A1, 2010 bei tarptautinėje paraiškoje WO2009076967A1, 2009.

Žinomo būdo ir įrenginio trūkumas yra tas, kad veikia tik prie tam tikros

skaidulinio lazerio konfigūracijos, kuri ne visada yra optimali generuojamų impulsų parametrų atžvilgiu. Optimizavus generuojamų impulsų parametrus, šis būdas gali nebeveikti ir SAM nebus apsaugotas nuo intensyvios lazerio spinduliuotės. Be to, šio būdo ir įrenginio realizavimui tinka tik tam tikrų išskirtinių charakteristikų SAM.

Yra žinomas būdas ir įrenginys, leidžiantis pakeisti SAM darbinio taško padėtį, kuriame yra numatytas mechanizmas, pakeičiantis SAM ir prieš SAM esančio reflektoriaus atspindžio kampą. Kai reikia pakeisti SAM darbinio taško padėtį, atitinkamu kampu yra pakreipiamas SAM ir prieš SAM esantis reflektorius, operacija yra paprasta ir keičiant SAM darbinio taško padėtį nėra būtinybės atidaryti lazerį, kas garantuoja švarą lazerio viduje. Žinomas būdas ir įrenginys yra aprašytas Kinijos Liaudies Respublikos patente CN105977777A, 2016.

Žinomo būdo ir įrenginio trūkumas yra tas, kad norint pakeisti SAM darbinio taško padėtį, vienu metu vienodais kampais reikia pakreipti SAM ir prieš SAM esantį reflektorių, tam, kad neišsiderintų lazerio rezonatorius. Be to, įrenginys yra gremėzdiškas ir netinkamas integralaus skaidulinio komponento sudarymui.

Yra žinomas modų sinchronizacijos būdas ir įrenginys, kuriame SAM darbinio taško padėtis yra keičiama plokštumoje atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto stumdant SAM plokštumoje vertikalia ir horizontalia kryptimis. Pakeičiant SAM padėtį, lazerio pluoštas veikia vis naują, dar nepaveiktą SAM vietą. Priklausomai nuo galimų SAM darbinių taškų padėčių skaičiaus proporcingai galima prailginti įsisotinamo sugėriklio tarnavimo laiką.

Žinomas būdas ir įrenginys yra aprašytas tarptautinėje paraiškoje WO2015117849 (A1), 2015.

Žinomo būdo ir įrenginio trūkumas yra tas, kad naudojamas sudėtingas, dviejų ašių, SAM pozicionavimo įrenginys. Be to, dviejų ašių SAM pozicionavimo įrenginys yra pakankamai didelių matmenų ir yra gremėzdiškas.

Sprendžiama techninė problema

Išradimu siekiama padidinti įrenginio patikimumą ir tarnavimo trukmę, supaprastinti įrenginio konstrukciją, sumažinti įrenginio savikainą, supaprastinti būdo ir įrenginio pritaikomumą panaudojant skirtingų parametrų (soties energijos srautas, relaksacijos trukmė, optimalus lazerio pluošto diametras) SAM, supaprastinti įrenginio pritaikomumą sudarant integralius skaidulinius optinius komponentus.

Išradimo esmės atskleidimas

Uždavinio sprendimo esmė pagal pasiūlytą išradimą yra ta, kad įsisotinančio sugėriklio veidrodžio (SAM) darbinio taško padėties keitimo būde, apimančiame SAM paslinkimą atžvilgių lazerio spinduliuotės pluošto, nukreipto į SAM darbinį tašką ir nuo jo atspindinčio, darbiniui taškui paslinkti SAM pasuka apie ašį atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto, nukreipto į SAM darbinį tašką, kur SAM darbinis taškas, išdėstytas ekscentriškai atžvilgiu SAM pasukimo ašies, o sukant SAM jo darbinis taškas slenka apie ašį apskritimu.

SAM suka periodiškai pagal pasirinktą sukimo periodą.

Pagal išradimo konstrukcinį išpildymą pasiūlytame įsisotinančio sugėriklio veidrodžio (SAM) darbinio taško padėties keitimo įrenginyje, apimančiame įtaisą, skirtą paslinkti SAM atžvilgių lazerio spinduliuotės pluošto, nukreipto į SAM darbinį tašką ir nuo jo atspindinčio, minėtas įtaisas, skirtas paslinkti SAM, yra velenas, galintis suktis apie jo išilginę ašį, prie kurio vieno galo bendraašiai su veleno pritvirtintas SAM, o kitas veleno galas susietas su sukimo pavara, kur SAM darbinis taškas, į kurį darbo metu nukreipiamas lazerio spinduliuotės pluoštas, išdėstytas ekscentriškai atžvilgiu veleno sukimosi ašies, kur veleno sukimo metu SAM darbinis taškas slenka apie ašį apskritimu, kurio spindulys lygus pasirinktam atstumui tarp SAM darbinio taško ir SAM sukimo ašies.

Kiti pranašumą turintys pagal išradimą pasiūlyti galimi išpildymai išdėstyti toliau.

Numatyta mova, kurioje stabiliai su galimybe suktis įtaisytas velenas, kurio galas, susietas su sukimo pavara, turi atraminį kraštą, kuris remiasi į movos galą.

Mova yra pagaminta iš keramikos.

Minėta sukimo pavara, susieta su veleno vienu galu per krumplinę jungtį.

Minėta krumplinė jungtis apima tuščiavidurį veleną, kurio vienas galas sujungtas su sukimo pavara, o kitame gale suformuotas krumplinės jungties varantysis krumpelis (6), sąveikojantis su varančiuoju krumpliu, suformuotu veleno atraminio krašto periferinėje dalyje.

Tuščiavidurio veleno vidinėje ertmėje įtaisyta spyruoklė, skirta veleno atraminiam kraštui prispausti prie movos galo.

Lazerio spinduliuotės pluoštui perduoti iš lazerio spinduliuotės šaltinio yra naudojama optinė skaidula. Optinė skaidula yra poliarizaciją išlaikanti.

Optinė skaidula yra įtvirtinta stikliniame kapiliare ir patalpinta vamzdelyje, kurio vidinėje ertmėje už stiklinio kapiliaro spinduliuotės sklaidimo kryptimi, išdėstytas gradientinis lęšis, formuojantis lazerio spinduliuotės pluoštą, nukreiptą į SAM darbinį tašką, kur vamzdelis ir mova su krumpline jungtimi sandariai sumontuoti korpuse taip, kad SAM darbinis taškas, į kurį darbo metu nukreipiamas lazerio spinduliuotės pluoštas, yra išdėstytas ekscentriškai atžvilgiu veleno sukimo ašies.

SAM gali būti azimutine kryptimi kintančio atspindžio veidrodis arba azimutine kryptimi kintančios spektrinės charakteristikos veidrodis, arba azimutine kryptimi kintančios poliarizacijos charakteristikos veidrodis.

Išradimo naudingumas

Pasiūlyto išradimo privalumas yra tas, kad yra prailginamas SAM tarnavimo laikas, periodiškai pasukant jį atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto. Šis išradimas įgalina prailginti SAM tarnavimo laiką šimtus kartų.

Techniškai SAM pasukimas atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto yra nesunkiai realizuojamas ir gerai tinka sudarant integralų skaidulinį optinį komponentą, kuris gali būti naudojamas sinchronizuotų modų skaiduliniame lazeryje. Kitas privalumas, kad iš optinės skaidulos sklindantis lazerio spinduliuotės pluoštas nukreiptas į SAM paviršių gali būti suformuotas bet kokio dydžio skersmens. Lazerinės spinduliuotės pluošto skersmuo gali būti keičiamas keičiant atstumą tarp gradientinio lęšio ir optinės skaidulos galo.

Be to, įrenginys yra paprastos konstrukcijos. Kadangi įrenginyje yra tik sukamas velenas ir nėra jokių kitų - slenkančių dalių, įrenginys yra mechaniškai stabilus, nejautrus vibracijai ir aplinkos temperatūros svyravimams. Be to, įrenginys yra hermetiškas ir atsparus drėgmei, nes vamzdelis, kuriame patalpinta optinė skaidula ir mova, kurioje įtaisytas velenas bei krumplinė jungtis sandariai sumontuoti korpuse, kur tarp tuščiavidurio veleno ir įrenginio korpuso yra įspraudžiamas guminis žiedas, kuris neleidžia patekti drėgmei į įrenginio vidų ir atitinkamai ant SAM bei gradientinio lęšio.

Išradimas detaliau paaiškinamas brėžiniais, kurie neapriboja išradimo apimties ir kuriuose pavaizduota:

Fig.1a – pavaizduota pasiūlyto įrenginio, skirto SAM darbinio taško padėčiai keisti, išilginio pjūvio schema, kur sukimo pavaros pjūvis schemoje nepavaizduotas.

Fig.1b – pavaizduotas pasiūlyto įrenginio, skirto SAM darbinio taško padėčiai keisti, išskleistos schemos pjūvis be išorinio korpuso, kur sukimo pavaros pjūvis schemoje nepavaizduotas.

Fig.2a – pavaizduotas veleno su viename gale pritvirtintu SAM, o kitame gale su suformuotais krumpliais, vaizdas iš šono.

Fig.2b – pavaizduotas veleno vaizdas iš galo su pritvirtintu SAM.

Fig.2c – pavaizduotas tuščiavidurio veleno, kurio viename gale suformuoti krumpliai, o kitas galas sujungtas su sukimo pavara, vaizdas iš šono.

Fig.2d – pavaizduotas tuščiavidurio veleno vaizdas iš galo, kuriame suformuoti krumpliai.

Fig.3 – pavaizduota SAM darbinio taško slinkimo apskritimu trajektorija, sukant veleną su prie jo prijungtu SAM.

Išradimo realizavimo pavyzdžiai

Įsisotinčio sugėriklio veidrodžio darbinio taško padėties keitimo būdas apima šią operacijų seką. Lazerio spinduliuotės pluoštą nukreipia į SAM darbinį tašką, nuo kurio pluoštas ir atsispindi. SAM darbinis taškas pasislenka į kitą padėtį kai SAM pasuka apie ašį atžvilgiu į jį nukreipto lazerio spinduliuotės pluošto. Kadangi darbinis taškas yra išdėstytas ekscentriškai SAM sukimosi ašiai, todėl SAM pasisukus jo darbinis taškas paslenka apskritimu apie minėtą sukimosi ašį į kitą darbinę padėtį. SAM sukimas vyksta pagal pasirinktą periodą, pvz. kas 1000 valandų arba kai SAM pradeda neveikti jis yra pasukamas į naują padėtį.

Įsisotinčio sugėriklio veidrodžio darbinio taško padėties keitimo įrenginys apima SAM 1, kuris bendraašiai pritvirtintas prie veleno 2 vieno galo. Velenas 2 stabiliai su galimybe pasisukti apie jo išilginę ašį įtaisytas movoje 3. Veleno 2 kitas galas turi atraminį kraštą, kurio periferinėje dalyje suformuoti krumpliai 4, kurie sukabinami su tuščiaviduriame velene 5 suformuotais krumpliais 6. Tuščiavidurio veleno 5 vidinėje ertmėje yra patalpinta spyruoklė 7, prispaudžianti veleno 2 atraminį kraštą prie movos 3 galo tam, kad sukamas velenas 2 neklibėtų movoje 3. Tuščiaviduris velenas 5 yra sujungtas su sukimo pavara 8. Sukimo pavara 8 per

tuščiavidurį veleną 5 perduoda sukimo momentą į veleną 2, prie kurio kito galo bendraašiai su veleno 2 pritvirtintas SAM 1. Į SAM 1 darbinį tašką yra nukreipiamas lazerio spinduliuotės pluoštas 9. Lazerio spinduliuotės pluoštas 9 į SAM darbinį tašką yra paslinktas atžvilgiu SAM 1 ir veleno 2 sukimosi ašies 10 ir sukant veleną 2 su prie jo galo pritvirtintu SAM 1, darbinis taškas slenka apskritimu 11 ant SAM 1. Lazerio spinduliuotės pluoštas 9 yra formuojamas gradientiniu lęšiu 12. Lazerio spinduliuotė 9 iš lazerio šaltinio nukreipama į SAM 1 per optinę skaidulą 13. Optinė skaidula 13 įklijuota stiklinime kapiliare 14 ir kartu su gradientiniu lęšiu 12 yra sumontuoti objektyvo vamzdelyje 15. Įrenginio korpusas sudarytas iš dviejų dalių 16 ir 16'; pirmoje įrenginio korpuso dalyje 16 yra sumontuotas tuščiaviduris velenas 5, įrenginio sandarinimui tarp tuščiavidurio veleno 5 ir įrenginio pirmosios korpuso dalies 16 yra įspraustas guminis žiedas 17; kitoje korpuso dalyje 16' su tam tikru užduotu poslinkiu atžvilgiu veleno 2 su SAM 1 sukimosi ašies 10 yra patalpintas minėtas objektyvo vamzdis 15 su jame esančiais gradientiniu lęšiu 12 ir optine skaidula 13, įklijuota stiklinime kapiliare 14. Pirma ir antra korpuso dalys 16 ir 16' yra sujungtos per movą 3, kurioje yra patalpintas sukamas velenas 2 su viename gale pritvirtintu SAM 1. Sukant veleną 2 lazerio spinduliuotės pluoštas 9, nukreiptas į SAM darbinį tašką, slenka apskritimu 11, kurio lanko ilgis proporcingas poslinkiui tarp lazerio spinduliuotės pluošto 9 ir sukimosi ašies 10. Darbinių taškų 18 skaičius yra proporcingas apskritimo 11 lanko ilgiui ir atvirkščiai proporcingas lazerio spinduliuotės pluošto 9 diametrai SAM 1 darbiniam paviršiui.

Fig.1a ir Fig.1b pavaizduotas įrenginys skirtas SAM 1 darbinio taško 18 padėčiai keisti, kai SAM 1 pasukamas atžvilgiu į jį krentančio ir atspindinčio lazerio spinduliuotės pluošto 9, kuris išdėstytas ekscentriškai SAM 1 ir veleno 2 sukimosi ašies 10 atžvilgiu. SAM 1 yra pritvirtintas (pvz. priklijuotas) prie veleno 2 standžiai įtaisytu su galimybe sukis movoje 3. Veleno 2 gale jo atraminiame krašte yra suformuoti, arba primontuoti varomieji krumpliai 4, kurie susikabina su tuščiavidurio veleno 5 gale suformuotais varančiais krumpliais 6 ir sudaro krumplinę jungtį tarp sukimo pavaros 8 ir veleno 2. Tuščiaviduriame veleno 5 yra patalpinta spyruokle 7 prispaudžianti veleno 2 atraminį kraštą prie movos 3, kad velenas neklibėtų ir galėtų pasisukti. Tuščiavidurio veleno 5 kitas galas yra sujungtas su sukimo pavara 8, kuri per krumplinę jungtį suka veleną 2 su SAM 1, kur minėtą krumplinę jungtį sudaro krumpliai 4 ir 6, kuri užtikrina, kad nebūtų laužiamas ir kitaip kraipomas velenas 2 su

SAM 1 kai juos suka sukimo pavara 8. Įrenginio sandarinimui tarp įrenginio korpuso pirmos dalies 16 ir tuščiavidurio veleno 5 yra patalpintas guminis žiedas 17. Kitoje įrenginio korpuso dalyje 16' su užduotu poslinkiu atžvilgiu SAM 1 sukimosi ašies 10 yra patalpintas objektyvo vamzdelis 15 su jame esančiais gradientiniu lęšiu 12 formuojančiu lazerio spinduliuotės pluoštą 9 atvaizduojant su išlanksto užduotu didinimu iš optinės skaidulos 13 sklindančia lazerio spinduliuote. Optinė skaidula 13 yra įtvirtinta stiklinime kapiliare 14, suformuotas lazerio pluoštas 9 nukreipiamas į SAM 1 darbinį tašką ir nuo jo atsispindėjęs lazerio pluoštas 9 grįžta atgal per gradientinį lęšį 12 ir suvedamas į optinę skaidulą 13. Abi įrenginio korpuso dalys yra sujungtos per mova 3, kurioje apie bendrą ašį 10 sukasi velenas 2 ir kartu SAM 1.

Fig. 3 pavaizduotas kvadratinės formos, aplink ašį 10, sukamas SAM 1 į kurį nukreiptas lazerio spinduliuotės pluoštas 9 slenka apskritimu 11, kurio lanko ilgis proporcingas poslinkiui tarp lazerio spinduliuotės pluošto 9 ir sukimosi ašies 10. darbinių taškų 18 skaičius yra proporcingas apskritimo 11 lanko ilgiui ir atvirkščiai proporcingas lazerio spinduliuotės pluošto 9 diametrai SAM 1 darbiniam paviršiui. Optimalus lazerio spinduliuotės pluošto 9 diametras SAM 1 paviršiuje dažniausiai yra nustatomas eksperimentiškai ir gali būti nuo kelių mikrometrų iki kelių dešimčių mikrometrų priklausomai nuo skaidulinio lazerio konfigūracijos ir SAM 1 parametrų.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Įsisotinančio sugėriklio veidrodžio (SAM) darbinio taško padėties keitimo būdas, apimantis SAM paslinkimą atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto, nukreipto į SAM darbinį tašką ir nuo jo atsispindinčio, besiskiriantis tuo, kad darbiniai taškai (18) paslinkti SAM pasuka apie ašį (10) atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto, nukreipto į SAM darbinį tašką (18), kur SAM darbinis taškas (18), išdėstytas ekscentriškai atžvilgiu SAM pasukimo ašies (10), o sukant SAM jo darbinis taškas (18) slenka apie ašį (10) apskritimu (11).

2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad SAM suka periodiškai pagal pasirinktą sukimo periodą.

3. Įsisotinančio sugėriklio veidrodžio (SAM) darbinio taško (18) padėties keitimo įrenginys, apimantis įtaisą, skirtą paslinkti SAM (1) atžvilgiu lazerio spinduliuotės pluošto, nukreipto į SAM (1) darbinį tašką (18) ir nuo jo atsispindinčio, besiskiriantis tuo, kad įtaisas, skirtas paslinkti SAM (1), yra galintis suktis apie jo išilginę ašį (10) velenas (2), prie kurio vieno galo bendraašiai su veleno (2) pritvirtintas SAM (1), o kitas veleno (2) galas susietas su sukimo pavara (8), kur SAM darbinis taškas (18), į kurį darbo metu nukreipiamas lazerio spinduliuotės pluoštas, išdėstytas ekscentriškai atžvilgiu veleno (2) sukimosi ašies (10), kur veleno sukimo metu SAM darbinis taškas (18) slenka apie ašį (10) apskritimu (11), kurio spindulys lygus pasirinktam atstumui tarp SAM darbinio taško (18) ir SAM sukimo ašies (10).

4. Įrenginys pagal 3 punktą, besiskiriantis tuo, kad numatyta mova (3), kurioje stabiliai su galimybe suktis įtaisytas velenas (2), kurio galas, susietas su sukimo pavara (8), turi atraminį kraštą, kuris remiasi į movos (3) galą.

5. Įrenginys pagal 5 punktą, besiskiriantis tuo, kad mova (3) yra pagaminta iš keramikos.

6. Įrenginys pagal bet kurį iš 3-5 punktų, besiskiriantis tuo, kad minėta sukimo pavara (8), susieta su veleno (2) vienu galu per krumplinę jungtį.

7. Įrenginys pagal 6 punktą, besiskiriantis tuo, kad minėta krumplinė jungtis apima tuščiavidurį veleną (5), kurio vienas galas sujungtas su sukimo pavara (8), o kitame gale suformuotas krumplinės jungties varantysis krumplis (6), sąveikaujantis su varančiuoju krumpliu (4), suformuotu veleno (2) atraminio krašto periferinėje dalyje.

8. Įrenginys pagal 7 punktą, besiskiriantis tuo, kad tuščiavidurio veleno (5) vidinėje ertmėje įtaisyta spyruoklė, skirta veleno (2) atraminiam kraštui prispausti prie movos (3) galo.

9. Įrenginys pagal bet kurį iš 3-8 punktų, besiskiriantis tuo, kad lazerio spinduliuotės pluošto perdavimui iš lazerio spinduliuotės šaltinio yra naudojama optinė skaidula (13).

10. Įrenginys pagal 9 punktą, besiskiriantis tuo, kad optinė skaidula (13) yra poliarizaciją išlaikanti.

11. Įrenginys pagal bet kurį iš 9-10 punktų, besiskiriantis tuo, kad optinė skaidula (13) yra įtvirtinta stikliniame kapiliare (14) ir patalpinta vamzdelyje (15), kurio vidinėje ertmėje už stiklinio kapiliaro (14), spinduliuotės sklaidimo kryptimi, išdėstyta gradientinis lęšis (12), formuojantis lazerio spinduliuotės pluoštą (9), nukreiptą į SAM darbinį tašką (18), kur vamzdelis (15) ir mova (3) su krumpline jungtimi sandariai sumontuoti korpuse (16', 16) taip, kad SAM (1) darbinis taškas (18), į kurį darbo metu nukreipiamas lazerio spinduliuotės pluoštas, yra išdėstyta ekscentriškai atžvilgiu veleno (2) sukimo ašies (10).

12. Įrenginys pagal bet kurį iš 3-11 punktų, besiskiriantis tuo, kad SAM (1) gali būti azimutine kryptimi kintančio atspindžio veidrodis arba azimutine kryptimi kintančios spektrinės charakteristikos veidrodis, arba azimutine kryptimi kintančios poliarizacijos charakteristikos veidrodis.

13. Sinchronizuotų modų skaidulinis lazeris, besiskiriantis tuo, kad jis turi įrenginį pagal bet kurį iš 3-12 punktų.

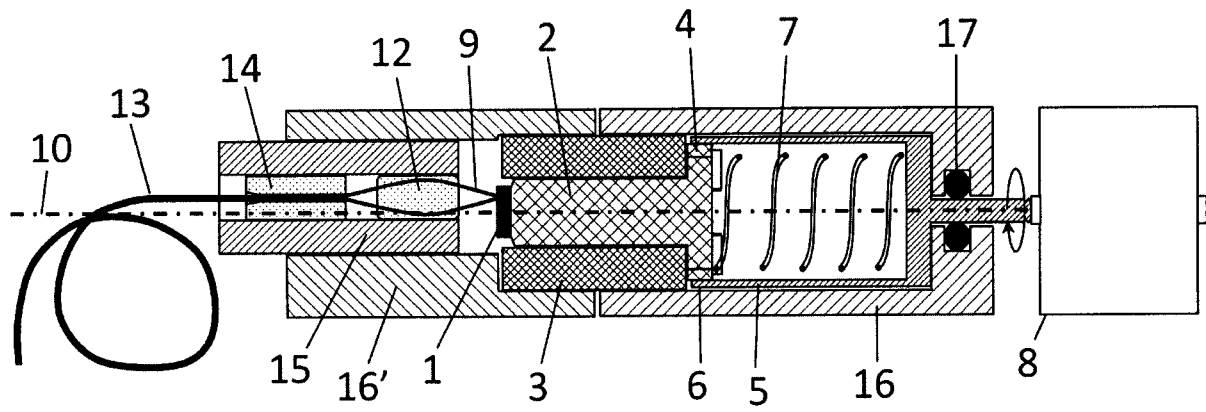


Fig. 1a

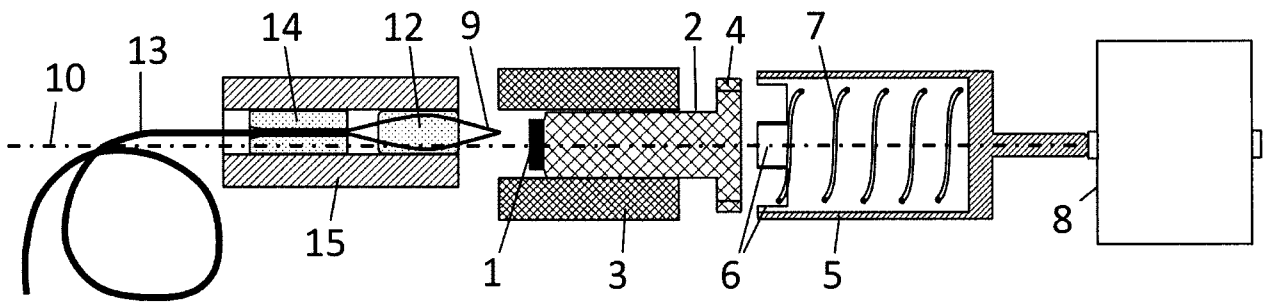


Fig. 1b

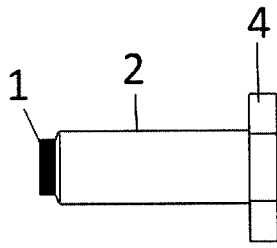


Fig. 2a

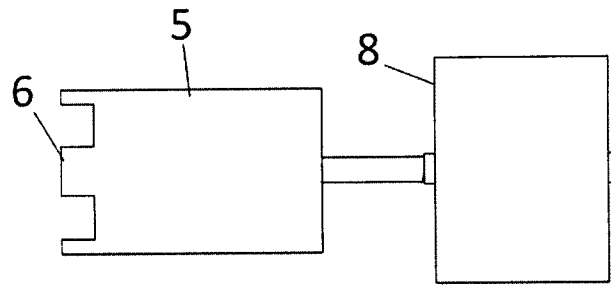


Fig. 2c

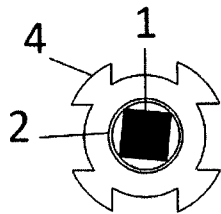


Fig. 2b

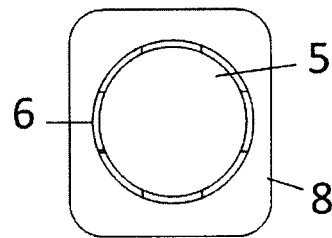


Fig. 2d

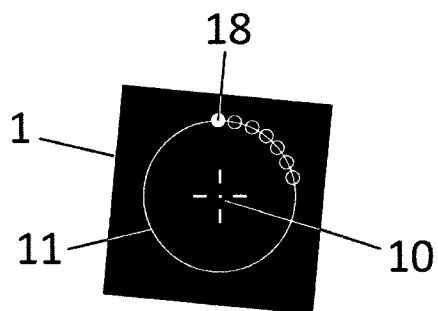


Fig. 3