

(19)



(10) **LT 6428 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6428**

(51) Int. Cl. (2017.01): **B23K 26/00**

(21) Paraiškos numeris: **2015 085**

(22) Paraiškos padavimo data: **2015-10-02**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2017-04-10**

(45) Patent paskelbimo data: **2017-07-25**

(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:

Mindaugas MIKUTIS, LT

(73) Patent savininkas:

UAB "Altechna R&D", Mokslininkų g. 6A, LT-08412 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Vitalija BANAITIENĖ, UAB TARPINĖ, A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Skaidrių medžiagų lazerinis apdirbimo būdas ir įrenginys

(57) Referatas:

Išradimas priklauso lazerių sričiai ir yra susijęs su skaidrių terpių apdirbimu ir gali būti panaudotas skaidrių terpių tarp jų stiklų, chemiškai grūdintų stiklų, safyrų bei kitokių kristalinių medžiagų pjaustymui, skaldymui ir kitiems apdirbimo procesams panaudojant ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštą. Gauso intensyvumo skirstinio ultratrumpųjų impulsų lazerio pluoštą transformuoja į asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso pluoštą patalpinant optinį elementą Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje, Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto asimetriją keičia parenkant optinio elemento medžiagą ir/arba parametrus ir/arba jo išdėstymą optiniame kelyje taip, kad Beselio-Gauso lazerinės spinduliuotės pluoštas, lokalizuotas apdirbamame ruošinyje, turi pailgą pavidalą tiek pluošto sklaidimo kryptimi tiek plokštumoje, statmenoje minėtai lazerinės spinduliuotės pluošto sklaidimo kryptiai. Formuojant pjovimo ir/arba skilimo plokštumą, minėtą skaidrios medžiagos ruošinį ir lokalizuotą Beselio-Gauso lazerinės spinduliuotės pluoštą vienas kito atžvilgiu valdomai perkelia taip, kad ruošinyje suformuotos pailgo pavidalo pažaidos sritys išilgai išdėstomos viena po kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje.

Technikos sritis, kuriai yra skiriamas išradimas.

Išradimas priklauso lazerių sričiai ir yra susijęs su skaidrių terpių apdirbimu ir gali būti panaudotas skaidrių terpių tarp jų stiklų, chemiškai grūdintų stiklų, safyrų bei kitokių kristalinių medžiagų pjaustymui, skaldymui ir kitiems apdirbimo procesams panaudojant ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštą.

Technikos lygis.

Dauguma skaidrių terpių pjaustymo arba skaldymo ar raižymo būdų ir įrenginių yra pagrįsti lazerinio šaltinio generuojamo šviesos pluošto fokusavimu skaidrios terpės paviršiuje arba tūryje, tokiu būdu skaidrioje terpėje suformuojant įtrūkimą, dėl kurio skaidri terpė skyla arba lūžta dėl išorinės jėgos poveikio.

Tarptautinėje patentinėje paraiškoje WO20122006736, 2012-01-19, aprašytas skaidrios medžiagos ruošinio paruošimas jos suskaldymui būdas, apimantis šią operacijų seką: ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės pluošto nukreipimą į ruošinį ir fokusavimą jame, kur ruošinio medžiaga yra skaidri sufokusuotam spinduliuotės pluoštui. Lazerio spinduliuotės impulsų trukmė ir energija yra parinkta taip, kad suformuotų minėtame ruošinyje siūlelio pavidalo pažaidos sritį (filamentą), kuri savo išilgine kryptimi tęsiasi pluošto sklaidimo kryptimi skersai ruošinio storio. Vykdo ruošinio perkėlimą atžvilgiu fokusuojamo lazerinio pluošto pasirinktinai tiek kartų ir tokia kryptimi, kad minėtame ruošinyje sukuriamas reikiamas skaičius papildomų siūlelio pavidalo pažaidos sričių, suformuojant jame norimą skilimo plokštumos trajektoriją.

Artimiausias pagal techninę esmę yra skaidrios medžiagos ruošinio apdirbimo būdas ir įrenginys aprašytas tarptautinėje patentinėje paraiškoje WO 2014/079478 A1, 2014-05-30. Žinomas skaidrių terpių apdirbimo būdas naudoja ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluoštą bei apima šią operacijų seką: iš lazerinio šaltinio ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Gauso pluoštą nukreipia į optinę sistemą, formuojančią Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštą, kurį optiniais elementais nukreipia į apdorojamą ruošinį ir jame lokalizuoja. Ruošinio medžiaga yra skaidri lokalizuojamam Beselio-Gauso lazerinės spinduliuotės pluoštui, o lazerinės spinduliuotės impulsų trukmė ir energija yra parenkama taip, kad minėto ruošinio

medžiagoje viršytų optinės pažaidos slenkstį ir suformuotų pažaidos sritį, sudarytą iš mikrometrinių matmenų įtrukimų, kuri išilgine ašimi tęsiasi fokusuojamo lazerinio pluošto sklidimo kryptimi skersai ruošinio. Atlieka minėto ruošinio perkėlimą atžvilgiu fokusuojamo pluošto, sukuriant ruošinyje kitą pažeistą dėmę. Perkėlimą vykdo pasirinktinai tiek kartų ir tokia kryptimi, kad minėtame ruošinyje sukurtų reikiamą skaičių papildomų pažaidos sričių, suformuojant norimą ruošinio pjovimo/skilimo plokštumos trajektoriją.

Žinomuose įrenginiuose naudojant Gauso lazerinės spinduliuotės arba Beselio-Gauso lazerinės spinduliuotės pluoštą vienu lazerinės spinduliuotės impulsu perdengiama tam tikra dalis ruošinio storio ar visas ruošinio storis, ir tai leidžia pasiekti didelį ruošinio apdorojimo tikslumą ir greitį. Artimiausiame pagal techninę esmę žinomame būde ir įrenginyje lokalizuojamas ruošinyje Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštas suformuoja pažaidos sritį, kuri tęsiasi ruošinyje minėto lazerinio pluošto sklidimo kryptimi ir turi artimą apskritimui pavidalą plokštumoje, statmenoje lazerinės spinduliuotės sklidimo kryptiai. Suformuotos artimo apskritimui skerspjuvio pažaidos sritys išdėstomos viena šalia kitos taip suformuojant skilimo ir/arba pjovimo plokštumos trajektorijos konfigūraciją. Pjovimo ir/arba skilimo plokštuma suformuota ruošinyje iš apskrito skersmens pailgų dėmių ruošinio skilimo metu sukuria atsitiktinės krypties ar kelių atsitiktinių krypčių įtempius bei įskilimus ruošinio medžiagos tūryje ir ant paviršiaus skilimo ir/arba pjūvio trajektorijos atžvilgiu. Tai daro neigiamą įtaką skilimo ir/arba pjūvio kokybei, ypač kai skilimo ir/arba pjūvio plokštumos trajektorija yra sudaryta iš skirtingų spindulių kreivių. Be to, dėl susidariusių atsitiktinių skilimų ir įtempių, atsisakojusių nuo skilimo trajektorijos ruošinio tūryje ir paviršiuje, sumažėja apdirbto ruošinio mechaninis atsparumas, padidėja ruošinio medžiagos išeiga ir sumažėja apdirbimo našumas bei greitis.

Išradimu sprendžiama problema.

Išradimu siekiama pagerinti skaidrių medžiagų apdorojimo kokybę skaldant ar pjaunant skaidrias medžiagas, kartu pagerinant skaidrių medžiagų išeigą, apdorojimo našumą ir greitį.

Išradimo esmės atskleidimas

Uždavinio sprendimo esmė pagal pasiūlytą išradimą yra ta, kad skaidrių

medžiagų apdirbimo būde apimančiame ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Gauso intensyvumo skirstinio pluošto nukreipimą iš lazerio šaltinio į optinę sistemą, formuojančią Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštą, lokalizavimą apdirbamame ruošinyje, kur ruošinio medžiaga yra skaidri lokalizuojamo Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštui, lazerio spinduliuotės impulsų trukmės ir energijos parinkimą taip, kad minėto ruošinio medžiagoje viršytų optinės pažaidos slenkstį ir suformuotų pažaidos sritį, kuri tęsiasi minėto lazerinio pluošto sklidimo kryptimi, minėto skaidrios medžiagos ruošinio ir lazerinio pluošto valdomą perkėlimą vienas kito atžvilgiu, tam kad minėtame ruošinyje sukurtų viena šalia kitos reikiamą skaičių papildomų pažaidos sričių suformuojant norimos trajektorijos ruošinio pjovimo ir/arba skilimo plokštumą. Gauso intensyvumo skirstinio ultratrumpųjų impulsų lazerio pluoštą transformuoja į Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštą patalpinant optinį elementą Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje, Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto asimetriją keičia parenkant optinio elemento medžiagą ir/arba parametrus ir/arba jo išdėstymą optiniame kelyje taip, kad Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštas, suformuotas optinėje sistemoje ir lokalizuotas apdirbamame ruošinyje turi pailgą pavidalą plokštumoje, statmenoje minėtai lazerinės spinduliuotės pluošto sklidimo kryptčiai ir suformuoja pailgo pavidalo pažaidos sritį ruošinyje, o formuojant pjovimo ir/arba skilimo plokštumą, minėtą skaidrios medžiagos ruošinį ir lokalizuotą lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštą vienas kito atžvilgiu valdomai perkelia taip, kad suformuotos pailgo pavidalo pažaidos sritys ruošinyje išdėstomos išilgai viena po kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje.

Suformuotų pažaidos sričių pailgas pavidalas plokštumoje, statmenoje lazerinio pluošto sklidimo kryptčiai gali būti artimas elipsės pavidalui. Apdirbamame ruošinyje pailgo pavidalo pažaidų sritys išilgai išdėstomos viena po kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje tam tikru atstumu viena nuo kitos taip, kad tarp gretimų pažaidos sričių centrų atstumas dx yra diapazone nuo 0,5 iki 15 pažaidos sričių ilgio, kur pažaidos sritys (18b) matmenys ilgąja ašimi (18e) gali būti nuo maždaug 1 μm iki maždaug 20 μm , o ilgąja ašimi pažaidos sritis gali būti nuo maždaug 1,3 iki 5 kartų, geriau 2 kartus, didesnė už jos matmenį trumpąja ašimi.

Apdirbamo ruošinio skaidri medžiaga gali būti tokia kaip stiklas, chemiškai grūdintas stiklas, safyras bei kitokios kristalinės bei amorfinės medžiagos.

Pažaidos srities ilgis lazerinio pluošto sklaidimo kryptimi suformuotas skaidrios medžiagos ruošinyje gali būti mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinio storį ir nesisieti su nei vienu iš plokštelės paviršių, arba pažaidos srities ilgis atitinka plokštelės pavidalo ruošinio storį ir siejasi su abiem plokštelės paviršiais arba pažaidos srities ilgis mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinio storį ir siejasi su vienu iš paviršių.

Privalumą turintis pasiūlyto išradimo konstrukcinis išpildymas yra skaidrių medžiagų apdirbimo įrenginys, apimantis lazerinį šaltinį, generuojantį ultratrumpųjų impulsų spinduliuotės Gauso intensyvumo skirstinio pluoštą, optinę sistemą, formuojančią Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštą ir jį lokalizuojantį apdirbamame ruošinyje, kur ruošinio medžiaga yra skaidri Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštui, lazerinės spinduliuotės impulsų trukmė ir energija yra parinkta taip, kad minėtame ruošinyje sukelia pailgą pažaidos sritį, kuri tęsiasi minėto lazerinio pluošto sklaidimo kryptimi, perkėlimo mechanizmą, skirtą minėto skaidrios medžiagos ruošinio ir lazerinio Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto perkėlimui vienas kito atžvilgiu, tam kad minėtame ruošinyje sukurtų pjovimo ir/arba skilimo plokštumos norimą trajektoriją, ir perkėlimo valdymui skirtą valdiklį. Įrenginyje numatytas optinis elementas, patalpintas Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje, skirtas Beselio-Gauso pluošto intensyvumo skirstinio simetrijai suardyti, kur optinės sistemos pagalba suformuotas Beselio-Gauso spinduliuotės asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštas lokalizuotas ruošinyje, suformuoja pažaidos sritį, kuri yra pailgo pavidalo plokštumoje, statmenoje sklaidimo kryptčiai, o perkėlimo mechanizmas sukonstruotas taip, kad minėtą skaidrios medžiagos ruošinį ir Beselio-Gauso spinduliuotės asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštą vienas kito atžvilgiu valdomai perkelia taip, kad suformuotos pailgo pavidalo pažaidos sritys išsidėsto išilgai viena po kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje.

Optinis elementas gali būti skaidri plokštelė patalpinta lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje ir išdėstyta jame taip, kad ji perdengia pusę minėto pluošto kur neperdengta ir perdengta pluošto dalys yra simetriškos, neperdengta pluošto dalis praeina tiesiogiai, o perdengta pluošto

dalį praeina per skaidrią minėtą plokštelę.

Optinis elementas gali būti skaidri plokštelė sudaryta iš skirtingo storio pirmosios ir antrosios zonų, išdėstyta lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje taip, kad minėtos pirmoji ir antroji zonos padalina minėtą pluoštą į dvi simetrines lygias dalis, kur pirmoji pluošto dalis praeina per pirmąją skaidrios plokštelės zoną, o antroji pluošto dalis praeina per antrąją plokštelės zoną.

Optinis elementas gali būti skaidri plokštelė sudaryta iš skirtingo lūžio rodiklio pirmosios ir antrosios zonų, išdėstytą lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje taip, kad minėtos zonos padalina pluoštą į dvi simetrines lygias dalis, kur pirmoji pluošto dalis praeina per pirmąją plokštelės zoną, o antroji pluošto dalis praeina per plokštelės antrąją zoną.

Perkėlimo mechanizmas apima galintį sukurti pirmąjį staliuką, ant kurio pritvirtintas optinis elementas ir galintį pasislinkti tiesiaiegiu judesiu antrąjį staliuką, ant kurio pritvirtintas apdorojamas ruošinys, pirmasis ir antrasis staliukai valdomi valdikliu, kurie gauna kompiuterio komandas priklausomai nuo pasirinktos pjovimo ir/arba skilimo trajektorijos taip, kad formuojamos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijos kryptį valdo pirmuoju staliuku sukant optinį elementą, o pažaidos sričių išdėstymą ruošinyje tam tikru atstumu viena nuo kitos valdomai vykdo tiesiaieigio poslinkio antruoju staliuku.

Perkėlimo mechanizmas gali apimti Dove prizmę, išdėstytą lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje ir pagal pluošto sklaidimo kryptį už nejudamai pritvirtintos skaidrios plokštelės ir įtaisytą ant galinčio sukurti pirmojo staliuko, o ant galinčio pasislinkti tiesiaiegiu judesiu antrojo staliuko pritvirtintas apdorojamas ruošinys, pirmas ir antras staliukai gauna valdymo komandas iš kompiuterio priklausomai nuo apibrėžtos trajektorijos taip, kad formuojamos skilimo plokštumos trajektorijos kryptis valdoma pirmuoju staliuku sukant Dove prizmę, o pažaidos sričių išdėstymą ruošinyje tam tikru atstumu išilgine kryptimi viena nuo kitos skilimo ir/arba pjovimo plokštumos trajektorijoje valdomai vykdo tiesiaieigio poslinkio antruoju staliuku.

Lazerinio pluošto kelyje pagal pluošto sklaidimo kryptį prieš arba už optinio elemento gali būti patalpinta ketvirčio bangos ilgio plokštelė, skirta lazerio

spinduliuotės tiesinę poliarizaciją pakeisti į apskritiminę.

Lazerinio pluošto kelyje pagal pluošto sklaidimo kryptį už optinio elemento gali būti patalpinta pusės bangos ilgio plokštelė, kuri įtaisyta ant pirmojo sukamo staliuko ir sukama kartu su Dove prizme tam, kad išlaikyti tokią pačią krintančios lazerinės spinduliuotės poliarizaciją.

Išradimo naudingumas.

Pagal išradimą pasiūlytas skaidrių medžiagų lazerinis apdirbimo būdas ir įrenginys leidžia suformuoti apdirbamame ruošinyje pažaidos sritis, kurios yra pailgo pavidalo tiek lazerinės spinduliuotės sklaidimo kryptimi tiek plokštumoje, statmenoje lazerinės spinduliuotės sklaidimo kryptčiai. Ruošinyje formuojamų pažaidos sričių išdėstymo kryptį ir atstumą tarp jų galima valdyti valdomu perkėlimo mechanizmu išdėstant jas išilgai viena po kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje taip suformuojant norimą pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektoriją iš pailgų geriau artimų elipsei pažaidos sričių. Pasiūlytu būdu ir įrenginiu formuojant skilimo ir/arba pjovimo plokštumos trajektoriją galima kontroliuoti įtempio ar įskilimo kryptį apdirbamo ruošinio medžiagoje ir tuo pačiu įtempius ar įskilimus formuoti išilgai pjūvio trajektorijos, o tai leidžia iki minimumo sumažinti arba visai išvengti ruošinio medžiagos tūryje ir paviršiuje atsitiktinių skilimų ir įtempių atžvilgiu skilimo ir/arba pjovimo trajektorijos, o dėl to žymiai pagerėja skaidrių medžiagų ruošinių apdorojimo kokybė, ruošinio medžiagos išeiga ir apdorojimo našumas bei greitis apdorojant skaidrių medžiagų lakštus laisvoms jų formoms gauti. Apdirbimo kokybė, našumas ir greitis didėja dėl prailgintos pažaidos srities ir mikrometrinių matmenų įtrūkimų tvarkingo išdėstymo pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje, dėl tvarkingo mikroįtrūkių orientavimo ir jų pačių dydžio.

Trumpas brėžinių figūrų aprašymas

Fig. 1 pavaizduota pasiūlyto skaidrių medžiagų lazerinio apdirbimo įrenginio principinė blokinė schema.

Fig. 2 pavaizduota optinio elemento, keičiančio lazerinės spinduliuotės intensyvumo skirstinio simetriją konfigūracijos ir išdėstymas pluošto atžvilgiu.

Fig. 3a pavaizduota pasiūlyto įrenginio principinė optinė schema, kai optinis elementas yra pritvirtintas prie galinčio sukto staliuko ir patalpintas Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje prieš optinę sistemą, formuojančią

Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinę spinduliuotę.

Fig.3b pavaizduota pasiūlyto įrenginio principinė optinė schema, kai optinis elementas pritvirtintas prie galinčio suktis staliuko ir patalpintas Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame (pateikti du optinio elemento išdėstymo variantai).

Fig.4a pavaizduota pasiūlyto įrenginio principinė optinė schema, kai optinis elementas yra nejudamai įtaisytas Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje, o už jo prie galinčio suktis staliuko įtaisyta Dove prizmė.

Fig.4b pavaizduota pasiūlyto įrenginio principinė optinė schema, kai optinis elementas yra nejudamai įtaisytas Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje, o Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje prie galinčio suktis staliuko įtaisyta Dove prizmė.

Fig.5 pavaizduoti lazerinės spinduliuotės simetrinio ir asimetrinio Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto (viršutinė eilė) indukuotų pažaidos sričių skaidrios medžiagos ruošinyje vaizdai (apatinė eilė), kur

18a –pavaizduota lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso simetrinio intensyvumo skirstinio pluošto indukuota pažaidos sritis su atsitiktiniais įskilimais apdirbamo ruošinio skaidrioje medžiagoje (lazerinės spinduliuotės pluošto optiniame kelyje nėra optinio elemento, transformuojančio jį į asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso pluoštą).

18b - pavaizduota lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluošto ruošinyje indukuota pažaidos sritis su įskilimais apdirbamo ruošinio skaidrioje medžiagoje (lazerinės spinduliuotės pluošto optiniame kelyje patalpintas optinis elementas, transformuojantis jį į asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso pluoštą).

Fig.6 pavaizduota pailgų, artimų elipsiniam pavidalui, pažaidos sričių išdėstymas išilgai viena po kitos formuojamos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje.

Fig.7 pavaizduoti keturi variantai pažaidos sričių ilgių 18f ir jų išdėstymo, suformuotų lazerinio pluošto sklaidimo kryptimi, skaidrios medžiagos ruošinyje.

Fig.8 nuotrauka vaizduojanti skaidrios medžiagos ruošinyje suformuotų pažaidos sričių įtrūkių krypties valdymą sukant optinį elementą.

Skaidrių medžiagų lazerinis apdirbimo būdas apima šią operacijų seką: ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Gauso intensyvumo skirstinio pluoštas transformuojamas į asimetrinio intensyvumo Beselio-Gauso pluoštą, patalpinant lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje optinį elementą, skirtą lazerinės spinduliuotės intensyvumo skirstinio simetrijai suardyti. Suformuotas Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštas lokalizuojamas apdirbamo ruošinio tūryje, kur ruošinio medžiaga yra skaidri lokalizuotam lazerinės spinduliuotės pluoštui. Lazerinės spinduliuotės impulsų trukmės ir energijos parinkimas taip, kad minėto ruošinio medžiagoje viršytų optinės pažaidos slenkstį ir suformuotų jame pažaidos sritį. Lokalizuotas Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštas minėtame ruošinyje suformuoja pažaidos sritį, kuri tęsiasi minėto lazerinio pluošto sklidimo kryptimi ir yra pailga, pavyzdžiui artima elipsės pavidalui, plokštumoje, statmenoje lazerinio pluošto sklidimo kryptčiai. Minėtas skaidrios medžiagos ruošinys ir lokalizuotas Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio lazerinis pluoštas valdomai perkeliama vienas kito atžvilgiu suformuojant reikiamą skaičių norimos krypties pailgo pavidalo pažaidos sričių, kurias išdėsto išilgai viena po kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje tam tikru atstumu viena nuo kitos taip, kad tarp gretimų pažaidos sričių centrų atstumas dx gali būti diapazone nuo 0,5 iki 15 pažaidos sričių ilgių. Apdirbamo ruošinio skaidri medžiaga gali būti tokia kaip stiklas, chemiškai grūdintas stiklas, safyras bei kitokios kristalinės medžiagos. Pažaidos srities ilgis lazerinio pluošto sklidimo kryptimi suformuotas skaidrios medžiagos ruošinyje gali būti mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinio storį ir nesisieti su nei vienu iš plokštelės paviršių, arba pažaidos srities ilgis atitinka plokštelės pavidalo ruošinio storį ir siejasi su abiem plokštelės paviršiais arba pažaidos srities ilgis mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinio storį ir siejasi su vienu iš paviršių.

Pasiūlyto išradimo realizavimų aprašymas

Skaidrių medžiagų lazerinis apdirbimo įrenginys, realizuojantis pasiūlyto išradimo būdą apima:

- lazerinį šaltinį 1, generuojantį ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės

Gauso intensyvumo skirstinio pluoštą 2,

- optinį elementą (3, 3', 3''), skirtą lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio ultratrumpųjų impulsų lazerio pluoštą transformuoti į asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso pluoštą,

- valdomai sukamą įtaisą (4a, 4b), skirtą pažaidos sričiai 18b pakreipti norima linkme apdirbamame ruošinyje 7 formuojant pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektoriją,

- optinę sistemą 5, skirtą lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluoštui formuoti ir jį lokalizuoti skaidriame šiam pluoštui apdirbamame ruošinyje 7,

- staliuką 8, galintį pasislinkti tiesiaiegiu judesiu, valdomą valdikliu 10, gaunančiu valdymo komandas iš kompiuterio 9,

- optinį elementą 11 Beselio-Gauso pluoštui generuoti, tokį kaip erdvinis šviesos modulatorius, kūginis lęšis,

- optinių komponentų rinkinį 12, 13, skirtą Beselio-Gauso pluoštui lokalizuoti apdorojamo ruošinio medžiagos tūryje,

- skaidrią plokštelę (14a), skirtą optinio elemento (3, 3', 3'') funkcijai atlikti,

- skaidrią plokštelę (14b), sudarytą iš skirtingo storio zonų, skirtą optinio elemento (3, 3', 3'') funkcijai atlikti,

- skaidrią plokštelę (14c), sudarytą iš skirtingo lūžio rodiklio zonų, skirtą optinio elemento (3, 3', 3'') funkcijai atlikti,

- sukamą judesį realizuojantį staliuką (15, 15', 15''), skirtą optiniam elementui (3, 3', 3'') arba Dove prizmei (16, 16') sukti,

- optinę schemą 19, skirtą Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluošto lazerinei spinduliuotei suformuoti.

Fig. 1 pavaizduota pasiūlyto skaidrių medžiagų lazerinio apdirbimo įrenginio principinė blokinė schema, realizuojanti plokštelės pavidalo ruošinių 7 lazerinio mikroapdirbimo būdą, būtent pjovimą arba paruošiamąjį pjovimą, skirtą ruošinio skaldymui realizuoti, kur ruošinio plokštelės medžiaga yra skaidri lazerinio šaltinio 1 spinduliuotei 2. Medžiaga yra skaidri tam tikram lazerinio šaltinio spinduliuotės

bangos ilgiui, kai to bangos ilgio spinduliuotės vieno fotono energija yra mažesnė nei medžiagos draustinių energijų juosta, ir tokio lazerinio šaltinio spinduliuotės sugertis įmanoma tik dėl netiesinių procesų, inicijuojamų didelio intensyvumo ultratrumpųjų impulsų spinduliuote. Būdas realizuojamas parinkus optinę schemą 19, skirtą suformuoti lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštą ir lazerinės spinduliuotės parametrus, kad impulsinio Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluošto 6b sąveika su ruošinio 7 medžiaga indukuotų pažaidos sritį 18b medžiagoje, kurios forma yra pailga tiek pluošto sklidimo kryptimi, tiek plokštumoje, statmenoje sklidimo kryptčiai. Kompiuteriu 9 valdomas valdiklis 10 valdo indukuotų pažaidos sričių 18b skaičių ir jų išdėstymą 18c išilgai viena po kitos, perkeliant ruošinį 7 ir Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštą, kurio forma pluošto sklidimo kryptčiai statmenoje plokštumoje turi pailgą, artimą elipsės pavidalui formą, vienas kito atžvilgiu. Indukuotos pailgos pažaidos sritys 18b dėl vidinių įtempių jungiasi į skilimų plokštumą, suformuojant jos norimą trajektoriją 18d. Medžiagos pažaidos sričių 18b geometriniai matmenys bei pažaidos mastas valdomas parenkant lazerinės spinduliuotės parametrus, tokius kaip lazerinio impulso trukmė, vidutinė lazerinio impulso energija, lazerinio šaltinio bangos ilgis ir Beselio-Gauso pluošto kūgio kampas. Tipiniai medžiagos pažaidos sričių 18b matmenys ilgąja ašimi 18e, plokštumoje statmenoje pluošto sklidimo kryptčiai, gali būti nuo maždaug 1 μm iki maždaug 20 μm , o ilgąja ašimi pažaidos sritis gali būti nuo maždaug 1,3 iki 5 kartų, kaip pavyzdžiui maždaug 2 kartus, didesnė už jos matmenį trumpąja ašimi, priklausomai nuo ruošinio medžiagos tipo, storio ir sluoksnių struktūros, jei tokią turi. Būdui realizuoti naudojamas ultratrumpųjų impulsų lazeris, kurio impulso trukmė gali būti nuo maždaug 1 ps iki 100 ps, tokia kaip pavyzdžiui diapazone nuo 10 ps iki 100 ps. Vidutinė lazerio impulso energija, matuojama ties apdirbama medžiaga, parenkama mažesnė nei 1000 μJ , pavyzdžiui mažesnė nei 400 μJ . Lazerinio šaltinio bangos ilgis parenkamas toks, kad to bangos ilgio vieno fotono energija yra mažesnė nei apdirbamos medžiagos draustinių energijų juosta, tokia kaip pavyzdžiui mažesnė nei 3 μm . Realizuojama tokia optinė schema, kur Beselio-Gauso pluošto kūgio pusė kampo 17 yra diapazone nuo 4 laipsnių iki 45 laipsnių, pavyzdžiui diapazone nuo 4 laipsnių iki 20 laipsnių. Perkeliant plokštelės pavidalo ruošinį 7 ir artimą elipsės pavidalui Beselio-Gauso skirstinio pluoštą 6b vienas kito atžvilgiu, viena po kitos indukuojamos pažaidos sritys 18b apdirbamo ruošinio 7 medžiagoje, kurios

išdėstomos išilgai viena po kitos formuojamos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje tam tikru atstumu dx , kuris gali būti diapazone nuo 0,5 iki 15 pažaidos sričių ilgių, priklausomai nuo apdirbamos medžiagos tipo, storio ir sluoksnių struktūros, jei tokią turi. Parenkami optinės sistemos 5 ir lazerinės spinduliuotės 2 parametrai, kad pailgo, geriau artimo elipsei, pavidalo Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluošto 6b ir apdirbamo ruošinio 7 medžiagos sąveikos indukuojama pažaidos sritis 18b pluošto sklidimo kryptimi būtų tokio ilgio 18f, kad šis ilgis būtų mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinio 7 storį ir nesisietų su nė vienu iš plokštelės paviršių, arba modifikacijos ilgis 18f atitiktų plokštelės pavidalo ruošinio storį ir sietųsi su abiem plokštelės paviršiais 7a, 7b, arba modifikacijos ilgis 18f būtų mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinio storį ir sietųsi su priekiniu paviršiumi 7a, arba modifikacijos ilgis 18f būtų mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinį ir sietųsi su galiniu ruošinio paviršiumi 7b.

Fig.3a pateikta viena iš pasiūlyto išradimo realizacijų, kur ultratrumpųjų impulsų lazeris 1 generuoja lazerinės spinduliuotės Gauso intensyvumo skirstinio pluoštą 2, kuris sklinda pro lazerinės spinduliuotės pluošto simetriją ardantį optinį elementą 3. Toliau asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštas sklinda pro tipinį optinį elementą 11 Beselio-Gauso pluoštui generuoti, tokį kaip erdvinis šviesos moduliatorius, kūginis lęšis, kurį praėjus iš lazerinės spinduliuotės pluošto susiformuoja Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštas, kuris yra pailgo, artimo elipsei pavidalo plokštumoje, statmenoje jo sklidimo kryptčiai. Asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso pluoštas toliau gali būti modifikuotas naudojant pluošto atvaizdavimui skirtų optinių komponentų rinkinį 12, 13, arba tiesiog lokalizuotas apdorojamo ruošinio 7 medžiagos tūryje. Lazerinės spinduliuotės asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso pluoštui sąveikaujant su apdorojama medžiaga, sukelia medžiagos modifikacijas tokias kaip pažaidos sritis 18b, kurios inicijuoja mikro įtrūkimo plokštumos trajektoriją 18d medžiagoje, kurios kryptis valdoma sukamuoju įtaisu 4a sukanč optinį elementą 3 galinčiu suktis staliuku 15. Nuosekliai, tam tikru atstumu 18c vienas nuo kito išdėstomi lazerinės spinduliuotės impulsai X_{N-1} , X_N , X_{N+1} medžiagoje naudojant tiesiaėigio poslinkio staliuką 8, galinčiu suktis staliuką 15, ir valdiklį 10, kurie gauna kompiuterio 9 komandas priklausomai nuo pasirinktos pjovimo ir/arba skilimo trajektorijos. Arba optinių komponentų rinkinys kartu arba be lazerio gali būti

judinamas apdorojamo ruošinio atžvilgiu tokiame pačiame efektui gauti.

Fig.3b pateiktos kitos pasiūlyto išradimo realizacijos analogiškos pirmajai pasiūlyto išradimo realizacijai, kuriose valdomai sukamas įtaisas 4a, apimantis optinį elementą (3', 3'') įtaisyta ant galinčio suktis staliuko (15', 15''), skirtas pažaidos sričiai 6b ruošinyje 7 pakreipti norima linkme apdirbamame ruošinyje 7 formuojant pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektoriją, yra patalpintas lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje pagal lazerinio pluošto sklaidimo kryptį už optinio elemento 11, skirto Beselio-Gauso pluoštui generuoti arba tarp optinių elementų 12 ir 13.

Fig. 4a pateikta dar kita pasiūlyto išradimo realizacija, kur optinė schema 19 apima valdomai sukamą įtaisą 4b, patalpintą lazerinės spinduliuotės Gauso intensyvumo skirstinio pluošto 2 optiniame kelyje prieš optinę sistemą 5, skirtą lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluoštui generuoti. Valdomei sukamas įtaisas 4b apima optinį elementą 3 ir Dove prizmę 16, kuri įtaisyta ant galinčio suktis staliuko 15 už nejudamai įtaisyto optinio elemento 3 pagal lazerinio pluošto sklaidimo kryptį. Ultratrumpųjų impulsų lazerio 1 generuojamas lazerinės spinduliuotės Gauso profilio intensyvumo skirstinio pluoštas 2, sklinda pro lazerinės spinduliuotės pluošto simetriją ardantį optinį elementą 3, esantį Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluošto 2 optiniame kelyje, ir toliau sklinda pro tipinį optinį elementą 11, Beselio-Gauso pluoštui generuoti, tokį kaip erdvinis šviesos modulatorius, kūginis lęšis. Asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso lazerinis pluoštas toliau gali būti modifikuotas naudojant pluošto atvaizdavimui skirtų optinių komponentų rinkinį 12, 13, arba tiesiog lokalizuotas apdorojamo ruošinio 7 medžiagos tūryje. Lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštas sąveikaujant su apdorojama medžiaga, sukelia ruošinio medžiagoje pažaidos sritis 18b, kurios inicijuoja medžiagoje mikro įtrūkimo plokštumos trajektoriją 18d, kurios kryptis valdoma sukanč ultratrumpųjų impulsų lazerio Gauso intensyvumo skirstinio pluošto 2 vaizdą, prasklidusį pro optinį elementą 3. Tai įgyvendinama sukanč Dove prizmę 16 sukanuoju staliuku 15. Siekiant išvengti atspindžio kitimo priklausomai nuo Dove tipo prizmės kampo, jei tokie iškyla, gali būti naudojama ketvirčio bangos ilgio fazinė plokštelė 16b, 16b' skirta pakeisti tiesinę lazerio spinduliuotės poliarizaciją į apskritiminę, arba pusės bangos ilgio fazinę plokštelė 16b'', kuri gali būti sukanama kartu su Dove prizme 16 tam, kad išlaikyti tokią

pačią krintančios lazerinės spinduliuotės poliarizaciją. Nuosekliai, tam tikru atstumu 18c vienas nuo kito ruošinio 7 medžiagoje išdėstomi lazerinės spinduliuotės impulsai X_{N-1} , X_N , X_{N+1} naudojant tiesiaieigio judesio stalą 8, galintį suktis staliuką 15, kurie valdomi valdikliu 10, gaunančiu iš kompiuterio 9 komandas priklausomai nuo pasirinktos trajektorijos. Arba optinių komponentų rinkinys kartu arba be lazerio gali būti judinamas apdorojamo ruošinio atžvilgiu tokiam pačiam efektui gauti.

Fig.4b pateikta kita pasiūlyto išradimo realizacija analogiška pasiūlyto išradimo realizacijai pagal Fig.4a. Šioje realizacijoje valdomai sukamas įtaisas 4b, apima nejudamai įtaisytą optinį elementą 3 patalpintą lazerinės spinduliuotės Gauso profilio intensyvumo skirstinio pluošto 2 kelyje, kur prieš jį arba už jo gali būti įtaisyta ketvirčio bangos ilgio fazinė plokštelė 16b, 16b', skirta pakeisti tiesinę lazerio spinduliuotės poliarizaciją į apskritiminę. Dove prizmė 16' įtaisyta ant galinčio suktis staliuko 15', skirta pažaidos sričiai 6b ruošinyje 7 pakreipti norima linkme apdirbamame ruošinyje 7 formuojant pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektoriją. Dovė prizmė 16' yra patalpinta lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje pagal lazerinio pluošto sklidimo kryptį už optinio elemento 11, skirto Beselio-Gauso pluoštui generuoti.

Fig. 2 pateikti optinio elemento 3 išpildymo variantai. Optinis elementas 3 gali būti skaidrios medžiagos, pavyzdžiui stiklo, kristalo ar dvejopo spindulių lūžio kristalo, plokštelės pavidalo, ir/ar turinti sluoksniuotą struktūrą, įtakojančią atspindžio charakteristikas, kaip pavyzdžiui skaidrinančias dielektrines dangas. Pasiūlyto išradimo realizacijose optinio elemento 3 paskirtis yra prailginti pasirinktos lazerinės spinduliuotės pluošto dalies optinį kelią sukuriant Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinio pluošto asimetriją. Dėl sukurtos lazerinės spinduliuotės intensyvumo skirstinio pluošto asimetrijos Beselio-Gauso pluoštas transformuojamas į pailgą, geriau artimą elipsės pavidalui Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinį pluoštą 6b.

Optinį elementą 3 galima realizuoti keliais techniniais sprendimais. Optinis elementas 3 gali būti stiklo plokštelė 14a, kuri dengtų tik dalį lazerinės spinduliuotės pluošto. Stiklo plokštelė 14a patalpinama taip, kad perdengtų tik pusę Gauso ar Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluošto, kur perdengta ir neperdengta pluošto dalys yra simetriškos. Dėl paminėto lazerinio pluošto perdengimo stiklo plokšte 14a atsiranda optinių kelių skirtumas tarp atitinkamų

pluošto dalių ir dėl to suardoma lazerinio pluošto intensyvumo skirstinio simetrija. Plokštelės 14a storis parenkamas toks, kad Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinis pluoštas transformuojamas į asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso lazerinį pluoštą, pavyzdžiui 0,5 mm.

Kitas optinio elemento 3 išpildymas gali būti, kai į pluošto sklaidimo kelią patalpinama skaidri plokštelė 14b, sudaryta iš skirtingo storio pirmosios ir antrosios zonų, dėl kurių skiriasi optinis kelias skirtingoms lazerinės spinduliuotės pluošto dalims. Minėtos pirmoji ir antroji zonos padalina lazerinės spinduliuotės pluoštą į dvi simetrines lygias dalis, kur pirmoji pluošto dalis praeina per pirmąją plokštelės 14b zoną, o antroji pluošto dalis praeina per antrąją plokštelės 14b zoną.

Dar kitas optinio elemento išpildymas gali būti kai į lazerinės spinduliuotės pluošto sklaidimo kelią patalpinama skaidri plokštelė 14c, kuri sudaryta iš skirtingo lūžio rodiklio pirmosios ir antrosios zonų, dėl kurių atsiranda optinių kelių skirtumas tarp atitinkamų pluošto dalių. Stiklo plokštelė išdėstoma lazerinės spinduliuotės pluošto kelyje taip, kad minėtos zonos padalina pluoštą į dvi simetrines lygias dalis, kur pirmoji pluošto dalis praeina per pirmąją plokštelės 14c zoną, o antroji pluošto dalis praeina per plokštelės 14c antrąją zoną.

Kitais pasiūlyto išradimo realizavimo atvejais skaidrios plokštelės (14a, 14b, 14c), išdėstytos lazerinės spinduliuotės pluošto kelyje jį dalinai perdengiant, gali pluoštą padalinanti į asimetrines dalis ir priklausomai nuo minėtos perdengtos ir neperdengtos dalių asimetrijos ruošinyje galima suformuoti skirtingų pavidalų pažaidos sritis.

Pasiūlytu išradimu standartinis Gauso intensyvumo skirstinio ultratrumpųjų impulsų lazerio pluoštas 2 transformuojamas į asimetrinio intensyvumo skirstinio lazerinį Beselio-Gauso pluoštą, turintį pailgą pavidalą statmenoje pluošto sklaidimo kryptiai plokštumoje, ir lokalizuojamas skaidrios plokštelės pavidalo ruošinio tūryje, kur lazerio impulsų energija dėl netiesinių procesų sugerama ir indukuojama pažaidos sritis mikrometrinių matmenų įtrukimų pavidalo. Dėl medžiagos tankio pakitimo, artimo elipsės pavidalui, vidiniai įtempiai medžiagoje inicijuoja mikrometrinių matmenų įskilimus, formuojančius skilimo plokštumą, kurios kryptį galima kontroliuoti kreipiant norima trajektorija ilgąją [asimetrinio/pailgą] pavidalo Beselio-Gauso lazerinio pluošto skirstinio ašį. Išdėdčius tokias medžiagos pažaidos sritis pagal iš anksto pasirinktą trajektoriją, sukurama skilimų plokštuma, kuri gali būti panaudota

atskirti ruošinio dalis pagal suformuotą trajektoriją panaudojant mechaninę jėgą, terminio poveikio suformuotų įtempių jėgą, ar dėl daugiasluoksnės struktūros kuriamų vidinių įtempių jėgos ruošinys gali savaime pasidalinti į suformuotus segmentus, priklausomai nuo ruošinio medžiagos ir sluoksnių struktūros.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Skaidrių medžiagų apdirbimo būdas apimantis šiuos etapus:

ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Gauso intensyvumo skirstinio pluošto (2) nukreipimą iš lazerinio šaltinio (1) į optinę sistemą, formuojančią Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštą,

suformuoto Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluošto lokalizavimą apdirbamame ruošinyje (7), kur ruošinio medžiaga yra skaidri lokalizuojamam Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio lazerinės spinduliuotės pluoštui,

lazerio spinduliuotės (2) impulsų trukmės ir energijos parinkimą taip, kad minėto ruošinio (7) medžiagoje viršytų optinės pažaidos slenkstį ir suformuotų pažaidos sritį, kuri tęsiasi minėto lazerinio pluošto sklidimo kryptimi,

minėto skaidrios medžiagos ruošinio (7) ir lazerinės spinduliuotės pluošto valdomą perkėlimą vienas kito atžvilgiu, tam kad minėtame ruošinyje (7) sukurtų viena šalia kitos reikiamą skaičių papildomų pažaidos sričių suformuojant norimos trajektorijos ruošinio pjovimo ir/arba skilimo plokštumą,

b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Gauso intensyvumo skirstinio pluoštą (2) transformuoja į asimetrinio intensyvumo skirstinio Beselio-Gauso pluoštą (6b) patalpinant optinį elementą (3, 3', 3'') Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje,

Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto asimetriją keičia parenkant optinio elemento (3, 3', 3'') medžiagą ir/arba optinio elemento (3, 3', 3'') parametrus ir/arba optinio elemento (3, 3', 3'') išdėstymą optiniame kelyje taip, kad

Beselio-Gauso lazerinės spinduliuotės pluoštas (6b), turi pailgą pavidalą plokštumoje, statmenoje minėtai lazerinės spinduliuotės pluošto sklidimo kryptčiai ir suformuoja atitinkamą pailgo pavidalo pažaidos sritį (18b) ruošinyje (7),

o formuojant pjovimo ir/arba skilimo plokštumą, minėtą skaidrios medžiagos ruošinį (7) ir lokalizuotą Beselio-Gauso lazerinės spinduliuotės pluoštą (6b) vienas kito atžvilgiu valdomai perkelia taip, kad ruošinyje (7) suformuotos pailgo pavidalo pažaidos sritys (18b) išilgai išdėstomos viena po kitos numatytoje pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje.

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad suformuotas pažaidos srities (18b) pailgas pavidalas plokštumoje, statmenoje lazerinio pluošto sklidimo krypčiai, yra artimas elipsės pavidalui.

3. Būdas pagal 1 arba 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad apdirbamame ruošinyje (7) pailgo pavidalo pažaidų sritys (18b) išilgai išdėstomos viena po kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje tam tikru atstumu viena nuo kitos taip, kad tarp gretimų pažaidos sričių centrų atstumas dx yra diapazone nuo maždaug 0,5 iki maždaug 15 pažaidos srities ilgio (18e), kur pažaidos srities (18b) matmenys ilgąja ašimi (18e) gali būti nuo maždaug 1 μm iki maždaug 20 μm , o ilgąja ašimi pažaidos sritis gali būti nuo maždaug 1,3 iki 5 kartų, geriau 2 kartus, didesnė už jos matmenį trumpąja ašimi.

4. Būdas pagal bet kurį iš 1-3 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad apdirbamo ruošinio (7) skaidri medžiaga gali būti stiklas, chemiškai grūdintas stiklas, safyras bei kitokios kristalinės medžiagos.

5. Būdas pagal bet kurį iš 1-4 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pažaidos srities (18b) ilgis (18f), suformuotas lazerinės spinduliuotės pluošto sklidimo kryptimi skaidrios medžiagos ruošinyje, gali būti mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinio (7) storį ir nesisieti su nei vienu iš plokštelės paviršių, arba pažaidos srities ilgis (18f) atitinka plokštelės pavidalo ruošinio storį ir siejasi su abiem plokštelės paviršiais (7a, 7b), arba pažaidos srities ilgis (18f) yra mažesnis už plokštelės pavidalo ruošinio (7) storį ir siejasi su vienu iš paviršių (7a, 7b).

6. Skaidrių medžiagų apdirbimo įrenginys, apimantis lazerinį šaltinį (1), generuojantį ultratrumpųjų impulsų lazerinės spinduliuotės Gauso intensyvumo skirstinio pluoštą (2), optinę sistemą, formuojančią lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluoštą ir lokalizuojančią jį apdirbamame ruošinyje (7), kur ruošinio medžiaga yra skaidri lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluoštui,

lazerinės spinduliuotės impulsų trukmė ir energija yra parinkta taip, kad minėto ruošinio (7) medžiagoje viršytų optinės pažaidos slenkstį ir suformuotų pažaidos sritį, kuri tęsiasi minėto lazerinės spinduliuotės pluošto sklidimo kryptimi,

perkėlimo mechanizmą, valdomą valdikliu, skirtą minėto skaidrios medžiagos

ruošinio (7) ir lazerinės spinduliuotės Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto perkėlimui vienas kito atžvilgiu, tam kad minėtame ruošinyje sukurtų reikiamą skaičių viena šalia kitos išdėstytų papildomų minėtų pažaidos sričių, suformuojant norimos trajektorijos pjovimo ir/arba skilimo plokštumą,

b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad numatytas optinis elementas (3, 3', 3''), patalpintas Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto optiniame kelyje, skirtas Beselio-Gauso pluošto intensyvumo skirstinio simetrijai suardyti, suformuojant optinėje sistemoje Beselio-Gauso spinduliuotės asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštą (6b), kuris lokalizuotas ruošinyje (7) suformuoja pažaidos sritį (18b), kuri yra pailgo pavidalo plokštumoje, statmenoje lazerinės spinduliuotės pluošto sklidimo kryptčiai, perkėlimo mechanizmas, valdomas valdikliu (10), sukonstruotas taip, kad minėtą skaidrios medžiagos ruošinį (7) ir Beselio-Gauso spinduliuotės asimetrinio intensyvumo skirstinio pluoštą (6b) vienas kito atžvilgiu valdomai perkelia taip, kad suformuotos pailgo pavidalo pažaidos sritys (18b) išsidėsto išilgai viena po kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje.

7. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad optinis elementas (3, 3', 3'') yra skaidri plokštelė (14a), patalpinta lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje ir išdėstyta jame taip, kad ji perdengia pusę minėto pluošto kur neperdengta ir perdengta pluošto dalys yra simetriškos, neperdengta pluošto dalis praeina tiesiogiai, o perdengta pluošto dalis praeina per skaidrią plokštelę (3, 3', 3'').

8. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad optinis elementas (3, 3', 3'') yra skaidri plokštelė (14b) sudaryta iš skirtingo storio pirmosios ir antrosios zonų, išdėstyta lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje taip, kad minėtas pluoštas padalinamas į dvi simetrines lygias dalis, kur pirmoji pluošto dalis praeina per pirmąją plokštelės (14b) zoną, o antroji pluošto dalis praeina per antrąją plokštelės (14b) zoną.

9. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad optinis elementas (3, 3', 3'') yra skaidri plokštelė (14c) sudaryta iš skirtingo lūžio rodiklio pirmosios ir antrosios zonų, išdėstytų lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje taip, kad pluoštas padalinamas į dvi simetrines lygias dalis, kur pirmoji pluošto dalis praeina per pirmąją plokštelės (14c) zoną, o antroji pluošto dalis praeina per plokštelės (14c) antrąją zoną.

10. Įrenginys pagal bet kurį iš 6-9 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad perkėlimo mechanizmas, valdomas valdikliu (10), apima galintį suktis staliuką (15, 15', 15''), ant kurio pritvirtintas optinis elementas (3, 3', 3''), ir galintį pasislinkti tiesiaiegiu judesiu staliuką (8), ant kurio pritvirtintas apdorojamas ruošinys (7), staliukai (15, 15', 15'') ir (8) valdomi valdikliu (10), kuris gauna kompiuterio (9) komandas priklausomai nuo pjovimo ir/arba skilimo plokštumos numatytos trajektorijos taip, kad formuojamos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijos kryptį valdo staliuku (15, 15', 15'') sukanč optinį elementą (3, 3', 3''), o pažaidos sričių (18b) išdėstymą ruošinyje (7) tam tikru atstumu (18e) viena nuo kitos valdomai vykdo tiesiaiegio poslinkio staliuku (8).

11. Įrenginys pagal bet kurį iš 6-9 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad perkėlimo mechanizmas, valdomas valdikliu (10), apima Dove prizmę (16, 16'), išdėstytą lazerinės spinduliuotės Gauso arba Beselio-Gauso intensyvumo skirstinio pluošto kelyje, pagal pluošto sklaidimo kryptį, už nejudamai privirtinto optinio elemento (3) ir įtaisytą ant galinčio suktis staliuko (15, 15') ir galintį pasislinkti tiesiaiegiu judesiu staliuką (8), ant kurio pritvirtintas apdorojamas ruošinys (7), staliukai (15, 15'') ir (8) valdomi valdikliu (10), kuris gauna valdymo komandas iš kompiuterio (9) priklausomai nuo numatytos trajektorijos taip, kad formuojamos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijos kryptis yra valdoma staliuku (15, 15'') sukanč Dove prizmę (16, 16'), o pažaidos sričių (18b) išdėstymas ruošinyje (7) tam tikru atstumu išilgine kryptimi (18e) viena nuo kitos pjovimo ir/arba skilimo plokštumos trajektorijoje valdomai vykdomas tiesiaiegio poslinkio stalu (8).

12. Įrenginys pagal 11 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad lazerinio pluošto kelyje, pagal pluošto sklaidimo kryptį, prieš arba už optinio elemento (3) ir prieš Dove prizmę (16, 16') patalpinta ketvirčio bangos ilgio plokštelė (16b, 16b'), skirta lazerinio šaltinio (1) spinduliuotės tiesinę poliarizaciją pakeisti į apskritiminę.

13. Įrenginys pagal 11 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad lazerinio pluošto kelyje, pagal pluošto sklaidimo kryptį, už optinio elemento (3) ir prieš Dove prizmę (16) patalpinta pusės bangos ilgio plokštelė (16b''), kuri įtaisyta ant sukamo staliuko (15) ir sukama kartu su Dove prizme (16) tam, kad išlaikyti tokią pačią krintančios lazerinio šaltinio (1) spinduliuotės poliarizaciją.

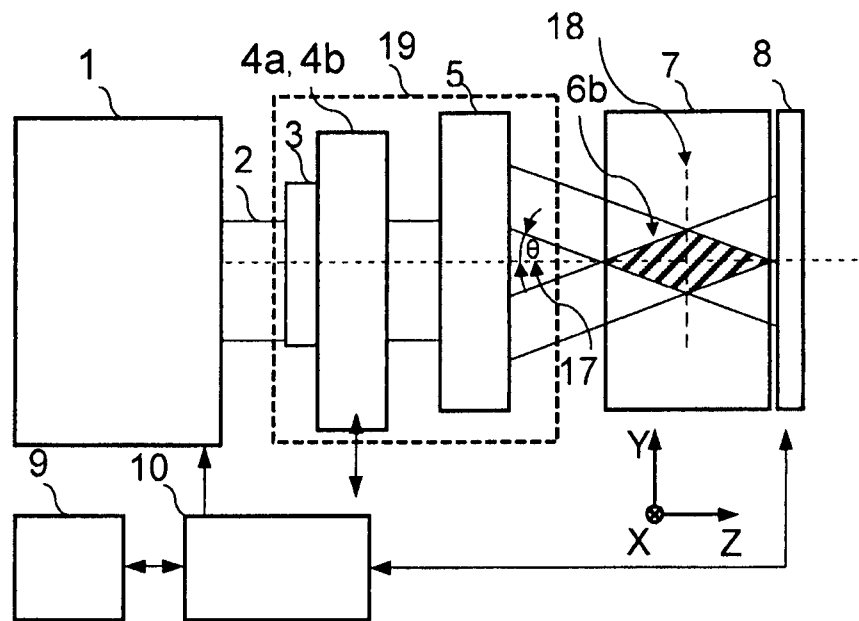


Fig. 1

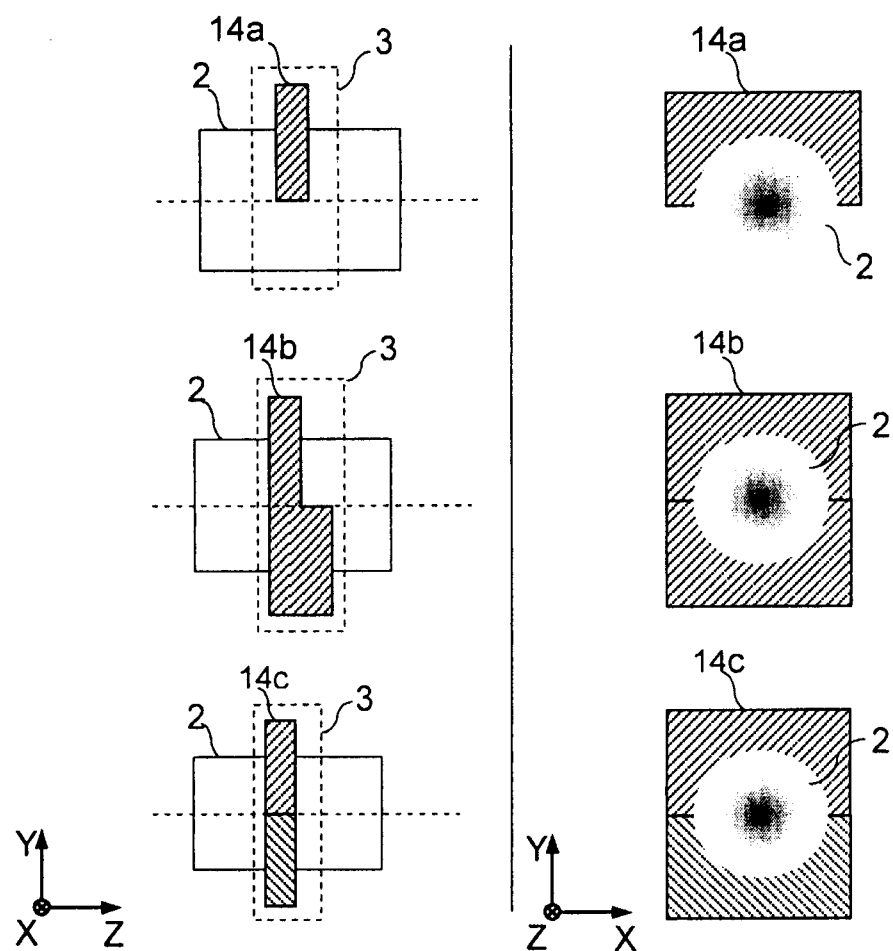


Fig. 2

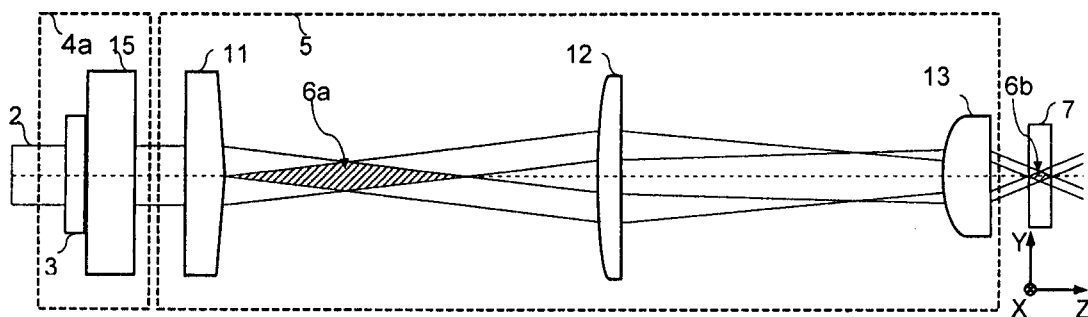


Fig.3a

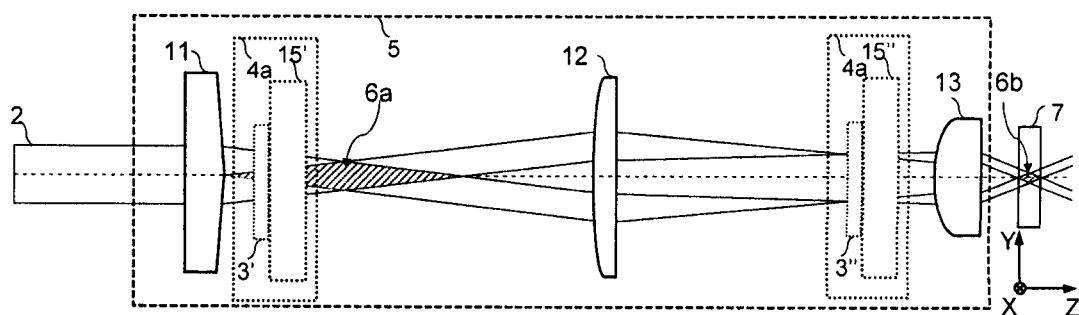


Fig.3b

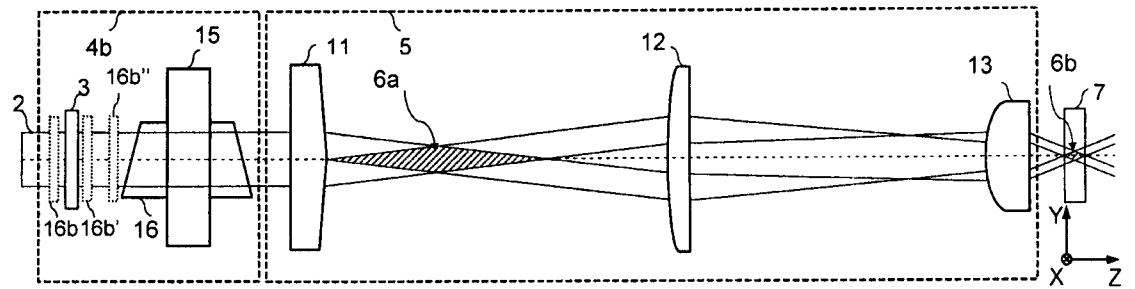


Fig.4a

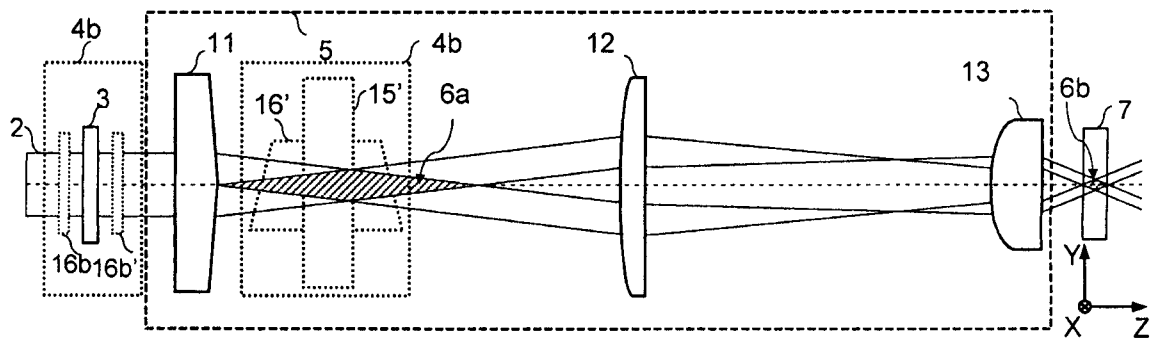


Fig.4b

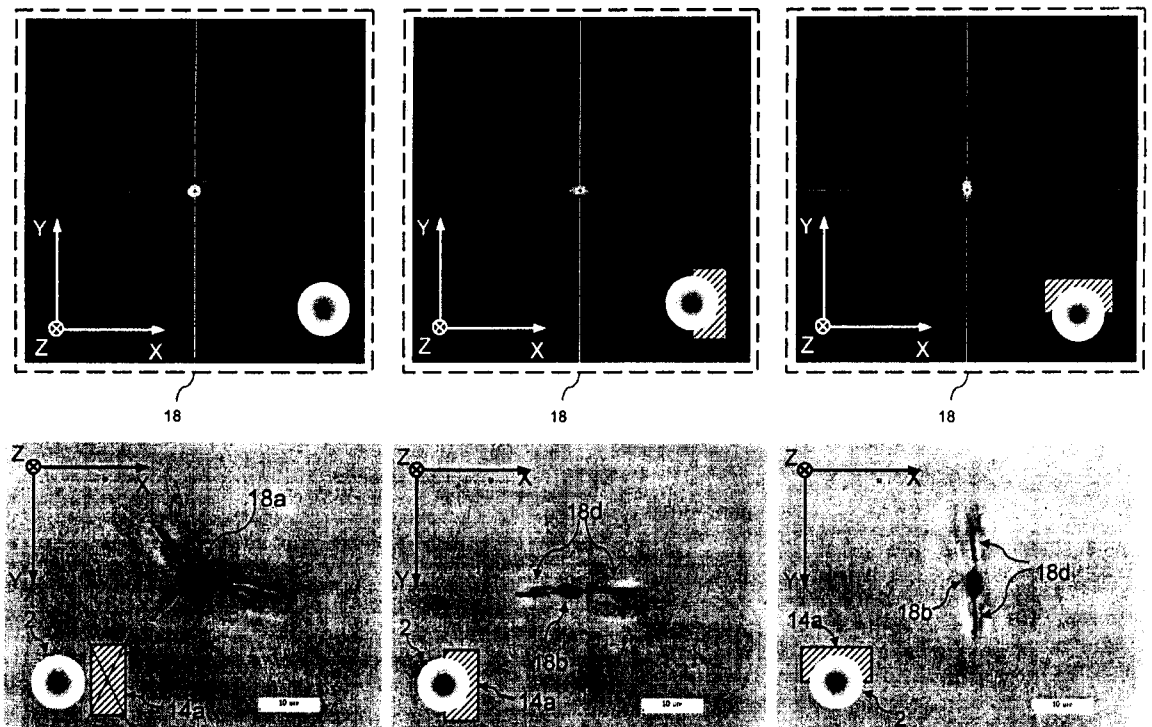


Fig.5

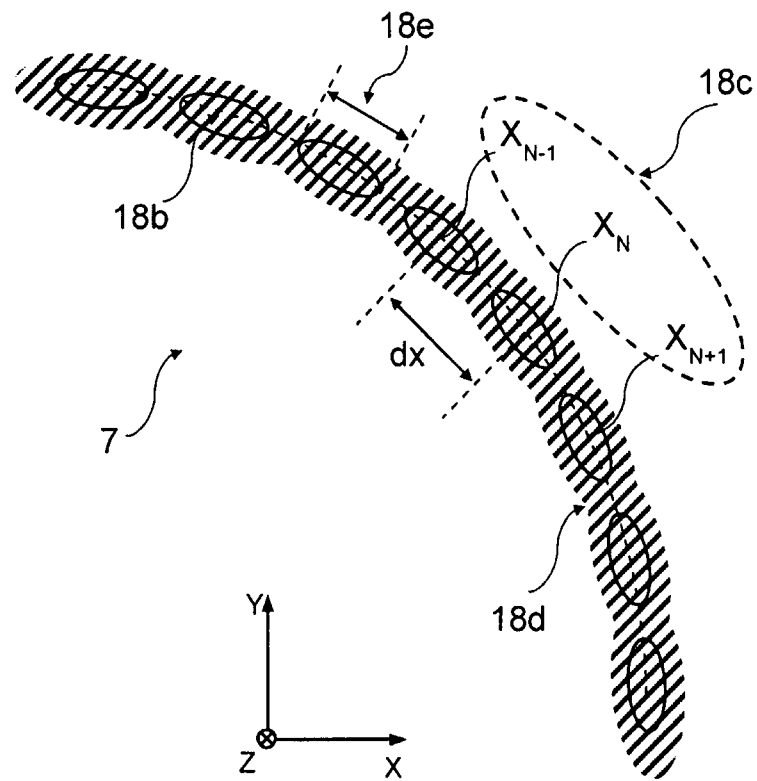


Fig.6

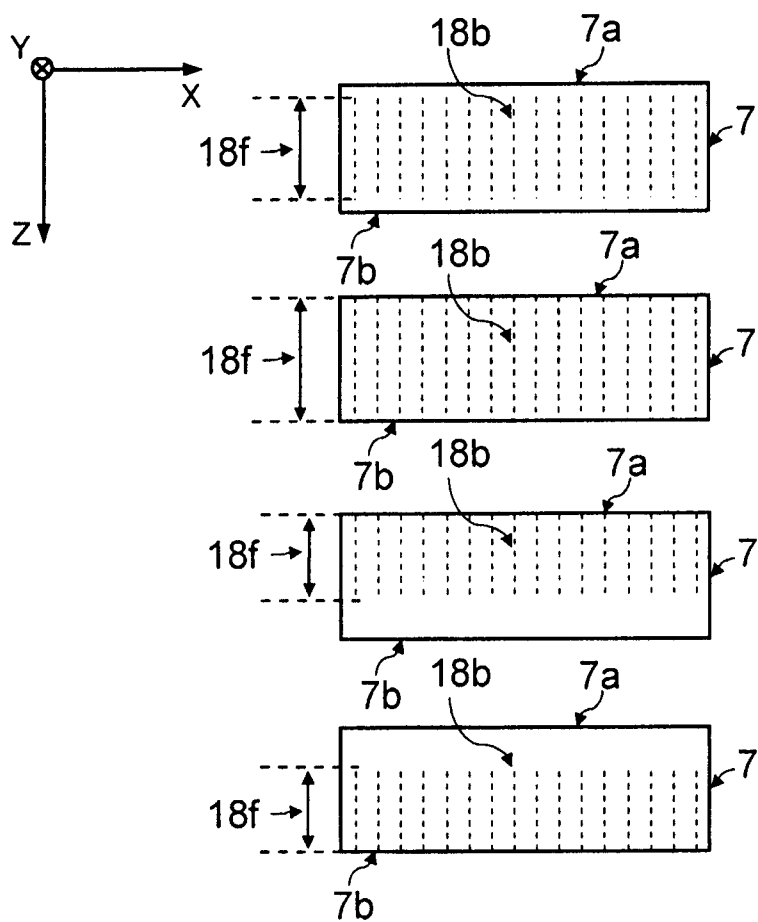


Fig.7

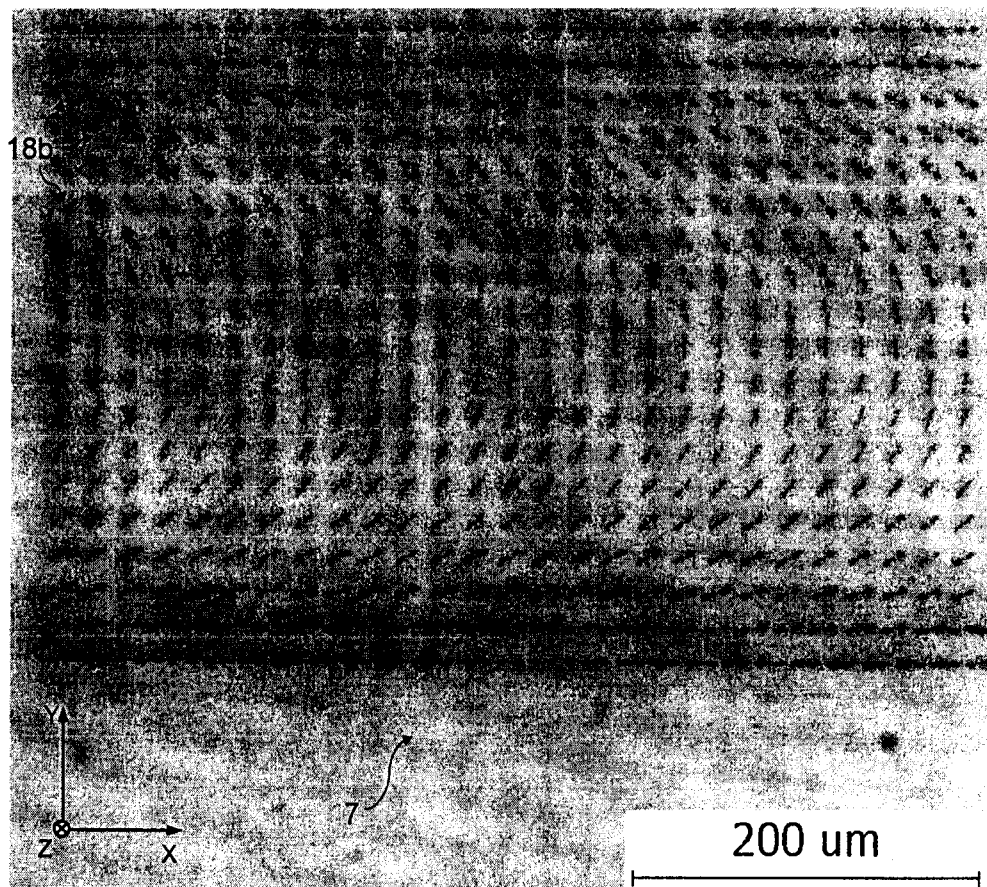


Fig.8