

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2023 542**

(22) Paraiškos padavimo
data: **2023-10-27**

(41) Paraiškos
paskelbimo data: **2025-05-12**

(71) Pareiškėjas:

UAB „Atžalas“, Savanorių pr. 235, 02300 Vilnius, LT

(72) Išradėjas:

**Kęstutis REGELSKIS, LT
Nikolajus GAVRILINAS, LT
Nerijus RUSTEIKA, LT**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

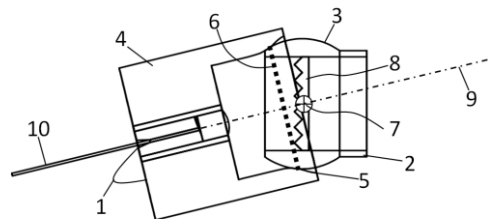
**Virgina Adolfina DRAUGELIENĖ, 8, UAB TARPINĖ,
A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

Derinama optinės skaidulos jungtis

(57) Referatas:

Išradimas priklauso lazerinių technologijų sričiai ir yra skirtas optinėms perdavimo sistemoms, būtent derinamoms optinių skaidulų jungtims, skirtoms tiksliai nukreipti išvedamą šviesą iš optinės skaidulos į laisvą erdvę ir (arba) tiksliai įvesti šviesą iš laisvos erdvės į optinę skaidulą. Jungtį sudaro dvi pagrindinės dalys, tai skaidulinis kolimatorius (1), kuris optine skaidula (10) sklindančios šviesos modą transformuoja į kolimuotą šviesos pluoštą, sklindantį laisva erdve ir jungties pagrindas (2), prie kurio yra derinamas kolimatorius (1). Kolimatorius (1) ir jungties pagrindas (2) yra sujungiami, įstatant sferinį žiedą (3) į cilindro arba piltuvėlio formos apvalią kiaurymę (5), kur sferinis žiedas (3) yra suformuojamas ant jungties pagrindo (2) paviršiaus ir apvali kiaurymė (5) yra suformuojama kolimatoriaus korpuse (4). Sferinis žiedas (3) ir apvali kiaurymė (5) liečiasi paviršiais pagal apskritiminę liniją. Sferinis žiedas (3) apvalioje kiaurymėje (5) gali laisvai pasisukti ir pasikreipti visomis trimis ortogonalios sukimo kryptimis, tačiau sferinio žiedo (3) pasislinkimas skersai apvalios kiaurymės (5) yra apribotas. Priderintas kolimatorius (1) prie jungties pagrindo (2) yra fiksuojamas sferinio žiedo (3) ir apvalios kiaurymės (5) paviršių susilietimo vietose (6) fiksuojančia medžiaga arba suvirinant lazeriu.



Pav. 2

DERINAMA OPTINĖS SKAIDULOS JUNGTIS

Technikos sritis

Išradimas priklauso lazerinių technologijų sričiai ir yra skirtas optinėms perdavimo sistemoms, būtent derinamoms optinių skaidulų jungtims, skirtoms tiksliai nukreipti išvedamą šviesą iš optinės skaidulos į laisvą erdvę ir/arba tiksliai įvesti šviesą iš laisvos erdvės į optinę skaidulą, laisvoje erdvėje išvedamos/įvedamos šviesos kelyje gali būti patalpinti įvairūs laisvos erdvės optiniai elementai.

Technikos lygis

Dažniausiai optinėse perdavimo sistemose naudojamos optinių skaidulų jungtys turi kolimatorius sudarytus iš gradientinio indekso lęšių ir optinių skaidulų, įtvirtintų specialiuose kapiliaruose, kurie įklijuojami stiklinime vamzdelyje, kurio vidinis diametras yra tiksliai suderintas su gradientinio lęšio ir kapiliaro išoriniais diametrais. Dėl to surinktas kolimatorius yra patikimas ir neišsiderina savaime, nėra įtakojamas aplinkos poveikio. Be to, kolimatorių sudarantis stiklinis vamzdelis, lęšis ir kapiliaras optinės skaidulos įtvirtinimui yra pagaminti iš vienodų arba labai panašių medžiagų, dažniausiai iš kvarcinio arba boro-silikatinio stiklo, dėl to jų šiluminio plėtimosi koeficientai yra suderinti ir kolimatorius yra nežymiai priklausomas nuo aplinkos temperatūros pokyčių. Optinių skaidulų jungtį dažnai sudaro skaidulinis kolimatorius ir jungties pagrindas, kurie tarpusavyje yra suderinami ir užfiksuojami taip, kad iš skaidulos, ar į skaidulą sklindanti šviesa būtų tiksliai nukreipta pasirinkta kryptimi. Įprastai optinių skaidulų jungtyse kolimatoriai suderinami ir fiksuojami iš skirtingų pusių sukant varžtus. Arba kolimatoriai yra suderinami ir tiesiog prilituojami jungties pagrindo korpusė. Kadangi prilievimo vietoje lydmetalis sudaro pakankamai storą sluoksnį, jungtis po fiksavimo papildomai dar yra paderinama mechaniškai deformuojant sulievimo vietą. Naudojant šias kolimatorių derimo metodikas yra susiduriama su stabilumo problemomis kintant aplinkos temperatūrai, nes varžtai, ar lydmetalis su kuriuo lituojami kolimatoriai, turi skirtingus šiluminius plėtimosi koeficientus nei kolimatorių ir jungties pagrindo korpusai. Be to, litavimo metu lydmetaliui pereinant iš skystos fazės į kietą atsiranda dideli įtempimai išderinantys kolimatorių padėtis atžvilgiu įrenginio korpuso. Taip pat po jungčių derinimo ir fiksavimo išlieka ilgalaikiai įtempimai, kurie laikui bėgant atsilaisvina ir išderina optinę skaidulinę jungtį.

Yra žinoma derinama optinės skaidulos jungtis, skirta šviesai kolimuoti ir perduoti į laisvą erdvę arba perduoti į kitą optinę skaidulą, turinti metalinį korpusą su specialios formos lanksčiomis įpjovomis, suformuojančiomis lęšio laikiklį ir leidžiančiomis minėtame korpuse reguliuoti lęšio padėtį optinės skaidulos atžvilgiu visomis trimis x , y ir z skersinių koordinačių kryptimis. Lęšio padėtis atžvilgiu optinės skaidulos keičiama įsukant varžtus ir spaudžiant lanksčias įpjovas. Žinomas įrenginys aprašytas JAV patento paraiškoje US2006127000A1, 2006.

Žinomos optinių skaidulų jungties trūkumas yra tas, kad jos konstrukcija yra sudėtinga, didelių matmenų ir derinama įsukant varžtus. Be to, įrenginio savikaina palyginamai yra didelė.

Yra žinomas optinių skaidulų sujungimo įrenginys, skirtas optinių skaidulų porai optiškai sujungti galas su galu, kuriame esančių kolimatorių korpuso pagrindą sudaro pora pagrindo plokštelių, į kiekvieną kurių gali būti įstatoma optinė skaidula, kuri baigiasi prie plokštelėje įmontuoto lęšio. Tarp plokštelių yra patalpintas elastingas tarpiklis, pavyzdžiui guminis žiedas, o plokštelėse yra padaryta daug skylių, per kurias derinimo varžtais yra prisukamos ir derinamos pagrindo plokštelės. Žinomas įrenginys yra aprašytas JAV paskelbtoje patento paraiškoje US4753510 A, 1988-06-28. Žinomo optinių skaidulų sujungimo įrenginio trūkumas yra tas, kad jis yra pakankamai didelių matmenų dėl pagrindo plokštelių, kuriose padarytos skylės derinimo ir fiksavimo varžtams. Be to, derinimo būdas, įsukant varžtus, yra komplikotas, sudėtingas ir nepatikimas. Dėl derinimo varžtų sukeltų įtempimų įrenginys neatsparus aplinkos temperatūros pokyčiams, kintant temperatūrai įrenginys gali išsiderinti. Be to, yra naudojamos guminės tarpinės, kurios iš principo nėra tinkamos naudojimui pramoninėse optinių skaidulų jungtyse.

Yra žinoma derinama optinių skaidulų jungtis, turinti kolimatorius ir jungties pagrindą, kuriems suderinti yra numatyti vienas į kitą įmauti du kūginiai ekscentriniai žiedai. Kolimatoriaus derinimas atliekamas sukiojant tarpusavyje ekscentrinis žiedus. Sukant ekscentrinis žiedus yra keičiama optinės skaidulos pozicija kolimatoriuje atžvilgiu lęšio. Žinoma optinių skaidulų jungtis ir jos derinimo būdas aprašytas JAV paskelbtoje patento paraiškoje US5812258 A, 1998-09-22.

Žinomos optinių skaidulų jungties trūkumas yra tas, kad kolimatorių konstrukcija ir jų derinimo būdas sukuriant ekscentrinis žiedus yra sudėtingi. Kitas šios optinių

skaidulų jungties trūkumas yra tas, kad sudėtinga pagaminti labai tikslius kūginius ekscentrinius žiedus, dėl to labai išauga kolimatorių kaina.

Sprendžiama techninė problema

Išradimu siekiama supaprastinti derinamos optinės skaidulos jungties konstrukciją, padaryti ją labiau technologišką ir pritaikomą masinei gamybai, sumažinti įrenginio savikainą, padidinti optinės skaidulos jungties tikslumą ir patikimumą, supaprastinti optinių skaidulinių jungčių pritaikomumą skaiduliniuose lazeriuose ir skaidulinių lazerių komponentėse, kurioms yra keliami ypač dideli tikslumo ir stabilumo reikalavimai.

Išradimo esmės atskleidimas

Pagal pasiūlytą išradimą derinamoje optinės skaidulos jungtyje, skirtoje šviesai išvesti iš optinės skaidulos ir/arba įvesti į optinę skaidulą iš anksto numatyta kryptimi, turinčioje skaidulinį kolimatorių ir jungties pagrindą, kurio atžvilgiu yra suderinamas kolimatorius, kurioje ant jungties pagrindo paviršiaus yra suformuotas sferinis žiedas, o minėto kolimatoriaus korpusė yra suformuota cilindro arba piltuvo pavidalo apvali kiaurymė, kurioje iš vieno kolimatoriaus korpuso galo yra numatytos priemonės, skirtos pagal išilginę jo ašį įtaisyti optinę skaidulą, o iš kito kolimatoriaus korpuso galo minėtoje kiaurymėje glotniai yra įstatytas minėtas sferinis žiedas taip, sferiniam žiedui kartu su jungties pagrindu yra apribotas pasislinkimas skersai apvalios kiaurymės ir leidžiamas laisvas pasisukimas ir pasikreipimas visomis trimis ortogonaliomis sukimo kryptimis atžvilgiu kolimatoriaus išilginės ašies, taip suderinant kolimatoriaus ir jungties pagrindo tarpusavio padėtį, kurios užfiksavimui yra numatyta fiksavimo priemonė.

Minėto kolimatoriaus ir jungties pagrindo suderintos tarpusavio padėties fiksavimo vieta yra sferinio žiedo ir apvalios kiaurymės paviršių susilietimas apskritimine linija, kurioje yra daugybė susilietimo vietų, o fiksavimo priemonė yra fiksuojanti medžiaga arba suvirinimas lazeriu.

Jungties pagrindas yra tuščiaviduris.

Jungties tuščiavidurio pagrindo ertmėje yra patalpintas optinis elementas, parinktas iš grupės, apimančios atspindinčią difrakcinę gardelę, filtrą, poliarizatorių, netiesinį kristalą, akustooptinį moduliatorių, elektrooptinį moduliatorių, turinę Brego gardelę, optinį izoliatorių, Faradėjaus rotatorių, pluošto daliklį, diafragmą.

jungties tuščiavidurio pagrindo ertmėje sferinio žiedo centre yra patalpinta atspindinti difrakcinė gardelė, kuri kartu su jungties pagrindu yra pakreipta Littrow konfigūracijos atspindžio kampu atžvilgiu kolimatoriaus optinės ašies.

fiksuojanti medžiaga, suderintos jungties fiksavimui, parinkta iš grupės, apimančios epoksidinius klijus, ciano akrilato klijus, hermetiką, lydmetali.

Kolimatoriaus korpusas ir jungties pagrindas pagaminti iš AISI 304 markės nerūdijančio plieno.

Išradimo naudingumas

Pasiūlyto išradimo privalumas yra tas, kad kolimatoriaus korpuse yra suformuota cilindro arba piltuvėlio formos apvali kiaurymė, į kurią tikslai ir glotniai yra įstatomas sferinis žiedas suformuotas ant jungties pagrindo, sferinis žiedas apvalioje kiaurymėje gali laisvai pasisukti ir pasikreipti visomis trimis ortogonaliomis sukimo kryptimis, tačiau judėjimas skersai ir išilgai apvalios kiaurymės yra apribotas, nes apvalios kiaurymės ir sferinio žiedo susilietimo vietos išsidėsčiusios apskritimu, tokiu būdu optinės skaidulos jungties derinimas yra vykdomas pakreipiant arba pasukant kolimatorių jungties pagrindo atžvilgiu, ir kai optinės skaidulos jungtis yra galutinai suderinta, ji užfiksuojama sferinio žiedo ir apvalios kiaurymės paviršių susilietimo vietose įterpiant klijų arba lydmetalio arba suvirinant lazeriu, fiksuojant suderintą jungtį nėra sujungiamų dalių nunešimo ir išderinimo dėl įtempimų galinčių atsirasti stingstant klijams, ar suvirinant lazeriu.

Be to, pasiūlyta optinės skaidulos jungtis po suderinimo ir užfiksavimo gali būti visiškai hermetizuojama kontaktinio apskritimo vietoje užliejant hermetizuojančia medžiaga arba aklinau užvirinant lazeriu.

Taip pat, pasiūlytoje konstrukcijoje nėra naudojami varžtai, ar guminės tarpinės, ar spyruokliuojančios įpjovos.

Kitas pasiūlytos derinamos optinės skaidulos jungties privalumas yra tas, kad derinant jungtį kolimatoriaus optinė ašis visada eina per sferinio žiedo centrą, nepriklausomai nuo kolimatoriaus pakreipimo kampo atžvilgiu jungties pagrindo, dėl to patalpinus optinį elementą, pavyzdžiui atspindinčią difrakcinę gardelę, į sferinio žiedo centrą, visada yra užtikrinama sąlyga, kad šviesa išeinanti iš optinės skaidulos pataikis į difrakcinės gardelės centrą.

Dar kitas pasiūlytos derinamos optinės skaidulos jungties privalumas yra tas, kad ji yra labai paprastos konstrukcijos ir nereikalauja didelio skaičiaus operacijų, gaminant kolimatoriaus bei jungties pagrindus, gamyba galima lengvai automatizuoti.

Be to, konstrukcija yra itin tvirta, nes ją sudaro iš esmės tik dvi dalys, t.y. kolimatorius ir jungties pagrindas, ir šios dalys gali būti sujungiamos fiksuojant jas per visą sferinio žiedo ir apvalios kiaurymės paviršių susilietimo vietų sudaromą apskritimą, tokių būdu sudarant itin tvirtą dalių sujungimą.

Be to, pasiūlyta optinių skaidulų jungtis gali būti bet kokių matmenų, nėra jokių principinių, ar technologinių apribojimų.

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

Pav. 1a – pavaizduota derinama optinės skaidulos jungtis, kurioje ant tuščiavidurio jungties pagrindo yra suformuotas pasirinkto spindulio sferinis žiedas, kuris įstatomas į to paties spindulio cilindrinio pavidalo apvalią kiaurymę, suformuotą kolimatoriaus korpuse, pateikta aksonometrinė projekcija.

Pav. 1b – pavaizduota dalinai išskleista derinama optinės skaidulos jungtis, kurioje ant tuščiavidurio jungties pagrindo yra suformuotas pasirinkto spindulio sferinis žiedas, kuris įstatomas į to paties spindulio cilindro pavidalo apvalią kiaurymę, suformuotą kolimatoriaus korpuse, pateikta aksonometrinė projekcija.

Pav. 1c – pavaizduota derinama optinės skaidulos jungtis, kurioje ant tuščiavidurio jungties pagrindo yra suformuotas pasirinkto spindulio sferinis žiedas, kuris įstatomas į to paties spindulio cilindrinės pavidalo apvalią kiaurymę, suformuotą kolimatoriaus korpuse, taip pat pavaizduotas sferinio žiedo ir apvalios kiaurymės paviršių susilietimo vietų sudaromas apskritimas, pateiktas permatomas vaizdas iš šono.

Pav. 2 – pavaizduota derinama optinės skaidulos jungtis, kurioje ant tuščiavidurio jungties pagrindo yra suformuotas sferinis žiedas, kuris įstatomas į piltuvėlio pavidalo apvalią kiaurymę, suformuotą kolimatoriaus korpuse, taip pat pavaizduotas sferinio žiedo ir apvalios kiaurymės paviršių susilietimo vietų sudaromas apskritimas bei pavaizduota atspindinti difrakcinė gardelė patalpinta sferinio žiedo centre, pateiktas permatomas vaizdas iš šono.

Pav. 3 – pavaizduotas išskleistas skaidulinis kolimatorius, brėžinyje parodyti kolimatorių sudarantys komponentai, pateikta aksonometrinė projekcija.

Išradimo realizavimo pavyzdžiai

Pasiūlytą derinamą optinių skaidulų optinę jungtį sudaro iš esmės dvi pagrindinės dalys, tai skaidulinis kolimatorius 1, kuris optine skaidula 10 sklindančios šviesos modą transformuoja į kolimuotą šviesos pluoštelį, sklindantį laisva erdve ir jungties pagrindas 2, prie kurio yra prijungiamas ir suderinamas kolimatorius 1. Kolimatorius 1 ir jungties pagrindas 2 yra sujungiami įstatant sferinį žiedą 3 į cilindro arba piltuvėlio formos apvalią kiaurymę 5, kur sferinis žiedas 3 yra suformuojamas ant jungties pagrindo 2 paviršiaus ir apvali kiaurymė 5 yra suformuojama kolimatoriaus korpuse 4. Sferinis žiedas 3 ir apvali kiaurymė 5 liečiasi paviršiais daugybėje vietų 6, sudardami apskritimą ir dėl to sferinis žiedas 3 apvalioje kiaurymėje 5 gali laisvai pasisukti ir pasikreipti visomis trimis ortogonaliomis sukimo kryptimis, tačiau pasislinkimas skersinėmis ortogonaliomis slinkimo kryptimis, t.y. skersai apvalios kiaurymės 5 yra apribotas, suderintas kolimatorius 1 prie jungties pagrindo 2 yra fiksuojamas sferinio žiedo 3 ir apvalios kiaurymės 5 paviršių susilietimo vietose 6 fiksuojančia medžiaga arba suvirinant lazeriu.

Pav. 1a, Pav. 1b ir Pav. 1c pavaizduota derinama optinės skaidulos jungtis kurią sudaro skaidulinis kolimatorius 1 ir tuščiaviduris jungties pagrindas 2, ant jungties pagrindo 2 paviršiaus yra suformuotas pasirenkamo spindulio sferinis žiedas 3, o kolimatoriaus korpuse 4 yra suformuota to paties spindulio cilindro formos apvali kiaurymė 5. Kadangi sferinis žiedas 3 ir apvali kiaurymė 5 yra to paties spindulio, tai jų paviršių susilietimo vietos 6 išsidėsčiusios apskritimu ir todėl kolimatorius 1 jungties pagrindo 2 apvalioje kiaurymėje 5 yra laisvai pasukamas ir pakreipiamas visomis trimis ortogonaliomis sukimo kryptimis, tačiau paslinkimas ortogonaliomis skersinėmis slinkimo kryptimis, t.y. skersai apvalios kiaurymės 5 nėra galimas, pakreipus kolimatorių 1 atžvilgiu jungties pagrindo 2 numatyta kryptimi, optinės skaidulos jungtis yra užfiksuojama sferinio žiedo 3 ir apvalios kiaurymės 5 paviršių susilietimo vietose 6 su fiksuojančia medžiaga arba suvirinant lazeriu. Papildomai šalia Pav. 1a ir Pav. 1b yra pavaizduotos ortogonalios slinkimo (X, Y, Z) ir ortogonalios sukimo (θ_x , θ_y , θ_z) koordinatinių sistemų. X, Y yra skersinės slinkimo koordinatinių ašys statmenos kolimatoriaus 1 optinei ašiai 9, Z – išilginė slinkimo koordinatinių ašis lygiagrečiai kolimatoriaus 1 optinei ašiai 9.

Pav. 2 pavaizduota derinama optinės skaidulos jungtis, kurią sudaro skaidulinis kolimatorius 1 ir tuščiaviduris jungties pagrindo 2, kurio ertmėje sferinio žiedo 3 centre 7 yra sumontuota atspinti difrakcinė gardelė 8. Kolimatoriaus korpuse 4 yra suformuota piltuvo formos apvali kiaurymė 5, kadangi sferinis žiedas 3 tolygiai ir glotniai priglunda prie apvalios kiaurymės 5 paviršiaus, kolimatorius 1 jungties pagrindo 2 atžvilgiu yra laisvai pasukamas ir pakreipiamas visomis trimis ortogonalios sukimo kryptimis, tuo tarpu paslinkimas dvejomis ortogonalios skersinėmis slinkimo kryptimis yra apribotas, taip pat yra apribotas paslinkimas išilgine slinkimo kryptimi, nes sferinis žiedas 3 įsiremia į piltuvėlio formos apvalios kiaurymės 5 vidinį paviršių, priešingą slinkimo koordinatės Z ašies kryptimi. Kolimatorius 1 jungties pagrindo 2 atžvilgiu yra pakreipiamas taip, kad Littrow konfigūracijos atspindžio kampu nuo difrakcinės gardelės 8 atspindėjusi šviesa grįžtų atgal į optinę skaidulą 10, arba difrakcinė gardelė yra pakreipiama Littrow konfigūracijos atspindžio kampu, atžvilgiu kolimatoriaus 1 optinės ašies 9.

Pav. 3 pavaizduotas išskleistas skaidulinis kolimatorius 1, kolimatorių 1 sudaro kolimatoriaus korpusas 4, kuriame yra sudėti šie elementai: optinė skaidula 10, kapiliaras 11, į kurį įsistatoma optinė skaidula 10, stiklinis vamzdelis 12, į kurį įstatomas kapiliaras su optine skaidula ir gradientinio indekso lęšis 13. Be abejo, kolimatoriaus konstrukcija gali būti ir kitokia, lęšiai gali būti sferiniai arba asferiniai, gali būti kelių lęšių sistema, taip pat vietoje lęšio gali būti fokusuojantis reflektorius (pvz. skaidulinis reflektorinis kolimatorius), dėl to išradimo esmė nesikeičia. Kolimatoriaus paskirtis yra optine skaidula 10 sklindančios šviesos modos transformavimas į kolimuotą šviesos pluoštą, sklindantį laisva erdve ir atvirkščiai.

Optinės skaidulos jungties pagrindo ertmėje patalpinus įvairius optinius elementus (filtrus, poliarizatorius, pluošto daliklius, veidrodžius, difrakcines gardeles, kristalus, izoliatorius, diafragmas) galima pagaminti atitinkamus skaidulinius komponentus, skirtus skaidulinių lazerių konstravimui.

Fiksavimo medžiaga, suderintos jungties fiksavimui, parenkama iš grupės, kurią sudaro epoksidiniai klijai, ciano akrilato klijai, UV klijai, hermetikas, lydmetalis.

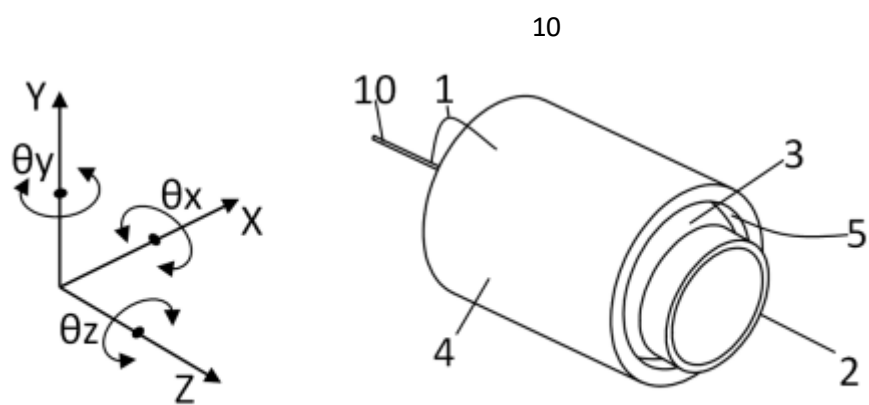
Kolimatorių ir jungties pagrindo korpusai dažniausiai gaminami iš AISI 304 markės nerūdijančio plieno kuomet sferinio žiedo 3 fiksavimui apvalioje kiaurymėje 5 yra naudojamas lazerinis taškinis suvirinimas.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

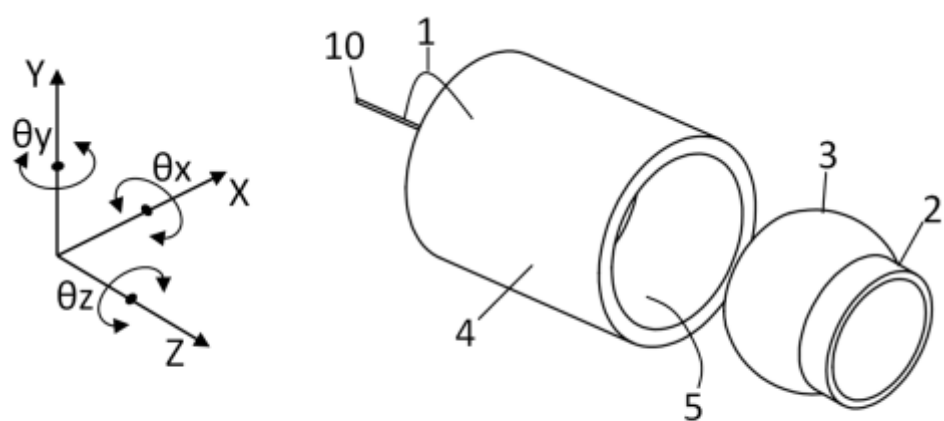
1. Derinama optinės skaidulos jungtis, skirta šviesai išvesti iš optinės skaidulos ir/arba įvesti į optinę skaidulą iš anksto numatyta kryptimi, turinti skaidulinį kolimatorių (1) ir jungties pagrindą (2), kurio atžvilgiu yra suderinamas kolimatorius (1), besiskirianti tuo, kad ant jungties pagrindo (2) paviršiaus yra suformuotas sferinis žiedas (3), o minėto kolimatoriaus (1) korpuse (4) yra suformuota cilindro arba piltuvo pavidalo apvali kiaurymė (5), kurioje iš vieno kolimatoriaus (1) korpuso (4) galo yra numatytos priemonės, skirtos pagal išilginę jo ašį įtaisyti optinę skaidulą (10), o iš kito kolimatoriaus (1) korpuso (4) galo minėtoje kiaurymėje (5) glotniai yra įstatytas minėtas sferinis žiedas (3) taip, kad sferiniam žiedui (3) kartu su jungties pagrindu (2) yra apribotas pasislinkimas skersai apvalios kiaurymės (5) ir leidžiamas laisvas pasisukimas ir pasikreipimas visomis trimis ortogonaliomis sukimo kryptimis atžvilgiu kolimatoriaus (1) išilginės ašies, taip suderinant kolimatoriaus (1) ir jungties pagrindo (2) tarpusavio padėtį, kurios užfiksavimui yra numatyta fiksavimo priemonė.
2. Jungtis pagal 1 punktą, besiskirianti tuo, kad minėto kolimatoriaus (1) ir jungties pagrindo (2) suderintos tarpusavio padėties fiksavimo vieta yra sferinio žiedo (3) ir apvalios kiaurymės (5) paviršių susilietimas apskritimine linija, kurioje yra daugybė susilietimo vietų (6), o fiksavimo priemonė yra fiksuojanti medžiaga arba suvirinimas lazeriu.
3. Jungtis pagal bet kurį iš 1-2 punktų, besiskirianti tuo, kad jungties pagrindas (2) yra tuščiaviduris.
4. Jungtis pagal bet kurį iš 1-3 punktų, besiskirianti tuo, kad jungties tuščiavidurio pagrindo (2) ertmėje yra patalpintas optinis elementas, parinktas iš grupės, apimančios atspindinčią difrakcinę gardelę, filtrą, poliarizatorių, netiesinį kristalą, akustooptinį moduliatorių, elektrooptinį moduliatorių, turinę Brego gardelę, optinį izoliatorių, Faradėjaus rotatorių, pluošto daliklį, diafragmą.
5. Jungtis pagal bet kurį iš 1-4 punktų, besiskirianti tuo, kad jungties tuščiavidurio pagrindo (2) ertmėje sferinio žiedo (3) centre (7) yra patalpinta atspindinti difrakcinė gardelė (8), kuri kartu su jungties pagrindu (2) yra pakreipta Littrow konfigūracijos atspindžio kampu atžvilgiu kolimatoriaus (1) optinės ašies (9).

6. Jungtis pagal 1 punktą, besiskirianti tuo, kad fiksuojanti medžiaga, suderintos jungties fiksavimui, parinkta iš grupės, apimančios epoksidinius kljus, ciano akrilato kljus, hermetiką, lydmetali.

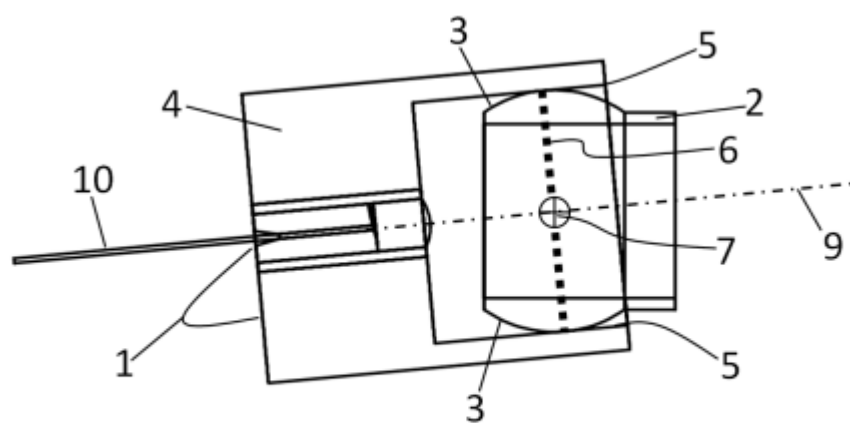
7. Jungtis pagal 1 punktą, besiskirianti tuo, kad kolimatoriaus korpusas ir jungties pagrindas pagaminti iš AISI 304 markės nerūdijančio plieno.



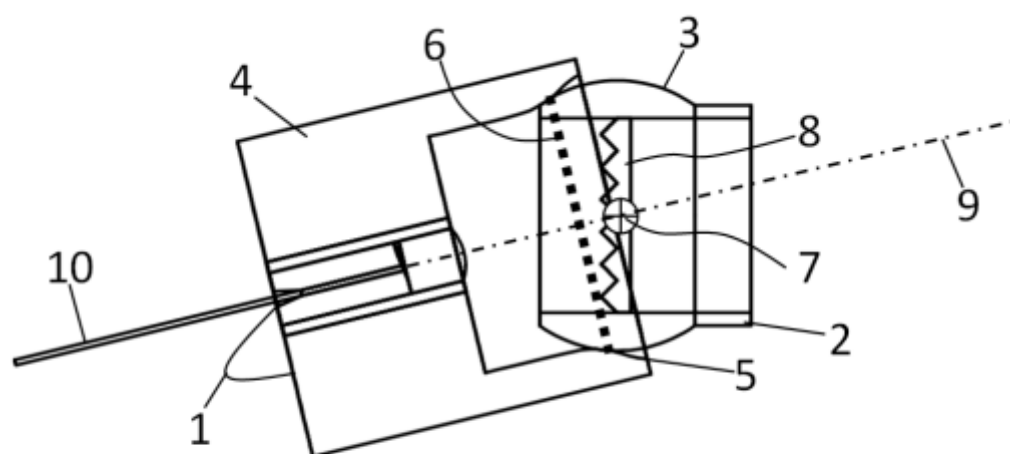
Pav. 1a



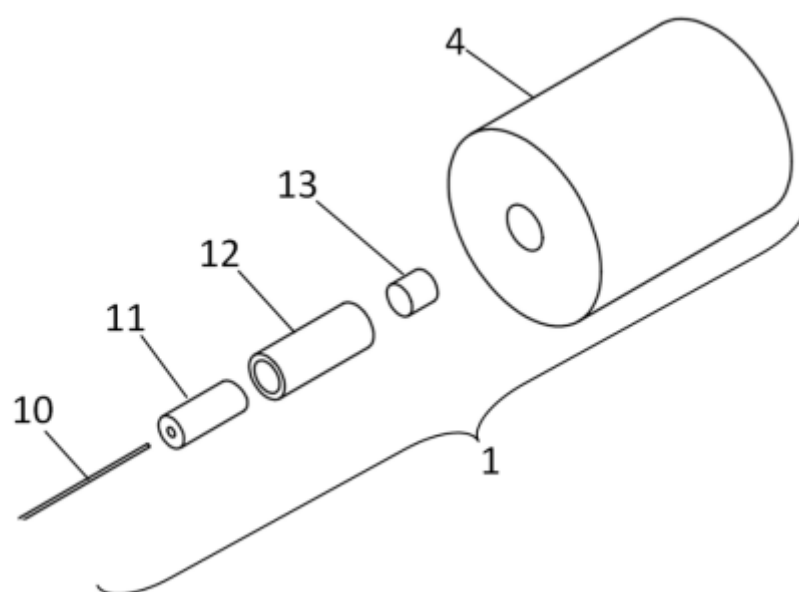
Pav. 1b



Pav. 1c



Pav. 2



Pav. 3