

(19)



(10) **LT 5596 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5596**

(51) Int. Cl. (2006): **G02B 5/12
H01S 3/08**

(21) Paraiškos numeris: **2007 084**

(22) Paraiškos padavimo data: **2007 12 29**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2009 07 27**

(45) Patent paskelbimo data: **2009 09 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:

**Stanislovas BALICKAS, LT
Romaldas ANTANAVIČIUS, LT
Andrejus MICHAILOVAS, LT**

(73) Patent savininkas:

UAB „EKSPLA“, Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

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

(54) Pavadinimas:

**Šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdas ir retroreflektorius būdai
realizuoti**

(57) Referatas:

Išradimas priklauso lazerių sričiai, būtent, šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdai ir įrenginiai, kurie leidžia išplėsti spektrinį diapazoną, užtikrinant jame nekintančią šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, bei gali būti panaudoti derinamo dažnio lazerinės spinduliuotės šaltiniuose. Pasiūlytas šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdas apima krentančio šviesos pluošto atspindėjimą skaidrioje medžiagoje nuosekliai nuo kelių visiškojo vidaus atspindžio plokštumų taip, kad kiekvieno visiškojo vidaus atspindėjimo metu krentantis šviesos pluoštas kartu su vaizdo apvertimu patiria ir fazės postūmį tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų, o po ne mažiau kaip keturių patirtų minėtų atspindėjimų atgal grįžtančio pluošto profilio vertikalioji ir horizontalioji koordinatės susikeičia vietomis bei patirtas suminis minėtas fazės postūmis užtikrina tiesinę, sutampančią su pradine, poliarizaciją.

Išradimas priklauso lazerių sričiai, būtent, šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdai ir įrenginiui, kurie sukeičia krentančio šviesos pluošto profilio vertikalią ir horizontalią koordinatę vietomis ir išsaugoja šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją bei gali būti panaudoti derinamo dažnio lazerinės spinduliuotės šaltiniuose.

Yra žinomas lazerinėje sistemoje naudojamas šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdas, išsaugantis šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, apimantis krentančios šviesos pluošto atspindėjimą nuosekliai nuo kelių visiškojo vidaus atspindžio plokštumų padengtų interferencinėmis dangomis tam, kad kiekvieno atspindžio metu atsirandantis fazės postūmis tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų užtikrintų atspindėjusio šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją ir po paskutiniojo atspindėjimo atgal grįžtančio pluošto tiesinės poliarizacijos vektoriaus orientacija sutaptų su pradine (žiūrėti išradimo aprašymą pagal JAV patentą Nr. 7165850).

Yra žinomas lazerinėje sistemoje naudojamas retroreflektorius, išsaugantis šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, apimantis šviesos pluošto kelyje skaidrioje medžiagoje išdėstytas kelias visiškojo vidaus atspindžio plokštumas, padengtas interferencinėmis dangomis tam, kad kiekvieno atspindėjimo metu atsirandantis fazės postūmis tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų užtikrintų atspindėjusio šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją ir po paskutiniojo atspindėjimo atgal grįžtančio pluošto tiesinės poliarizacijos vektoriaus orientacija sutaptų su pradine (žiūrėti išradimo aprašymą pagal JAV patentą Nr. 7165850).

Žinomo šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdo bei retroreflektoriaus būdai realizuoti trūkumas yra tas, kad interferencinės dangos pasižymi didele dispersija (dangos storis, su kuriuo pasiekiamas reikiamas fazės postūmis tarp s ir p poliarizacijos dedamųjų, priklauso nuo spinduliuotės bangos ilgio). Taigi tokio tipo retroreflektoriai tiesinę poliarizaciją išlaiko siaurame bangos ilgių diapazone, ir dėl to jų panaudojimo sritis yra ribota, pavyzdžiui, nelabai tinka naudoti derinamo dažnio lazerinės spinduliuotės šaltiniuose (parametriniuose šviesos generatoriuose).

Yra žinomas lazerinėje sistemoje naudojamas šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdas, sukeičiantis krentančiojo šviesos pluošto profilio vertikaliąją ir horizontaliąją koordinates vietomis bei išsaugantis šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, kuris apima krentančios šviesos pluošto atspindėjimą nuosekliai nuo kelių visiškojo vidaus atspindžio plokštumų bei poliarizacijos valdymą ją pasukant poliarizacijos rotatoriais, pvz., Faradėjaus rotatoriais, kad atspindžių metu tiesinė poliarizacija nevirstų elipsine (žiūrėti išradimo aprašymą pagal Europos patentą Nr. 1662623).

Yra žinomas lazerinėje sistemoje naudojamas šviesos pluošto retroreflektorius, sukeičiantis krentančiojo šviesos pluošto profilio vertikaliąją ir horizontaliąją koordinates vietomis bei išsaugantis šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, kuris apima krentančios šviesos pluošto kelyje išdėstytas kelias visiškojo vidaus atspindžio plokštumas bei poliarizacijos rotatorius, pavyzdžiui, Faradėjaus rotatorius, skirtus poliarizacijos valdymui, kad atspindėjimo metu tiesinė poliarizacija nevirstų elipsine (žiūrėti išradimo aprašymą pagal Europos patentą Nr. 1662623).

Šio žinomo šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdo bei retroreflektoriaus jam realizuoti trūkumas yra tas, kad reikalinga papildoma poliarizacijos valdymo operacija, o dėl to retroreflektoriuje būdui realizuoti naudojami poliarizacijos rotatoriai, kurie pasižymi didele dispersija (poliarizacijos posūkio kampas priklauso nuo spinduliuotės bangos ilgio). Taigi tokio tipo retroreflektoriai tiesinę poliarizaciją išlaiko tik siaurame bangos ilgių diapazone. Be to, Faradėjaus rotatorius turi tam tikras sugerties juostas UV ir regimosios šviesos diapazonuose. Dėl šių priežasčių susiaurėja minėto retroreflektoriaus panaudojimo sritis, pavyzdžiui, nelabai tinka naudoti derinamo dažnio lazerinės spinduliuotės šaltiniuose (parametriniuose šviesos generatoriuose).

Artimiausias pagal techninę esmę yra parametriniame šviesos generatoriuje naudojamas šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdas, sukeičiantis krentančiojo šviesos pluošto profilio vertikaliąją ir horizontaliąją koordinates vietomis bei išsaugantis šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, apimantis krentančios šviesos pluošto atspindėjimą nuosekliai nuo kelių visiškojo vidaus atspindžio plokštumų bei poliarizacijos valdymą ją pasukant $\lambda/2$ bangų plokšte, tam, kad atspindžių metu tiesinė poliarizacija nevirstų elipsine ir kad grįžtančio atgal pluošto tiesinės poliarizacijos vektoriaus orientacija sutaptų su pradine (žiūrėti išradimo aprašymą pagal JAV patentą Nr. 6647033).

Artimiausias pagal techninę esmę yra parametriniame šviesos generatoriuje naudojamas retroreflektorius, sukeičiantis krentančiojo šviesos pluošto profilio vertikaliją ir horizontaliąją koordinates vietomis bei išsaugantis šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, apimantis krentančios šviesos pluošto kelyje (skaidrioje medžiagoje) išdėstytas kelias visiškojo vidaus atspindžio plokštumas, pavyzdžiui, 45° kampą pasuktą Porro prizmę, bei poliarizacijos valdymo elementą, pavyzdžiui, $\lambda/2$ bangų plokštelę, skirtą poliarizacijos vektoriui pasukti, tam, kad atspindžių metu tiesinė poliarizacija nevirstų elipsine ir kad grįžtančio atgal pluošto tiesinės poliarizacijos orientacija sutaptų su pradine (žiūrėti išradimo aprašymą pagal JAV patentą Nr. 6647033).

Šio šviesos pluošto atgalinio atsispindėjimo būdo bei retroreflektoriaus būdai realizuoti trūkumas vėlgi yra siauras bangos ilgių diapazonas, kuriame gali būti užtikrinta tiesinė poliarizacija. Bangų plokštele neįmanoma pasiekti vienodo poliarizacijos sukimo plačiame spektriniame diapazone, todėl minėtas retroreflektorius neužtikrina švarios poliarizacijos spinduliuotės visoje parametrinio šviesos generatoriaus derinimo srityje.

Išradimu siekiama sukurti šviesos pluošto atgalinio atsispindėjimo būdą bei retroreflektorių būdai realizuoti, kurie išplėstų spektrinį diapazoną, kuriame būtų užtikrinta nekintanti tiesinė poliarizacija, t.y. kad krentančio pluošto poliarizacijos tipas ir orientacija nepakistų, tuo pačiu praplečiant panaudojimo sritį.

Išradimo esmė yra ta, kad siūlomame šviesos pluošto atgalinio atsispindėjimo būde, sukeičiančiame krentančio šviesos pluošto profilio vertikaliją ir horizontaliąją koordinates vietomis bei išsaugančiame šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, apimančiame krentančio šviesos pluošto atsispindėjimą skaidrioje medžiagoje nuosekliai nuo kelių visiškojo vidaus atspindžio plokštumų, kiekvieno visiškojo vidaus atsispindėjimo metu krentantis šviesos pluoštas kartu su vaizdo apvertimu patiria ir fazės postūmį tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų, pluoštas patiria ne mažiau kaip keturis minėtus atspindžius, po kurių atgal grįžtančio pluošto profilio vertikalioji ir horizontalioji koordinatės susikeičia vietomis, o patirtas suminis minėtas fazės postūmis užtikrina tiesinę, sutampančią su pradine, poliarizaciją.

Atgalinio atsispindėjimo būde, kuriame krentantis šviesos pluoštas patiria ne mažiau kaip 4 visiškuosius vidaus atspindžius, kai kiekvieno iš jų metu kartu su vaizdo apvertimu minėtas

LT 5596 B

pluoštas patiria ir fazės postūmį tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų, atsiranda galimybė tuo pačiu metu valdyti ir vaizdo pasukimą, ir minėtą fazių postūmį bei pasiekti, kad pluošto vaizdo profilio vertikalioji koordinatė susikeistų su horizontaliaja, o poliarizacija išliktų tiesinė bei nepakistų jos orientacija.

Siūlomame retroreflektoriuje, sukeičiančiame krentančiojo šviesos pluošto profilio vertikalią ir horizontalią koordinatę vietomis bei išsaugančiame šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, apimančiame krentančio šviesos pluošto kelyje skaidrioje medžiagoje išdėstytas kelias visiškojo vidaus atspindžio plokštumas, nuo kurių nuosekliai atspindi minėtas pluoštas, numatyta ne mažiau kaip keturios visiškojo vidaus atspindžio plokštumos, kurios erdvėje išdėstytos taip, kad krentantis šviesos pluoštas, atspindėjęs nuo kiekvienos visiškojo vidaus atspindžio plokštumos, kartu su vaizdo apvertimu patiria ir fazės postūmį tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų, o po paskutiniojo atspindėjimo atgal grįžtančio pluošto profilio vertikalioji ir horizontalioji koordinatės susikeičia vietomis bei patirtas suminis minėtas fazės postūmis užtikrina tiesinę, sutampančią su pradine, poliarizaciją.

Retroreflektoriuje, kuriame krentančio šviesos pluošto kelyje išdėstytos ne mažiau kaip 4 visiškojo vidaus atspindžio plokštumos, nuo kiekvienos kurių nuosekliai atspindėjęs minėtas pluoštas kartu su vaizdo apvertimu patiria ir fazės postūmį tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų, atsiranda galimybė, reguliuojant paminėtų atspindžio plokštumų išsidėstymą erdvėje, tuo pačiu metu valdyti ir vaizdo pasukimą, ir minėtą fazių postūmį bei pasiekti, kad pluošto vaizdo profilio vertikalioji koordinatė susikeistų su horizontaliaja, o poliarizacija išliktų tiesinė bei nepakistų jos orientacija. Retroreflektoriaus viduje tiesinė poliarizacija nėra išsaugoma, tačiau už retroreflektoriaus poliarizacija vėl yra tiesinė ir jos orientacija sutampa su pradine. Šio išradimo retroreflektorius atlieka tą pačią operaciją, kurią kartu atlieka du prototipo elementai – 45° kampų pasukta Porro prizmė ir $\lambda/2$ plokštelė.

Siūlomo atgalinio atspindėjimo būdo ir retroreflektoriaus privalumas yra tas, kad retroreflektoriaus geometrija (atspindžio plokštumų išdėstymas erdvėje), o tuo pačiu ir pluošto vaizdo bei poliarizacijos valdymas priklauso tik nuo skaidrios medžiagos, iš kurios pagamintas retroreflektorius, lūžio rodiklio. Nesunku parinkti tokią skaidrią medžiagą, kuri

LT 5596 B

užtikrintų nekintančią tiesinę poliarizaciją plačiame bangos ilgių diapazone, nekeičiant retroreflektoriaus geometrijos.

Retroreflektorių sudaro dvi stačiosios prizmes, pasuktos viena kitos ir krentančio pluošto tiesinės poliarizacijos vektoriaus atžvilgiu taip, kad sklisdamas tokia prizmių pora krentantis pluoštas patiria keturis paminėtus visiškuosius vidaus atspindžius nuo atitinkamų prizmių plokštumų. Dvi atskiros stačiosios prizmės yra gana paprasti elementai, kuriuos galima užsisakyti pas bet kokią optinių elementų gamintoją. Be to, prizmės gali būti pagamintos iš skirtingų skaidrių medžiagų.

Retroreflektorių sudaro monolitinis optinis elementas, kuriame krentantis pluoštas patiria ne mažiau kaip keturis paminėtus visiškuosius vidaus atspindžius. Nors monolitinį elementą pagaminti yra sunkiau, jis pasižymi didesniu mechaniniu stabilumu ir mažesniais energiniais nuostoliais.

Šio išradimo retroreflektorių panaudojant parametrinio šviesos generatoriaus (PŠG) rezonatoriuje, pagerinama PŠG pluošto kokybė, tuo pačiu užtikrinant aukštą poliarizacijos grynumą visoje generatoriaus derinimo srityje.

Detaliau išradimas paaiškinamas brėžiniais, kuriuose pavaizduota:

Fig. 1 – pasiūlyto retroreflektoriaus optinė schema;

Fig. 2 – blokinė schema, iliustruojanti pasiūlyto retroreflektoriaus poveikį pluoštui;

Fig. 3 – pasiūlyto retroreflektoriaus optinė schema su pavaizduota vieno spindulio trajektorija ir pažymėtomis pozicijomis, kuriose stebimi pluošto vaizdo pokyčiai;

Fig. 4 – sklindančio retroreflektoriumi pluošto profilio iliustracijos pažymėtose Fig. 3 pozicijose;

Fig. 5 – pasiūlyto retroreflektoriaus optinė schema su pavaizduota vieno spindulio trajektorija ir pažymėtomis pozicijomis, kuriose stebimi pluošto poliarizacijos pokyčiai;

Fig. 6 – sklindančio retroreflektoriumi pluošto poliarizacijos iliustracijos pažymėtose Fig. 5 pozicijose;

Fig. 7 – koordinatinių sistemų tarpusavio orientacija ir poliarizacijos dedamųjų amplitudžių sąryšiai;

Fig. 8 – pasiūlyto retroreflektoriaus kampo θ priklausomybė nuo lūžio rodiklio;

Fig. 9 – depoliarizacinių nuostolių priklausomybė nuo spinduliuotės bangos ilgio;

Siūlomas šviesos pluošto atgalinio atsispindėjimo būdas apima šią operacijų seką:

- šviesos pluoštą nukreipia į skaidrią medžiagą, kuria sklisdamas krentantis pluoštas atsispindi nuosekliai nuo bent keturių visiškojo vidaus atspindžio plokštumų,
- kiekvieno visiškojo vidaus atspindžio metu krentantis šviesos pluoštas kartu su vaizdo apvertimu patiria ir fazės postūmį tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų,
- po ne mažiau kaip keturių minėtų atspindžių atgal grįžtančio pluošto profilio vertikalioji ir horizontalioji koordinatės susikeičia vietomis, o patirtas suminis minėtas fazės postūmis užtikrina tiesinę, sutampančią su pradine, poliarizaciją.

Retroreflektorius (1) siūlomam būdui realizuoti yra pavaizduotas Fig. 1. Jį sudaro dvi visiškojo vidaus atspindžio prizmės (2, 3), pavyzdžiui, stačiosios prizmės. Prizmė (2) orientuota taip, kad į ją krentantis pluoštas (4), atsispindėjęs nuo jos plokštumos b, pakeistų sklidimo kryptį 90 laipsnių kampu ir būtų nukreiptas į antrąją prizmę (3), t.y. atspindžio plokštuma b su krentančio pluošto kryptimi (4) sudaro 45 laipsnių kampą. Prizmė (3) orientuota taip, kad į ją krentantis pluoštas (5), atsispindėjęs nuo jos plokštumų e ir f, pakeistų sklidimo kryptį 180 laipsnių kampu, t.y. atspindžio plokštumos e ir f su krentančio pluošto kryptimi (5) sudaro 45 laipsnių kampą (taip orientuota stačioji prizmė vadinama Porro prizme). Kitos prizmių plokštumos a, c, d, kurias pluoštas kerta statmenai, niekaip nepaveikia nei pluošto sklidimo krypties, nei vaizdo, nei poliarizacijos, todėl toliau nebus nagrinėjamos.

LT 5596 B

Prizmės (2) ir (3) yra pasuktos azimutiniais kampais θ ir φ apie pluošto sklaidimo kryptį (4, 5). θ yra kampas tarp krentančio pluošto poliarizacijos vektoriaus ir pirmosios prizmės (2) p ašies, o φ – kampas tarp abiejų retroreflektoriaus prizmių p ašių. Kampas θ laikomas teigiamu, jei, žiūrint iš taško (6), pirmoji prizmė (2) yra pasukta pagal laikrodžio rodyklę; kampas φ laikomas teigiamu, jei, žiūrint iš taško (7), antroji prizmė (3) yra pasukta pagal laikrodžio rodyklę. Fig. 1 kampas θ yra teigiamas, o kampas φ – neigiamas. Konkrečios kampų θ ir φ reikšmės priklauso nuo prizmių lūžio rodiklio.

Išradimas nėra apribotas reflektoriaus (1) išpildymu tik pagal Fig. 1. Bendruoju atveju pirmoji prizmė nebūtinai turi būti stačioji. Tuomet pluošto sklaidimo kryptys (4) ir (5) tarpusavyje sudarys kampą 2α , kur α – kritimo į plokštumą b kampas. Plokštumos a ir c vis tiek bus statmenos pluošto sklaidimo kryptims. Be to, retroreflektorius (1) gali būti ne dviejų prizmių kombinacija, o monolitinis elementas. Tokiu atveju pagerinamas mechaninis stabilumas bei sumažinami nuostoliai dėl atspindžių ant paviršių c ir d.

Fig. 2 pateikta paprasta iliustracija kaip, paveikiamas pluošto vaizdas ir poliarizacija vieno lėkio per retroreflektorių (1) metu. Pavyzdžiui, į retroreflektorių (1) krenta asimetris pluoštas (8). Tarkime, jo profilis pluošto sklaidimo kryptims statmenoje plokštumoje g yra ovalinis, t.y. dviejose statmenose koordinatėse vienodą intensyvumą atitinkantys taškai M ir N yra nevienodai nutolę nuo pluošto centro C. Krentančio į retroreflektorių pluošto (8) poliarizacija yra tiesinė, o poliarizacijos vektorius yra nukreiptas X ašies kryptimi ir sutampa su ilgąja pluošto profilio ašimi NN'. Atspindėto atgal pluošto (9) profilio ilgoji (NN') ir trumpoji (MM') ašys yra susikeitusios vietomis, tuo tarpu tiesinės poliarizacijos vektoriaus orientacija išlieka nepakitusi. Grįžtančio pluošto (9) poliarizacijos vektorius yra nukreiptas – X kryptimi, o tai reiškia, kad retroreflektorius pastumia fazę per π .

Siūlomo retroreflektoriaus veikimo principas pagrįstas krentančio pluošto vaizdo ir poliarizacijos patirtais pakitimais jam atsispindint nuo visiškojo vidaus atspindžio plokštumų. Fig. 1 pluoštas pavaizduotas kaip vienas spindulys, sklindantis (4) ir (5) kryptimis. Kadangi pluoštas pasižymi tam tikrais skersiniais matmenimis, jį galima įsivaizduoti, kaip spindulių visumą. Skirtingas koordinatės pluošto profilyje atitinkantys spinduliai nubrėš skirtingas trajektorijas.

LT 5596 B

Fig. 3 pavaizduota, kaip atrodo vieno spindulio, neinančio per pluošto centrą C , trajektorija vieno lėkio per retroreflektorių metu. Trajektoriją sudaro atkarpos tarp pradinio taško (10) stebėjimo (referencinėje) plokštumoje g , atspindžio taškų (11, 12, 13, 14) ant retroreflektoriaus plokštumų b , e , f ir galinio taško (15) stebėjimo plokštumoje g . Joje yra pažymėtos pozicijos C1-C8, kuriose stebėsime pluošto vaizdo pokyčius: C1, C2 – prieš retroreflektorių, t.y. prieš pirmąjį atspindį, C3, C4 – po pirmojo atspindžio, C5, C6 – po antrojo ir trečiojo atspindžių, C7, C8 – po ketvirtojo atspindžio, t.y. už retroreflektoriaus. Pozicijose C1, C2, C7, C8 pluošto vaizdas stebimas iš taško (6), pozicijose C3-C6 – iš taško (7). Fig. 3 taip pat pažymėtos dvi svarbios linijos: pirmosios retroreflektoriaus prizmės (2) b plokštumos vidurio linija (16) ir antrosios retroreflektoriaus prizmės (3) viršūnė (17). Yra gerai žinoma, kad stačioji prizmė atlieka vaizdo apvertimo operaciją atspindžio plokštumos vidurio linijos atžvilgiu, o Porro prizmė atlieka vaizdo apvertimo operaciją viršūnės atžvilgiu.

Stebėjime, kaip vartomas asimetrinis pluošto vaizdas ir kaip kinta referencinių pluošto profilio taškų M ir N skersinės koordinatės, pluoštui sklindant retroreflektoriais (1). Tarkime pradinėje stebėjimo pozicijoje (Fig. 4 C1) – stebėjimo plokštumoje g prieš retroreflektorių – pluošto profilio trumpoji ašis yra horizontali, o ilgoji ašis – vertikali. Taškas M yra nutolęs nuo pluošto centro C horizontalia kryptimi į dešinę (Fig. 3 atitinka tašką (10)), t.y. guli pluošto profilio trumpojoje ašyje; taškas N yra nutolęs nuo pluošto centro C vertikalia kryptimi į apačią, t.y. guli pluošto profilio ilgojoje ašyje. Pirmosios retroreflektoriaus prizmės (2) koordinačių sistemoje (pozicija C2) pluošto profilio trumpoji ašis yra pasukta $-\theta$ kampu vidurio linijos (16) atžvilgiu. Po vaizdo apvertimo pirmojo atspindžio metu (pozicija C3) pluošto profilio trumpoji ašis yra pasukta $+\theta$ kampu linijos (16) atžvilgiu. Pozicijoje C4 pereinama prie koordinačių sistemos, susietos su antrąja prizme (3): antrosios prizmės viršūnė (17) yra pasukta kampu φ pirmosios prizmės vidurio linijos (16) atžvilgiu, o pluošto profilio trumpoji ašis sudaro $+45$ laipsnių kampą su antrosios prizmės viršūne (17). Po vaizdo apvertimo antrojo ir trečiojo atspindžių metu (pozicija C5) pluošto profilio trumpoji ašis sudaro -45 laipsnių kampą su antrosios prizmės viršūne (17). Pozicijoje C6 grįžtama prie koordinačių sistemos, susietos su pirmąja prizme (2): pluošto profilio trumpoji ašis tampa pasukta $-(90^\circ - \theta)$ kampu pirmosios prizmės vidurio linijos (16) atžvilgiu. Po vaizdo apvertimo ketvirtojo atspindžio metu (pozicija C7) pluošto profilio trumpoji ašis yra pasukta $+(90^\circ - \theta)$ kampu vidurio linijos (16) atžvilgiu. Pozicijoje C8 matome pluošto vaizdą laboratorinėje koordinačių sistemoje, t.y. referencinėje plokštumoje g , kuri gali būti susieta su aktyvia terpe (paprasto lazerio atveju) arba su netiesiniu kristalu (pavyzdžiui, parametrinio

šviesos generatoriaus atveju): pluošto profilio trumpoji ašis yra vertikali, o ilgoji ašis – horizontali; taškas M atsiduria pluošto profilio apačioje (Fig. 3 atitinka tašką (15)), o taškas N – pluošto profilio dešinėje. Atstumai nuo pluošto centro nepakinta. Palyginus pozicijas C1 ir C8, galime pasakyti, retroreflektorius (1) sukeičia vertikaliąją šviesos pluošto profilio koordinatę su horizontaliąja, ir atvirkščiai. Taigi vaizdo prasme retroreflektorius (1) atlieka tą pačią operaciją, kurią atlieka prototipo 45° kampu pasukta Porro prizmė.

Fig. 3 pavaizduotas retroreflektorius, kai $\theta = +26^\circ$, o $\varphi = -19^\circ$. Bendruoju atveju toks 4-atspindžių retroreflektorius sukeičia į jį krentančio šviesos pluošto profilio vertikaliąją ir horizontaliąją koordinates vietomis, jei tik tenkinama sąlyga: $\theta - \varphi = \pm 45^\circ; \pm 135^\circ; \pm 225^\circ$.

Fig. 5 pavaizduota to paties spindulio trajektorija (10–15), pluoštui sklindant retroreflektoriumi (1) pagal Fig. 1 arba Fig. 3, ir pažymėtos pozicijos D1-D9, kuriose stebėsime pluošto poliarizacijos pokyčius. Taip pat nupieštos koordinatinių sistemų, kuriose bus stebima poliarizacija: XYZ_1 ir $-XYZ_5$ yra laboratorinės koordinatinių sistemų, $P_1S_1Z_1$, $P_1S_1Z_2$, $P_3S_3Z_4$ bei $P_3S_3Z_5$ – koordinatinių sistemų, susietos su pirmąja retroreflektoriaus prizme (2), o $P_2S_2Z_2$, $P_2S_2Z_3$ bei $P_2S_2Z_4$ – susietos su antrąja retroreflektoriaus prizme (3).

Fig. 6 pavaizduota, kaip kinta pluošto poliarizacija pluoštui sklindant per retroreflektorių (1). Iliustracijos vaizduoja pluošto poliarizaciją: D1, D2 – prieš retroreflektorių, D3, D4 – po pirmojo atspindžio, D5 – po antrojo atspindžio, D6, D7 – po trečiojo atspindžio, D8, D9 – po ketvirtojo atspindžio, t.y. už retroreflektoriaus. Pozicijose D1 ir D9 poliarizacijos vektorius pavaizduotas koordinatinių sistemose, susietose su referencine plokštuma g, t.y. laboratorinėse koordinatinių sistemose. Pozicijose D2-D8 poliarizacijos vektorius arba elipsė pavaizduoti lokaliuose koordinatinių sistemose, susietose su retroreflektoriaus atspindžio plokštumomis. Visą laiką yra žiūrima į pluošto sklidimo kryptį.

Plokštumoje g krentančio šviesos pluošto poliarizacija yra tiesinė, o jos vektorius E_1 yra nukreiptas X ašies kryptimi (pozicija D1). Kadangi pirmoji retroreflektoriaus prizmė (2) yra pasukta laboratorinės koordinatinių sistemų atžvilgiu, vektorius E_1 su prizmės (2) p ašimi (P_1) sudaro kampą θ (pozicija D2). Dėl visiškojo vidaus atspindžio s ir p poliarizacijos dedamosios patiria nevienodą fazės postūmį, tad po pirmojo atspindžio (pozicija D3), poliarizacija pavirsta elipsine. Poliarizacijos elipsės E_2 didžioji ir mažoji ašys sudaro tam tikrą kampą su P_1 ir S_1 ašimis. Antrosios prizmės (3) koordinatinių sistemoje poliarizacijos

elipsės E_2 ašys sudaro kitoki kampą su P_2 ir S_2 ašimis, dėl to s ir p dedamosios antrojo atspindžio metu nesutaps su s ir p dedamosiomis pirmojo atspindžio metu. Po antrojo atspindžio (pozicija D5) dėl patiriamo naujo fazių postūmio, pakinta poliarizacijos elipsės ašių dydis ir orientacija. 4-atspindžių retroreflektoriuje (pavaizduotame Fig. 1, Fig. 3 ir Fig. 5) po antrojo atspindžio elipsės E_3 ašys sutampa su P_2 ir S_2 ašimis, o tai reiškia, kad tarp s ir p poliarizacijos dedamųjų yra susidaręs $\Delta\phi = \pi/2$ fazių skirtumas. Antrojo ir trečiojo atspindžių metu s ir p dedamosios sutampa, todėl trečiasis atspindys įneša tik papildomą fazių postūmį: pozicijoje C6 poliarizacijos elipsė E_4 pasisuka nauju kampu antrosios prizmės (3) ašių atžvilgiu – tokiu pačiu kampu kaip pozicijoje C4, tik simetriškai į priešingą pusę; E_4 elipsės matmenys sutampa su E_2 elipsės matmenimis. Pirmosios prizmės (2) koordinatių sistemoje prieš ketvirtąjį atspindį (pozicija C7) poliarizacijos elipsė E_4 yra pasukta nauju kampu – tokiu pačiu kampu kaip pozicijoje C3, tik simetriškai į priešingą pusę. s ir p dedamosios ketvirtojo atspindžio metu nesutampa su s ir p dedamosiomis antrojo ir trečiojo atspindžio metu, tačiau sutampa su s ir p dedamosiomis pirmojo atspindžio metu. Pozicijoje D8 dėl fazių postūmio ketvirtojo atspindžio metu, poliarizacija vėl pavirsta tiesine. Pluošto, praėjusio retroreflektorių (1), poliarizacijos vektorius E_5 su P_3 ašimi sudaro kampą θ , bet yra pasuktas į priešingą pusę nei vektorius E_1 ašies P_1 atžvilgiu; tai reiškia, kad po keturių atspindžių tarp s ir p poliarizacijos dedamųjų yra susidaręs $\Delta\phi = \pi$ fazių skirtumas. Po perėjimo į laboratorinę koordinatių sistemą (pozicija D9), matome, kad poliarizacijos vektorius E_5 yra nukreiptas $-X$ kryptimi. Vadinasi, vektorius E_5 yra antilygiagretus pradiniam vektoriui E_1 , t. y. jų fazės skiriasi per π .

- Nors retroreflektoriaus viduje tiesinė poliarizacija nėra išsaugoma, bet už retroreflektoriaus poliarizacija vėl yra tiesinė ir jos orientacija sutampa su pradine, skiriasi tik fazė. Taigi poliarizacijos prasme retroreflektorius (1) atlieka tą pačią operaciją, kurią kartu atlieka du prototipo elementai – 45° kampu pasukta Porro prizmė ir $\lambda/2$ plokštelė.

Fig. 5 ir Fig. 6 iliustracijose pavaizduotas atvejis, kai $\theta = +26^\circ$, o $\varphi = -19^\circ$. Toks kampų rinkinys yra paskaičiuotas retroreflektoriui, kurio lūžio rodiklis $n = 1,455$ (pvz., lydytas kvarcas ties 710nm). Tai pačiai lūžio rodiklio vertei tinka ir kitas kampų rinkinys: $\theta = -26^\circ$, o $\varphi = +19^\circ$, pasikeis tik poliarizacijos elipsės ašių orientacija ir poliarizacijos vektoriaus sukimosi kryptis. Kai θ teigiamas, poliarizacija yra dešininė, kai θ neigiamas – kairinė (lėkio per retroreflektorių metu poliarizacijos vektoriaus sukimosi kryptis nebekinta). Metodika.

kaip surasti reikiamą $\{\theta; \varphi\}$ kampų rinkinį bet kokiai kitai lūžio rodiklio vertei, nurodyta žemiau.

Dabar pateiksime metodiką, pagal kurią galima surasti reikiamus retroreflektoriaus prizmių posūkio kampus ties pasirinktu lūžio rodikliu, t.y. pasirinktai retroreflektoriaus medžiagai ir spinduliuotės bangos ilgiui.

Kad vieno lėkio per retroreflektorių (1) metu būtų sukeistos pluošto profilio vertikalioji ir horizontalioji koordinatės vietomis, reikia tenkinti šią sąlygą (pavadinkime ją sąlyga vaizdui):

$$\theta - \varphi = \pm 45^\circ + k \cdot 180^\circ, \quad (1)$$

kur k – sveikas skaičius. Taigi egzistuoja daug θ ir φ sprendinių. Tačiau ne su bet koku $\{\theta; \varphi\}$ rinkiniu retroreflektorius (1) užtikrina nekintančią tiesinę poliarizaciją.

Konkrečios θ ir φ kampų reikšmės, kurioms esant retroreflektorius (1) užtikrina nekintančią tiesinę poliarizaciją, bus surastos iš žemiau pateiktos sąlygos (pavadinkime, sąlyga poliarizacijai). Kad išvestume ją, reikia panagrinėti, kaip kiekvieno atspindžio metu persiskirsto poliarizacijos dedamosios ir kokią fazės postūmį jos patiria.

Amplitudiniai poliarizacijos dedamųjų sąryšiai tiesiogiai seka iš Fig. 7 iliustracijų, kuriose parodyta koordinačių sistemų tarpusavio orientacija. Čia vėlgi (kaip ir Fig. 1, Fig. 3, Fig. 5) pavaizduotas atvejis, kuomet pirmoji retroreflektoriaus prizmė yra pasukta pagal laikrodžio rodyklę, o antroji prizmė – prieš laikrodžio rodyklę. XY ir $-XY$ yra laboratorinės koordinačių sistemos; P_1S_1 , $P_1'S_1'$, P_3S_3 bei $P_3'S_3'$ – koordinačių sistemos, susietos su pirmąja retroreflektoriaus prizme, o P_2S_2 , $P_2'S_2'$ bei $P_2''S_2''$ – susietos su antrąja retroreflektoriaus prizme. Žiūrima į pluošto sklaidimo kryptį (žiūr. Fig. 5). Poliarizacijos dedamųjų amplitudžių pokyčiai, pereinant nuo vienos koordinačių sistemos prie kitos, priklauso tik nuo retroreflektoriaus prizmių posūkio kampų, t.y. yra susiję tik su retroreflektoriaus geometrija. Pastaba: nors formulėse modulio ženklai yra praleisti, tačiau turimos omenyje absoliutinės kampų θ ir φ vertės.

Fazių postūmiai atspindžių metu priklauso nuo kritimo kampo ir prizmės medžiagos lūžio rodiklio. Tuo atveju, kai visi kritimo kampai lygūs 45° laipsniams ir abi prizmės yra pagamintos iš tos pačios skaidrios medžiagos (pirmasis retroreflektoriaus (1) variantas), fazės postūmiai tarp s ir p poliarizacijos dedamųjų ($\Delta\phi = \phi_s - \phi_p$) yra vienodi. Nagrinėjamos s ir p dedamosios kiekvieno konkretaus atspindžio plokštumos atžvilgiu.

Reikia išspręsti tokią lygčių seką:

$$\begin{cases} E_{P1} = \cos\theta; \\ E_{S1} = \sin\theta. \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} E_{P1'} = E_{P1}; \\ E_{S1'} = E_{S1} \cdot e^{i\Delta\phi}. \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} E_{P2} = E_{P1'} \cdot \cos\varphi + E_{S1'} \cdot \sin\varphi; \\ E_{S2} = -E_{P1'} \cdot \sin\varphi + E_{S1'} \cdot \cos\varphi. \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} E_{P2''} = E_{P2}; \\ E_{S2''} = E_{S2} \cdot e^{i2\Delta\phi}. \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} E_{P3} = E_{P2''} \cdot \cos\varphi + E_{S2''} \cdot \sin\varphi; \\ E_{S3} = -E_{P2''} \cdot \sin\varphi + E_{S2''} \cdot \cos\varphi. \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} E_{P3'} = E_{P3}; \\ E_{S3'} = E_{S3} \cdot e^{i\Delta\phi}. \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} E_{-X} = E_{P3'} \cdot \cos\theta - E_{S3'} \cdot \sin\theta; \\ E_Y = E_{P3'} \cdot \sin\theta + E_{S3'} \cdot \cos\theta. \end{cases} \quad (8)$$

(2) lygtis parodo, kaip susiskaido vienetinio ilgio poliarizacijos vektorius ($E_X = 1$, $E_Y = 0$), kuris su pirmosios retroreflektoriaus prizmės p ašimi (P_1) sudaro kampą θ . E_{S1} yra s poliarizacijos dedamoji, o E_{P1} – p poliarizacijos dedamoji pirmosios prizmės koordinatinių sistemoje prieš pirmąjį atspindį. (3) lygtis apibūdina pirmojo atspindžio metu įgijamą fazės postūmį $\Delta\phi$ tarp s ir p poliarizacijos dedamųjų ($E_{S1'}$ ir $E_{P1'}$). Dinaminė fazė, t.y. fazės postūmis dėl pluošto sklaidimo medžiaga, yra vienoda abiem dedamosioms, todėl įskaičiuotas tik fazių postūmis dėl visiškojo vidaus atspindžio indėlio.

Kadangi retroreflektoriaus (1) prizmės tarpusavyje sudaro kampą φ , poliarizacijos s ir p dedamosios antrosios prizmės koordinačių sistemoje (P_2S_2) nesutampa su s ir p dedamosiomis pirmosios prizmės koordinačių sistemoje (P_1S_1). Norint toliau nagrinėti spinduliuotės poliarizacijos pokyčius, reikia atlikti dedamųjų „perskirstymą“. (4) lygtis parodo, kaip išreiškiamos s ir p poliarizacijos dedamosios (E_{S2} ir E_{P2}) naujojoje koordinačių sistemoje. Antrąjį ir trečiąjį atspindį galima nagrinėti kartu, nes jų kritimo plokštumos sutampa ir fazės postūmiai yra vienodi. Taigi po trečiojo atspindžio s ir p poliarizacijos dedamosios ($E_{S2''}$ ir $E_{P2''}$) išreiškiamos (5) lygtimi.

(6) lygtimi vėl pereinama prie koordinačių sistemos, susietos su pirmąja retroreflektoriaus prizme: E_{S3} yra s poliarizacijos dedamoji, o E_{P3} – p poliarizacijos dedamoji pirmosios prizmės koordinačių sistemoje prieš ketvirtąjį atspindį; o (7) lygtimi išreiškiamos s ir p poliarizacijos dedamosios ($E_{S3'}$ ir $E_{P3'}$) po ketvirtojo atspindžio.

(8) lygtimi išreiškiamos dvi statmenos poliarizacijos dedamosios koordinačių sistemoje $-XY$.

Galutinis poliarizacijos vektorius (poliarizacijos vektorius po keturių atspindžių) turi gulėti X ašyje. Taigi sąlygą poliarizacijai galima užrašyti taip:

$$\begin{cases} E_{-X} \cong \pm 1; \\ E_Y = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Taip bus tik tuomet, kai tarp $E_{S3'}$ ir $E_{P3'}$ dedamųjų bus susidaręs π dydžio fazės postūmis. Uždavinys susiveda į operavimą kompleksiniais skaičiais. Pastaba: (2)-(8) formulėse reikia rašyti absoliutines kampų θ ir φ vertes.

Metodika, kaip surasti charakteringus retroreflektoriaus kampus bendresniam atvejui – pavyzdžiui, jei retroreflektorius yra sudarytas iš daugiau nei 4 atspindinčių paviršių – atrodo taip:

1) surandamos p ir s poliarizacijos dedamosios prieš pirmąjį atspindį pirmojo atspindinčio paviršiaus koordinačių sistemoje:

$$\begin{cases} E_{P1} = \cos \alpha_1; \\ E_{S1} = \sin \alpha_1; \end{cases} \quad (10)$$

kur α_1 – posūkio kampas tarp pirmojo atspindinčio paviršiaus koordinačių sistemos ir laboratorinės koordinačių sistemos. T.y. kampas tarp krintančio pluošto vienetinio poliarizacijos vektoriaus ir p ašies pirmojo atspindinčio paviršiaus koordinačių sistemoje.

2) N kartų (tiek, kiek yra atspindžių) atliekamos tokios operacijos: pereinama į naują koordinačių sistemą ir dauginama iš fazinio nario.

Bendra perėjimo į kitą koordinačių sistemą formulė:

$$\begin{cases} E_{P(i+1)} = E_{P_i'} \cdot \cos \alpha_{i+1} - E_{S_i'} \cdot \sin \alpha_{i+1} ; \\ E_{S(i+1)} = E_{P_i'} \cdot \sin \alpha_{i+1} + E_{S_i'} \cdot \cos \alpha_{i+1} ; \end{cases} \quad (11)$$

kur $E_{P_i'}$ ir $E_{S_i'}$ – poliarizacijos dedamosios i -tojo atspindžio paviršiaus koordinačių sistemoje po atspindžio, o $E_{P(i+1)}$, $E_{S(i+1)}$ – poliarizacijos dedamosios $(i+1)$ -ojo atspindžio paviršiaus koordinačių sistemoje prieš atspindį. α_{i+1} – posūkio kampas tarp koordinačių sistemų, kuris yra teigiamas, jei $(i+1)$ -oji koordinačių sistema yra pasukta pagal laikrodžio rodyklę, arba neigiamas, jei pasukta prieš laikrodžio rodyklę i -tosios koordinačių sistemos atžvilgiu.

Po $(i+1)$ -ojo atspindžio poliarizacijos dedamosios užrašomos taip:

$$\begin{cases} E_{P(i+1)'} = E_{P(i+1)} ; \\ E_{S(i+1)'} = E_{S(i+1)} \cdot e^{i \cdot \Delta \phi_{i+1}} ; \end{cases} \quad (12)$$

kur $\Delta \phi_{i+1}$ – $(i+1)$ -ojo atspindžio metu įgijamas fazės postūmis tarp s ir p dedamųjų.

3) N kartų pritaikius (11) ir (12) formules, sugrįžtama prie laboratorinės koordinačių sistemos. Vertikaloji ir horizontalioji poliarizacijos dedamosios surandamos iš:

$$\begin{cases} E_V = E_{PN'} \cdot \cos \alpha_{N+1} - E_{SN'} \cdot \sin \alpha_{N+1} ; \\ E_H = E_{PN'} \cdot \sin \alpha_{N+1} + E_{SN'} \cdot \cos \alpha_{N+1} . \end{cases} \quad (13)$$

$E_{PN'}$ ir $E_{SN'}$ – dvi statmenos poliarizacijos dedamosios po N atspindžių koordinačių sistemoje, susietoje su N -tuoju atspindinčiu paviršiumi, o E_V ir E_H – vertikaloji ir horizontalioji poliarizacijos dedamosios po N atspindžių laboratorinėje koordinačių sistemoje, α_{N+1} – posūkio kampas tarp laboratorinės koordinačių sistemos ir N -tojo atspindžio paviršiaus koordinačių sistemos.

Kad pluošto poliarizacija po N atspindžių vėl būtų tiesinė ir jos orientacija sutaptų su pradine, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\begin{cases} E_V \cong \pm 1; \\ E_H = 0. \end{cases} \quad (14)$$

Taip bus tik tuomet, kai N atspindžių metu patirtas suminis fazių postūmis tarp s ir p poliarizacijos dedamųjų bus lygus $\pm \pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi$ ir t.t., t.y.

$$[\arg(E_{SN'}) - \arg(E_{PN'})] - [\arg(E_{SI}) - \arg(E_{PI})] = \pm (2k-1) \cdot \pi. \quad (15)$$

$E_{PN'}$ ir $E_{SN'}$ – poliarizacijos dedamosios po paskutiniojo – N -tojo – atspindžio; $\arg(E_{SN'})$ ir $\arg(E_{PN'})$ yra kompleksinių skaičių $E_{SN'}$ ir $E_{PN'}$ faziniai daugikliai; $\arg(E_{SI})$ ir $\arg(E_{PI})$ – kompleksinių skaičių E_{SI} ir E_{PI} faziniai daugikliai; k – sveikas skaičius. (14) ir (15) yra sąlygos poliarizacijai.

Kiekvienai lūžio rodiklio vertei (tam tikrose ribose – 1,41 .. 1,554) egzistuoja keletas $\{\theta; \varphi\}$ sprendinių rinkinių, su kuriais įmanoma tenkinti sąlygą poliarizacijai. Kampo θ sprendinių spektras yra pavaizduotas Fig. 8. Modulio ženklas reiškia, kad prizmė gali būti sukama tiek pagal laikrodžio rodyklę, tiek ir prieš laikrodžio rodyklę. φ kampas tuomet surandamas iš:

$$\begin{cases} \theta - \varphi = +45^\circ; -135^\circ; +225^\circ; \dots, \text{ kai } \theta > 0; \\ \theta - \varphi = -45^\circ; +135^\circ; -225^\circ; \dots, \text{ kai } \theta < 0. \end{cases} \quad (16)$$

Pastaba: (16) sąlyga yra siauresė už (1) sąlygą. Taigi, gana plačiose lūžio rodiklio ribose galima pasiekti šio išradimo tikslus.

Kaip jau aptarta, ties vienu fiksuotu lūžio rodikliu retroreflektorius (1) leidžia išlaikyti nekintančią tiesinę poliarizaciją, nepaisant to, kad pluošto profilio dvi statmenosios koordinatės yra sukeičiamos vietomis. Derinamo dažnio spinduliuotės šaltiniuose reikia, kad nekintanti tiesinė poliarizacija būtų užtikrinama plačiame bangos ilgių diapazone.

Viena galimybė tą pasiekti yra tokia: prie skirtingų bangos ilgių pakeisti prizmių posūkio kampus, kas yra nepatogu, be to, gali sugadinti lazerio stabilumą.

Kita galimybė – optimizuoti retroreflektoriaus geometriją vienam centriniam bangos ilgiui ir nebekeisti jos. Gretimiems bangos ilgiams retroreflektorius „idealiai nebeveiks“, t.y. tiesinė poliarizacija nebus užtikrinta, atsiras tam tikra skersinė dedamoji, lemianti elipsinę poliarizaciją. Kalbant apie tokio retroreflektoriaus poveikį tiesinės poliarizacijos pluoštui, kai retroreflektorius yra laisvoje erdvėje (kalbama apie retroreflektorių kaip apie atskirą optinį elementą), galima sakyti, kad pabloginamas pluošto poliarizacijos grynumas. Kalbant apie

tokio retroreflektoriaus poveikį tiesinės poliarizacijos pluoštui, kai retroreflektorius yra panaudotas rezonatoriuje, galima sakyti, kad įnešami depoliarizaciniai nuostoliai rezonuojančiam bangai, nes stiprinimas aktyvioje terpėje (paprasto lazerio atveju) ar netiesiniame kristale (parametrinio šviesos generatoriaus atveju) yra jautrus poliarizacijai. Bendru atveju terminu „depoliarizaciniai nuostoliai“ galima pavadinti dviejų statmenų poliarizacijos dedamųjų intensyvumų santykį: $|E_H|^2/|E_V|^2 \cdot 100\%$.

Pagrindinis šio išradimo privalumas yra tas, kad parinkus medžiagą su maža lūžio rodiklio dispersija, plačiame bangos ilgių diapazone depoliarizaciniai nuostoliai yra maži – mažesni, negu galima būtų gauti retroreflektoriaus, sudaryto iš Porro prizmės ir bangų plokštelės kombinacijos, pagalba. Depoliarizaciniai nuostoliai kaip funkcija nuo spinduliuotės bangos ilgio yra parodyti Fig. 9. Tai yra tik pavyzdinė kreivė, iliustruojanti, kad retroreflektorius, pagamintas iš lydyto kvarco ir optimizuotas 710nm bangos ilgio spinduliuotei ($|\theta| = 26^\circ$, $|\phi| = 19^\circ$), užtikrina depoliarizacinius nuostolius ne didesnius kaip 1,5 % bangos ilgių diapazone nuo 400nm iki 2300nm (BBO netiesinio kristalo parametrinės generacijos sritis). Geresnis kaip 100:1 poliarizacijos grynumas užtikrinamas iki 2100 nanometrų. Keičiant retroreflektoriaus geometriją, mažų nuostolių diapazonas yra nesunkiai valdomas.

Šio išradimo retroreflektoriaus panaudojimas parametrinio šviesos generatoriaus (PŠG) rezonatoriuje, įgalina pagerinti PŠG pluošto kokybę – simetrizuoti pluošto skėstį, homogenizuoti intensyvumo pasiskirstymą, – tuo pačiu užtikrinant aukštą poliarizacijos grynumą visoje generatoriaus derinimo srityje.

Apibendrinant galima pasakyti, kad pasiūlyto retroreflektoriaus išskirtinumas yra tas, kad nesistengiama išvengti fazių postūmio tarp s ir p dedamųjų. Ši visiškojo vidaus atspindžio savybė kaip tik yra panaudojama norimam tikslui pasiekti. Pasiūlyto retroreflektoriaus savybė per 4 ar daugiau paminėtų atspindžių išlaikyti tiesinę poliarizaciją priklauso tik nuo medžiagos lūžio rodiklio. Nesunku parinkti medžiagą su maža lūžio rodiklio dispersija plačiame bangos ilgių diapazone. Taigi panaudojant šį retroreflektorių parametrinio šviesos generatoriaus rezonatoriuje galima pagerinti minėto generatoriaus pluošto kokybę, nesumažinant parametrinės sąveikos efektyvumo ir nesugadinant išėjimo spinduliuotės poliarizacijos grynumo visame minėto generatoriaus derinimo diapazone.

Visos pateiktos iliustracijos yra tik galimi pasiūlyto būdo realizacijos pavyzdžiai. Kitos retroreflektorių konfigūracijos, kurios nenukrypsta nuo šio išradimo esmės ir apimties yra saugomos šiuo išradimu.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Šviesos pluošto atgalinio atspindėjimo būdas, sukeičiantis krentančiojo šviesos pluošto profilio vertikaliąją ir horizontaliąją koordinates vietomis bei išsaugantis šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, apimantis krentančio šviesos pluošto atspindėjimą skaidrioje medžiagoje nuosekliai nuo kelių visiškojo vidaus atspindžio plokštumų, besiskiriantis tuo, kad kiekvieno visiškojo vidaus atspindžio metu krentantis šviesos pluoštas kartu su vaizdo apvertimu patiria ir fazės postūmį tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų, o po ne mažiau kaip keturių minėtų atspindžių atgal grįžtančio pluošto profilio vertikalioji ir horizontalioji koordinatės susikeičia vietomis bei patirtas suminis minėtas fazės postūmis užtikrina tiesinę, sutampančią su pradine, poliarizaciją.

2. Retroreflektorius, sukeičiantis krentančiojo šviesos pluošto profilio vertikaliąją ir horizontaliąją koordinates vietomis bei išsaugantis šviesos pluošto tiesinę poliarizaciją, apimantis krentančio šviesos pluošto kelyje skaidrioje medžiagoje išdėstytas kelias visiškojo vidaus atspindžio plokštumas, nuo kurių nuosekliai atspindi minėtas pluoštas, besiskiriantis tuo, kad turi ne mažiau kaip keturias visiškojo vidaus atspindžio plokštumas, kurios erdvėje išdėstytos taip, kad krentantis šviesos pluoštas, atspindėjęs nuo kiekvienos visiškojo vidaus atspindžio plokštumos, kartu su vaizdo apvertimu patiria ir fazės postūmį tarp statmenosios (s) ir lygiagrečiosios (p) poliarizacijos dedamųjų, o po paskutiniojo atspindžio atgal grįžtančio pluošto profilio vertikalioji ir horizontalioji koordinatės susikeičia vietomis bei patirtas suminis minėtas fazės postūmis užtikrina tiesinę, sutampančią su pradine, poliarizaciją.

3. Retroreflektorius pagal 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad visiškojo vidaus atspindžio plokštumų erdvinis išdėstymas parenkamas priklausomai nuo krentančio pluošto bangos ilgių diapazono, kuriame norima užtikrinti tiesinę poliarizaciją retroreflektoriaus išėjime.

4. Retroreflektorius pagal 2 arba 3 punktą, besiskiriantis tuo, kad jį sudaro dvi stačiosios prizmės, pasuktos viena kitos ir krentančio pluošto tiesinės poliarizacijos vektoriaus atžvilgiu taip, kad sklisdamas tokia prizmių pora krentantis pluoštas patiria keturis paminėtus visiškuosius vidaus atspindžius nuo atitinkamų prizmių plokštumų.

5. Retroreflektorius pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad prizmės pagamintos iš tos pačios arba skirtingų skaidrių optinių medžiagų.

LT 5596 B

6. Retroreflektorius pagal 2 arba 3 punktą, besiskiriantis tuo, kad jį sudaro monolitinis optinis elementas, kuriame krentantis pluoštas patiria ne mažiau kaip keturis paminėtus visiškuosius vidaus atspindžius.

7. Retroreflektoriaus pagal bet kurią iš 2 – 6 punktų panaudojimas kaip galinio daugiafunkcinio veidrodžio parametrinio šviesos generatoriaus rezonatoriuje.

1/6

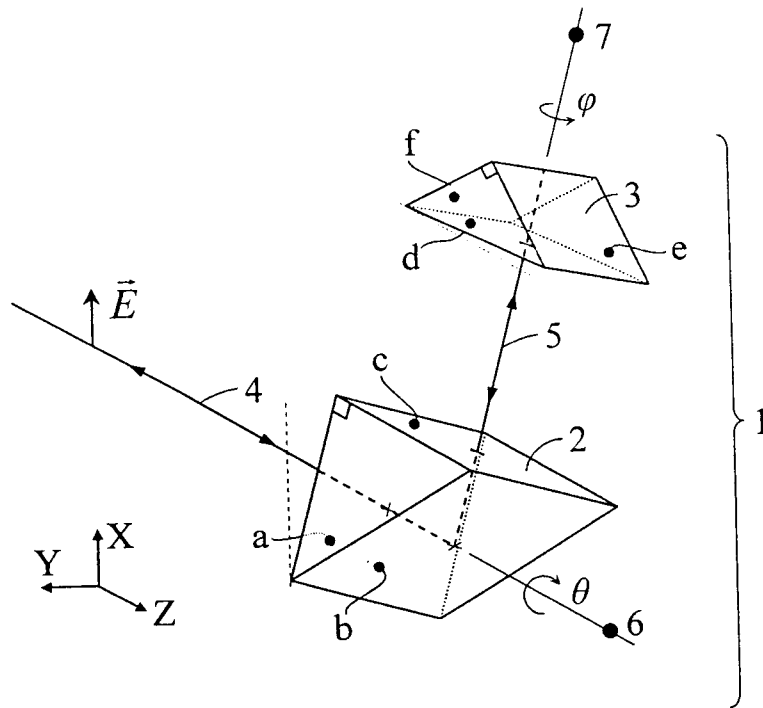


Fig. 1

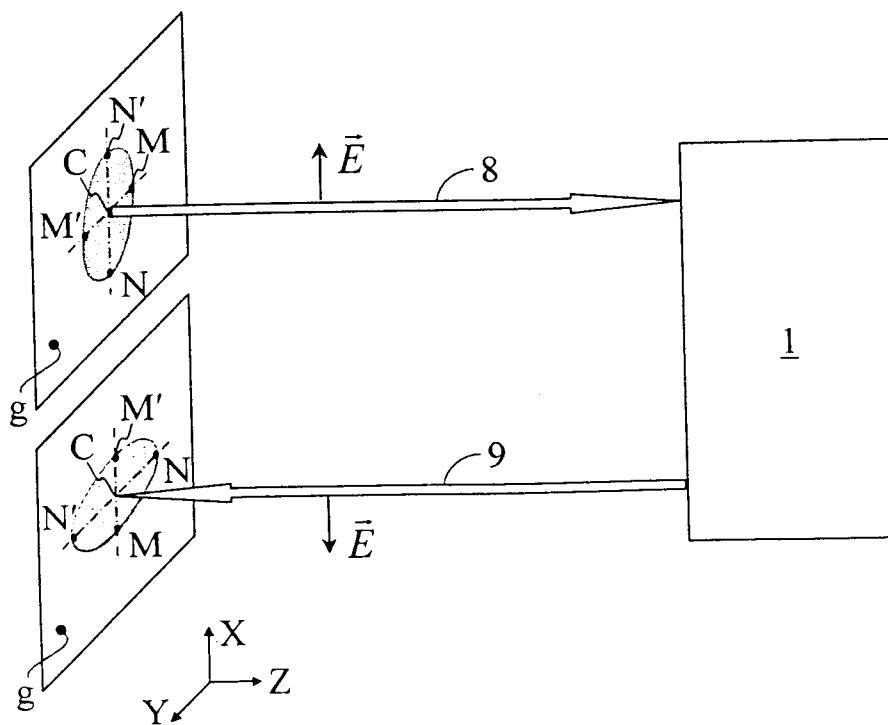


Fig. 2

2/6

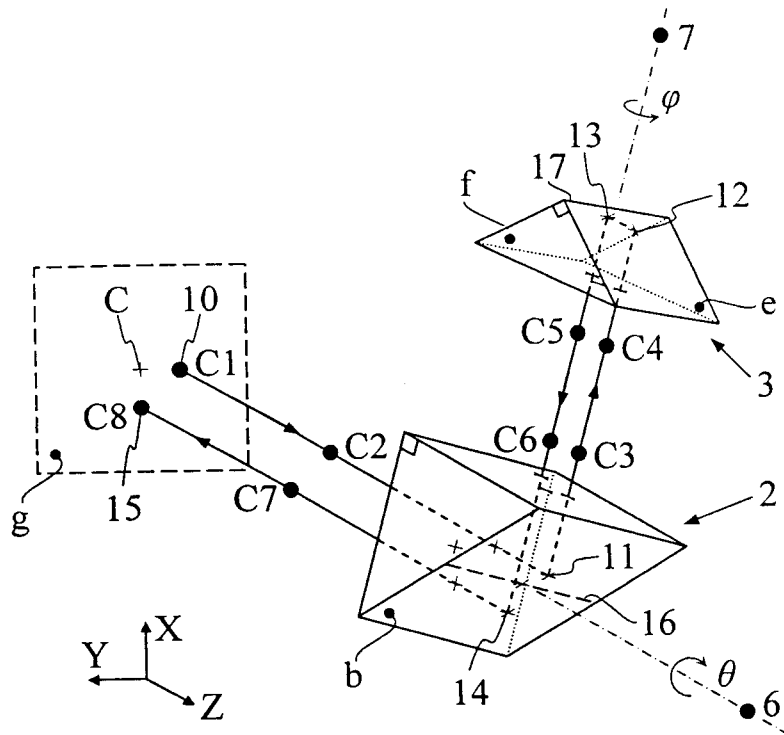


Fig. 3

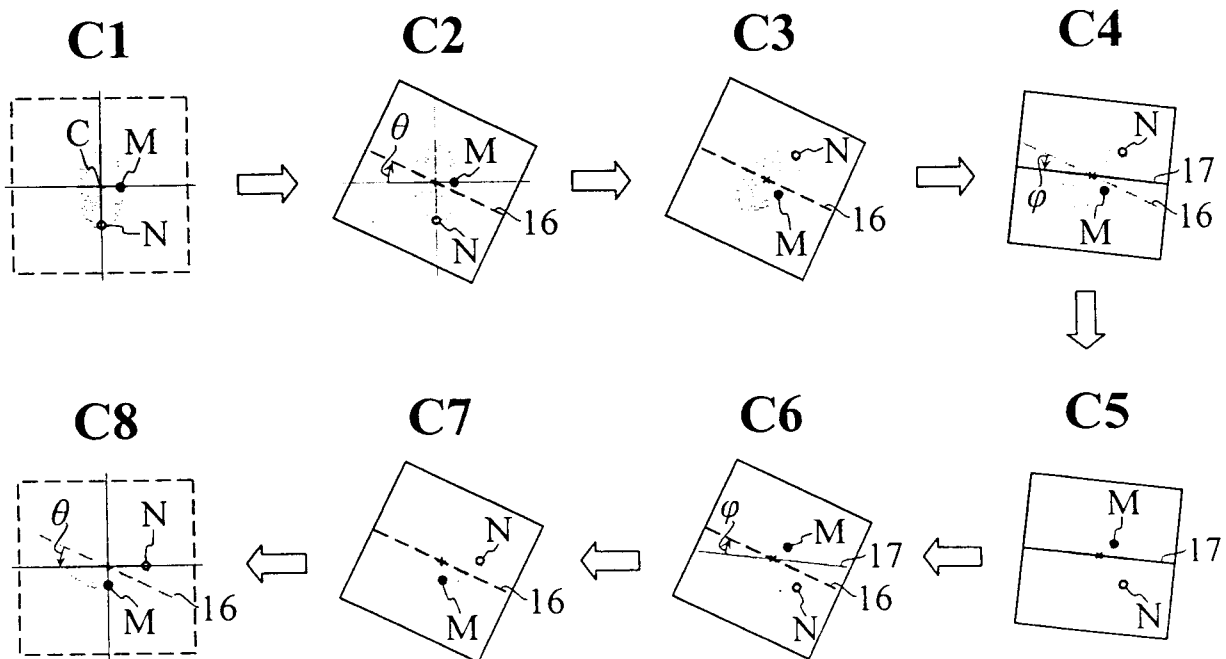


Fig. 4

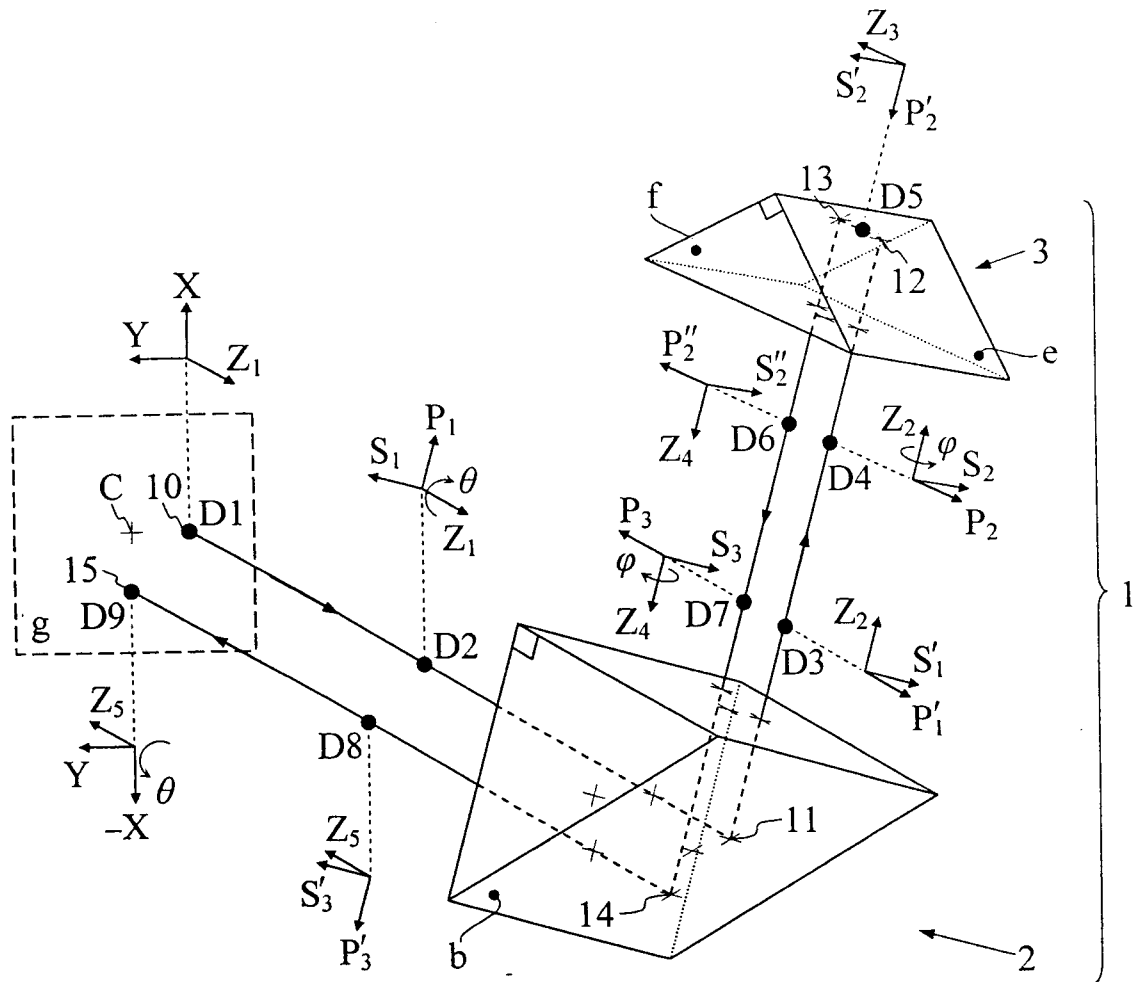


Fig. 5

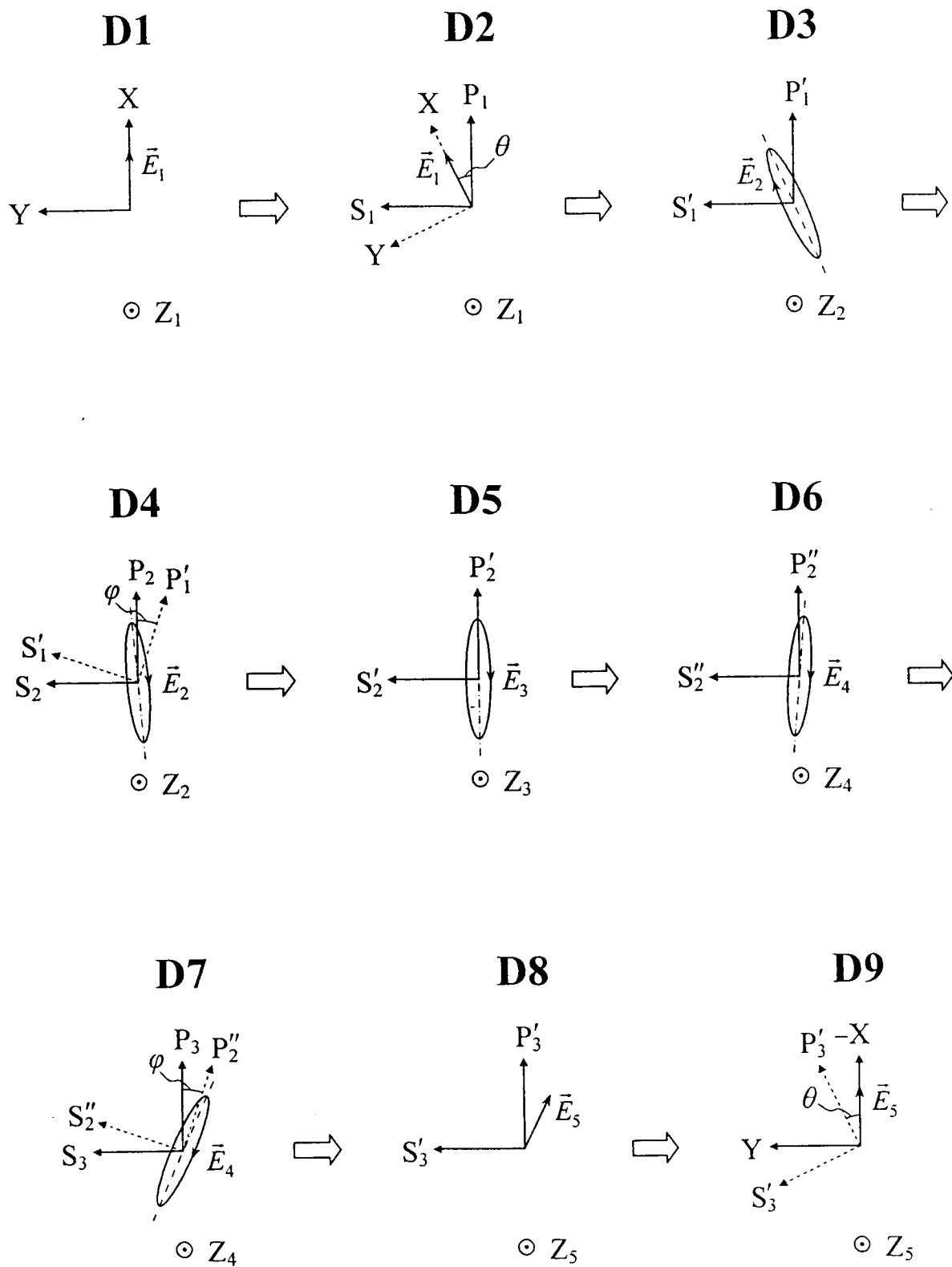
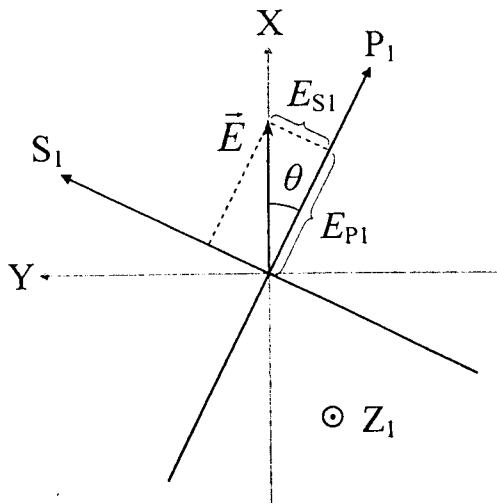
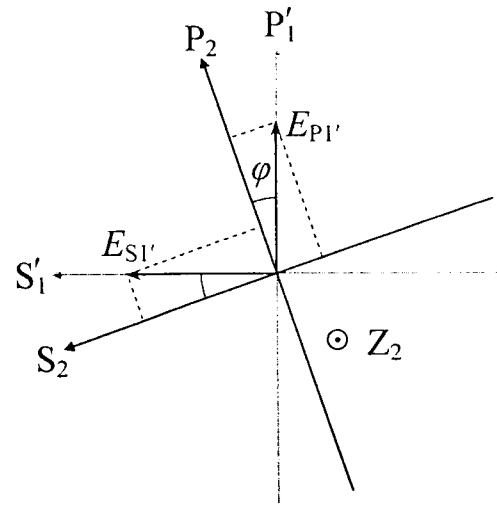


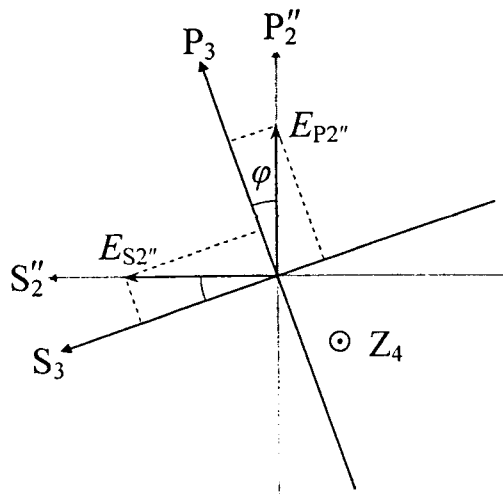
Fig. 6



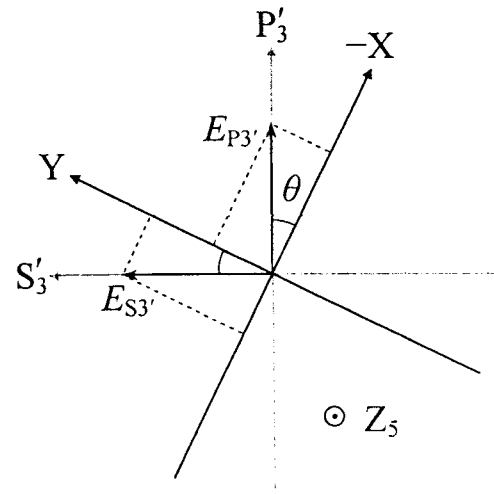
$$\begin{cases} E_{P1} = \cos \theta; \\ E_{S1} = \sin \theta. \end{cases}$$



$$\begin{cases} E_{P2} = E_{P1'} \cdot \cos \varphi + E_{S1'} \cdot \sin \varphi; \\ E_{S2} = -E_{P1'} \cdot \sin \varphi + E_{S1'} \cdot \cos \varphi. \end{cases}$$



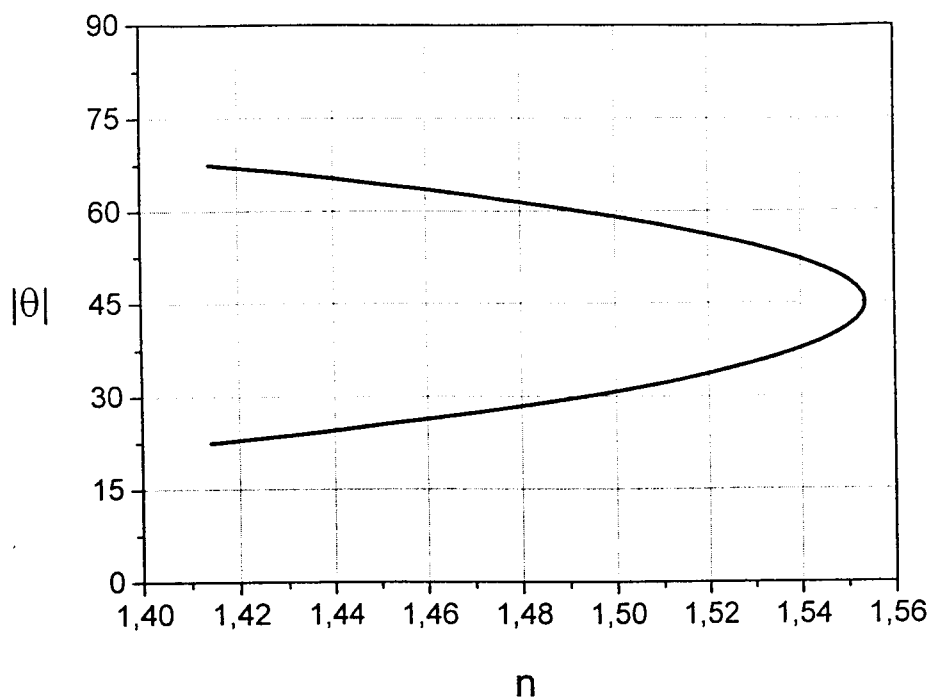
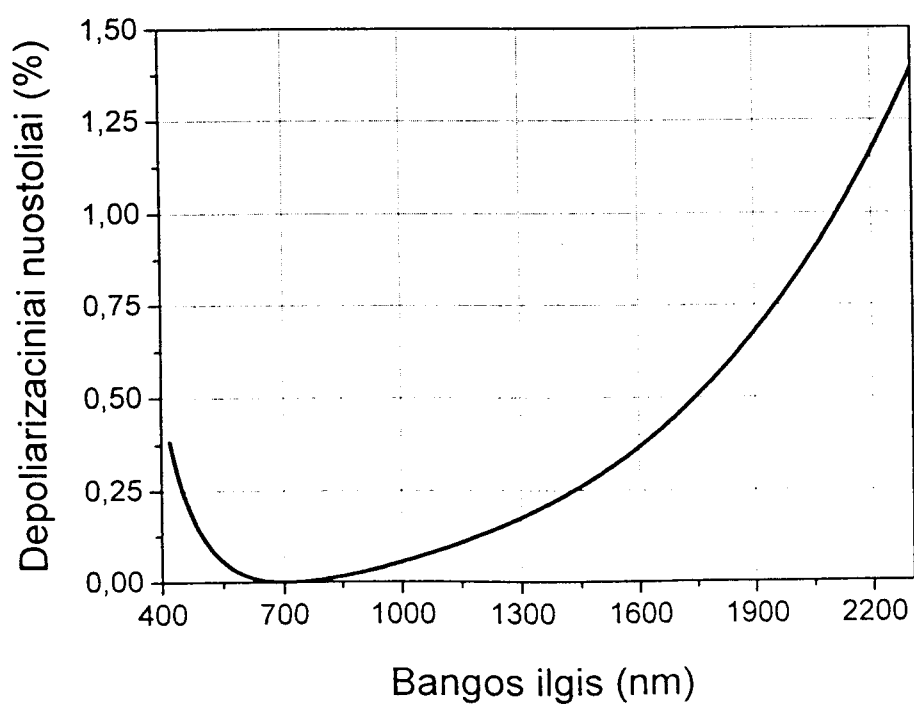
$$\begin{cases} E_{P3} = E_{P2''} \cdot \cos \varphi + E_{S2''} \cdot \sin \varphi; \\ E_{S3} = -E_{P2''} \cdot \sin \varphi + E_{S2''} \cdot \cos \varphi. \end{cases}$$



$$\begin{cases} E_{-X} = E_{P3'} \cdot \cos \theta - E_{S3'} \cdot \sin \theta; \\ E_Y = E_{P3'} \cdot \sin \theta + E_{S3'} \cdot \cos \theta. \end{cases}$$

Fig. 7

6/6

**Fig. 8****Fig. 9**