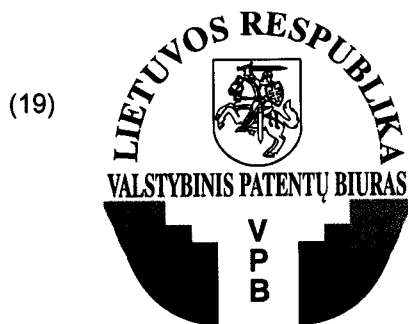




(10) **LT 6028 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **6028** (51) Int. Cl. (2014.01): **H01S 3/00**
- (21) Paraiškos numeris: **2012 085**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2012 09 17**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2014 03 25**
- (45) Patent paskelbimo data: **2014 05 26**
- (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:
Romualdas DANIELIUS, LT
- (73) Patent savininkas:
Uždaroji akcinė bendrovė MOKSLINĖ-GAMYBINĖ FIRMA „ŠVIESOS KONVERSIJA“, Saulėtekio al. 10, LT-10223 Vilnius, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Lina MEŠKAUSKIENĖ, Advokatų kontora Meškauskienė ir Tuzovaitė, A. Mickevičiaus g. 6/Karaimų g. 1, LT-08119 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Regeneratyvinis optinis stiprintuvas, skirtas trumpų impulsų lazeriams, lazerinis šaltinis ir lazerinė sistema

- (57) Referatas:

Šis išradimas suteikia galimybę valdyti regeneratyvinį stiprintuvą naudojant vieną elektro-optinį elementą (2), pavyzdžiui Pokelso narvelį. Efektyvi stiprintuvo geometrija leidžia impulsus išrinkinėti, įleidinėti ir išleidinėti į išvadą naudojant vieną Pokelso narvelį, išstatytą iš esmės optinio rezonatoriaus (1) viduryje tarp dviejų poliarizatorių (5, 6), kur pirmasis poliarizatorius (5) yra naudojamas sustiprinto impulso išleidimui, o antrasis poliarizatorius (6) naudojamas užkrato impulso įleidimui ir sustiprintų nereikalingų ir / arba užkrato impulsų išleidimui. Atsižvelgiant į tai, kad Pokelso narvelis yra viduryje, viena rezonatoriaus pusė dažniausiai yra paliekama tuščia, o kitoje pusėje yra naudojama kaupinama aktyvi terpė (3). Tokios optinės schemos regeneratyvinis stiprintuvas yra ir efektyvus, ir sąlyginai nebrangus. Vienas elektro-optinis jungiklis veikia ir kaip regeneratyvinio stiprintuvo valdymo įrenginys, ir kaip išvado impulsų išskyriklis.

TECHNIKOS SRITIS

Šis išradimas yra susijęs su regeneratyviniais optiniais stiprintuvais, kurie naudoja rezonatorių, stiprinantį trumpus šviesos impulsus, ir įtampos valdomą elektro-optinį elementą, kontroliuojantį optinio stiprintuvo veikimą.

TECHNIKOS LYGIS

Regeneratyviniai stiprintuvai (RA) yra naudojami optinių signalų stiprinimui tam kad padidėtų impulsų energija. Optinių signalų stiprinimas yra pasiekiamas impulsus įleidžiant į regeneratyvinį stiprintuvą ir uždarant juos jame panaudojant aukštos įtampos, dažniausiai kilovoltų srities, valdomus elektro-optinius jungiklius, pavyzdžiui Pokelso narvelius. Minėti optiniai signalai yra vadinami užkrato impulsais.

Regeneratyvinio stiprintuvo aktyvi terpė yra kaupinama šviesos šaltiniais, pavyzdžiui lazeriniais diodais arba išlydžio lempomis. Kaupinimo spinduliuotė sužadina aktyvios terpės atomus, o užkrato impulsai, pralėkdami pro aktyvią terpę, sukelia priverstinį spinduliavimą ir dėl to yra sustiprinami.

Standartiniuose regeneratyviniuose stiprintuvuose poliarizuojantys elektro-optiniai elementai, pvz. Pokelso narveliai, yra išstatyti rezonatoriuje taip, kad pasuktų arba pakeistų užkrato impulso poliarizaciją, tam kad užkrato impulsas būtų uždaromas ir stiprinamas rezonatoriuje. Elektro-optiniai elementai yra valdomi itin greitai keičiant jų elektrodų įtampą. Elektro-optinis elementas neveikia, kol nėra pridėta papildoma įtampa, o kai įtampa pridedama, elementas pasuka arba pakeičia užkrato impulso poliarizaciją. Galima realizuoti ir atvirkštinį variantą, kai Pokelso narvelis suka poliarizaciją kol įtampa nepridėta, o kai įtampa pridedama, krentančio šviesos lauko poliarizacija lieka nepakitusi.

Dažniausiai šalia regeneratyvinio stiprintuvo išvado yra įrengiamas dar vienas elektro-optinis arba akusto-optinis elementas, vadinamas impulsų išskyrikliu. Elektro-optinis arba akusto-optinis elementas, kartu su poliarizatoriumi, veikia kaip impulsų išskyriklis ir priklausomai nuo krentančio šviesos lauko poliarizacijos, nukreipia sustiprintus impulsus į lazerio išvadą arba į pluošto gaudyklę.

JAV patentas, nr. US20040775892, publikuotas 2004 metų balandžio 22-ąją, aprašo regeneratyvinį optinį stiprintuvą, kuriame įtampa ant poliarizuojančių

elementų, pavyzdžiui Pokelso narvelių, yra pridedama naudojant paprastas elektrines grandines. S-poliarizacijos įvado pluošas yra atspindimas poliarizatoriaus ir nukreipiamas į Pokelso narvelį. Įtampa, sukelianti 90 laipsnių poliarizacijos posūkį, yra pridedama ant Pokelso narvelio per laiką, kurį įvado impulsas užtrunka vieną kartą praeiti Pokelso narvelį, atsispindėti ir grįžti į Pokelso narvelį, ir ta pridėta įtampa yra pastoviai palaikoma. Pokelso narvelis pakeičia įvado pluošto poliarizaciją į P, kuriai poliarizatorius yra pralaidus. Vėliau per kiekvieną impulso apėjimą per Pokelso narvelį, jo poliarizacija pakeičiama iš P į S ir atgal į P. Tais pačiais apėjimais impulsas praeina ir lazerinį kristalą, tam kad ne tik impulso poliarizacija būtų pakeista, bet jis būtų ir sustiprinamas. Sustiprintas impulsas yra išleidžiamas, pridedant įtampą VP2, kuri sukelia 90-ties laipsnių poliarizacijos posūkį šviesai, praėjusiai Pokelso narvelį. Šviesos impulso poliarizacija yra pakeičiama į S, kurią poliarizatorius atspindi, ir impulsas yra išleidžiamas iš rezonatoriaus.

PCT paraiška nr. WO2005069963, publikuota 2005 metų spalio 4-ąją, aprašo regeneratyvinį stiprintuvą, kuriame naudojama žemo stiprinimo aktyvi terpė. Sistema yra sukonfigūruota taip, kad iš išvado pluošto būtų eliminuotas užkrato impulsų nutekėjimas, naudojant kuo mažiau vidinių rezonatoriaus elementų. Taipogi, dėl ilgo laiko, per kurį pasiekiamas generacijos slenkstis, o tai yra būdinga žemo stiprinimo regeneratyviniams stiprintuvams, padidėja sustiprintų impulsų signalo - triukšmo santykis. Užuo naudojant Faradėjaus izoliatorių, tai yra pasiekama vienu Pokelso narveliu, išstatytu tarp osciliatoriaus ir stiprintuvo, kad būtų galima išrinkti vieną užkrato impulsą iš rezonatoriaus. Šitaip nereikalingi užkrato impulsai yra nukreipiami kita kryptimi nei sustiprinti išvado impulsai. Tas pats Pokelso narvelis nukreipia iš rezonatoriaus išeinantį sustiprintą impulsą priešinga nei osciliatoriaus kryptimi. Tik vienas papildomas Pokelso narvelis ir vienas poliarizatorius yra reikalingi regeneratyvinio stiprintuvo rezonatoriuje.

Europos patentas, nr. EP1801635, publikuotas 2007 metų birželio 27-tą, aprašo valdomą Pokelso narvelio sistemą, kuri turi jungiklį, galintį pridėti įtampą ant Pokelso narvelio. Pokelso narvelio sistema taip pat turi užlaikymo elementą, kuris leidžia nustatyti tikslų laiką, kai įtampa yra pridedama ant Pokelso narvelio ar nuimama. Tai leidžia pastumti laike įtampos, pridedamos ant Pokelso narvelio, impulsą, tuo pačiu pastumiant laike šviesos impulsą, praėjusį pro Pokelso narvelį ir pro analizatorių, esantį už narvelio. Tokiu būdu įmanoma kontroliuoti pasirinktų

lazerio impulsų amplitudę. Jungiklis gali būti arba paprasta push-pull tranzistorinė schema arba tiltelio grandinė, sudaryta iš dviejų push-pull schemų.

Kelių Pokelso narvelių naudojimas itin padidina regeneratyvinio stiprintuvo kainą. Valdymo grandinės yra labai sudėtingos, nes reikia valdyti ir sinchronizuoti keletą elektro-optinių elementų, taip pat stebėti duomenų registravimą. Taip pat, naudojant papildomą Pokelso narvelį didelio impulsų pasikartojimo dažnio sistemose, jo valdymo elektronika išskiria didelį šilumos kiekį, kuris mažina lazerinės sistemos efektyvumą.

Dauguma ankščiau sukurtų išradimų ir techninių sprendimų užkrato ir išvado pluoštui naudoja ta patį optinį kelią. Užkrato ir sustiprintas pluoštai yra atskiriami optinio kelio vietoje, esančioje už RA rezonatoriaus, naudojant Pokelso narvelį arba Faradėjaus izoliatorių. Tokių optinių sistemų trūkumas yra tas, kad impulsas RA išvade, praeidamas Pokelso narvelį, patiria nuostolių ir jo energija sumažėja, taip pat, Pokelso narvelio kristalas kaista. Taigi, toks optinė schema yra neefektyvi ir gali sukelti papildomų pluošto ar impulso formos iškraipymų.

IŠRADIMO ESMĖ

Siekiant panaikinti trūkumus, nurodytus aukščiau, šis išradimas suteikia galimybę valdyti regeneratyvinį stiprintuvą, naudojant vieną elektro-optinį įrenginį (2), pavyzdžiui Pokelso narvelį. Efektyvi regeneratyvinio stiprintuvo rezonatoriaus geometrija įgalina impulsų išskyrimą, uždarymą ir išleidimą, naudojant vieną Pokelso narvelį, pastatytą rezonatoriaus viduryje. Atsižvelgiant į tai, kad Pokelso narvelis yra viduryje, viena rezonatoriaus pusė dažniausiai yra paliekama tuščia, o kitoje pusėje yra naudojama kaupinama aktyvi terpė. Kitame įgyvendinime, aktyvi terpė gali būti naudojama abiejuose optiniuose keliuose (12,13).

Užkrato impulsas yra įleidžiamas į optinį rezonatorių per vartus, vadinamus įvadu. Sustiprintas impulsas yra išleidžiamas iš rezonatoriaus per kitus vartus, vadinamus išvadu. Nesustiprinti impulsai visada yra išleidžiami iš rezonatoriaus per įvado vartus ir naudojant Faradėjaus rotatorių ar kitą optinį jungiklį nukreipiami į pluošto gaudyklę. Tokios schemos privalumas yra tai, kad sustiprinti impulsai neturi praeiti papildomų optinių komponentų, tokių kaip Faradėjaus rotatorius, o praeina tik pro išvado poliarizatorių, dėl to impulsas patiria mažiau nuostolių ir iškraipymų, taip pat elektro-optinis ir kiti elementai išskiria mažiau šilumos.

Tokios optinės schemos regeneratyvinis stiprintuvas yra ir efektyvus, ir sąlyginai nebrangus. Vienas elektro-optinis jungiklis veikia ir kaip regeneratyvinio stiprintuvo valdymo įrenginys, ir kaip išvado impulsų išskyriklis.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ FIGŪRŲ APRAŠYMAS

Siekiant geriau suprasti išradimą ir įvertinti jo praktinius pritaikymus, toliau yra pateikta brėžinių figūrų. Figūros yra pateiktos tik kaip pavyzdžiai ir jokių būdu neriboja išradimo apimtį.

Fig. 1 iliustruoja principinę regeneratyvinio stiprintuvo schemą, kurioje naudojamas vienas elektro-optinis elementas;

Fig. 2 iliustruoja kitą pavyzdinį optinės rezonatoriaus schemos ir geometrijos įgyvendinimo variantą.

TINKAMIAUSI ĮGYVENDINIMO VARIANTAI

Šiame kontekste elektro-optinis įrenginys (2) yra bet koks optinis elementas, galintis keisti šviesos pluošto poliarizaciją, valdant jį pridėtu elektriniu signalu. Minėtas optinis elementas gali būti valdomas pridėdam elektrinį ir/arba magnetinį lauką, kai elektrinis signalas yra įjungiamas. Įvairiuose taikymuose vienas arba keli netiesiniai kristalai gali būti išstatomi paeiliui tam, kad būtų sumažintos perjungimo įtampų vertės, taip pat, perjungimo įtampos vertę nulemia ir kristalų matmenys. Tam tikruose pritaikymuose pluoštas keletą kartų praeina pro netiesinį Pokelso narvelio kristalą tam, kad pluošto poliarizacija būtų pakeista kelis kartus. Tačiau, elektro-optinio elemento tipas ir konfigūracija neturėtų riboti šio išradimo apimtį, jei tik elementas gali keisti krentančio lazerio pluošto poliarizaciją. Šios srities specialistai gali naudoti įvairiais elektro-optinių elementų konfigūracijas ir taip tinkamai įgyvendinti šį išradimą.

Dėl paprastumo, čia ir toliau regeneratyvinis stiprintuvas yra vadinamas RA, o elektro-optinis elementas vadinamas Pokelsio narveliu (PC), - tai atitinka tinkamiausią įgyvendinimo variantą, kuriame Pokelso narvelis kartu su poliarizatoriumi veikia kaip elektro-optinis jungiklis.

Tinkamiausiame įgyvendinime regeneratyvinis stiprintuvas turi elektro-optinį elementą, pavyzdžiui Pokelso narvelį, įtaisytą RA optinio rezonatoriaus (1) viduryje.

Šiame kontekste terminai "vidurys", "centras" arba "centruotas" yra

naudojami apibrėžti Pokelso narvelio vietą, kaip atskaitos tašką naudojant rezonatoriaus galinius veidrodžius (8,7). Optinis kelias nuo kiekvieno iš minėtų galinių veidrodžių (7, 8) iki Pokelso narvelio (2) turi būti pakankamai ilgas, kad kol impulsas keliauja nuo Pokelso narvelio iki vieno iš veidrodžių (7, 8) ir atgal, Pokelso narvelis būtų perjungiamas iš vienos būsenos į kitą. Dažniausiai Pokelso narvelio perjungimo laikas yra keletas arba dešimtys nanosekundžių, taigi kiekvienas optinis kelias turi būti parinktas taip, kad impulsas jame keliautų ilgiau negu užtrunka perjungti Pokelso narvelį (2). Pavyzdžiui, jeigu perjungimo laikas yra 6 nanosekundės, optinis impulsas turi keliauti iki galinio veidrodžio ir atgal apie 10 nanosekundžių. Paprastumo dėlei galime padalinti RA optinį rezonatorių (1) į dvi dalis arba du optinius kelius, t.y pirmasis optinis kelias (12) tęsiasi nuo vienos Pokelso narvelio (2) pusės iki galinio veidrodžio (7), o antrasis optinis kelias (13) tęsiasi nuo kitos Pokelso narvelio pusės (2) iki kito galinio veidrodžio (8).

Tinkamiausiame įgyvendinime, RA (1) turi du poliarizatorius (5, 6), išstatytus abiejose PC pusėse (2). Pusbangė plokštelė (4) yra pastatyta tarp pirmojo poliarizatoriaus (5) ir Pokelso narvelio. Ji pasuka krentančio pluošto poliarizaciją per 90 laipsnių. Jeigu rezonatoriaus dizaine yra naudojama pusbangė plokštelė, du minėti poliarizatoriai (5, 6) yra orientuojami lygiagrečiai vienas kito atžvilgiu, tai reiškia, kad jie abu atspindi arba p, arba s poliarizaciją. Pirmasis poliarizatorius (5), priklausomai nuo krentančio impulso poliarizacijos, nukreipia impulsą arba į antrąjį rezonatoriaus (1) optinį kelią (13), arba į RA išvadą. Lygiai taip pat antrasis poliarizatorius (6) nukreipia impulsą arba į pirmąjį optinį kelią (12), arba į RA įvadą, tačiau šiuo atveju impulso poliarizacija yra dar kartą pakeičiama poliarizacijos rotatoriaus (10) ir kitu poliarizatoriumi (11) impulsas yra nukreipiamas į pluošto gaudyklę (9).

Kitame įgyvendinimo variante, jeigu poliarizatorių (5, 6) ašys yra sukryžiuotos viena kitos atžvilgiu, pusbangė (4) plokštelė yra nenaudojama.

Kitame įgyvendinimo variante poliarizacijos sukimą atlieka ketvirčio bangos plokštelė. Po vieno impulso praėjimo, ketvirčio bangos plokštelė pakeičia poliarizaciją į apskritiminę, kas dažnai yra vadinama 45 laipsnių pasukimu. Jeigu vietoje pusbangės plokštelės yra naudojama ketvirčio bangos plokštelė, impulsas turi praeiti ją du kartus, kad jo poliarizacija būtų pasukta 90 laipsnių. Atitinkamai turėtų būti naudojamas ir Pokelso narvelis. Šis įgyvendinimo variantas suteikia akivaizdų

pranašumą - Pokelso narvelio junginėjimui gali būti naudojamos mažesnės įtampos, t.y ketvirčio bangos įtampa.

Kitame įgyvendinimo variante vietoje pluošto gaudyklės yra suformuojamas antras RA išvadas. Tokioje sistemoje RA turi du išvadus ir elektro-optinį jungiklį (2), kuris išrūšiuoja sustiprintus impulsus ir pasirinktinai nukreipia juos į vieną arba kitą išvadą. Tai yra pasiekama keičiant Pokelso narvelio (2) būseną, kol sustiprintas impulsas keliauja atitinkamais optiniais keliais (12, 13):

jeigu sustiprintas impulsas keliauja pirmuoju optiniu keliu (12), jis yra nukreipiamas į pagrindinį RA išvadą (RA Out)

jeigu sustiprintas impulsas keliauja antruoju optiniu keliu (13), jis yra nukreipiamas link RA įvado ir išleidžiamas trečiuoju poliarizatoriumi (11).

Kitame įgyvendinimo variante, vietoje fazinės plokštelės (4), ant Pokelso narvelio gali būti pridėta nuolatinė įtampos dedamoji.

Sustiprintų impulsų nukreipinėjimas į du išvadus gali būti vadinamas impulsų išskyrimu. Pagal ankstesnius išradimus, impulsų išskyrimą atlieka papildomas Pokelso narvelis, o šiame išradime tai yra eliminuojama.

Tam, kad šis išradimas būtų įgyvendintas, galima naudoti keletą optinių schemų. Dvi pavyzdinės optinės schemos yra aprašytos žemiau. Pateikti pavyzdžiai neturėtų riboti šio išradimo apsaugos apimtį, kadangi šios srities specialistai, gali panaudoti bendrąsias žinias ir gebėjimus sukurti kitokį optinį rezonatorių, nekeisdami šio išradimo esmės.

Pavyzdys nr.1

Šiame įgyvendinimo varianto pavyzdyje, RA įvadas, Pokelso narvelis (2), poliarizatoriai (5, 6), pusbangė plokštelė (4) ir RA išvadas yra išstatyti iš esmės vienoje tiesėje, kaip parodyta Fig.1. Paprastumo dėlei, čia ir toliau užkrato impulsų voros poliarizacija bus vadinama "p poliarizacija", o perjungta statmena poliarizacija bus vadinama "s poliarizacija".

Pirmasis poliarizatorius (5), kuris yra išvado pusėje PC atžvilgiu, yra išstatytas taip, kad atspindėtų s poliarizaciją. Kol PC (2) nėra įjungtas ir nekeičia osciliatoriaus užkrato impulsų poliarizacijos, ją iš p į s pasuka tik pusbangė plokštelė,

o pirmasis poliarizatorius (5) nukreipia impulsus link antrojo optinio kelio (13).

Šiame pavyzdiniame įgyvendinime, kai užkrato impulsas lieka nesustiprintas, RA veikia šitaip:

užkrato impulsų vora per RA įvadą yra įleidžiama į RA rezonatorių;

impulsui praėjus pro išjungtą Pokelso narvelį (2) jo poliarizacija nepakinta ir lieka p, o praėjus pro pusbangę plokštelę (4), poliarizacija yra pasukama iš p į s.

pirmas poliarizatorius (5) atspindi impulsą į antrąjį optinį kelią (13);

impulsas keliauja antru optiniu keliu (13) ir atsispindi nuo antrojo galinio veidrodžio (8);

pirmasis poliarizatorius (5) atspindi impulsą link pusbangės plokštelės (4) ir Pokelso narvelio (2);

impulso poliarizaciją suka tik pusbangė plokštelė (4), dėl to ji tampa kaip ir krintančio pluošto;

impulsas yra išleidžiamas iš RA rezonatoriaus (1) įvado kryptimi, praeidamas pro antrąjį poliarizatorių (6), impulso poliarizaciją pasuka Faradėjaus rotatorius arba kitas panašus įtaisas;

trečiasis poliarizatorius (11) atspindi impulsą ir nukreipia jį į pluošto gaudyklę (9) arba antrąjį išvadą.

Tuo atveju, kai norima impulsą sustiprinti rezonatoriuje (1), Pokelso narvelis yra įjungiamas tada, kai impulsas yra antrajame optiniame kelyje (13). Toliau viskas vyksta šitaip:

užkrato impulsas iš RA įvado keliauja į rezonatorių (1);

impulsas keliauja pro išjungtą Pokelso narvelį (2) ir pusbangę plokštelę (4), kuri poliarizaciją pasuka iš p į s;

pirmasis poliarizatorius (5) atspindi impulsą į antrąjį optinį kelią (13);

impulsas keliauja antru optiniu keliu (13) ir atsispindi nuo antrojo galinio veidrodžio (8);

pirmasis poliarizatorius (5) atspindi grįžtantį impulsą link pusbangės plokštelės (5) ir Pokelso narvelio (2), šiuo atveju PC (2) yra įjungtas, taigi poliarizacija

yra pasukama du kartus ir gaunama s poliarizacija;

antrasis poliarizatorius (6) atspindi s poliarizacijos impulsą į pirmąjį (12) RA rezonatoriaus (1) optinį kelią;

impulsas yra sustiprinimas aktyvioje terpėje (3);

impulsas atsispindi nuo pirmojo galinio veidrodžio (7) ir grįžta atgal į rezonatorių (1) tolimesniam stiprinimui;

PC (2) laikomas įjungtas tol, kol impulsas per keletą apėjimų rezonatoriuje (1) yra sustiprinamas;

Kai nuo Pokelso narvelio (2) yra nuimama įtampa, sustiprintas impulsas yra išleidžiamas iš RA rezonatoriaus (1); jeigu įtampa yra nuimama kol impulsas keliauja pirmuoju optiniu keliu (12), jis yra išleidžiamas pro RA išvadą; jeigu įtampa yra nuimama kol impulsas keliauja antruoju optiniu keliu (13), jis yra išleidžiamas pro RA įvadą, t.y. į pluošto gaudyklę arba antrąjį išėjimą.

Laikas, per kurį įjungiamas Pokelso narvelis turi būti trumpesnis, negu impulso apėjimo pirmame arba antrame (12, 13) optiniuose keliuose laikas. Tinkamiausiu atveju pirmame optiniame kelyje (12) yra aktyvi terpė (3). Aktyvi terpė (3) yra žadinama kaupinimo moduliu (nenurodyta figūrose). Reikia turėti omenyje, kad impulsas bus nukreipiamas į RA išvadą tik tada, jeigu įtampa nuo Pokelso narvelio bus nuimama kai impulsas sklinda pirmame optiniame kelyje (12). Kai įtampa yra nuimta, Pokelso narvelis (2) nebekeičia impulso poliarizacijos, tačiau ją keičia pusbangė plokštelė (4). Paskui sustiprintas impulsas pirmuoju poliarizatoriumi (5) yra nukreipiamas į RA išvadą.

Reikia turėti omenyje, kad kol užkrato impulsas yra įvedamas į rezonatorių stiprinimui, likusi užkrato impulsų voros dalis praeina pro du poliarizatorius (5, 6), Pokelso narvelį (2) ir pusbangę plokštelę (4) ir yra tiesiogiai nukreipiama į RA išvadą. Taip sumažėja išvado kontrastas, tačiau dažniausiai sustiprinto ir užkrato impulsų energijos santykis skiriasi keliomis eilėmis, todėl neigiama įtaka išvado kontrastui yra minimali.

Kitame įgyvendinimo variante papildomas optinis jungiklis yra statomas išvade tam kad būtų eliminuojami užkrato impulsai. Toks optinis jungiklis galėtų būti akusto-optinis elementas arba dar vienas Pokelso narvelis. Tačiau tai galėtų būti

reikalinga specifiniais atvejais, kai išvado kontrastas yra labai svarbus.

Pavyzdys nr.2

Figūra nr.2 iliustruoja dar vieną pavyzdinį įgyvendinimo variantą, kuriame RA rezonatoriaus (1) geometrija yra tiesinė. Turėtų būti suprantama, kad optinių kelių ilgis gali būti itin reikšmingas, taigi gali tekti naudoti papildomus veidrodžius minėtuose optiniuose keliuose (12, 13) tam, siekiant padaryti juos kuo labiau kompaktiškus. Tas pats yra pritaikoma ir Pavyzdžiui nr. 1, kurio optinė schema yra pavaizduota Fig. 1. RA įvado ir išvado dalys yra išstatytos taip, kad užkrato impulsai būtų įleidžiami į RA rezonatorių (1), o sustiprinti impulsai būtų išleidžiami dėl atspindžių nuo poliarizatorių (5, 6).

Šiame pavyzdiniame įgyvendinime, kai impulsas yra sustiprinamas, RA veikimas pagrįstas žemiau paminėtais punktais paeiliui:

Papildomas Pokelso narvelis gali būti naudojamas, jeigu reikalaujamas itin aukštas impulsų kontrastas išvade

p poliarizacijos užkrato impulsas atsispindi nuo antrojo poliarizatoriaus (6) ir nukreipiamas link Pokelso narvelio (2);

pusbangė plokštelė (4) pakeičia impulso poliarizaciją į s;

impulsas praeina pro pirmąjį poliarizatorių (5);

impulsas atsispindi nuo galinio veidrodžio (8);

impulsas praeina pro pirmąjį poliarizatorių (5);

kai impulsas keliauja pro pusbangę plokštelę, jo poliarizacija yra pakeičiama į p;

poliarizacija dar kartą yra pakeičiama, impulsui pralėkus pro aktyvuotą Pokelso narvelį (2), rezultate impulso poliarizacija yra s;

impulsas praeina pro antrąjį poliarizatorių (6) ir patenka į pirmąjį optinį kelią (12);

impulsas yra sustiprinamas aktyvioje terpėje (3);

impulsas atlieka keletą apėjimų tarp galinių veidrodžių (7, 8) RA rezonatoriuje, Pokelso narvelis (2) ir pusbangė plokštelė kompensuoja vienas kitą ir nedaro jokios įtakos; kiekvieną kartą impulsui praėjus aktyvią terpę (3) jis yra sustiprinamas;

kai impulsas keliauja pirmuoju optiniu keliu (12), Pokelso narvelis (2) yra išjungiamas ir impulso poliarizaciją keičia tik pusbangė plokštelė (4). Pirmasis poliarizatorius (5) atspindi impulsą ir nukreipia jį į RA išvadą.

Kitame įgyvendinimo variante, Pokelso narvelis (2) yra išstatytas taip, kad keistų krentančio pluošto poliarizaciją, nors narvelio neveikia jokia įtampa, taigi Pokelso narvelio (2) veikimas yra priešingas, lyginant su kitais įgyvendinimo variantais.

Kitame įgyvendinimo variante optiniame rezonatoriuje (1) nėra pusbangės plokštelės. Tokiame įgyvendinime poliarizatorių (5, 6) ašys yra sukryžiuotos viena kitos atžvilgiu.

Kitame įgyvendinimo variante Pokelso narvelio (2) įjungimas yra užlaikomas tam, kad sustiprintas impulsas jį praeitų per įtampos augimo / kritimo laikus, t.y. būsenoje, kai Pokelso narvelis (2) nėra pilnai įjungtas ar išjungtas. Rezultate sustiprinto impulso poliarizacija yra pasukama tik iš dalies ir tik dalis impulso praeina pro pirmąjį poliarizatorių (5) arba atsispindi nuo jo. Likusi impulso dalis keliauja pirmyn ir atgal antruoju optiniu keliu (13), atsispindi nuo pirmojo poliarizatoriaus (5) ir yra nukreipiama link pluošto gaudyklės (9).

Toks veikimo režimas leidžia keisti impulso energiją nekeičiant aktyvios terpės kaupinimo galios, taigi regeneratyvinis stiprintuvas veikia stabiliau.

Kitame įgyvendinimo variante abu optiniai keliai (12, 13) turi aktyvias terpes tam, kad impulsas vienu apėjimu būtų kuo labiau sustiprinamas. Toks įgyvendinimas leidžia didesnę stiprinimą, kita vertus daug sunkiau išlaikyti impulso stabilumą.

Šios srities specialistui, turėtų būti akivaizdu, kad bet kuriame optiniame kelyje (12,13) galima naudoti keletą aktyvių terpių ir kad aktyvių terpių konfigūracija neturėtų riboti šio išradimo apsaugos ribų.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Regeneratyvinis optinis stiprintuvas, susidedantis bent iš optinio rezonatoriaus (1), apriboto dviem galiniais veidrodžiais (7, 8), ir elektro-optinio elemento (2), išstatyto taip, kad paveikus elektriniu signalu pakeistų krentančio pluošto poliarizaciją, besiskiriantis tuo, kad minėtas elektro-optinis elementas (2) yra išstatytas iš esmės optinio rezonatoriaus (1) viduryje taip, kad optinių kelių (12, 13), besitęsiančių nuo elektro-optinio elemento (2) iki galinių veidrodžių (7, 8), ilgis yra pakankamai didelis tam, kad elektro-optinis elementas spėtų persijungti iš vienos būsenos į kitą, kol šviesos impulsas keliauja viename iš minėtų optinių kelių (12, 13).

2. Regeneratyvinis stiprintuvas pagal 1 apibrėžties punktą, besiskiriantis tuo, kad minėtas elektro-optinis elementas (2) yra Pokelso narvelis.

3. Regeneratyvinis stiprintuvas pagal 1 arba 2 apibrėžties punktus, besiskiriantis tuo, kad du poliarizatoriai (5, 6) yra išstatyti iš abiejų elektro-optinio elemento (2) pusių.

4. Regeneratyvinis optinis stiprintuvas pagal 3 apibrėžties punktą, besiskiriantis tuo, kad minėtų poliarizatorių ašys yra sukryžiuotos viena kitos atžvilgiu.

5. Regeneratyvinis optinis stiprintuvas pagal 3 apibrėžties punktą, besiskiriantis tuo, kad minėtų poliarizatorių (5, 6) ašys yra lygiagrečios viena kitai ir kad pusbangė plokštelė (4) yra išstatyta tarp elektro-optinio elemento (2) ir vieno iš poliarizatorių (5, 6).

6. Regeneratyvinis optinis stiprintuvas pagal 3 apibrėžties punktą, besiskiriantis tuo, kad dviejų minėtų poliarizatorių (5, 6) ašys yra lygiagrečios viena kitai ir nuolatinė įtampas dedamoji yra pridėta ant elektro-optinio elemento (2).

7. Regeneratyvinis stiprintuvas pagal vieną iš 3—6 apibrėžties punktų, besiskiriantis tuo, kad pirmasis poliarizatorius (5) yra naudojamas išleisti sustiprintą impulsą iš optinio rezonatoriaus (1) ir antrasis poliarizatorius (6) yra naudojamas įleisti užkrato impulsus ir išleisti nesustiprintus užkrato ir / arba sustiprintus nereikalingus impulsus iš optinio rezonatoriaus (1) kita kryptimi negu regeneratyvinio stiprintuvo išvado kryptis, tinkamiausiu atveju regeneratyvinio stiprintuvo įvado kryptimi.

8. Regeneratyvinis stiprintuvas pagal 7 apibrėžties punktą, besiskiriantis tuo, kad yra suformuotas antrasis išvadas impulsams, išleidžiamiems užkrato įvado kryptimi, kur impulsai yra išvedami panaudojant Faradėjaus rotatoriaus (10) ir poliarizatoriaus (11) sistemą.

9. Regeneratyvinis optinis stiprintuvas pagal vieną iš 1 - 8 apibrėžties punktų, besiskiriantis tuo, kad elektro-optinis elementas (2) yra suderintas taip, kad impulsas keliauja pro elektro-optinį elementą įtampos kilimo / kritimo etapų metų ir impulso energija sumažėja dėl dalinio praėjimo pro vieną iš poliarizatorių (5, 6), impulsus išleidžiant iš stiprintuvo.

10. Regeneratyvinis stiprintuvas pagal vieną iš 1—9 apibrėžties punktų, besiskiriantis tuo, kad papildomas impulsų išskyriklis yra išstatytas prie stiprintuvo išvado, minėtas impulsų išskyriklis yra elektro-optinis arba akusto-optinis įrenginys.

11. Lazerinis šaltinis, turintis bent regeneratyvinį optinį stiprintuvą, besiskiriantis tuo, kad naudojamas regeneratyvinis optinis stiprintuvas pagal vieną iš 1—10 apibrėžties punktų.

12. Lazerinis šaltinis pagal 11 apibrėžties punktą, besiskiriantis tuo, kad

lazeris yra pikosekundinės arba femtosekundinės impulsų trukmės impulsinis lazeris.

13. Lazerinis šaltinis pagal 11 arba 12 apibrėžties punktą, besiskiriantis tuo, kad lazeris turi du išvadus.

14. Lazerinė sistema, turinti bent impulsinį lazerį, besiskirianti tuo, kad lazerinis šaltinis turi regeneratyvinį stiprintuvą pagal vieną iš 1—10 apibrėžties punktų.

15. Lazerinė sistema, pagal 14 apibrėžties punktą, besiskirianti tuo, kad minėta sistema yra pritaikyta veikti kaip medicininis lazeris.

16. Lazerinė sistema, pagal 14 apibrėžties punktą, besiskirianti tuo, kad minėta sistema yra pritaikyta medžiagų apdirbimui.

17. Lazerinė sistema, pagal 14 apibrėžties punktą, besiskirianti tuo, kad minėta sistema yra lazerinės spektroskopijos sistema.

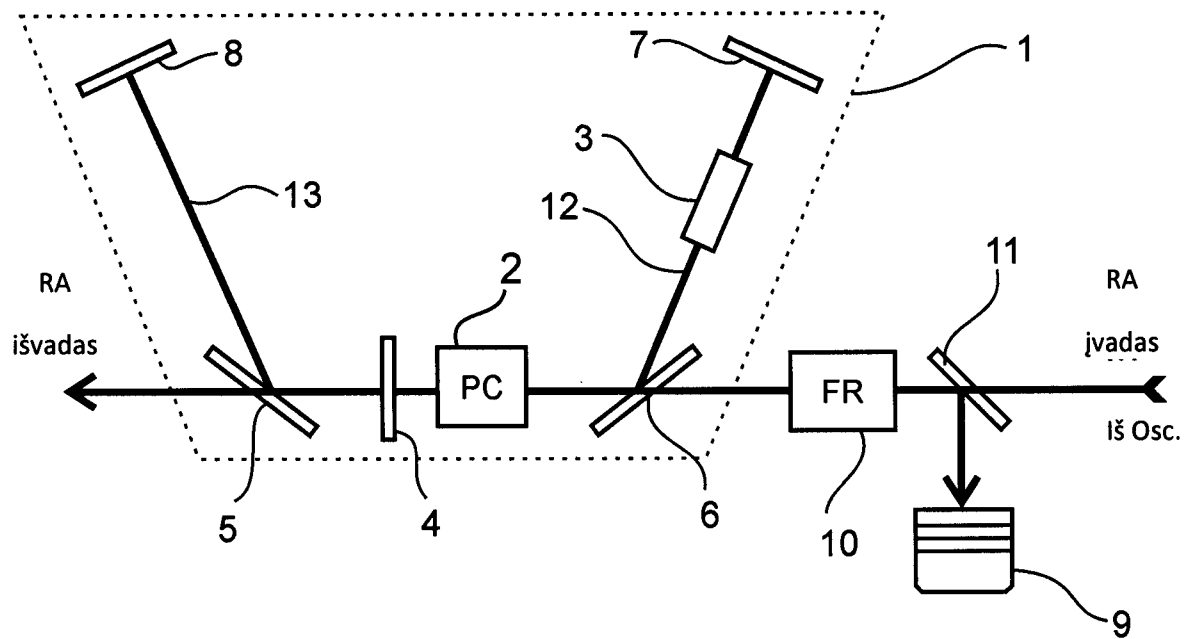


Fig. 1

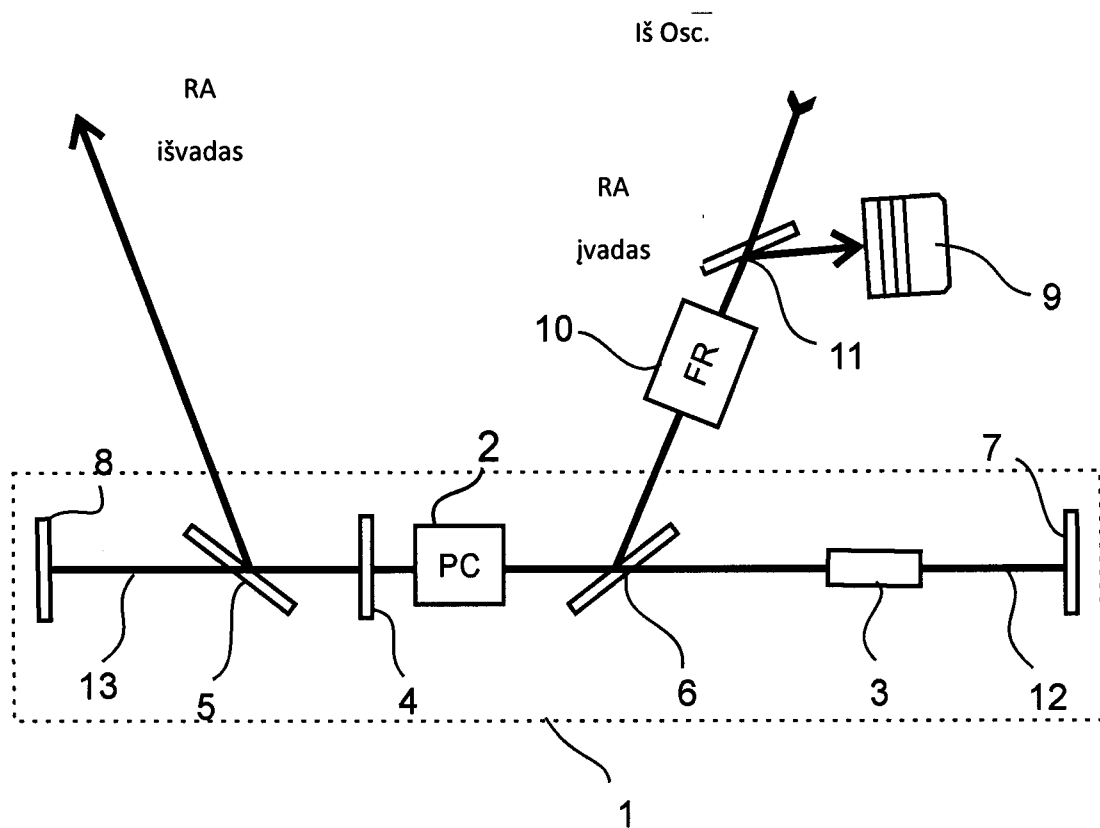


Fig. 2