

(19)



(10) **LT 6021 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6021**

(51) Int. Cl. (2014.01): **H01S 3/00**

(21) Paraiškos numeris: **2012 074**

(22) Paraiškos padavimo data: **2012 08 16**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2014 02 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2014 04 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:

Jonas JONUŠKA, LT

(73) Patent savininkas:

Integrated Optics, UAB, Saulėtekio al. 15, LT-10224 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:

Lazeris, veikiantis aktyvios modų sinchronizacijos ir rezonatoriaus iškrovos režimu

(57) Referatas:

Šis išradimas pateikia metodą valdyti modų sinchronizacijos ir rezonatoriaus iškrovos režimu veikiantį lazerinį šaltinį, naudojant vieną elektro-optinį jungiklį arba moduliatorių, pavyzdžiui Pokelso narvelį, išvengiant multipleksavimo tarp dviejų skirtingų įtampos šaltinių. Sudėtinga elektrinio signalo, kuris valdo Pokelso narvelį (2), forma yra pasiekama panaudojant reiškinių, vadinamą LC kontūro rezonansu, kur LC kontūras yra formuojamas iš induktyvinio elemento ir kondensatoriaus, kur pats Pokelso narvelis veikia kaip kondensatorius. Rezonansinis dažnis turėtų būti skaičiuojamas taip, kad virpesių periodas būtų du kartus ilgesnis nei vienas šviesos impulso apėjimas rezonatoriuje. Rezultate, nuostoliai rezonatoriuje yra sukuriama per laiką, sutampantį su šviesos impulso kelionės laiku, tokiu būdu impulso susidarymas yra nuoseklus ir pastovus.

TECHNIKOS SRITIS

Šis išradimas yra susijęs su lazeriais ir optiniais stiprintuvais, kurie naudoja rezonatorių, sustiprinantį šviesą ir įtampa valdomą elektro-optinį elementą, kontroliuojantį optinio stiprintuvo veikimą. Konkrečiai, šis išradimas yra susijęs su savaime susižadinančiais impulsiniais lazeriais, kurių veikimas pagrįstas aktyvia modų sinchronizacija.

TECHNIKOS LYGIS

Trumpų impulsų lazeriai yra gaminami, naudojant įvairius veikimo principus. Vienas iš populiariausių pikosekundinės ir sub-pikosekundinės impulso trukmės lazerių veikimo principų yra modų sinchronizacija, kurią realizuojant trumpas impulsas yra suformuojamas lazerio rezonatoriuje tuo atveju, jei išilginių rezonatoriaus modų arba tiksliau, lazerio išvesties spektro linijų, fazės yra suderinamos. Paprastai tokį lazerinį šaltinį sudaro rezonatorius su jame esančia aktyvia terpe ir su aktyviu arba pasyviu elementu, sukuriančiu rezonatoriaus nuostolius per laiką, atitinkantį impulso apėjimo trukmę minėtame rezonatoriuje. Pasyvieji elementai dažniausiai yra įsisotinantys sugėrikliai, kurių pralaidumas šviesos impulsui didėja (mažėja), priklausomai nuo didėjančio (mažėjančio) impulso optinio intensyvumo.

Aktyvi modų sinchronizacija atliekama naudojant akusto-optinius, elektro-optinius modulatorius, Mach-Zehnder integruotos-optikos modulatorius ar puslaidininkinius elektro-sugerties modulatorius. Moduliacija yra sinchronizuojama su rezonatoriaus apėjimais ir taip dažniausiai yra pasiekama pikosekundinių impulsų generacija.

Kadangi įsisotinantys sugėrikliai turi ganėtinai trumpą atsistatymo laiką, lyginant su aktyvių moduliatorių moduliacijos dažniu, impulso trukmės, pasiekiamos naudojant pasyvią modų sinchroniziją paprastai yra trumpesnės.

Modų sinchronizacijos režimu veikiantys lazeriais dažniausiai pasižymi dideliu impulsų pasikartojimo dažniu, bet maža impulso energija. Tačiau, jeigu pageidaujama didesnė impulso energija, yra naudojami kiti spinduliuotės stiprinimo metodai, pvz., rezonatoriaus iškrovos arba regeneratyvaus stiprinimo.

Regeneratyvus stiprinimas yra galingas metodas stiprinti mažos energijos

impulsus atskirame rezonatoriuje. Impulsas iš modų sinchronizacijos režimu veikiančio lazerio yra įleidžiamas į RA rezonatorių per optinį jungiklį, sudarytą iš elektro-optinio modulatoriaus ir poliarizatoriaus. Per keletą RA rezonatoriaus apėjimų, impulsas yra itin sustiprinamas ir išvedamas, naudojant tą patį arba atskirą optinį jungiklį. Šis metodas garantuoja didelį stiprinimą, tačiau optinis dizainas reikalauja brangių komponentų ir jį gana sudėtinga realizuoti.

Rezonatoriaus iškrova yra dar vienas stiprinimo metodas, kuriame optinis jungiklis išveda sustiprintą impulsą iš rezonatoriaus. Rezonatorių galima vienu metu valdyti tiek modų sinchronizacijos, tiek kokybės moduliacijos principais. Šiuo atveju optinis jungiklis yra akusto-optinis modulatorius arba elektro-optinis modulatorius, pvz. Pokelso narvelis.

Rezonatoriaus iškrova yra retai naudojama aktyvios modų sinchronizacijos lazeriuose. Toks principas yra sudėtingas, nes tenka naudoti kelis optinius modulatorius - vieną aktyviai modų sinchronizacijai, kitą - rezonatoriaus iškrovai. Pvz., Pokelso narvelis gali būti naudojamas rezonatoriaus iškrovai, o akusto-optinis modulatorius galėtų būti naudojamas sukurti periodinius nuostolius rezonatoriuje arba atvirkščiai.

JAV patentas Nr. 4,375,684 aprašo techniką, kur vienas ir tas pats vienas elementas, patalpintas rezonatoriuje, yra naudojamas aktyviai modų sinchronizacijai, kokybės moduliacijai ir iškrovai paeiliui. Pokelso narvelis arba kitas poliarizacijos sukimo įtaisas aktyvuojamas, įjungiant aukštą įtampą jo elektroduose, norint užkirsti kelią spinduliuotės kaupimuisi rezonatoriuje, tada perjungiamas kad būtų pasiekama modų sinchronizacija, periodiškai keičiant narvelio elektrodų įtampą ir galų gale pridėdama įtampą, taip išvedant vieną sinchronizuotą modų impulsą. Paeiliui vykstanti operacija leidžia naudoti vieną elektro-optinį elementą ir vieną elektrodų porą. Kokybės moduliacija, modų sinchronizacija ir iškrova yra pasiekiamos išnaudojant tą patį fizikinį efektą kristale - poliarizacijos sukimą.

Metodas, aprašytas pirmiau numato atvejį, kai vienas elektro-optinis modulatorius gali visiškai kontroliuoti visą lazerinę sistemą. Tačiau minėto patento aprašymas ir apibrėžtis pateikia variantą, kai Pokelso narvelio įtampa yra įjungama iš kelių skirtingų elektros šaltinių ir junginėjimas, t. y. multipleksavimas, atliekamas, siekiant perkelti elektrinį kontaktą nuo vieno šaltinio (virpesių įtampos) prie kito šaltinio (nuolatinės įtampos tiekimo). Toks junginėjimas yra sudėtingas, nes norint

valdyti junginėjimą tarp šių dviejų šaltinių, turi būti naudojami labai greiti ir brangūs elektriniai perjungėjai. Be to, tarp šių dviejų režimų turėtų būti išlaikomas idealus fazių suderinimas, - tai taip pat yra sudėtinga.

JAV patentas Nr. 7,929,579 aprašo kitą šio principo patobulinimą. Čia aprašomi prietaisai ir principai yra naudojami tokiems taikymams, kur lazerinė spinduliuotė turi reikiamas charakteristikas, pvz. pakankamai mažą impulso trukmę ir/arba pakankamai didelę impulso energiją, naudojamą foto-mechaniniuose odos pigmentacijų ir pigmentinių žaizdų, natūraliai atsirandančių (pvz. apgamai) arba dirbtinių (pvz. tatuiruotės), šalinime ir gydyme. Lazerinė spinduliuotė gali būti generuojama prietaisu, turinčiu rezonatorių, kuris gali būti perjunginėjamas tarp sinchronizuotų modų ir stiprinimo režimų. Perjunginėjimas tarp režimų yra realizuojamas prijungiant nuo laiko priklausančią įtampos nuolatinę dedamąją, turinčią bangos formas, kaip pateikta aprašyme, prie elektro-optinio prietaiso, orientuoto išilgai rezonatoriaus optinės ašies.

Šis patentas aprašo Pokelso narvelio valdymo metodą naudojant perjungimo schemą, kuri leidžia naudoti tranzistorinį perjunginėjimą tarp kelių energijos šaltinių. Tačiau tokia sistema taip pat yra labai sudėtinga ir brangi dėl joje naudojamos elektronikos.

IŠRADIMO ESMĖ

Siekiant panaikinti trūkumus, nurodytus aukščiau, šis išradimas suteikia galimybę valdyti sinchronizuotų modų lazerinį šaltinį, naudojant vieną elektro-optinį moduliatorių (2), pvz. Pokelso narvelį, išvengiant multipleksavimo tarp dviejų įtampos šaltinių.

Minėtas elektro-optinis moduliatorius (2) yra maitinamas iš vienos elektrinės grandinės, turinčios būseną, atitinkančią aukštą nuolatinę įtampos dedamąją ir būseną, atitinkančią virpesinę įtampą, apeinant multipleksavimą. Sudėtinga elektrinio signalo, kuris valdo Pokelso narvelį (2), forma yra pasiekama išnaudojant reiškinių, vadinamą LC kontūro rezonansu, kur LC kontūras yra formuojamas iš induktyvinio elemento ir kondensatoriaus, kur pats Pokelso narvelis veikia kaip kondensatorius. Pokelso narvelių talpa paprastai yra diapazone nuo 1 iki 20 piko faradų. Rezonansinis dažnis apskaičiuojamas, naudojant šią formulę kurioje L yra induktyvinio elemento induktyvumas ir C_{PC} yra Pokelso narvelio talpa. Jei reikia,

talpos vertė gali būti didinama prijungiant kitą kondensatorių lygiagrečiai Pokelso narveliui.

Rezonansinis dažnis turėtų būti skaičiuojamas taip, kad virpesių periodas būtų du kartus ilgesnis nei vienas šviesos impulso apėjimas rezonatoriuje. Rezultate, nuostoliai rezonatoriuje yra sukuriama per laiką, sutampantį su šviesos impulso kelionės laiku, tokiu būdu impulso susidarymas yra nuoseklus ir pastovus.

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 supaprastintą lazerio rezonatoriaus optinę schemą;

Fig. 2 iliustruoja vieną pavyzdinę elektrinę schemą, skirtą kontroliuoti elektro-optinį elementą. + HV rodo aukštos įtampos šaltinį; SW1, SW2 yra aukštos įtampos jungikliai; C_{pc} - Pokelso narvelis; L - induktyvinis elementas; R1 - SW2 rezistorius, kompensuojantis krūvio nutekėjimą po išjungimo, neleidžiantis įsikrauti C_{pc} (Pokelso narveliui);

Fig. 3 iliustruoja kitą pavyzdinę elektrinės schemos variantą, skirtą elektro-optinio elemento valdymui; naudojamų simbolių prasmės yra tokios pat kaip ir Fig.2, išskyrus tai, kad R1 - rezistorius, naudojamas iškrauti kondensatorių C, o R2 - rezistorius, naudojamas iškrauti Pokelso narvelį (C_{pc});

Fig. 4 iliustruoja kitą pavyzdinę elektrinės schemos variantą, skirtą elektro-optinio elemento valdymui; ši grandinė turi tik vieną aukštos įtampos jungiklį.

TINKAMIAUSI ĮGYVENDINIMO VARIANTAI

Tinkamiausias šio išradimo įgyvendinimas yra lazerinis šaltinis, kurį sudaro bent vienas rezonatorius, apribotas dviem galiniais veidrodžiais. Minėtas rezonatorius apima aktyvią terpę (1) ir elektro-optinį jungiklį/moduliatorių. Elektro-optinis moduliatorius yra sudarytas iš įtaiso (2), kuris suka pluošto poliarizaciją rezonatoriuje, polarizatoriaus (3) ir - pasirinktinai - fazinės plokštelės (6). Minėtas rezonatorius gali turėti ir daugiau optinių komponentų, tokių kaip Kero lęšio modų sinchronizacijos elementas, dispersiją ir difrakciją kompensuojantys optiniai elementai, etalonai ir t.t. Minėtas elektro-optinis įrenginys, (2) yra kontroliuojamas elektronikos prietaisu (8).

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 pridėdant elektrinį ir/arba magnetinį lauką, kai elektrinis signalas yra įjungiamas. Elektro-optinio elemento tipas ir konfigūracija neturėtų riboti šio išradimo apsaugos ribų, jei tik elementas gali keisti lazerio pluošto poliarizaciją arba moduluoti pluoštą periodiniais arba ne periodiniais pokyčiais poliarizacijoje.

Polarizatorius (3) gali būti bet kokio tipo, svarbiausia, kad s ir p poliarizacijos pluoštai yra atskiriami į du skirtingus optinius kelius, t.y jis gali būti plonos-plėvelės polarizatorius, poliarizacinis kubas, Nikolio, Wollastono prizmė arba bet koks kitas, kokius naudoja šios srities specialistai.

Tinkamiausiame išradimo įgyvendinime, elektro-optinis elementas yra valdomas elektriniu signalu, turinčiu specifinę bangos formą, kaip parodyta Fig.1 ir Fig.2. Valdymo signalo bangos forma iš esmės apima perėjimą tarp įtampos $U_{atidar.}$ ir nuolatinės įtampos dedamosios $U_{uždar.}$ su vienoje iš šių būsenų atsirandančiomis osciliacijomis, kurios sukuria sąlygas šviesos impulso stiprinimui (šitame pavyzdyje yra $U_{uždar.}$) Yra keletas būdų išdėstyti Pokelso narvelį rezonatoriuje. Jis gali būti orientuotas taip, kad krintančio šviesos pluošto poliarizacija būtų sukama be pridėtinio elektrinio lauko, arba atvirkščiai - gali visiškai neįtakoti poliarizacijos, kol nėra įjungiamas aukšta įtampa. Elektro-optinis jungiklis yra junginėjamas naudojant ketvirčio bangos arba pusbangės įtampas, rezultate krintančio pluošto poliarizacija yra pasukama. Kadangi yra labai daug variantų, kaip Pokelso narvelis gali būti valdomas rezonatoriuje ir kaip Pokelso narvelis yra pagamintas, turi būti įvertinta, kad specialistas gali pritaikyti dalykines žinias kūrybingam šio išradimo realizavimui. Tinkamiausiu atveju, stiprinimo etapas yra pradedamas su įjungta nuolatinės įtampos dedamąja $U_{uždar.}$ ir yra rekomenduojama pridėti aukštą itampą į Pokelso narvelį trumpais periodais, kurių trukmė neviršija impulso stiprinimo trukmės.

Pavyzdinė veikimo seka gali būti aprašoma šitaip:

aktyvi terpė (1) yra kaupinama panaudojant šviesos šaltinį;

elektro-optinis jungiklis iš pradžių lieka tokioje būsenoje, kai pluošto poliarizacija yra atspindima polarizatoriaus (3), dėl to rezonatoriuje yra sudaromi milžiniški optiniai nuostoliai ir lazerinė generacija būna gesinama;

elektro-optinis jungiklis yra įjungiamas ir pasiekia būseną, kurioje optiniai rezonatoriaus nuostoliai yra maži ir rezonatorius yra užpildomas fotonais;

greitai po elektro-optinio jungiklio įjungimo, prasideda įtampos amplitudės virpesiai, kurių dėka rezonatoriuje sukuriama periodiniai nuostoliai, tokiu būdu rezonatoriuje yra suformuojamas šviesos impulsas;

šviesos impulsas atlieka keletą apėjimų rezonatoriuje; kiekvieną kartą praeidamas po aktyvią terpę jis sukelia priverstinį spinduliavimą ir dėl to yra sustiprinamas;

kai impulsas yra sustiprinamas iki reikiamos impulso energijos, elektro-optinis jungiklis perjungiamas į būseną, kuri atitinka poliarizaciją, kai didžioji spinduliuotės dalis yra išleidžiama iš rezonatoriaus, atsispindėjus nuo poliarizatoriaus, šitas žingsnis yra vadinamas rezonatoriaus iškrova.

Ši seka yra kartojama kiekvieną kartą kai yra norima, kad lazerio išėjime būtų sustiprinti šviesos impulsai. Ketvirtą žingsnio būseną gali būti vadinama sinchronizuotų-modų būseną, kuri yra pasiekama periodiškai keičiant rezonatoriaus kokybę. Tinkamiausiu atveju, impulso apėjimo laikas rezonatoriuje turi būti dvigubai ilgesnis už moduliacijos periodą. Bet koks nuokrypis nuo moduliacijos periodo gali neigiamai veikti modų-sinchronizaciją. Jei impulso apėjimo rezonatoriuje laiko ir moduliacijos periodo nesutapimas yra žymus, modų sinchronizacijos būseną negali būti pasiekta, tokiu atveju lazeris negeneruos pikosekundinės ar sub-pikosekundinės trukmės impulsų. Tokiu atveju išėjimo impulso trukmė priklausys nuo Pokelso narvelio perjunginėjimo laiko.

Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, elektro-optinio elemento (2) valdymo elektronika yra sudaryta iš pasyvių komponentų, kurie formuoja LC kontūrą su elektro-optiniu įrenginiu. Tinkamiausiame įgyvendinime elektro-optinis įrenginys yra Pokelso narvelis, kuris paprastai yra netiesinis kristalas patalpintas tarp dviejų elektrodų. Toks išdėstymas paverčia Pokelso narvelį kondensatoriumi. Paprastai, Pokelso narvelio talpa gali būti nuo keleto iki kelių dešimčių piko faradų (pF). Pokelso narvelis, sujungtas su induktyviniu elementu, formuoja pasyvų LC kontūrą, kuris turi savo rezonansinį dažnį. Šis reiškinys dažnai vadinamas LC kontūro rezonansu. Čia ir toliau rezonansinį LC kontūrą, kur Pokelso narvelis atlieka kondensatoriaus vaidmenį,

dažnį mes vadinsime "skambėjimo dažniu". Tinkamiausiame įgyvendinime, skambėjimo dažnio periodas turi būti du kartus ilgesnis negu impulso apėjimo laikas rezonatoriuje. Turėtų būti suprantama, kad vienas LC kontūro virpesių periodas atlieka negatyvų ir pozityvų poliarizacijos sukimą Pokelso narvelyje, bet turint omenyje rezonatoriaus nuostolius, ir negatyvus, ir pozityvus sukimas sukuria nuostolius, todėl turi būti skaičiuojama, kad vienas virpesių periodas sukuria nuostolius du kartus. Tačiau, nuostolių kūrimas nebūtinai turi sutapti su kiekvienu impulso apėjimu rezonatoriuje. Šie du atvejai gali sutapti kiekvieną n -tąjį impulso apėjimą rezonatoriuje, tokiu būdu virpesių periodas gali būti $2n$ kartų ilgesnis negu impulso apėjimo laikas. Tačiau, tinkamiausiame įgyvendinime virpesių periodas yra du kartus ilgesnis nei impulso apėjimo rezonatoriuje laikas.

Keičiant induktyvinio elemento nominalias vertes arba prijungiant papildomą kondensatorių lygiagrečiai Pokelso narveliui, skambėjimo dažnis gali būti derinamas pagal rezonatoriaus ilgį, kuris savu ruožtu lemia impulso apėjimo laiką. Šios srities specialistas savo nuožiūra gali pridėti papildomų elementų, norint gauti reikiamas rezonanso charakteristikas, tokias kaip gesimas, dažnių juostos plotis, kokybė ir pan.

Pokelso narvelis yra valdomas aukštos įtampos valdikliu, kuris iš esmės yra greitų jungiklių schema, galinti perjungėti įtampas nuo kelių šimtų iki 5 kilo voltų ar pan. Tokios schemos yra gaminamos iš greitų BJT, MOSFET, IGBT ir panašių tranzistorių. Tranzistoriai gali būti jungiami kombinuotai - nuosekliai arba lygiagrečiai. Kalbant apie šį išradimą, aukštos įtampos Pokelso narvelio junginėjimas neturėtų būti painiojamas su prieš tai minėtų junginėjimu tarp nuolatinės įtampos ir virpesinės įtampos šaltinių, t.y su problema, kurią mes išsprendžiame šiuo išradimu. Yra įprasta, kad aukštos įtampos jungikliai yra naudojami Pokelso narvelių sistemose ir tai nėra šio išradimo uždavinys. Tačiau šis išradimas neturėtų būti ribojamas tik tam tikrai aukštos įtampos Pokelso narvelių konfigūracijai.

Kitame įgyvendinime, Pokelso narvelio nuolatinės įtampos dedamoji $U_{atidar.}$ yra nustatyta kitai vertei, kuri paprastai yra mažesnė nei ketvirčio bangos įtampa. Tokiame įgyvendinime Pokelso narvelis kartu su poliarizatoriumi funkcionuoja kaip kintamas pluošto atenuatorius. Pokelso narvelio įtampos nustatymas žemiau ketvirčio bangos įtampos sukelia dalinį impulso atspindį nuo poliarizatoriaus (3), kadangi poliarizacija nėra visiškai pasukta į būseną, kurioje atspindys nuo poliarizatoriaus (3) yra maksimalus. Toks įgyvendinimas yra naudingas kai yra

reikalingas patikimas impulso energijos keitimas, nekeičiant aktyvios terpės (1) kaupinimo galios. Net jeigu ir nebūtų įmanoma keisti Pokelso narvelio įtampos amplitudės, šis įgyvendinimas vistiek galėtų būti išpildytas užlaikant perjungimą, kad impulsas praeitų Pokelso narvelį tuo metu, kol narvelis dar nėra visiskai atviras, t.y., perjungimas visada turi tam tikrą laiko tarpą, kai įtampa kyla itin greitai kol stabilizuojausi. Jeigu impulsas praeina Pokelso narvelį tuo metu, kai įtampa sparčiai auga, impulso poliarizacija yra pakeičiama mažiau negu veikiant įprastu režimu, tokių būdu impulsas yra tik dalinai atspindimas nuo poliarizatoriaus (3).

Šiame įgyvendinime rezonatoriaus galiniai veidrodžiai (4,5) yra iš esmės visiškai atspindintys. Šitas terminas ir panašūs terminai kaip "iš esmės visiškai atspindintis" yra naudojami parodyti, kad veidrodžiai 4 ir 5 visiškai atspindi spinduliuotę, susidariusią rezonatoriuje, arba atspindi bent 90%, geriau 95%, o tinkamiausiu atveju 99% kritusios spinduliuotės. Veidrodžio atspindimumas turėtų būti atskirtas nuo termino "efektyvusis atspindimumas", kuris nėra paties veidrodžio savybė, o nurodo daugelio elementų, tokių kaip antrojo veidrodžio, Pokelso kristalo ir poliarizatoriaus, kuris yra sąlygotas Pokelso narvelio veikimo, bendrąjį atspindį, kas toliau aprašoma detalai.

Kitame įgyvendinimo variante, netiesinis optinis kristalas yra įdedamas į rezonatorių, siekiant sukelti Kero lęšio modų sinchronizaciją. Šiame įgyvendinimo variante gali būti pasiektos itin mažesnės impulsų trukmės. Toks kristalo ir rezonatoriaus išstatymas gali sukelti impulsų, kurių trukmė siekia pikosekundes - femtosekundes, generaciją.

Tinkamiausiame įgyvendinime, aktyvios terpės kaupinimas atliekamas lazeriniais diodais, kurie yra parenkami taip, kad spinduliuotų reikiamo bangos ilgio ir pakankamos optinės galios spinduliuotę, priklausomai nuo aktyvios terpės ir nuo rezonatoriaus dizaino. Kaupinimas lazeriniais diodais gali būti nuolatinis arba impulsinis.

Kitame įgyvendinimo variante kaupinimo šaltinis yra kitas lazerinis šaltinis. Toks spinduliuotės šaltinis gali būti nuolatinės arba impulsinės veikos.

Kitame įgyvendinimo variante aktyvi terpė yra kaupinama išlydžio lempa.

Kaupinimo tipai ir režimai ir aktyvios terpės medžiaga lemia rezonatoriaus veikimą. Šios srities specialistas gali kūrybingai naudoti įvairius kaupinimo metodus ir

įvairiais aktyvios terpės medžiagas bei pasiekti norimą stabilumą, impulso energiją ar kitus parametrus. Pavyzdžiui, aktyvios terpės medžiagos gali būti kietakūniai kristalai, šviesolaidžiai, garai, dujos, dažai ar kiti.

Elektrinės grandinės ir laikinės diagramos, pateiktos Fig.2 ir Fig.3, paaiškina pavyzdinius išradimo įgyvendinimus. Kiekviena pateikta elektrinė grandinė turi du aukštos įtampos jungiklius (SW1, SW2). Dažniausiai aukštos įtampos jungikliuose įtampos augimo laikas yra labai trumpas, o įtampos kritimo laikas - palyginti ilgas, todėl optinėse sistemose, kur ir įtampos augimo, ir kritimo laikai turi būti kuo mažesni, yra naudojami du jungikliai. Pateiktuose pavyzdžiuose, vienas aukštos įtampos jungiklis (SW1) yra naudojamas perjungti aukštą įtampą taip, kad ji kristų ant Pokelso narvelio grandinės dalies, o antras aukštos įtampos jungiklis naudojamas įžeminti aukštos įtampos šaltinį. Tai garantuoja greitą įtampos perjunginėjimą Pokelso narvelio grandinėje.

Pavyzdyje, pateiktame Fig.2 yra svarbu, kad SW1 įtampos augimo laikas būtų trumpas. Abiejų jungiklių (SW1, SW2) įtampos kritimo laikai gali būti ilgesni, tačiau SW2 jungikliui šis laikas neturėtų viršyti laiko, kurį impulsas yra stiprinimas.

Pavyzdyje, pateiktame Fig.3, abiejų jungiklių (SW1, SW2) įtampos kritimo laikai yra itin svarbūs ir turėtų būti kuo mažesni. Įtampos kritimo laikai nėra esminiai.

Kitame įgyvendinimo variante, pavaizduotame Fig.4, yra naudojamas tik vienas aukštos įtampos jungiklis. Toks įgyvendinimas yra galimas tik tada, kad tiek įtampos augimo, tiek įtampos kritimo laikai yra labai maži, t.y. Pokelso narvelis, impulsui praeinant, turi pilnai pasiekti "atidarytą" ir "uždarytą" būsenas.

Elektrinės grandinės, pateiktos figūrose, yra tik LC kontūro su integruotu Pokelso narveliu jungimo prie aukštos įtampos šaltinio pavyzdžiai. Tačiau, tokios junginėjimo diagramos ir elektrinių grandinių pavyzdžiai neturėtų riboti šio išradimo apsaugos apimties.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Lazerinis šaltinis, turintis bent

rezonatorių,

aktyvią terpę,

elektro-optinį jungiklį arba moduliatorių, skirtą keisti pluošto poliarizaciją rezonatoriuje,

b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtas elektro-optinis jungiklis arba moduliatorius, kuris yra valdomas elektriniu signalu, turinčiu bent dvi nuolatinės įtampos dedamosios vertes, ir vienoje iš šių verčių yra sukuriama įtampos osciliacijos, kurios susidaro dėka LC kontūro rezonanso reiškiniu.

2. Lazerinis šaltinis pagal pirmą apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtas elektro-optinis jungiklis arba moduliatorius yra Pokelso narvelis (2) kartu su poliarizatoriumi (3) ir minėtas Pokelso narvelis (2) atlieka kondensatoriaus vaidmenį LC kontūre, kuris sukelia įtampos osciliacijas.

3. Lazerinis šaltinis pagal 1 arba 2 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtų įtampos osciliacijų, atsirandančių dėl LC kontūro rezonanso, periodas yra iš esmės impulso apėjimo rezonatoriuje laiko kartotinis.

4. Elektronikos grandinė, pritaikyta sukurti valdymo signalus, skirtus elektro-optiniam jungikliui, kuris yra išdėstytas optiniame rezonatoriuje, apimant aukštos įtampos signalą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėta elektronikos grandinė turi LC kontūrą, kuris yra aktyvuojamas tada, kai prijungiamas aukštos įtampos šaltinis, minėtas LC kontūras turi savo rezonansinį dažnį.

5. Elektronikos grandinė pagal 4 apibrėžties punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad elektro-optinis elementas, tinkamiausiu atveju, Pokelso narvelis (2), yra įjungtas minėtame LC kontūre kaip kondensatorius.

6. Elektronikos grandinė pagal 4 arba 5 apibrėžties punktus, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad induktyviniai ir talpiniai elementai yra parenkami taip, kad rezonansinio dažnio periodas būtų du kartus ilgesnis negu impulso apėjimo rezonatoriuje laikas.

7. Lazerinė sistema, turinti bent impulsinį lazerinį šaltinį ir lazerio valdymo

bloką, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad lazerinis šaltinis yra sudarytas bent jau iš lazerinio įtaiso pagal vieną iš 1-3 punktų ir minėtas valdymo blokas turi bent elektronikos grandinę pagal vieną iš 4-6 punktų.

8. Lazerinė sistema, pagal 7 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėta sistema yra pritaikyta veikti kaip medicininis lazeris.

9. Lazerinė sistema, pagal 7 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėta sistema yra pritaikyta medžiagų apdirbimui.

10. Lazerinė sistema pagal 7 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėta sistema yra pritaikyta medžiagotyros tyrimams, pavyzdžiui spektroskopijai, mikroskopijai arba šviesos ir medžiagos sąveikos tyrimams.

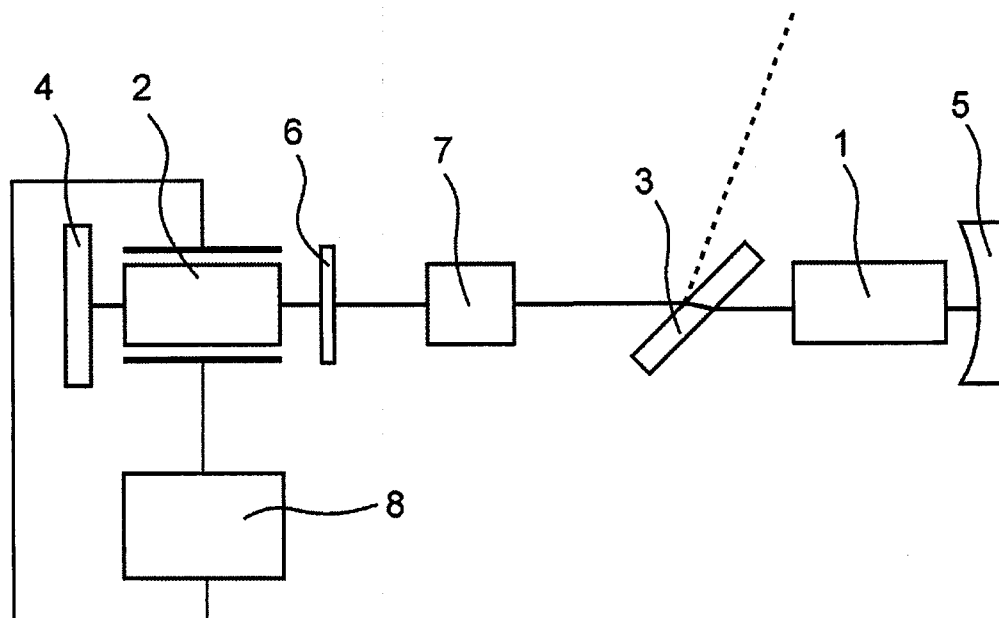


Fig. 1

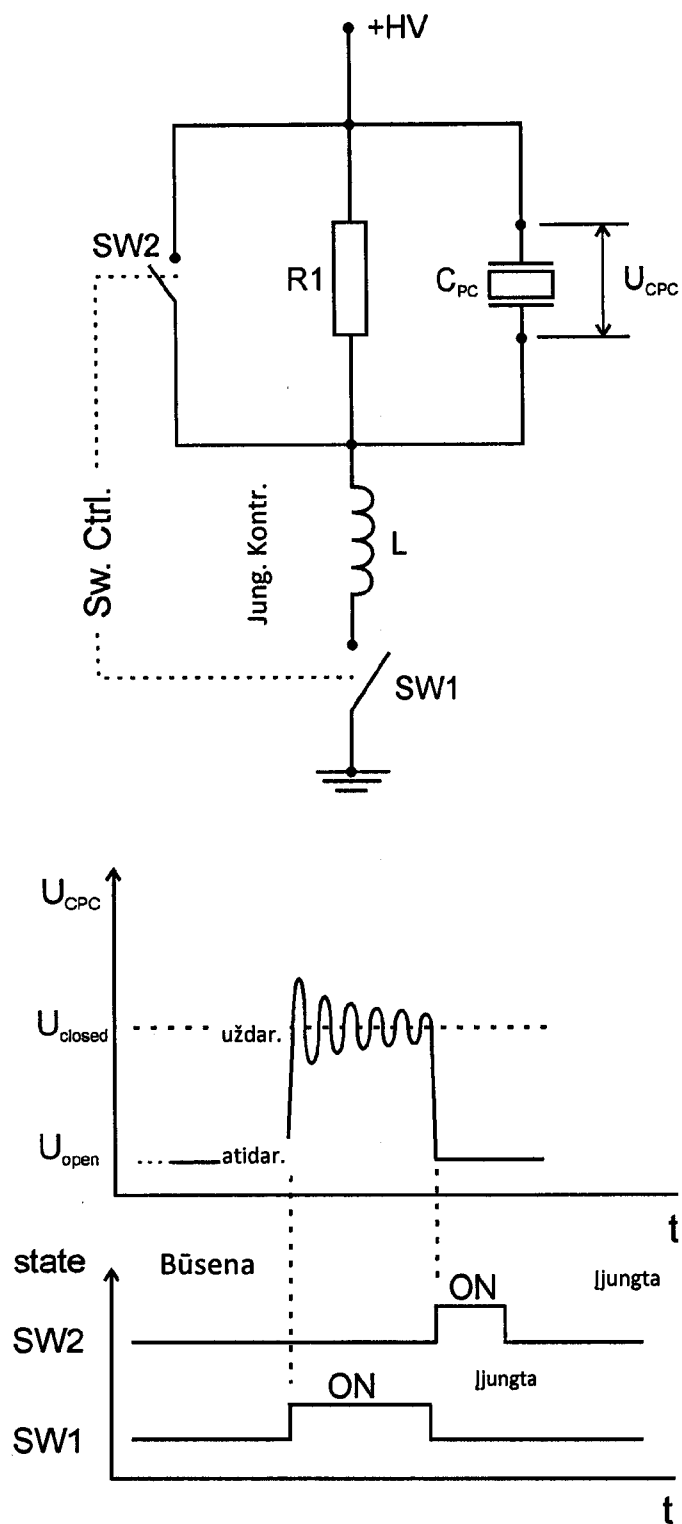


Fig. 2

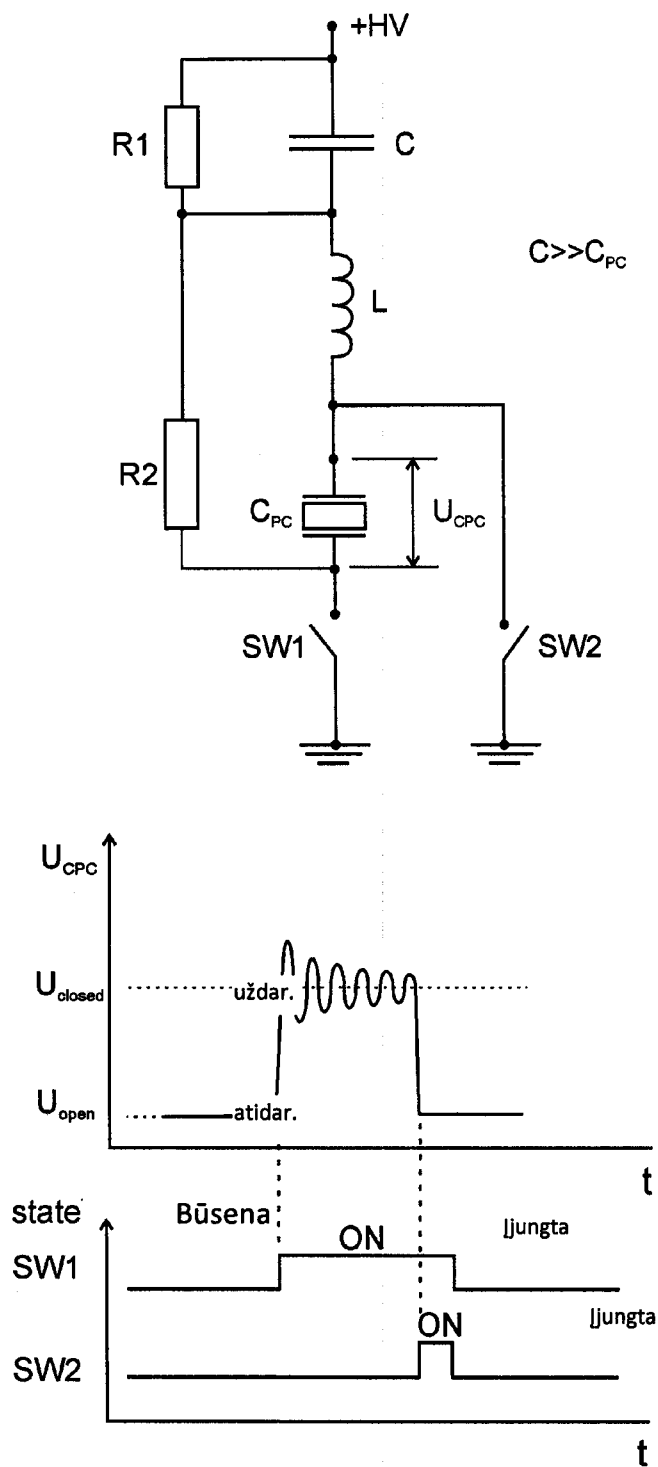


Fig. 3

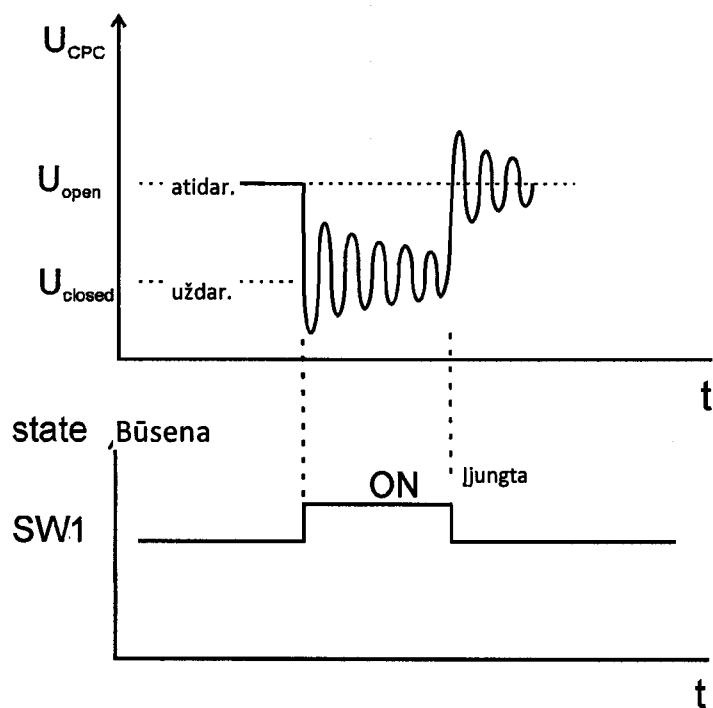
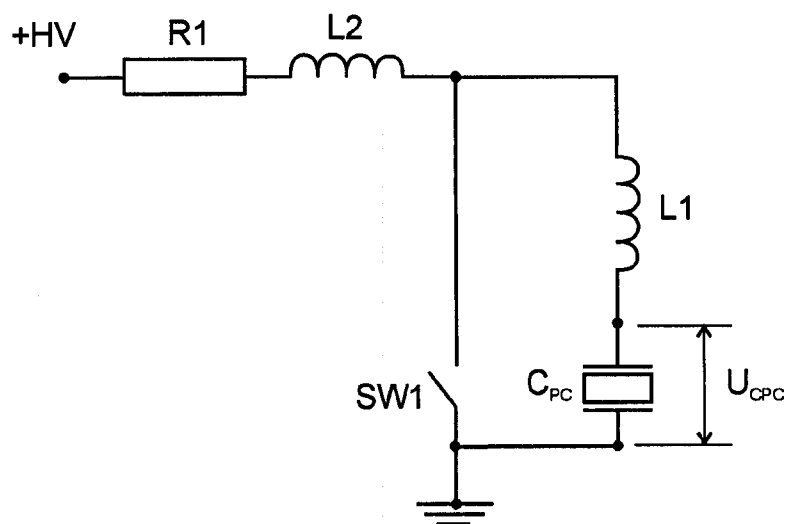


Fig. 4