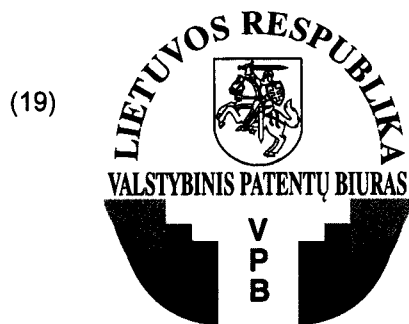




(10) **LT 2012 091 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2012 091** (51) Int. Cl. (2014.01): **H01S 3/00**

(22) Paraiškos padavimo data: **2012 10 10**

(41) Paraiškos 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: —

(71) Pareiškėjas:

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

(72) Išradėjas:

Jonas JONUŠKA, 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:

Būdas generuoti keleto bangos ilgių lazerio spinduliuotę viename optiniame rezonatoriuje, lazerinis šaltinis ir lazerio sistema

(57) Referatas:

Šio išradimo tikslas yra sukurti lazerinį šaltinį, galintį vienu metu generuoti kelių bangos ilgių spinduliuotę pageidaujama tarpusavio galios santykiais. Minėta dviejų ar daugiau bangos ilgių spinduliuotė gali būti naudojama minėtų bangos ilgių maišymui netiesinėje optinėje terpėje, taip išgaunant kitokio bangos ilgio spinduliuotę, nei tų bangų, kurios yra stiprinamos aktyviojoje terpėje. Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, lazerio šaltinį sudaro dispersinis optinis mazgas (5), patalpintas optiniame rezonatoriuje, turinčiame tik vieną optinę ašį. Dispersinis mazgas yra naudojamas erdviniam skirtingų bangos ilgių spinduliuotės atskyrimui į du esminius lygiagrečius pluoštus (8, 9) vienoje pusėje, ir minėtų pluoštų sutapdinimui į iš esmės vieną pluoštą (10) kitoje pusėje dispersinio mazgo (5) atžvilgiu. Jis yra įmontuojamas tokiu būdu, kad du lygiagretūs spinduliai sklinda aktyviąja terpe (3) ir sutapdintas pluoštas (10) krenta statmenai į optinio rezonatoriaus galinį veidrodį (7). Stiprinimo santykis tarp skirtingų bangos ilgių spinduliuotės yra nustatomas arba judinant kaupinimo pluoštą skersine kryptimi tarp minėtų lygiagrečių pluoštų (8, 9) sričių, arba reguliuojant apertūrą (6) sutapdinto pluošto (10) srityje.

BŪDAS GENERUOTI KELETO BANGOS ILGIŲ LAZERIO SPINDULIUOTĘ VIENAME OPTINIAME REZONATORIUJE, LAZERINIS ŠALTINIS IR LAZERIO SISTEMA

IŠRADIMO SRITIS

Šis išradimas yra susijęs su lazeriais. Ypač jis yra susijęs su lazeriniais šaltiniais, galinčiais generuoti keleto bangos ilgių spinduliuotę vienu metu arba generuoti pageidaujamus bangos ilgius panaudojant bangų maišymą netiesinėje terpėje.

TECHNIKOS LYGIS

Galimybė generuoti keleto bangos ilgių viename lazeriniame prietaise kelia daug susidomėjimo ir turi daug galimų pritaikymų. Daug biotechnologinių taikymų ir įrankių parametrų yra ribojami bangos ilgių, kurie šiuo metu yra prieinami. Todėl kai kurie fluorescenciniai dažai negali būti naudojami arba tokie parametrai, kaip sugertis, ekstinkcija, Ramano sklaida ar panašūs negali būti išmatuojami naudojant bangos ilgius, kurie nėra standartiniai diodais kaupinamų kietojo kūno lazerių arba lazerinių diodų asortimente. Populiariausios diodais kaupinamų kietojo kūno lazerių konstrukcijos pasižymi 1064 nm, 1030 nm, 532 nm, 515 nm bangos ilgių spinduliuote. Tai atitinka pirmąją, antrąją neodimiu arba iterbiu legiruočių aktyviųjų terpių harmonikas; taip pat, trečiąją ir aukštesnes harmonikas, kurios yra dažnai naudojamos.

Plačiai derinamų bangos ilgių lazeriai, pvz., optiniai parametriniai stiprintuvai, generatoriai ir osciliatoriai yra tinkami platiems taikymams spektroskopijoje ir kitur, kur bangos ilgių įvairovė yra laikoma pranašumu. Tačiau tokie įtaisai yra labai brangūs ir reikalauja aukštos kvalifikacijos personalo, kuris juos valdytų.

Suminio dažnio generavimo (SUDG), skirtuminio dažnio generavimo (SKDG), keturbangio maišymo (KBM) lazeriai yra alternatyva sudėtingiems spektroskopijos taikymams, tačiau norint gauti egzotinius bangos ilgius, taikomos sudėtingos lazerių konstrukcijos, kur naudojami keli atskiri lazeriai kaupinti netiesinį kristalą, arba sudėtingos optinio rezonatoriaus konstrukcijos, siekiant gauti efektyvų stiprinimą ir kelių bangos ilgių maišymą.

JAV patentinė paraiška nr. US2009207868, publikuota 2009-09-20 aprašo derinamojo bangos ilgio lazerį, kuriame pritaikoma dispersinė optika skirta atskirti sugeneruotus lazerio impulsus į pirmojo ir antrojo bangos ilgio impulsus, nukreiptus pirmuoju ir antruoju optiniu keliu. Pirmasis ir antrasis atspindintys veidrodžiai yra išdėstyti atitinkamai pirmajame ir antrajame optiniuose keliuose. Lazerio išvadinis veidrodis yra iš dalies atspindintis ir iš dalies skaidrus pirmajam bangos ilgiui ir antrajam bangos ilgiui pagal pateiktus kriterijus. Pirmojo rezonatoriaus ilgis yra apibrėžiamas, kaip atstumas tarp išėjimo veidrodžio ir pirmojo veidrodžio, o antrojo rezonatoriaus ilgis apibrėžiamas, kaip atstumas tarp išėjimo veidrodžio ir antrojo veidrodžio. Antrojo rezonatoriaus ilgis yra pirmojo rezonatoriaus ilgio funkcija.

Kitas JAV patentas nr. 5345457 aprašo dviejų bangos ilgių lazerinę sistemą su vidiniu rezonatoriumi, suminio dažnio maišymą, įskaitant bifurkacinį rezonatorių, turintį pirmąją atšaką, antrąją atšaką ir bendrąją atšaką; pirmasis lazerinis kristalas pirmoje atšakoje generuoja pirmojo bangos ilgio lazerio pluoštą; antrasis lazerinis kristalas antroje atšakoje generuoja antrojo bangos ilgio lazerio pluoštą; netiesinis bangų maišymo elementas yra bendrojoje atšakoje; ir pluoštus kombinuojantis įtaisas, skirtas kombinuoti pirmąjį ir antrąjį lazerio pluoštus ir perduodantis juos netiesiniam maišymo elementui, siekiant generuoti trečiojo bangos ilgio išėjimo lazerio pluoštą, kurio energija yra įėjimo lazerio pluoštų energijų suma.

Kiti būdai konstruoti supaprastintus lazerio rezonatorius, skirtus suminio dažnio generavimui, skirtuminio dažnio generavimui, keturbangio maišymo, apima sudėtingų atspindinčių dangų su skirtingais atspindžio koeficientais skirtingiems bangos ilgiams, kurie būtų stiprinami pageidaujamu vidutinių galių santykiu, panaudojimą. Tokiame įgyvendinime yra labai sudėtinga pasiekti aukštą šviesinį našumą iš optinės kaupinimo galios į išėjimo spinduliuotę.

Ankstesni išradimai leidžia vienu metu generuoti kelių bangos ilgių spinduliuotę ir atlikti jų maišymą. Tačiau vis dar trūksta supaprastintų ir ekonomiškų optinių schemų, skirtų šiam tikslui.

Čia ir toliau, terminas „maišymas“ arba „bangų maišymas“ reiškia bet kurį iš suminio dažnio generacijos, skirtuminio dažnio generacijos, keturbangio maišymo arba panašių netiesinių procesų principus.

IŠRADIMO ESMĖ

Šio išradimo tikslas yra pagaminti lazerinį šaltinį, galintį vienu metu generuoti keleto bangos ilgių spinduliuotę norimu tarpusavio galios santykiu arba atlikti minėtų bangos ilgių maišymą netiesinės optikos terpėje, siekiant gauti kitokio bangos ilgio spinduliuotę, nei tos, kurios yra stiprinamas aktyviojoje terpėje.

Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, lazerinis šaltinis turi vieną kaupinimo šaltinį (1), optinį rezonatorių apribotą dviejų, daugelį bangos ilgių atspindinčių, paviršių (11, 7), aktyviąją terpę (8), dispersinį optinį mazgą (5), apertūrą (6) ir netiesinę terpę. Minėta aktyvioji terpė (3) turi kelias emisijos linijas arba yra sudaryta iš kelių aktyviosios terpės elementų, turinčių bent vieną emisijos liniją.

Dispersinis mazgas yra naudojamas erdviniam skirtingų bangos ilgių spinduliuotės atskyrimui į du iš esmės lygiagrečius pluoštus (8, 9) vienoje pusėje ir minėtų pluoštų sutapdinimui į iš esmės vieną pluoštą (10) kitoje pusėje, dispersinio mazgo (5) atžvilgiu. Jis yra įtaisomas taip, kad du lygiagretūs spinduliai sklįstų aktyviajoje terpe (3) ir sutapdintas pluoštas (10) kristų statmenai į optinio rezonatoriaus galinį veidrodį (7).

Stiprinimo santykis tarp skirtingų bangos ilgių spinduliuotės yra nustatomas arba judinant kaupinimo pluoštą skersine kryptimi tarp minėtų lygiagrečių pluoštų (8, 9) sričių, arba justiruojant apertūrą (6) sutapdinto pluošto (10) srityje.

Turėti galimybę keisti galios santykius yra svarbu, norit pasiekti vienalaikę kelių bangos ilgių generaciją vienoje aktyviojoje terpėje, tokiu būdu išvengiant sužadintų būsenų nuskurdinimo dominuojančiu bangos ilgiu. Valdomas stiprinimo santykis gali būti vėliau efektyviai panaudotas bangų maišymui, pvz., suminio dažnio generavimui, skirtuminio dažnio generavimui, keturbangiui maišymui ar panašioms procesams.

Skirtingo bangos ilgio spinduliuotės erdvinis atskyrimas aktyviosios terpės viduje leidžia efektyvesnį kaupinimo energijos panaudojimą. Dėl to, visa lazerio konstrukcija yra efektyvesnė.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ FIGŪRŲ APRAŠYMAS

Norint geriau suprasti išradimą ir įvertinti jo praktinius pritaikymus, pateikiami šie aiškinamieji brėžiniai. Brėžiniai pateikiami tik kaip pavyzdžiai ir jokių būdu neriboja išradimo apimtį.

- Fig. 1. vaizduoja optinę lazerio schemą, kur skirtingų bangos ilgių spinduliuotė yra padalinama į du lygiagrečius pluoštus dispersiniu mazgu, sudarytu iš dviejų prizmių;
- Fig. 2. vaizduoja optinę lazerio schemą, kur skirtingų bangos ilgių spinduliuotė yra padalinama į du lygiagrečius pluoštus dispersiniu mazgu, sudarytu iš lygiagretainio;
- Fig. 3. vaizduoja optinę lazerio schemą, kur skirtingų bangos ilgių spinduliuotė yra padalinama į du lygiagrečius pluoštus dispersiniu mazgu, sudarytu iš dvejopalaučio optinio elemento;

TINKAMIAUSIŲ ĮGYVENDINIMO VARIANTŲ DETALUS APRAŠYMAS

Šio išradimo tikslas yra sukurti lazerinį šaltinį, kuris gali būti pritaikytas spinduliuoti daugelio bangos ilgių šviesą, pavieniui arba kelis bangos ilgius vienu metu. Lazerio optinė konstrukcija yra supaprastinta iki vienos ašies rezonatoriaus ir skirtingi bangos ilgiai yra stiprinami, kaip aktyviajai terpei būdingi emisijos bangos ilgiai, arba generuojami, naudojant antrosios harmonikos generaciją, suminio dažnio generaciją, skirtuminio dažnio generaciją arba keturių bangų maišymą rezonatoriaus viduje. Dėl to gali būti gaunama plati įvairovė skirtingų bangos ilgių, panaudojant tą pačią lazerio aktyviają terpę, kuri turi daugiau negu vieną emisijos liniją. Pavyzdžiui, Nd:YAG lazerio aktyvioji terpė turi keturias esmines emisijos linijas, kai kaupinama 808 nm bangos ilgio kaupinimo pluoštu. Būdingos emisijos linijos Nd:YAG kristalui yra 946 nm, 1064 nm, 1123 nm ir 1319 nm. Antroji harmonika sugeneruota iš šių būdingųjų linijų būtų 473 nm, 532 nm, 561 nm ir 660 nm. Tačiau daugumą iš šių pirmųjų ir antrųjų harmonikų bangos ilgių, išskyrus 1064 nm ir 532 nm, nėra lengva stiprinti dėl dominuojančios 1064 nm spinduliuotės, kuri stipriai nuskurdira sužadintą būseną. Norint stiprinti lazerio spinduliuotę kitoms, nedominuojančioms emisijos linijoms, rezonatorius privalo būti optimizuotas tokiu būdu, kad 1064 nm spinduliuotė būtų slopinama ir geros stiprinimo sąlygos būtų sukurtos tam tikroms silpnesnėms emisijos linijoms.

Panašiai, aukštesnių harmonikų spinduliuotė ir emisijos linijos atsirandančios dėl bangų maišymo - visos jos gali būti stiprinamos individualiai arba grupėmis, jeigu tam tikros sąlygos yra tenkinamos vienos spinduliuotės slopinimui ir kitos spinduliuotės stimuliavimui. Kitais žodžiais tariant, reikalingos priemonės, kuriomis

būtų galima pakeisti stiprinimo/generavimo santykį tarp kiekvieno iš bangos ilgių. Čia ir toliau šiame aprašyme, sakydami stiprinimas, mes turime omenyje abu arba bet kurį iš lazerio spinduliuotės generavimo iš kvantinio triukšmo arba stiprinimą iš signalo, kuris yra jau sugeneruotas arba įleistas į rezonatorių.

Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, dispersinis mazgas (5) yra dedamas į rezonatorių tokiu būdu, kad viename dispersinio elemento šone kelių bangos ilgių spinduliuotė išeina arba įeina į dispersinį mazgą kaip du iš esmės lygiagretūs pluoštai (8, 9) ir kitoje dispersinio mazgo (5) pusėje minėti du pluoštai yra sutapdinami į vieną pluoštą (10). Minėti du lygiagretūs pluoštai sklinda per aktyviają terpę (3) atskirti erdvėje ir gali būti skirtingai stiprinami keičiant kaupinimo galią minėtose dvejose erdviškai atskirtose srityse aktyviojoje terpėje (3). Pageidaujamas stiprinimo santykis minėtiems dviems bangos ilgiams gali būti nustatytas judinant kaupinimo šaltinį (1) arba/ir susietą kolimavimo optiką (2) taip, kad kaupinimo pluošto dėmė daugiau persidengtų su viena arba kita sritimi, kur du pluoštai (8, 9) sklinda aktyviaja terpe (3).

Dar viename įgyvendinimo variante, kaupinimo šaltinis (1) ir pluošto formavimo optika (2) yra fiksuoti ir dviejų minėtų lygiagrečių pluoštų (8, 9) ir sutapdinto pluošto (10) padėtis yra keičiama justiruojant apertūrą (6). Kai apertūra (6) yra judinama skersine kryptimi, minėtų pluoštų (8, 9, 10) padėtis taip pat kinta, ir ypatingai svarbu keisti minėtų dviejų lygiagrečių pluoštų (8, 9) padėtį kaupinimo pluošto dėmės atžvilgiu. Jeigu vieno iš pluoštų (8, 9) padėtis paslenkama daugiau į centrą kaupinimo taško atžvilgiu, pluošto spinduliuotė labiau stiprinama. Atitinkamai, jeigu pluošto padėtis paslenkama nuo kaupinimo taško, ji yra stiprinama mažiau.

Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, dispersinis mazgas (5) yra suformuojamas iš dviejų ar daugiau prizmių arba pleišto formos padėklų (kaip parodyta Fig. 1). Šiame įgyvendinimo variante, atstumas tarp minėtų dviejų ar daugiau prizmių gali būti keičiamas, siekiant padidinti/sumažinti erdvinį atskyrimą tarp minėtų pluoštų (8, 9). Prizmės ar pleišto pavidalo padėklai yra, pageidautina, padengti neatspindinčiomis dangomis visiems stiprinamiems arba rezonatoriaus viduje generuojamiems bangos ilgiams.

Kitame įgyvendinimo variante, dispersinis mazgas (5) yra lygiagretainis (kaip parodyta Fig. 2). Optinis elementas turėtų būti pakankamo ilgio taip, kad galėtų būti pasiektas reikiamas erdvinis atskyrimas tarp dviejų pluoštų (8, 9). Kuo ilgesnis lygiagretainis elementas, tuo didesnis erdvinis atskyrimas pasiekiamas.

Kitame įgyvendinimo variante, dispersinis mazgas (5) yra dvejetainis optinis elementas (kaip parodyta Fig. 3). Dvejetainio medžiagos savybės priverčia

skirtingai poliarizuotą spinduliuotę patirti skirtingą lūžį elemento paviršiuje. Šiame įgyvendinimo variante, turėtų būti pasiekta tai, kad sugeneruota skirtingų bangos ilgių spinduliuotė pasižymėtų skirtingomis poliarizacijos orientacijomis.

Kitame įgyvendinimo variante, dispersinis mazgas (5) yra gradientinio lūžio rodiklio plokštelė. Gradientinio lūžio rodiklio optinis elementas yra elementas, kuriame yra medžiagos lūžio rodiklio kitimas. Tokio dispersinio elemento galiniai paviršiai yra, pageidautina, lygiagretūs vienas kitam. Lūžio rodiklis keičiasi tolygiai kryptimi, kuri iš esmės yra statmena spinduliuotės optiniam keliui plokštelės viduje. Gradientinio lūžio rodiklio plokštelė (5) yra, pageidautinai, pakreipta kampu krentančios spinduliuotės atžvilgiu. Tokiame įgyvendinimo variante, optinis kelias gradientinio lūžio rodiklio plokštelės (5) viduje yra šiek tiek kreivas ir kreivumas yra skirtingas skirtingo bangos ilgio spinduliuotėms, todėl erdvinis atskyrimas į pirmąjį (8) ir antrąjį (9) pluoštus gali būti pasiektas. Šis įgyvendinimo variantas nesukelia aberacijų. Šios srities specialistui turėtų būti akivaizdu, kad sudėtingesnės lūžio rodiklio variacijos gali būti panaudotos norint pasiekti pageidaujamus rezultatus naudojant šią techniką.

Reikėtų pastebėti, kad šios srities specialistas, gali naudoti šią techniką ir įvairias dispersinio mazgo (5) konfigūracijas, kad pasiektų pageidaujamą erdvinį atskyrimą tarp kelių bangos ilgių aktyviojoje terpėje (3). Dispersinio mazgo (5) paviršių padengimas skirtingomis atspindinčiomis ir neatspindinčiomis dangomis lazerių inžinieriui yra bendrasis dalykinės žinios, taigi šis išradimas nėra ribotas vienai tam tikrai dispersinio mazgo (5) geometrijai, taip pat ir ant šio elemento uždedamoms dangoms. Mes parodome skirtingus dispersinio mazgo (5) pavyzdžius ir formas, kad pateiktume nuorodas į tinkamus šio išradimo įgyvendinimo variantus.

Labiausiai supaprastintame įgyvendinimo variante, optinė lazerio konstrukcija susideda iš kaupinimo modulio (1), geriausiai, lazerio diodo, kolimavimo arba pluošto formavimo optikos (2), aktyviosios terpės (3), dispersinio mazgo (5) ir išėjimo veidrodžio (7). Pirmasis lazerio rezonatoriaus atspindintis paviršius (arba rezonatoriaus veidrodis) (11) gali būti suformuotas iš atskiro veidrodinio elemento (neparodytas figūrose) arba padengiant kaupinimo terpės (3) pirmąjį galą atspindinčia danga. Išvadinis rezonatoriaus veidrodis gali būti suformuotas kaip atskiras optinis komponentas (7), arba gali būti suformuotas ant galinio paviršiaus kitų optinių elementų, patalpinų rezonatoriaus viduje, tokių kaip netiesinis kristalas (4), etalonas ar kiti.

Kitame įgyvendinimo variante, dvi ar daugiau skirtingų aktyviosios terpės elementų (3) yra išdėliojami optinėje ašyje ir pasirenkami du ar daugiau charakteringi

bangos ilgiai (bent vienas bangos ilgis kiekvienai aktyviajai terpei) ir rezonatorius optimizuojamas stiprinti pasirinktų bangos ilgių spinduliuotę pageidaujamosiomis galiomis.

Dar kitame įgyvendinimo variante, optinis elementas, turintis $\chi^{(2)}$ netiesiškumą, rezonatoriuje įmontuojamas taip, kad sukurtų dvigubo dažnio generavimą iš fundamentinių bangos ilgių, suminio dažnio generavimą arba skirtuminio dažnio generavimą.

Dar kitame įgyvendinimo variante, optinis elementas, turintis $\chi^{(3)}$ netiesiškumą, yra įmontuojamas rezonatoriuje taip, kad leistų keturbangį maišymą arba parametrinį stiprinimą/osciliavimą/generavimą.

Sakydami dispersinis elementas, turime omenyje optinį elementą, kuris priverčia skirtingų bangos ilgių (arba dažnių) spinduliuotę keliauti skirtingais keliais, dėl refrakcijos ant optinio elemento paviršiaus pagal Snelijaus dėsnį arba dėl refrakcijos medžiagos viduje, kai optinės savybės kinta per apertūrą ar skersinius optinio elemento matmenis.

Kaip išradimo pritaikymo pavyzdį, mes pateikiame aprašymą, kaip pasiekama geltona-oranžinė arba 589 nm bangos ilgio spinduliuotė, naudojant aukščiau aprašytą metodiką. 589 nm spinduliuotė yra gaunama naudojant suminio dažnio generavimo procesą, kur du infraraudonieji bangos ilgiai, kurie atitinka emisijos linijas, priklausančias neodimiu legiruotam YAG kristalui, yra sumuojami netiesinėje terpėje, tokioje kaip BBO, LBO, KDP kristalai ar kiti.

Pavyzdiniame įgyvendinimo variante, 1064 nm ir 1319 nm emisijos linijos yra stiprinamos vienu metu. 1064 nm spinduliuotės pluoštui tenka mažiau kaupinimo energijos, negu nedominuojančios 1319 nm emisijos linijos pluoštui. Suminis dažnis nurodytoms emisijos linijoms atitinka 589 nm bangos ilgį, kuris vadinamas geltona-oranžine spinduliuote. Panašiai, 607 nm, 551 nm, 546 nm, 513 nm ir 501 nm spinduliuotė gali būti gauta, sumuojant bet kurias 2 iš 4 būdingų emisijos linijų Nd:YAG aktyviajai terpei. Ir atvirkščiai, skirtuminio dažnio generavimo atveju, gali būti sugeneruoti bangos ilgiai tolimesios ir vidurinės infraraudonosios spinduliuotės srityje. Tai pačiai Nd:YAG aktyviajai terpei gaunami bangos ilgiai skirtuminio dažnio generacijos metu yra 5504 nm, 3345 nm, 6002 nm, 7557 nm ir 20252 nm. Nustatyti gerą galios santykį tarp dviejų skirtingų bangos ilgių yra labai svarbu siekiant gero SUDG ar SKDG procesų efektyvumo.

Kitas šio išradimo panaudojimo pavyzdys yra terahercų srities spinduliuotės gavimas panaudojant emisijos linijas, kurios yra gretimos. Pavyzdžiui, Nd:YLF

lazerinėje terpėje, priklausomai nuo poliarizacijos krypties, galima stiprinti 1047 nm ir 1053 nm spinduliuotę. Panaudojus aukščiau aprašytus principus, lazerio su Nd:YLF aktyviaja terpe (3) rezonatoriuje arba už jo, galima generuoti skirtuminio dažnio spinduliuotę, kurios bangos ilgis yra 183,7 μm , kas atitinka 1,63 THz.

Skirtingų bangos ilgių rinkiniai gali būti apskaičiuoti bet kokiai aktyviajai terpei su keliomis charakteringomis emisijos linijomis. Aktyviosios terpės, tokios kaip Nd:YAG, Nd:YLF, Nd:YAP, Nd:LSB, Nd:GLASS, Ti:Safyro, Er:YAG ir daug kitų gali būti naudojamos norint gauti naudos iš šio išradimo ir šios srities specialistas turėtų lengvai pajėgti panaudoti tas medžiagas taikant čia minėtus principus ir taip įgyvendinti šį išradimą.

Šis išradimas neturėtų būti ribotas tam tikra aktyviaja terpe ar terpių kombinacija. Tiek keli bangos ilgiai iš vienos aktyviosios terpės, tiek ir kelių bangos ilgių spinduliuotė iš kombinuotų dviejų ar daugiau aktyviosios terpės kristalų, gali būti taikomi norint pasiekti plačias įvairiausių bangos ilgių generavimo galimybes.

Kiti netiesiniai procesai, tokie kaip trečios, ketvirtos ir aukštesnių harmonikų generavimas, iš esmės yra specifiniai suminio dažnio generavimo atvejai, todėl jie nebus čia smulkiai nagrinėjami. Šios srities specialistui turėtų būti akivaizdu, kaip kelių bangos ilgių spinduliuotė, su valdomu galių santykiu, gali būti naudojama generuoti kitų bangos ilgių spinduliuotę tiek rezonatoriaus (7) viduje, tiek ir išorėje.

Kitame įgyvendinimo variante, toliau aprašyti principai yra pritaikomi sukonstruojant impulsinį lazerį. Įvairūs būdai, tokie kaip pasyvi kokybės moduliacija, modų sinchronizacija, ar kiti gali būti naudojami sukonstruoti impulsinį lazerį.

Lazerinis šaltinis, kuris spinduliuoja kelių skirtingų bangos ilgių spinduliuotę arba spinduliuotę, gaunamą bangų maišymo procesų metu, gali būti naudojamas įvairiuose taikymuose. Lazerinės sistemos gali būti pritaikytos veikti, kaip medicininiai lazeriai, medžiagų apdirbimo stotys ar spektroskopijos sistemos.

APIBRĖŽTIS

1. Būdas vienu metu generuoti ir/ar stiprinti dviejų ar daugiau bangos ilgių spinduliuotę rezonatoriuje, turinčiame bent vieną aktyviąją terpę, pozicijuotą iš esmės vienoje optinėje ašyje, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bent vienas dispersinis mazgas (5) yra naudojamas skirtingų bangos ilgių erdviniam atskyrimui į bent du pluoštus (8, 9), kurie sklinda lygiagrečiai vienas kito atžvilgiu per bent vieną aktyviąją terpę (3).
2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtas dispersinis mazgas (5) yra suformuojamas iš bent dviejų prizmių.
3. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtas dispersinis mazgas (5) yra suformuojamas iš bent vieno lygiagretainio.
4. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtas dispersinis mazgas (5) yra suformuojamas iš bent vieno dvejetainio kristalo.
5. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtas dispersinis mazgas (5) yra suformuojamas iš bent vienos gradientinio lūžio rodiklio plokštelės.
6. Būdas pagal vieną iš 1—5 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad stiprinimo santykis tarp dviejų ar daugiau bangos ilgių spinduliuotės yra keičiamas paslenkant kaupinimo spinduliuotės dėmę skersine kryptimi tarp aktyviosios terpės (3) sričių, kur generuojama dviejų ar daugiau bangos ilgių spinduliuotė.
7. Būdas pagal vieną iš 1—5 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad stiprinimo santykis tarp dviejų ar daugiau bangos ilgių spinduliuotės yra keičiamas paslenkant apertūrą (6) skersine kryptimi sutapdinto pluošto (10) srityje.

8. Lazerinis šaltinis, susidedantis bent iš kaupinimo šaltinio, aktyviosios terpės, dviejų atspindinčių arba iš dalies atspindinčių paviršių, kur bent dviejų bangos ilgių spinduliuotė yra tuo pačiu metu stiprinama vienoje aktyvioje terpėje, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad lazerinis šaltinis turi dispersinį mazgą (5), kuris yra naudojamas erdviniam skirtingų bangos ilgių spinduliuotės atskyrimui į du iš esmės lygiagrečius pluoštus (8, 9) vienoje pusėje, ir minėtų pluoštų sutapdinimui į iš esmės vieną pluoštą (10) kitoje pusėje, dispersinio mazgo (5) atžvilgiu.
9. Lazerinis šaltinis pagal 8 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad stiprinimo santykis tarp minėtų skirtingų bangos ilgių spinduliuotės yra derinamas pagal būdą, kaip aprašyta viename iš 1—7 punktų.
10. Lazerinis šaltinis pagal vieną iš 8—9 punktų, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad lazerinis šaltinis papildomai turi netiesinę terpę (4), išdėstyta optiniame rezonatoriuje (7) taip, kad leistų vieną ar daugiau procesų, tokių kaip dažnių dvigubinimas, keturbangis maišymas, suminio dažnio generavimas, skirtuminio dažnio generavimas.
11. Lazerinis šaltinis pagal vieną iš 8—10 punktų, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad šis lazerinis šaltinis yra pritaikytas generuoti ir/arbastiprinti spinduliuotę ultravioleto ir/arba matomo diapazono ir/arba infraraudonojo diapazono ir/arba terahercų dažnių ruože.
12. Lazerinė sistema susidedanti iš bent vieno lazerinio šaltinio, **b e s i s k i r i a n t i**, tuo kad minėtas lazerinis šaltinis turi optinių elementų schemą, kaip aprašyta viename iš 8—11 punktų.
13. Sistema pagal 12 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad minėta sistema yra pritaikyta veikti, kaip medicininis lazeris arba medžiagų apdirbimo stotis arba spektroskopijos sistema.

BRÉŽINIAI

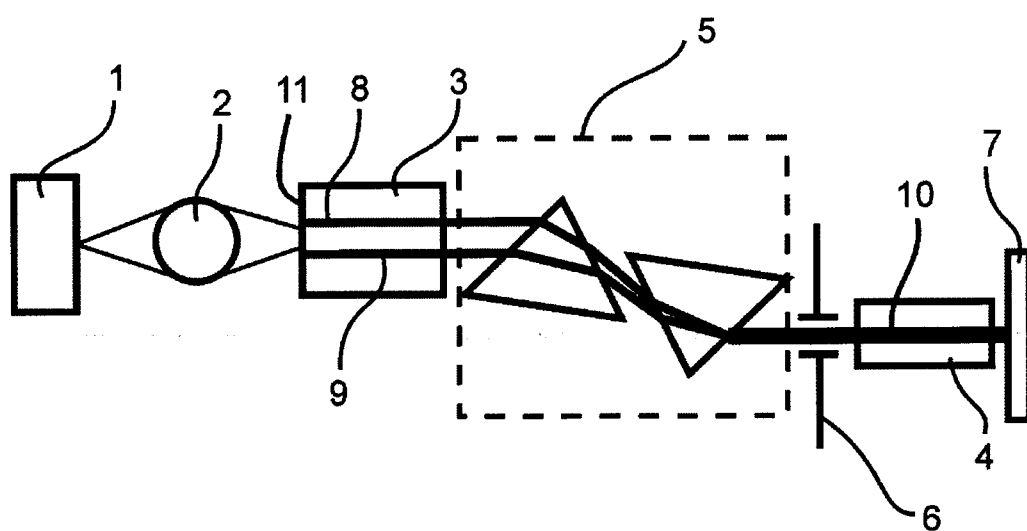


Fig. 1

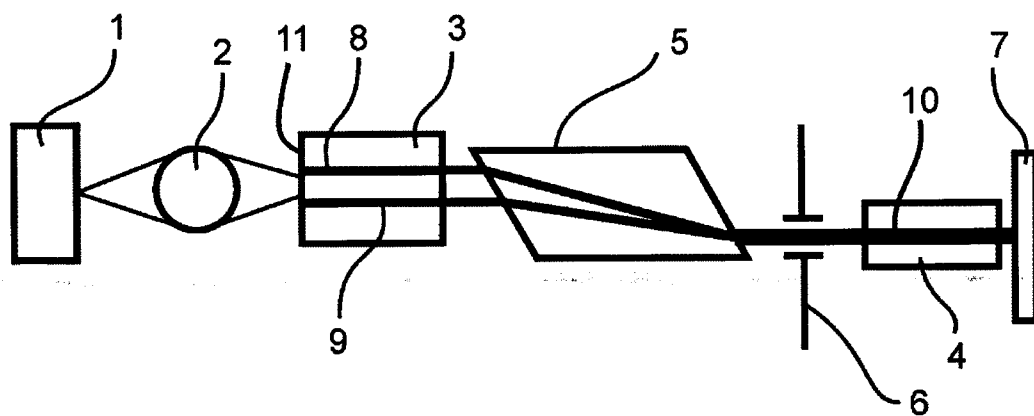


Fig. 2

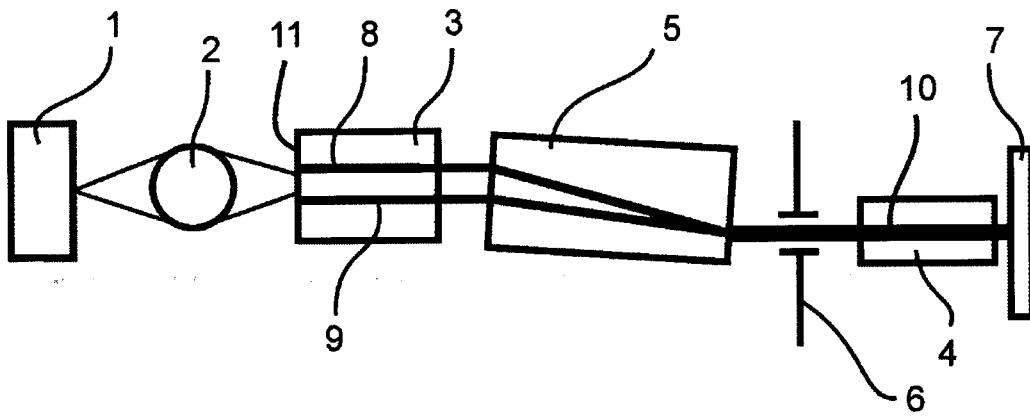


Fig. 3