

(19)



(10) **LT 2012 090 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2012 090** (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 arba stiprinti 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 maišyme netiesinėje optinėje terpėje, taip išgaunant kitokio bangos ilgio spinduliuotę, nei tų, kurios yra stiprinamos aktyviojoje terpėje. Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, lazerinis šaltinis turi du ar daugiau atspindinčių paviršių, patalpintų optiniame rezonatoriuje, turinčiame tik vieną optinę ašį. Lazerio derinimas yra atliekamas judinant arba pakreipiant optinius padėklus, turinčius atspindinčių paviršių, rezonatoriaus ašies atžvilgiu. Dėl to, norimi vidutinės galios santykiai arba proporcijos yra pasiekiami kiekvienam bangos ilgiui. Turėti galimybę keisti galios santykius yra svarbu, norit pasiekti kelių bangos ilgių generaciją tuo pačiu metu vienoje aktyviojoje terpėje, tokiu būdu išvengiant sužadintų būsenų nusukdinimo dominuojančiu bangos ilgiu.

BŪDAS GENERUOTI ARBA STIPrintI 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, perspinduliavimas, 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 ir antrąją neodimiu arba iterbiu legiruotų aktyviųjų terpių harmonikas; taip pat, trečioji ir aukštesnės harmonikos yra dažnai naudojamos

Plačiai derinamų bangos ilgių lazeriai, pvz., optiniai parametriniai stiprintuvai, generatoriai ir osciliatoriai yra tinkami daugeliui spektroskopijos ir kitų taikymų, 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 galinti 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 išėjimo 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, keturbangiui maišymui, 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 optinį našumą iš optinės kaupinimo galios į išvadinę spinduliuotę. Tačiau tam pakanka vieno lazerinio diodo kaupinimo šaltinio.

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 sukurti lazerinį šaltinį, galintį vienu metu generuoti keleto bangos ilgių spinduliuotę norimu tarpusavio galios santykiu arba/ir atlikti minėtų

bangos ilgių maišymą netiesinėje optinėje terpėje, siekiant gauti kitokio bangos ilgio spinduliuotę, nei tos, kurios yra stiprinamas aktyviojoje terpėje.

Tinkamiausiame įgyvendinimo variante, lazerinį šaltinį sudaro vienas lazerinis diodas (1), skirtas kaupinti aktyviają terpę (3), galinis veidrodis (14), pageidautina, suformuotas ant aktyviosios terpės kristalo galo, du ar daugiau atspindintys paviršiai (8, 9, 10, 16, 17), kuriais padengti optiniai padėklai (5, 6, 15). Minėti padėklai yra išdėliojamai iš esmės ant lazerio rezonatoriaus optinės ašies ir orientuojami iš esmės statmenai sugeneruotam pluoštui. Minėti du ar daugiau atspindintys paviršiai yra išdėliojami, taip kad suformuotų optinį rezonatorių su bendru galiniu veidrodžiu (14). Lazerio derinimas yra atliekamas reguliuojant minėtus optinius padėklus krentančio sugeneruoto pluošto atžvilgiu, taip pasiekiant norimas stiprinimo sąlygas kiekvienai vienos aktyviosios terpės emisijos linijai arba kelių aktyviųjų terpių išdėstytų vienoje rezonatoriaus optinėje ašyje.

Be to, bent viena pora atspindinčių paviršių (16, 17) gali būti suformuoti ant dispersinio padėklo (15), tokio kaip pleištas, prizmė, lęšis ar panašius. Stiprinimo santykis tarp dviejų bangos ilgių gali būti efektyviai keičiamas judinant minėtą dispersinį elementą išilgai rezonatoriaus optinės ašies arba į šonus. Tuo atveju, kai stiprinami daugiau nei du bangos ilgiai, papildomi optiniai elementai, turintys atspindinčius paviršius, gali būti išdėstomi rezonatoriaus optinėje ašyje.

Turėti galimybę keisti galios santykius yra svarbu, norint gauti kelių bangos ilgių generaciją tuo pačiu metu, išvengiant sužadintų būsenų nuskurdinimo dominuojančio bangos ilgiu. Valdomas stiprinimo santykis gali būti vėliau efektyviai panaudotas bangų maišymui, pvz., suminio dažnio generavimui, skirtuminio dažnio generavimui, keturbangiu maišymui ar panašioms procesams.

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, kurioje keli padėklai su atspindinčiomis dangomis yra naudojami suformuoti rezonatorius skirtus stiprinti skirtingus bangos ilgius vienu metu;

Fig. 2 vaizduoja optinę lazerio schemą, skirtą trijų bangos ilgių stiprinimui, kurioje viena pora atspindinčių paviršių suformuojami ant dispersinio elemento, o trečiasis suformuojamas ant plokščio optinio padėklo.

TINKAMIAUSIŲ ĮGYVENDINIMO VARIANTŲ DETALUS APRAŠYMAS

Šio išradimo tikslas yra sukurti lazerinį šaltinį, kuris gali būti pritaikytas spinduliuoti daugelio tradicinių ir egzotiškų bangos ilgių šviesą, pavieniui arba kelis bangos ilgius vienu metu. Lazerio optinė konstrukcija yra supaprastinta iki vienos ašies rezonatoriaus (7) 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 aktyviąją 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 ir 562 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 nuskurdina 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 tam tikros 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, lazerinį šaltinį sudaro kaupinimo šaltinis (1), pluoštą formuojanti optika (2), lazerinės generacijos terpė (2) ir du ar daugiau atspindintys paviršiai (8, 9, 10), kurie yra suformuoti ant atskirų optinių padėklų (5, 6) išdėstytų optiniame rezonatoriuje (7). Atspindintys paviršiai (8, 9, 10)

sudaro kelis optinius rezonatorius su galiniu veidrodžiu (14), kurie, pageidautina, yra suformuoti ant pirmojo aktyviosios terpės kristalo (3) galo arba išdėlioti rezonatoriuje, kaip atskiri veidrodžiai (nepavaizduota brėžiniuose).

Dar viename įgyvendinimo variante, bent viena pora atspindinčių paviršių (16, 17) yra suformuota ant abiejų dispersinio elemento pusių (15). Toks išdėstymas priverčia pirmojo bangos ilgio spinduliuotę atsispindėti nuo dispersinio elemento (15) pirmojo atspindinčio paviršiaus (16) ir antrojo bangos ilgio spinduliuotę atsispindėti nuo dispersinio elemento (15) antrojo atspindinčio paviršiaus (17). Todėl nuokrypio nuo optinės ašies nuostoliai kiekvienam bangos ilgiui atsiranda atskirai, t. y. sukuriama skirtingos stiprinimo/generavimo sąlygos kiekvienam iš minėtų bangos ilgių. Stiprinimo/generavimo santykis yra nustatomas pakreipiant dispersinį elementą (15) rezonatoriaus ašies atžvilgiu arba/ir judinant jį išilgai rezonatoriaus ašies. Todėl, vienas vyraujantis spinduliuotės bangos ilgis gali būti slopinamas, o kitas gali turėti palankias stiprinimo sąlygas. Kuo trumpesnis atstumas nuo išėjimo veidrodžio (14) iki dispersinio elemento (15), tuo mažesni sukelti nuokrypio nuo optinės ašies nuostoliai.

Minėtas dispersinis elementas (15) gali būti pleišto pavidalo padėklas, prizmė, lęšis, gradientinio lūžio rodiklio plokštelė. Pleišto pavidalo padėklo ar prizmės atveju, stiprinimo santykio pokytis atsiranda, kada elementas judinamas išilgai rezonatoriaus ašies. Lęšio ar lęšio segmento atveju, derinimas atliekamas judinant dispersinį elementą (15) į šonus, pvz., vieno atspindinčio paviršiaus kreivumas kinta kartu su šonine lęšio pozicija krentančio pluošto (11) atžvilgiu.

Daug skirtingų kombinacijų iš plokščių, kreivų ar nuožulnių paviršių, yra įmanomos įgyvendinant šį išradimą. Atspindintys paviršiai gali būti atskirti laisvos erdvės tarpu arba skaidria terpe, tokia kaip stiklas, kvarcas ar kita panašia. Atspindinčių paviršių formos ir terpė tarp jų nulemia, kaip minėti atspindintys padėklai (5,6,15) gali būti derinami, siekiant sudaryti tam tikras stiprinimo sąlygas kiekvieno bangos ilgio spinduliuotei. Tinkamiausiame įgyvendinime variante atspindintys paviršiai (8, 9, 10, 16, 17) padengiami didelio atspindžio (AA) dangomis arba iš dalies skaidriomis dangomis, kurios yra atspindinčios vienam iš bangos ilgių, kurie bus stiprinami, ir skaidrios kitiems bangos ilgiams. Optinė lazerio konstrukcija nėra ribota dvejais ar trimis skirtingais bangos ilgiais - priklausomai nuo aktyviosios terpės, bet koks skaičius būdingų emisijos linijų gali būti sugeneruotas/sustiprintas įstatant į rezonatorių papildomus atspindinčius paviršius. Bangos ilgiai, kurie yra pasiekiami netiesinių procesų metu, gali taip pat gali vaikščioti rezonatoriuje ir būti panaudoti tolesniame bangų maišyme netiesinėje terpėje (4) su kitų bangos ilgių spinduliuote.

Reikėtų pastebėti, kad šios srities specialistas, gali naudoti šią techniką įvairiais būdais, kad pasiektų pageidaujamą stiprinimo santykį tarp kelių bangos ilgių. Dispersinio elemento paviršių padengimas skirtingomis atspindinčiomis ir neatspindinčiomis dangomis lazerių inžinieriui yra bendrasis įgūdis, taigi šis išradimas nėra ribotas vienai tam tikrai dispersinio elemento (15) ar pagrindo (5, 6) geometrijai, taip pat ir ant šio elemento uždedamoms dangoms (16, 17, 8, 9).

Dar kitame įgyvendinimo variante, du ar daugiau skirtingų aktyvios terpės elementų (3) yra išdėliojami optinėje ašyje ir pasirenkami du ar daugiau charakteringi bangos ilgiai (bent vienas bangos ilgis kiekvienai aktyviajai terpei) ir rezonatorius (7) optimizuojamas stiprinti pasirinktų bangos ilgių spinduliuotę pageidaujamomis galiomis. Tokioje konfigūracijoje gali reikėti kelių skirtingų kaupinimo šaltinių (1), skitų kaupinti minėtas aktyvias terpes, kadangi skirtingoms medžiagoms reikia naudoti skirtingo bangos ilgio kaupinimo šaltinius.

Dar kitame įgyvendinimo variante, optinis elementas, turintis $\chi^{(2)}$ netiesiškumą (4), rezonatoriuje įmontuojamas taip, kad sukurtų dvigubo dažnio generavimą iš fundamentinių bangos ilgių, suminio dažnio generavimą arba skurtuminio dažnio generavimą.

Dar kitame įgyvendinimo variante, optinis elementas, turintis $\chi^{(3)}$ netiesiškumą (4), 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 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 pasiekama suminio dažnio generavimo proceso metu, kada du infraraudonieji bangos ilgiai, kurie atitinka emisijos linijas, priklausančias neodimiu legiruotam kristalui, yra sumuojami netiesinėje terpėje, tokioje kaip BBO, LBO, KDP kristalai arba kitose.

Pavyzdiniame įgyvendinimo variante (žiūrėti Fig. 1), 1064 nm ir 1319 nm emisijos linijos yra stiprinamos vienu metu ir formuoja bendrą pluoštą (11). 1064 nm spinduliuotė atspindi nuo pirmojo atspindinčio paviršiaus (8), o 1319 nm spinduliuotė atspindima nuo antrojo atspindinčio paviršiaus (9). Optiniai padėklai (8, 9) yra išdėstomi krentančių pluoštų (11, 12) atžvilgiu tokiu būdu, kad dominuojančios

emisijos linija 1064 nm patirtų nuokrypio nuo optinės ašies nuostolius, kai atsispindi nuo pirmojo atspindinčio paviršiaus (8), ir būtų stiprinama iki riboto lygio, tuo tarpu daug silpnesnės emisijos linija 1319 nm būtų sustiprinama kiek leidžia galimybės suderinant antrąjį atspindintį paviršių (9) iš esmės statmenai antrajam pluoštui (12). Suminis dažnis nurodytoms emisijos linijoms atitinka 589 nm bangos ilgį, kuris taip pat yra žinomas kaip geltona-oranžinė spinduliuotė. Panašiai, 607 nm, 551 nm, 546 nm, 513 nm ir 501 nm spinduliuotės gali būti pasiekiamos sudedant bet kuriuos 2 iš 4 būdingų emisijos linijų Nd:YAG aktyviajai terpei. Ir atvirkščiai, skirtuminio dažnio generavimo atveju, gali būti sugeneruoti bangos ilgiai tolimosios 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 tikrai aktyviajai terpei ar terpių kombinacijai. 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 egzotiškų 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 nagrinėjami atskirai. 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.

APIBRĖŽTIS

1. Būdas vienu metu generuoti ir/ar stiprinti dviejų ar daugiau bangos ilgių spinduliuotę rezonatoriuje, turinčiame aktyviąją terpę, pozicijuotą vienoje optinėje ašyje, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad stiprinimo sąlygos kiekvienam minėtam bangos ilgiui yra keičiamos derinant du ar daugiau atspindinčius paviršius (8, 9, 10, 16, 17), išdėstytus iš esmės ant optinio rezonatoriaus optinės ašies, minėti atspindintys paviršiai yra iš esmės statmeni arba šiek tiek nuožulnūs krentančio pluošto (11, 12, 13) atžvilgiu.
2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vienas ar daugiau iš atspindinčių paviršių yra iš esmės plokšti.
3. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vienas ar daugiau iš atspindinčių paviršių yra iš esmės kreivi.
4. Būdas pagal vieną iš 1—3 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kiekvienas iš minėtų atspindinčių paviršių (8, 9, 10, 10, 16) yra suformuotas ant skirtingų optinių komponentų, tokių kaip optiniai padėklai.
5. Būdas pagal vieną iš 1—3 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bent viena pora atspindinčių paviršių (16, 17) yra suformuota ant abiejų pavienio optinio komponento pusių, kur optinis komponentas yra dispersinis optinis elementas (15).
6. Būdas pagal 5 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtas dispersinis elementas (15) yra vienas iš tokių, kaip prizmė, pleišto formos padėklas, lęšis, lęšio sekcija arba gradientinio lūžio rodiklio plokštelė.
7. Lazerinis šaltinis, turintis bent vieną kaupinimo šaltinį, aktyviąją terpę, ir pirmąjį atspindintį paviršių (14), b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad du ar daugiau rezonatorių yra suformuoti taip, kad turėtų iš esmės tą pačią optinę ašį, kur vienas ar daugiau atskirų derinamų atspindinčių paviršių yra išdėstomi

rezonatoriuje tam, kad būtų galima keisti stiprinimo sąlygas dviems ar daugiau aktyviajai terpei būdingų bangos ilgių.

8. Lazerinis šaltinis pagal 7 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bent viena pora atspindinčių paviršių (16, 17) yra išdėlioti ant abiejų pavienio optinio komponento pusių, kur optinis komponentas yra dispersinis optinis elementas (15).
9. Lazerinis šaltinis pagal vieną iš 8—9 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad netiesinė terpė (4) yra išdėstoma optiniame rezonatoriuje (7) taip, kad leistų vieną ar daugiau procesų, tokių kaip dažnių dvigubinimas, keturbangis maišymas, suminio dažnio generavimas, skirtuminio dažnio generavimas.
10. 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.
11. 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 7—8 punktų.
12. Sistema pagal 11 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad minėta sistema yra pritaikyta veikti, kaip medicininis lazeris, medžiagų apdirbimo stotis ar spektroskopijos sistema.

BRÉŽINIAI

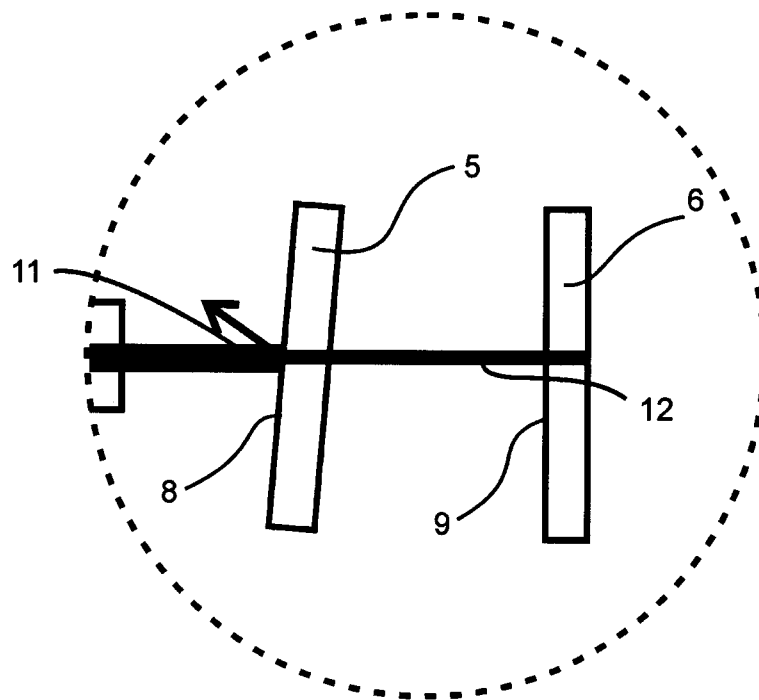
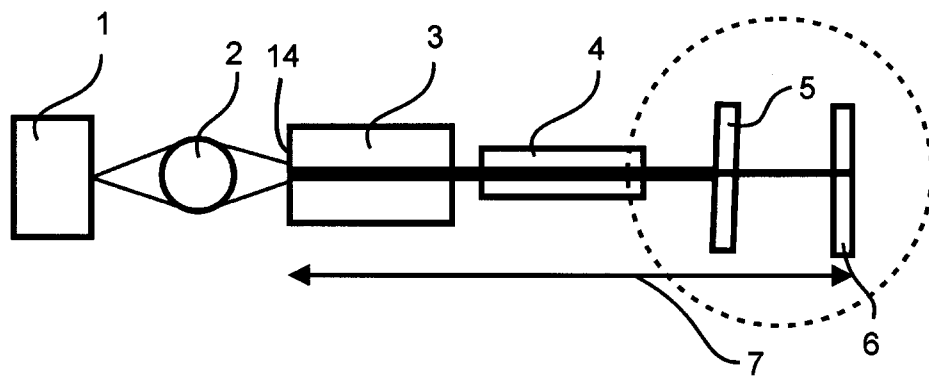


Fig. 1

12

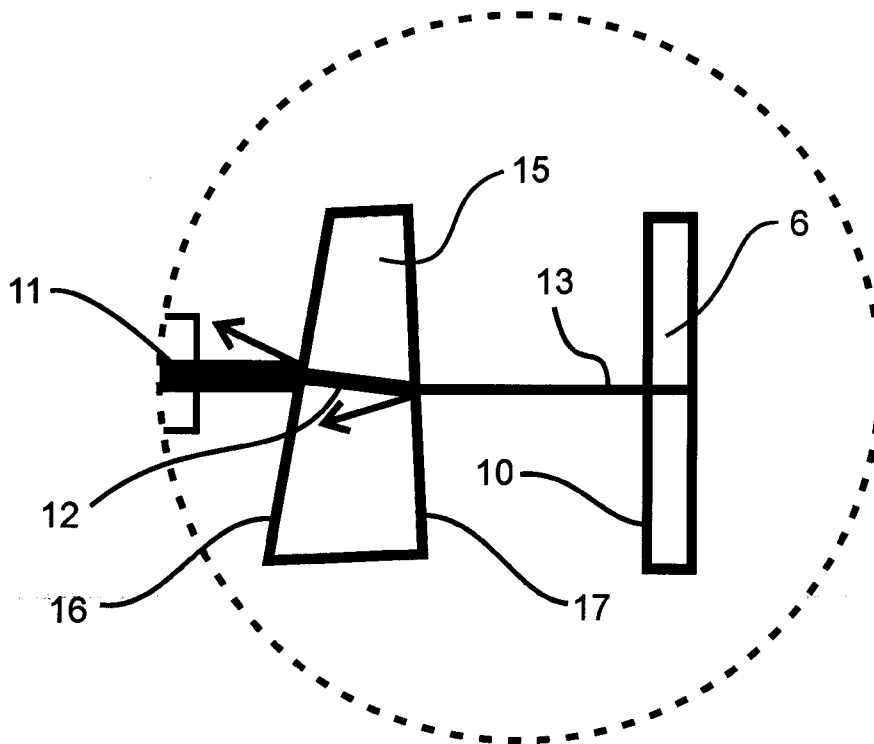
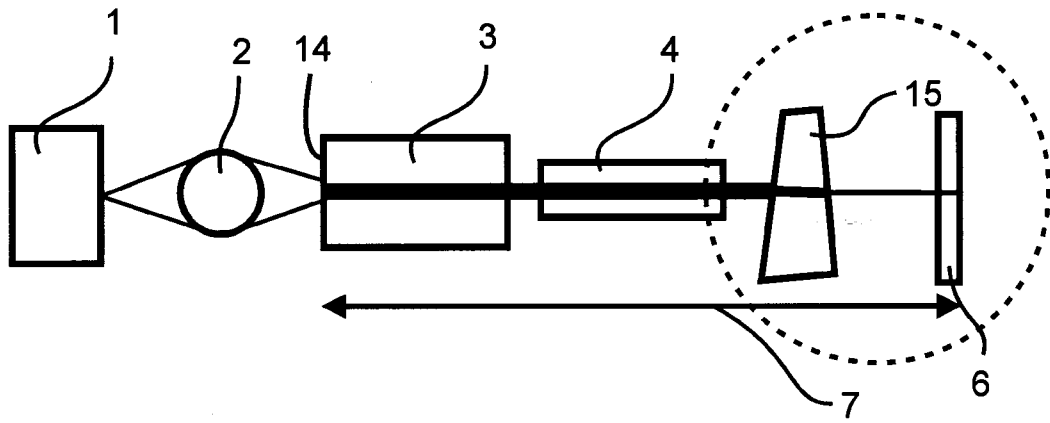


Fig. 2