

(19)



(10)

LT 4614 B

(12)

PATENTO APRAŠYMAS

(11) Patento numeris: **4614**

(51) Int. Cl.⁶: **H01S 3/30**

(21) Paraiškos numeris: **98-077**

(22) Paraiškos padavimo data: **1998 05 29**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1999 12 27**

(45) Patento paskelbimo data: **2000 01 25**

(72) Išradėjas:

Algirdas Vigelis, LT

(73) Patento savininkas:

**Lietuvos ir JAV uždaroji akcinė bendrovė "ELMAS",
A. Goštauto g. 11, 2600 Vilnius, LT**

(74) Patentinis patikėtinis:

**Virgina Adolfina Draugelienė, 8, UAB "TARPINĖ",
A.P.Kavoliuko g. 24-152, 2050 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

**Lazerinis generatorius su generuojamos spinduliuotės bangos ilgio
perdirbimu**

(57) Referatas:

Išradimas priklauso lazerių sričiai, būtent, lazeriniams generatoriams, kuriuose kartu su lazerio spinduliuotės generacija vyksta generuojamos spinduliuotės bangos ilgio perdirbimas. Lazerinis generatorius yra sudarytas iš optinio rezonatoriaus, turinčio du veidrodžius, tarp kurių yra lazerio aktyvusis kristalas, ir keitiklio, perdirbančio generuojamos spinduliuotės bangos ilgį. Nauja tai, kad optinio rezonatoriaus veidrodžiai sukonstruoti taip, kad optinis rezonatorius vykdytų generuojamos lazerio spinduliuotės bangos ilgio perdirbimą, panaudojant Ramano efektą lazerio aktyviajame kristale.

Išradimas priklauso lazerių sričiai, būtent, lazeriniams generatoriams, kuriuose kartu su lazerio spinduliuotės generacija vyksta generuojamos spinduliuotės bangos ilgio perdirbimas.

Yra žinomas lazerio spinduliuotės generatorius (intrarezonatorinių harmonikų generatorius), aprašytas knygoje W. Koechner "Solid-state laser engineering" Springer-Verlag, New York, 1994, turintis optinį rezonatorių, kuriame patalpintas netiesinis kristalas, atliekantis harmonikų generatoriaus funkciją, t. y. keičiantis generuojamos spinduliuotės bangos ilgį.

Šiame lazeryje harmonikų generatoriui daugkart sąveikojant su lazerio generuojamos spinduliuotės fotonais, kurie yra uždaryti optiniame rezonatoriuje tarp dviejų generuojamos spinduliuotės bangos ilgiui visiško atspindžio veidrodžių, vyksta harmonikų generacija.

Žinomo analogo trūkumas yra tas, kad bangos ilgio keitimui optiniame rezonatoriuje talpinamas papildomas optinis elementas, t.y. netiesinis kristalas, o tai daro generatorių sudėtingesniu, brangesniu bei mažiau patikimu. Be to, šiuo būdu pakeistos bangos ilgis yra kartotiniis generuojamam bangos ilgiui, t.y. bendras įmanomų gauti bangos ilgių skaičius yra ribotas ir apibrėžtas pačiu harmonikų generavimo principu.

Yra žinomas įrenginys, sudarytas iš nuosekliai išdėstytų lazerinio generatoriaus ir bangos ilgio keitiklio, perdirbančio generuojamos lazerinės spinduliuotės bangos ilgį panaudojant Ramano efektą, kurį sudaro kiuvetė su suspaustomis dujomis (H_2 arba D_2), aprašytas straipsnyje "Reaching those awkward wavelengths" Dr. Marcus Noble, Lasers & Optronics, 1991.

Šio tipo įrenginyje bangos ilgis perdirbamas praleidžiant lazerio generuojamą spinduliuotę per kiuvetę, kurioje sąveikojant generuojamai lazerio spinduliuotei su suspaustų dujų molekulėmis, vyksta Ramano sąveika, kurios dėka perdirbamas generuojamos spinduliuotės bangos ilgis.

Aprašytame analoge bangos ilgio keitiklio trūkumas yra tas, kad dėl sąlyginai silpnos Ramano sąveikos efektyvumas yra žemas. Be to, kiuvetės su

suspaustomis dujomis panaudojimas Ramano sąveikai sudaryti, daro bendrą sistemą problematišką taikant praktikoje.

Išradimo uždavinys yra sukurti mažesnės savikainos efektyvų ir nesudėtingos konstrukcijos lazerinį generatorių su generuojamos spinduliuotės bangos ilgio perdirstimu.

Šio uždavinio sprendimo esmė yra ta, kad išradime lazerio generuojamos spinduliuotės generavimas ir bangos ilgio perdirstimas vykdomas tuo pačiu optiniu rezonatoriumi, kuris yra sudarytas iš dviejų veidrodžių, tarp kurių yra kieto kūno aktyvusis kristalas. Vienas iš rezonatoriaus veidrodžių yra visiškai atspindintis generuojamos spinduliuotės bangos ilgį λ_1 ir Ramano sklaidos perdirstą bangos ilgį λ_2 , o kitas iš minėto rezonatoriaus veidrodžių yra visiškai atspindintis tik generuojamos spinduliuotės bangos ilgį λ_1 , o perdirstam dėl Ramano efekto spinduliuotės bangos ilgiui λ_2 yra laidus.

Pagal išradimą pasiūlytame generatoriaus rezonatoriuje kietas aktyvusis lazerio kristalas atlieka dvi funkcijas, t.y. generuoja fotonų emisiją, kaip kiekvienas tradicinis kieto kūno lazeris bei sąveikojant generuojamai spinduliuotei Ramano sąveika su kristalo molekulėmis atlieka bangos ilgio perdirstimo funkciją. Pagal išradimą lazerinės spinduliuotės generatoriuje, kuriame vykdomas ir bangos ilgio perdirstimas, Ramano sąveikos molekulės yra lazerinio kristalo molekulės, t.y. fiziškai lokalizuotos pačiame lazerio rezonatoriuje, todėl dėl ilgalaikės, nors ir silpnos, Ramano sąveikos yra pasiekiamas labai aukštas bangos ilgio perdirstimo efektyvumas.

Išradimą paaiškina brėžinys, kuriame pavaizduota lazerinio generatoriaus su generuojamos spinduliuotės bangos ilgio perdirstimu blokinė schema.

Lazerinis generatorius su generuojamos spinduliuotės bangos ilgio perdirstimu turi rezonatorių 1, kuris sudarytas iš veidrodžio 2 ir veidrodžio 3, tarp kurių yra patalpintas lazerio kietas aktyvusis kristalas 4, pavyzdžiui, $\text{Nd}^3\text{:KGd(WO}_4)_2$. Veidrodis 2 yra visiškai atspindintis dviejų bangos ilgių λ_1 ir λ_2 lazerinę spinduliuotę, kur λ_1 yra generuojamos spinduliuotės bangos ilgis, o λ_2 yra Ramano sklaidos perdirstas lazerinės spinduliuotės bangos ilgis. Veidrodis 3 yra visiškai atspindintis tik lazerinę spinduliuotę su λ_1 bangos ilgiu, o spinduliuotei su bangos ilgiu λ_2 yra laidus.

Lazerinio generatoriaus su generuojamos spinduliuotės bangos ilgio perdirstimu veikimo principas. Lazerio aktyvusis kristalas 4 yra kaupinamas su lempa ar lazeriniu diodu (brėžinyje neparodyta). Kadangi veidrodžiai 2 ir 3 visiškai atspindi aktyvaus lazerinio kristalo 4 generuojamos lazerinės spinduliuotės bangos ilgį λ_1 , todėl ji yra uždaroma rezonatoriuje 1

daugkartiniam šios spinduliuotės prabėgimui per aktyvųjį kristalą 4. Šiai spinduliuotei sąveikojant su aktyvaus kristalo 4 molekulėmis dėl Ramano sąveikos yra gaunamas indukuotas Stokso spinduliavimas, t.y. lazerio generuojamos spinduliuotės bangos ilgis λ_1 perdirbamas į bangos ilgį λ_2 , ir ši spinduliuotė išleidžiama per veidrodį 3, kuris yra visiškai ar iš dalies skaidrus šiam bangos ilgiui.

Konkrečiu atveju, panaudojus kristalą $\text{Nd}^{3+}:\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$, kaip lazerio aktyvųjį kristalą, generuojamam spinduliavimui gauti naudojamas Nd atomo sužadinto elektrono $^4\text{F}_{3/2} \rightarrow ^4\text{I}_{13/2}$ perėjimas, atitinkantis generuojamos spinduliuotės $\lambda_1 = 1351 \text{ nm}$ bangos ilgį. Lazerio rezonatoriaus abu veidrodžiai 2 ir 3 parenkami su atspindžiu $R=100\%$ šiam bangos ilgiui. Tokiu būdu sudaromos sąlygos daugkartiniam generuojamo spindulio fotono prabėgimui per lazerinį kristalą 4. Dėl generuojamos spinduliuotės fotono Ramano sąveikos su kristalo molekule WO_4 , kuri yra sužadinama iš rimties būsenos į sužadintą virtualią būseną. Kadangi generuojamos spinduliuotės fotonų tankis yra didžiulis, tai tikimybė gauti indukuotą Ramano spinduliavimą yra didelė. Tokiu būdu, sužadintas elektronas, indukuotas generuojamos spinduliuotės fotono, rekombinuoja iš sužadintos virtualios būsenos į sužadintą vibracinę būseną su būsenos energija 901.5 cm^{-1} , išspinduliuodamas $\lambda_2 = 1538 \text{ nm}$ bangos ilgio fotoną, vadinamą Stokso poslinkiu, kuris turi virtualiai identišką vektorines savybes (įskaitant fazę ir poliarizaciją) kaip ir stimuliuojantis generuojamos spinduliuotės fotonas, bet mažesnę skaliarinę vertę (fotono energiją).

Šis išradimas neapsiriboja pateiktu pavyzdžiu. Panaudojus kitus lazerinius aktyvius kristalus gali būti gauti kiti lazerinės spinduliuotės perdirbti bangos ilgiai, kurių negalime gauti su paprastais lazeriniais generatoriais arba žinomais bangos ilgio keitikliais.

Išradimo apibrėžtis

1. Lazerinis generatorius su generuojamos spinduliuotės bangos ilgio perdirbimu, sudarytas iš optinio rezonatoriaus, turinčio du veidrodžius, tarp kurių yra lazerio aktyvusis kristalas, ir keitiklio, perdirbančio generuojamos spinduliuotės bangos ilgį, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad optinio rezonatoriaus veidrodžiai sukonstruoti taip, kad optinis rezonatorius vykdytų ir generuojamos lazerio spinduliuotės bangos ilgio perdirbimą, panaudojant lazerio aktyviajame kristale Ramano efektą.
2. Lazerinis generatorius pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vienas optinio rezonatoriaus veidrodžių yra visiškai atspindintis generuojamos lazerio spinduliuotės bangos ilgį λ_1 ir, perdirbtą dėl Ramano efekto lazerio aktyviajame kristale, spinduliuotės bangos ilgį λ_2 , kitas iš minėto rezonatoriaus veidrodžių yra visiškai atspindintis tik lazerio generuojamos spinduliuotės bangos ilgį λ_1 , o spinduliuotės, perdirbtos dėl Ramano efekto, bangos ilgiui λ_2 yra laidus.

