



URAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

244972
(11) (B1)

(22) Prihlásené 06 08 84
(21) [PV 5974-84]

(40) Zverejnené 13 11 85

(45) Vydané 15 11 87

(51) Int. Cl.⁴
H 01 S 4/00
H 01 S 3/09
H 01 S 3/139

(75)

Autor vynálezu

MILIČKA EDUARD ing. CSc., NOVÉ MESTO nad Váhom;
KVAPIL JIŘÍ ing. DrSc., TURNOV

(54) Zariadenie na optické čerpanie laserových tyčí aktivovaných iontami neodymu

1

2

Riešenie sa týka zariadenia na optické čerpanie laserových tyčí aktivovaných iontami neodymu umožňujúceho optimálnu laserovú funkciu tyčí. Podstatou zariadenia, ktoré pozostáva z reflektora, vo vnútri ktorého je umiestnená výbojka a rovnobežne s ňou optický filter a laserová tyč, je, že funkčná plocha reflektora je vytvorená s 50% odrazivosťou pre určitú vlnovú dĺžku λ_R ležiacu v intervale vlnových dĺžok $300 \div 510$ nm, pre svetlo vlnovej dĺžky kratšej ako $(\lambda_R - 30)$ s odrazivosťou menšou ako 10%, pre svetlo vlnovej dĺžky z intervalu $(\lambda_R + 70) \div 950$ nm s odrazivosťou 80 až 100% s výhodou vrstvou zlata. Filter je vytvorený s priepustnosťou 80 až 100% pre svetlo vlnovej dĺžky z intervalu $500 \div 950$ nm a 50% priepustnosťou pre svetlo vlnovej dĺžky z intervalu

$$\left(425 - \frac{\lambda_R}{4}\right) \div \left(455 - \frac{\lambda_R}{4}\right).$$

Pre svetlo vlnovej dĺžky menšej ako

$$\left(400 - \frac{\lambda_R}{4}\right)$$

je filter nepriepustný.

Vynález sa týka zariadenia na optické čerpanie laserových tyčí aktivovaných iontami neodymu, umožňujúceho optimálnu laserovú funkciu tyčí.

Lasery, používajúce aktívny materiál aktivovaný iontami neodymu, sú v súčasnej dobe najdôležitejšími pevnolátkovými lasermi. Rad z nich sa využíva tak v pulznej, ako i v spojitnej prevádzke. Účinnosť laseru pritom závisí na rade faktorov, z ktorých prvoradú úlohu hrá využitie svetla výbojky aktívnym materiálom. Neodymité ionty majú absorpčné spektrum čiarové, a preto je potrebné využiť maximum jeho absorpčných čiar. Na druhej strane, ak sa využívajú absorpčné čiary i v krátkovlnnej oblasti spektra, to je ak sa čerpá aktívny materiál svetlom s vysokým podielom fialovej a ultrafialovej zložky, môže sa v materiáli vytvoriť vysoká koncentrácia farebných centier, ktorá laserovú funkciu sťažuje až znemožňuje.

Uvedené nevýhody zmierňuje a technický problém rieši zariadenie na optické čerpanie laserových tyčí aktivovaných iontami neodymu, ktorého podstatou je, že funkčná plocha reflektora je vytvorená s 50% odrazivosťou pre určitú vlnovú dĺžku λ_R ležiacu v intervale vlnových dĺžok $300 \div 510$ nm, pre svetlo vlnovej dĺžky kratšej ako $(\lambda_R - 30)$ s odrazivosťou menšou ako 10%, pre svetlo vlnovej dĺžky z intervalu $(\lambda_R + 70) \div 950$ nm s odrazivosťou 80 až 100%, napríklad vrstvou zlata. Filter je vytvorený s priepustnosťou 80 až 100% pre svetlo vlnovej dĺžky s intervalu $500 \div 950$ nm a 50% priepustnosťou pre svetlo vlnovej dĺžky z intervalu

$$(425 - \frac{\lambda_R}{4}) \div (455 - \frac{\lambda_R}{4}) .$$

Pre svetlo vlnovej dĺžky menšej ako

$$(400 - \frac{\lambda_R}{4}) .$$

je filter nepriepustný.

Zariadenie na optické čerpanie laserových tyčí aktivovaných iontami neodymu umožňuje tak získať relatívne vysokú energetickú účinnosť laseru, a to i v prípade, že laserovej tyči nie sú použité vedľa iontov neodymu žiadne koaktivátory. Čím širšiu oblasť krátkovlnového spektra reflektor odráža, tým menej prepúšťa filter, a to v oblasti citlivej pre ionty Nd^{3+} . Aj keď časť svetla výbojky dopadajúceho na laserovú tyč bez odrazu na reflektore má vzhľadom na svoju krátkovlnnú zložku za následok vznik farebných centier, dostatočne vyšší podiel svetla dlhovlnného zaručí ich okamžitý rozpad. Navyše energia uvoľnená rozpadom farebných centier sa z veľkej časti prenáša na ionty Nd^{3+} , čím sa zvyšuje účinnosť lasera, v ktorom je krátkovlnový podiel čerpanieho svetla celkom odfiltrovaný alebo je odfiltrovaný nedostatočne.

Príklad 1

Laserová tyč z yttritohlinitého granátu aktivovaného iontami neodymu, ktorá má priemer 5 mm a dĺžku 70 mm, je umiestnená rovnobežne s kryptonovou výbojkou s rozmermi výbojkovej dráhy odpovedajúcimi rozmerom tyče vo valcovom pozlátanom reflektore s priemerom 50 mm a dĺžkou 75 milimetrov. Laserová tyč je pritom uložená v trubici o hrúbke steny 1,5 mm z boro-kremičitého skla s obsahom $3 \cdot 10^{-2}$ hmotových % Fe a $1,5 \cdot 10^{-2}$ hmotových % Ti. Odrazivosť reflektora je 84% pre svetlo o vlnovej dĺžke 550 až 1200 nm, 50% pre svetlo o vlnovej dĺžke 495 nm a je menšia ako 6% pre svetlo o vlnovej dĺžke kratšej ako 470 nm. Trubica je nepriepustná pre svetlo o vlnovej dĺžke kratšej ako 295 nm, má priepustnosť 46% pre svetlo o vlnovej dĺžke 320 nm a 92% pre svetlo o vlnovej dĺžke 400 až 1100 nm. Počas prevádzky je laserová tyč i výbojka chladená destilovanou vodou pretekajúcou trubicou, respektíve reflektorom. Pri použití rovinných zrkadiel, z ktorých výstupné malo odrazivosť 90% pre vlnovú dĺžku žiarenia 1064 nm, je pri čerpaní 4 kW dosiahnutý výstupný výkon lasera 80 W. Pri odstránení trubice je najvyšší výkon 25 W pri čerpaní 3 kW a 10 W pri čerpaní 4 kW. Pri použití trubice z materiálu, ktorého absorpčná hrana bola posunutá o 35 nm oproti pôvodnej trubici smerom k vyšším vlnovým dĺžkam, činí maximálny výkon pri 4 kW čerpaní len 71 W.

Príklad 2

Laserová tyč s priemerom 5 mm a dĺžkou 50 mm s matným valcovým povrchom, zhotovená z fosfátového skla s obsahom 1,1 hmotových % Nd a xenonová výbojka s dĺžkou výbojkovej dráhy 50 mm a vonkajším priemerom 6 mm boli umiestnené vo vnútri trubice s vnútorným priemerom 50 mm so stenou hrúbky 1 mm rovnobežne a v jednej rovine s osou trubice. Rozstup tyče a osi trubice rovnako ako rozstup osi trubice a výbojky je 8 mm. Priepustnosť materiálu trubice je menšia ako 4% pre svetlo o vlnovej dĺžke kratšej ako 400 nm, 51% pre svetlo o vlnovej dĺžke 430 nm a 88 ÷ 90% pre svetlo o vlnovej dĺžke 495 až 980 nm. Trubica je z vonkajšej strany obsypaná jemným práškovým oxidom horečnatým a odrazivosťou 98% pre celú viditeľnú oblasť svetla včítane blízkej ultrazvukovej a infračervenej oblasti. Na oboch stranách laserovej tyče sú vo vzdialenosti 100 mm umiestnené zrkadlá s odrazivosťou 70 a 99% pre vlnovú dĺžku žiarenia 1064 nm. Výbojka je napájaná impulzne, pričom energia čerpanieho impulzu je 50 J. Vnútro trubice s výbojkou a tyčou je chladené prúdom vzduchu. Výstupná energia laserových impulzov je 120 mJ. Po vložení sklenenej doštičky

medzi výbojku a tyč s priepustnosťou upravenou naparením dielektrickej vrstvy tak, že táto činí 88% pre svetlo o vlnovej dĺžke 480 ÷ 900 nm, 44 % pre svetlo o vlnovej dĺžke 332 nm a menšou ako 7% pre svetlo

o vlnovej dĺžke 310 nm, je výstupná energia lasera najvyššia, a to 475 mJ. Pri posuve uvedených hodnôt priepustnosti doštičky o 30 až 50 nm k vyšším vlnovým dĺžkam je výstupná energia 420 mJ.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

Zariadenie na optické čerpanie laserových tyčí aktivovaných iontami neodymu, pozostávajúce z reflektora, vo vnútri ktorého je umiestnená výbojka a rovnobežne s ňou optický filter a laserová tyč, vyznačujúce sa tým, že funkčná plocha reflektora je vytvorená s 50% odrazivosťou pre určitú vlnovú dĺžku λ_R ležiacu v intervale vlnových dĺžok 300 ÷ 510 nm, pre svetlo vlnovej dĺžky kratšej ako $(\lambda_R - 30)$ s odrazivosťou menšou ako 10%, pre svetlo vlnovej dĺžky z intervalu $(\lambda_R + 70) \div 950$ nm s odrazivosťou 80 až 100%, napríklad vrstvou zlata, filter je vytvorený s priepustnosťou

80 až 100% pre svetlo vlnovej dĺžky z intervalu 500 ÷ 950 nm a 50% priepustnosť pre svetlo vlnovej dĺžky z intervalu

$$\left(425 - \frac{\lambda_R}{4}\right) \div \left(455 - \frac{\lambda_R}{4}\right),$$

kým pre svetlo vlnovej dĺžky menšej ako

$$\left(400 - \frac{\lambda_R}{4}\right)$$

je filter nepriepustný.