ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

200 678

(11) (B1)

(61)
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 27 02 78
(21) PV 1213-78

(51) Int. Cl.³ G 02 B 5/30
// G 02 F 1/00
H 01 S 4/00

(40) Zveřejněno 31 01 80
(45) Vydáno 30 04 83

(75)
Autor vynálezu KVAPIL JIŘÍ ing. CSc, KVAPIL JOSEF ing. CSc, TURNOV,
[illegible] BOHUMIL ing. CSc, OHRAZENICE a KUBELKA JIŘÍ ing., PŘÍBRAM

(54) Zařízení pro stimulovanou emisi optického záření

Vynález se týká zařízení pro stimulovanou emisi optického záření se zvýšenou účinností přeměny energie světelného zdroje na energii stimulované emise.

Lasery, tj. zařízení pro stimulovanou emisi optického záření, nacházejí stále širší uplatnění v technické praxi. Vedle plynových laserů, v nichž aktivním materiálem je plyn, jsou nejčastěji užívány lasery, v nichž aktivním materiálem je pevná fáze, a to zejména monokrystal, obsahující vhodné aktivní ionty. Běžně se používají monokrystaly rubínu nebo yttritohlinitého granátu s ionty vzácných zemin, zejména neodymu. Laser sestává ze zdroje světla, kterým mohou být výbojky, žárovky nebo polovodičové prvky, umístěné v blízkosti aktivního materiálu, vybroušeného zpravidla do tvaru válce s rovinnými základovými plochami. Jestliže daný laser funguje samostatně, tj. jako tzv. oscilátor, je optická osa aktivního materiálu totožná s optickou osou rezonátoru, případně dalších optických prvků; jestliže laser funguje jako zesilovač stimulované emise jiného laseru, je optická osa těchto obou laserů společná. K soustředění čerpacího světla světla světelného zdroje do aktivního materiálu slouží zpravidla reflektor, respektive dutina s reflexním povrchem, v níž jsou aktivní materiál a zdroj světla umístěny. Vzhledem k tomu, že účinné pásy aktivního materiálu jen zčásti využívají spektrum světelného zdroje, energie excitovaných stavů aktivních iontů se rovněž nemůže přeměnit v plné míře na energii stimulované emise záření, je třeba aktivní materiál a případně i zdroj světla

chladit. Navíc krátkovlnné podíly spektra světelného zdroje způsobují nežádoucí přechod elektronů z metastabilního stavu do výšekvantových hladin, odkud bez vyzáření světelných kvant přecházejí do základního stavu. Méně stabilní materiály vytvářejí barevná centra, která různým mechanismem se podílejí na snížení populace elektronů v metastabilním stavu a tím i na snížení energetické, respektive výkonové účinnosti laseru. Z uvedeného důvodu se mezi zdroj světla a aktivní materiál vkládá optický filtr, který odstraňuje nežádoucí krátkovlnný podíl spektra světelného zdroje. Tyto filtry je třeba volit podle druhu aktivního materiálu.

Zvýšené účinnosti přeměny energie respektive výkonu světelného zdroje na výstupní energii respektive výkon laseru lze dosáhnout zařízením pro stimulovanou emisi optického záření podle vynálezu, sestávajícím z světelného zdroje a kativního materiálu, umístěných v reflektoru a vzájemně oddělených optickým filtrem, jehož podstata spočívá v tom, že aktivním materiálem je yttritohlinitý granát s ionty neodymu a/nebo ionty prvků o atomovém č. 58 až 59 a 61 až 71, vypěstovaný z vlastní taveniny, ve které molární poměr kysličníku yttritého a kysličníků prvků atomového č. 58 až 71 je 3,001 až 3,03 : 5 a optický filtr je tvořen líhovým roztokem methyloranže a rhodaminu 6G nebo sklem, obsahujícím 1 % kysličníku ceričitého a 2,5 % kysličníku titaničitého. U těchto filtrů činí optická absorpce při vlnové délce kratší než 0,3 /um 70 % a při vlnové délce delší než 0,4 /um nejvýše 30 %. Nadbytek iontů yttria případně prvků atomových č. 58 až 71 v aktivním materiálu zvyšuje jeho odolnost proti záření s kratší vlnovou délkou, takže ze spektra zdroje stačí odstranit světlo o vlnové délce 0,3 až 0,4 /um. Světlo této vlnové délky je zároveň částečně využito pro čerpání aktivního materiálu. Je přitom výhodné, když optický filtr je z materiálu, který při ozáření při vlnové délce kratší než 0,35 /um luminiskuje v oblasti 0,35 až 0,95 /um.

Stanovení malého nadstechiometrického přebytku iontů yttria a prvků atomových č. 58 až 71 v samotném krystalu není technicky proveditelné, proto je nutné definovat složení výchozí taveniny pro pěstování monokrystalu. Přesto se tento nepatrný nadbytek projeví výraznou změnou v optických (spektrálních) vlastnostech monokrystalu. Proti běžně používaným podobným zařízením, tj. zařízením, užívajícím stejného reflektoru a zdroje světla, yttritohlinitého granátu se stejným obsahem iontů neodymu ale bez nadbytku yttria a filtrace světla o vlnové délce kratší než 0,4 až 0,5 /um, je energetická respektive výkonová účinnost zařízení podle vynálezu alespoň o 25 % vyšší; platí to zejména o nepřetržitém provozu uvedeného laserového zařízení při použití kryptonových výbojek jako světelného zdroje. Zařízení podle vynálezu umožňuje tak buďto získat vyšší výstupní energie, respektive výkony laseru, s použitím yttritohlinitého granátu, nebo při požadovaných parametrech snížit jeho pořizovací i provozní náklady.

Příklad 1

Zařízení podle vynálezu pro pulsní provoz sestávalo z reflektoru eliptického průřezu, pokrytého vrstvou vakuově napařeného stříbra, kde v jednom ohnisku eliptického průřezu byla umístěna tyčová výbojka plněná xenonem, v druhém tyč z monokrystalu yttrito-

hlinitého granátu, vypěstovaného z taveniny o složení:

$$Y_{2,845}Nd_{0,160}Al_5O_{12}$$

o délce 70 mm a Ø 5 mm s paralelními základnami kolmými k ose tyče. Souose k ose tyče bylo na jedné její straně umístěno zrcadlo s reflektivitou 98,8 % a na druhé straně zrcadlo s reflektivitou 30 % vesměs pro vlnovou délku 1,06 /um. Tyč byla umístěna v trubce z taveného křemene s vysokou optickou propustností, kterou protékala chladící voda. Vrstva kapaliny mezi stěnou trubky a tyčí činila 5 mm. Při použití chladící kapaliny, sestávající z lihového roztoku směsi barviv methyloranž a rhodamin 6G ve vrstvě 5 mm silné, absorboval 92 % světla vlnové délky 0,38 /um a jen 8 % světla o vlnové délce vyšší než 0,39 /um. V této úpravě bylo dosaženo při 100 J energie vložené na výbojku o 40 % vyšší výstupní energie než při použití destilované vody a o 20 % lepší výstupní energie než při použití 0,5 %ního roztoku dvojchromanu draselného (K_2CrO_4), jehož absorpční hrana leží na 480 nm.

Příklad 2

Laserové zařízení podle vynálezu pro kontinuální provoz sestávalo z dutého eliptického reflektoru pokrytého vrstvou vakuově napařeného stříbra, kde v jednom ohnisku eliptického průřezu byla umístěna kryptonové výbojka a v druhém tyč z monokrystalu yttritohlinitého granátu, zhotoveného z monokrystalu vypěstovaného z taveniny o složení

$$Y_{2,9040}Nd_{0,1255}Al_5O_{12},$$

o délce 50 mm a Ø 5 mm. Výbojka byla umístěna v trubce o síle stěny 1,2 mm ze skla, obsahujícího 1 % kysličníku ceričitého a 2,5 % kysličníku titaničitého, jehož optická absorpce činila pro světlo o vlnové délce 0,330 /um téměř 100 % a nad 0,350 /um méně než 8 %. Uvedené sklo při dopadu světla o vlnové délce kratší než 0,31 /um vyzařuje světlo o vlnové délce 0,38 až 0,61 /um. Tyč z yttritohlinitého granátu byla umístěna v trubce z obyčejného skla. Trubky byly protékány chladící vodou. Souose s tyčí byla na každé straně umístěna zrcadla o reflektivitě 99,8 % a 93,5 % při vlnové délce 1,06 /um. Za uvedených podmínek bylo dosaženo při 2,5 kW příkonu na výbojce výstupního výkonu 30,5 W.

V případě, že tyč byla zaměněna za tyč z yttritohlinitého granátu vypěstovaného z taveniny o složení

$$Y_{2,845}Nd_{0,1255}Al_5O_{12},$$

klesl výkon na výstupu na 24 W. Byla-li trubka ze skla, obsahujícího 1 % kysličníku ceričitého a 2,5 % kysličníku titaničitého zaměněna za trubku z taveného křemene, klesl výkon na 21 W; při použití původní tyče pak dosáhl asi 22,5 W.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zařízení pro stimulovanou emisi optického záření, sestávající ze světelného zdroje, aktivního materiálu, umístěných v reflektoru a vzájemně oddělených filtrem, vyznačené tím, že aktivním materiálem je yttritohlinitý granát s ionty neodymu a/nebo ionty prvků o atomovém č. 58 až 59 a 61 až 71, vypěstovaný z vlastní taveniny, ve které molární poměr kysličníku yttritého a kysličníků prvků atomových č. 58 až 71 je 3,001 až 3,03 : 5 a optický filtr je tvořen líhovým roztokem methyloranže a rhodaminu 6G nebo sklem, obsahujícím 1 % kysličníku ceričitého a 2,5 % kysličníku titaničitého.

Tz 66 - 5-8301 - 82 Cena 2,40 Kčs