



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

245139
(11) (B1)

[51] Int. Cl.⁴
C 30 B 29/28
//H 01 S 3/14

[22] Přihlášeno 15 03 85

[21] (PV 1818-85)

[40] Zveřejněno 13 11 85

[45] Vydáno 15 12 87

[75]

Autor vynálezu

KVAPIL JIŘÍ ing. DrSc.; KVAPIL JOSEF ing. CSc., TURNOV;
KUBELKA JIŘÍ ing., PŘÍBRAM, BOUČEK IVAN ing., MALÁ SKÁLA;
PERNER BOHUMIL ing. CSc., OHRAZENICE

(54) Tavenina pro pěstování monokrystalů yttritohlinitého granátu
pro lasery s omezeným zesílením

1

2

Tavenina pro pěstování monokrystalů yttritohlinitého granátu pro lasery s omezeným zesílením pro použití v klíčovaných laserech, zvyšující jejich stabilitu a snižující citlivost i na malé změny čerpacích a jiných parametrů, pěstovaných pod ochrannou atmosférou, složenou z argonu a vodíku, kde tavenina ze směsi oxidů obsahuje na počátku růstu monokrystalů ionty hliníku, yttria, neodymu a praseodymu v atomárním poměru 5 : 2,8 až 2,9 : 0,12 až 0,18 : 0,001 až 0,01.

Vynález se týká taveniny pro pěstování monokrystalů yttritohlinitého granátu, aktivovaného ionty neodymu, pro lasery s omezeným zesílením v klíčovaném provozu.

Klíčované lasery, ve kterých se energie nahromaděná čerpáním v aktivním materiálu, po snížení ztrát rezonátoru, přemění ve velmi krátký laserový puls o vysokém výkonu, mají velký význam v celé řadě aplikací. Většinou je přitom zapotřebí, aby puls nebyl deformován, tj. aby měl jediné maximum a zejména, aby místo jediného pulsu nevznikly při jednom záblesku výbojky dva nebo více pulsů. K těmto nežádoucím jevům dochází pravidelně tehdy, když koeficient zesílení světla v aktivním materiálu je velký a rychlost spínání, tj. rychlost poklesu ztrát rezonátoru je malá, takže část nahromaděné energie se přemění na laserový puls již při neúplném sepnutí rezonátoru, zbytek po dalším snížení jeho ztrát. Zesílení je přímo úměrné čerpání a průřezu laserového přechodu v aktivním materiálu, který má v případě yttritohlinitého granátu aktivovaného ionty neodymu zvláště vysokou hodnotu. Proto je laser s uvedeným aktivním materiálem klíčovaný pomalu spínající, například mechanicko-optickou uzávěrkou značně nestabilní a citlivý i na malé změny čerpacích i jiných parametrů, které se ihned projeví značnou změnou parametrů výstupních.

Uvedenou nežádoucí citlivost laseru lze výrazně potlačit při použití yttritohlinitého granátu pěstovaného z taveniny podle vynálezu pro pěstování monokrystalů yttritohlinitého granátu pro lasery s omezeným zesílením tažením pod ochrannou atmosférou, obsahující 50 až 98 obj. % argonu a 49,5 až 1,5 obj. % vodíku, tvořené oxidy, jehož podstata spočívá v tom, že tavenina obsahuje na počátku růstu monokrystalu ionty hliníku, yttria, neodymu a praseodymu v atomárním poměru 5 : 2,8 až 2,9 : 0,12 až 0,18 : 0,001 až 0,01.

Vypěstovaný monokrystal obsahuje potom přibližně 5- až 6krát méně neodymu a praseodymu než tavenina. Ionty praseodymu zkracují dobu života luminiscence iontů neodymu, což znamená, že vzrůstajícím čerpáním vzrůstají i ztráty energie, tj. inverze v aktivním materiálu. Tím se laser, ve kterém je uvedený aktivní materiál použit, stává relativně necitlivým na kolísání čerpací energie a další nepravidelnosti čerpacích pulsů. Pro danou kombinaci laseru je přitom třeba nalézt optimální koncentraci neodymu a praseodymu v uvedených mezích. Při zcela nízké koncentraci praseodymu v yttritohlinitém granátu aktivovaném neodymem je jeho účinek nedostatečný, při vysoké koncentraci je účinnost laseru nedostatečná. V každém případě je však podstatné, aby růst monokrystalu probíhal v redukční atmosféře, protože v oxidační, případně neutrální atmosféře, se část iontů praseodymu, zřejmě jako čtyřmocné, zabu-

duje v oktaedrických polohách, což má za následek takový mechanismus zhašení luminiscence iontů neodymu, který je nezávislý na čerpací energii, respektive inverzi, a proto je z hlediska stabilizace výstupních parametrů nežádoucí. Z téhož důvodu je vhodné případnou temperaci monokrystalů provádět v atmosféře vodíku nebo ve vakuu. Vedle iontů praseodymu lze do taveniny oxidů před růstem monokrystalu přidat i další příměs v malé koncentraci, upravující příznivě pěstovací podmínky nebo jakost laserové tyče, například ionty ceru.

Z taveniny podle vynálezu lze pěstovat monokrystaly yttritohlinitého granátu aktivovaného ionty neodymu, vhodné jako aktivní materiál pro lasery se stálými, na vnějších podmínkách relativně nezávislými parametry výstupního svazku.

Příklad 1

V molybdenovém kelímku o vnitřním průměru 6 cm a výšce rovněž 6 cm byla pod atmosférou složenou z 90 obj. % argonu a 10 obj. % vodíku roztavena směs sestávající z 243,1 g oxidu hlinitého, 313 g oxidu yttritého, 25 g oxidu neodymitého a 0,2 g oxidu praseodymitého, což odpovídá obsahu iontů hliníku, yttria, neodymu a praseodymu v atomárním poměru 5 : 2,84 : 0,152 : 0,0012. Ze vzniklé taveniny byl vypěstován monokrystal o průměru 26 mm a délce 70 mm, z něhož byly zhotoveny laserové tyče o průměru 4 mm a délce 50 mm. Při použití v klíčovaném laseru s elektrooptickou uzávěrkou a polarizátorem, jehož stupeň polarizace činil pouhých 85 %, byl v rozmezí čerpací energie 10 až 40 J emitován jednoduchý puls o šířce 25 ns a energie maximálně 80 mJ. Laserová tyč stejných rozměrů, zhotovená z téhož monokrystalu, ale zahříváného po vypěstování na vzduchu při teplotě 1 500 °C po dobu 10 hod. poskytla při použití v téže laseru jednoduchý výstupní puls při čerpání nejvýše 36 J. Při vyšších čerpáních byl výstupní puls částečně deformován. Stejný laser s tyčí vyrobenou z monokrystalu yttritohlinitého granátu, ale bez příměsí iontů praseodymu emitoval nedeformovaný světelný puls při čerpání nejvýše 32 J.

Příklad 2

Monokrystal yttritohlinitého granátu o hmotnosti 285 g, vypěstovaný z taveniny sestávající z 744 g oxidu hlinitého, 940 g oxidu yttritého, 77 g oxidu neodymitého, 1,8 g oxidu praseodymitého a příměsí 1,2 g oxidu ceritého, což odpovídalo obsahu iontů hliníku, yttria, neodymu, praseodymu a ceru v atomárním poměru 5 : 2,852 : 0,156 : 0,0035 : 0,0023 pod atmosférou složenou z 85,5 obj. proc. argonu a 14,5 obj. % vodíku byl temperován po dobu 10 hod. při teplotě 1 600 °C

ve vodíku. Poté byl zpracován na laserové tyče o průměru 6 mm a délce 60 mm. Tyče byly použity v laseru spínaném mechanicko-optickou uzávěrkou s výstupním zrcadlem o reflektivitě 40 % pro vlnovou délku 1,60 μm . V rozmezí čerpacích energií 21 až 38 J emitoval laser jednoduchý světelný puls o šířce 38 ns a energii přibližně 40 mJ. Při

vyšším čerpání se jednoduchý výstupní puls zdvojit. Laserové tyče stejných rozměrů zhotovených z monokrystalu vypěstovaného z taveniny bez obsahu iontů praseodymu, umožnily ve stejném laseru emisi jednoduchých světelných pulsů jen v oblasti čerpacích energií 21 až 30 J.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Tavenina pro pěstování monokrystalů yttritohlinitého granátu pro lasery s omezeným zesílením, tažením pod ochrannou atmosférou, obsahující 50 až 98 obj. % argonu a 49,5 až 1,5 obj. % vodíku, tvořená oxidy,

vyznačující se tím, že obsahuje na počátku růstu monokrystalu ionty hliníku, yttria, neodymu a praseodymu v atomárním poměru 5 : 2,8 až 2,9 : 0,12 až 0,18 : 0,001 až 0,01.