



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

258825

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 01 S 3/08,
H 01 S 3/14

(22) Přihlášeno 21 08 86
(21) PV 6121-86.S

(40) Zveřejněno 15 01 88
(45) Vydáno 14 04 89

(75)
Autor vynálezu

KVAPIL JIŘÍ ing. DrSc., KOŠELJA MICHAL ing., TURNOV,
PERNER BOHUMIL ing. CSc., OHRAZENICE, KVAPIL JOSEF ing. CSc., TURNOV

(54) Stabilizovaný klíčový laser

Stabilizovaný klíčový laser využívající jednoduchým způsobem spektrálně-generační vlastnosti monokrystalů yttritohlinitého perovskitu při generaci krátkých pulsů a to i při vyšších opakovacích frekvencích, jehož rezonátor obsahuje vedle zrcadel a spínacího prvku laserovou tyč z monokrystalu yttritohlinitého perovskitu, aktivovaného neodymem, jehož jedna krystalografická osa svírá s geometrickou osou tyče úhel 0,5 až 5° a dále polarizující prvek, jehož polarizační rovina svírá s dalšími krystalografickými osami laserové tyče úhly 3 až 20° a 70 až 87°.

Vynález se týká stabilizovaného pevnolátkového laseru s laserovou tyčí z yttritohlinitého perovskitu aktivovaného neodymem, který generuje reprodukovatelné jednoduché nedeformované pulsy v širokém rozmezí čerpání a opakovacích frekvencí.

Monokrystaly yttritohlinitého perovskitu aktivované neodymem jsou, pokud jde o laserové vlastnosti podobné monokrystalů yttritohlinitého granátu se stejným aktivátorem. Proti granátu, který emituje nepolarizované světlo, je světelná emise kosočtverečného perovskitu polarizována. S ohledem na velmi malý dvojlom je jeho polarizace přibližně lineární.

Spolu s větší šířkou luminiscenčních linií má uvedená polarizace světla v perovskitu za následek, že lasery s tímto aktivním materiálem často vykazují proti laserům granátovým funkční nepravidelnosti, které výrazně omezují jejich využití v praxi. Je to například velmi pomalý a nelineární náběh v blízkosti prahu laserové funkce a zejména kolísání výstupní energie pulsů klíčovaného laseru v závislosti na opakovací frekvenci, detailech uspořádání rezonátoru, symetrii čerpání tyče a dalších faktorech.

Uvedené nepravidelnosti jsou výrazně potlačeny ve stabilizovaném klíčovém laseru podle vynálezu, jehož rezonátor obsahuje vedle zrcadel a spínacího prvku laserovou tyč z monokrystalu yttritohlinitého perovskitu, aktivovaného neodymem, jehož podstata spočívá v tom, že jeho jedna krystalografická osa svírá s geometrickou osou tyče úhel $0,5$ až 5° a u polarizátoru jeho polarizační rovina svírá s dalšími krystalografickými osami laserové tyče úhly 3 až 20° a 70 až 87° .

Za těchto podmínek se relativně nejlépe stabilizují odchylky téměř nezatelné, ale přitom variabilní jednodílné deformace kosočtverečné mřížky yttritohlinitého perovskitu, vyvolané obsahem neodymu a tepelnými gradienty v monokrystalu při jeho růstu a teplotní, případně mechanickou deformací tyče při jejím čerpání. Smysl pootočení polarizační roviny polarizátoru okolo společné optické osy dílů rezonátoru vzhledem k poloze dalších krystalografických os, které v nedeformované kosočtverečné mřížce jsou rovnoběžné, nebo kolmé k rovině polarizace se s výhodou volí takový, při kterém intenzita polarizovaného světla procházejícího tyčí a tímto polarizátorem je vyšší než při pootočení ve smyslu opačném, případně se zjistí zkusem při funkci laseru.

Stupeň polarizace polarizátoru je třeba volit alespoň takový, aby při dané inverzi a délce tyče nedocházelo ke generaci světla polarizovaného v jiné rovině, než je polarizační rovina polarizátoru. Ve většině případů jako polarizátor postaví jedna nebo více leštěných destiček, skloněných pod Brewsterovým úhlem. Tento princip lze využít rovněž přímo u čelních ploch pasívních uzávěrek, které jsou skloněny pod úhlem blízkým úhlu Brewsterovu. Též platí pro jednu nebo obě čelní plochy laserové tyče.

Stabilizovaný klíčový laser podle vynálezu umožňuje využít jednoduchým způsobem spektrálně-generační vlastností monokrystalů yttritohlinitého perovskitu při generaci krátkých pulsů a to i při vyšších opakovacích frekvencích laseru.

P ř í k l a d 1

Laserová tyč o průměru 3 mm a délce 60 mm zhotovená z monokrystalu yttritohlinitého perovskitu aktivovaného $0,7$ hmot. % neodymu, jejíž krystalografická osa b byla rovnoběžná s její geometrickou osou, byla čerpána xenonovou výbojkou v reflektoru laseru tvaru eliptického válce uvnitř pozlaceného. Rezonátor sestával z rovinných zrcadel II o odrazivosti $99,7$ a 35 % pro vlnovou délku $1,0795 \mu\text{m}$, mezi kterými byly umístěny ve společné optické ose laserové tyče a skleněná kyveta s rovnoběžnými stěnami naplněná dichlorethanovým roztokem spínacího barviva a takové koncentraci, že při naklonění kyvety pod Brewsterovým úhlem (57°) vzhledem ke společné ose dílů rezonátoru, jeho propustnost činila 38% pro $\lambda = 1,0795 \mu\text{m}$.

Kyveta byla pod Brewsterovým úhlem nakloněna tak, že rovina kolmice k skloněným plochám kyvety a optické osy laseru svírala s krystalografickou osou c tyče úhel 18° .

Za těchto podmínek generoval laser jednoduché reprodukovatelné pulsy o energii 18 až 22 mJ a délce 12 ns v rozmezí 0,5 až 25 Hz. V případě, že kolmice k skleněným stěnám kyvety ležela ve stejné rovině s krystalografickou osou c tyče, docházelo k deformaci pulsů, respektive generaci pulsů s více maximy při jednom záblesku výbojky. Méně deformované, ale nikoli zcela jednoduché pulsy generoval laser tehdy, když rovina kolmice k skleněným stěnám kyvety a optické osy laseru, svírala s krystalografickou osou c tyče úhel 18° , avšak proti prvnímu případu byl smysl pootočení kyvety proti tyči opačný, přičemž rovněž energie pulsů byla nižší, než v prvním případě, a to 16 až 18 mJ.

P ř í k l a d 2

Laserová tyč o průměru 5 mm a délce 70 mm z monokrystalu yttritohlinitého perovskitu, obsahujícího 0,8 hmot. % neodymu s krystalografickou osou c svírající s geometrickou osou tyče úhel 8° byla použita v pulsním laseru, klíčováném elektrooptickou uzávěrkou z monokrystalu deuterovaného fosforečnanu draselného (KD_2PO_4) a vybaveném zrcadly o odrazivosti 30 a 99,8% pro vlnovou délku 1 064 nm.

Čerpání bylo prováděno xenonovou výbojkou v uvnitř postříbřeném reflektoru tvaru válce. Pokud bylo pro funkci uzávěrky využito polarizace emitovaného pouze laserovou tyčí, tj. v tomto případě s rovinou polarizace rovnoběžnou s krystalografickou osou b tyče, nebylo zásadně možno při požadované frekvenci 25 Hz získat pravidelné nedeformované pulsy. Po vložení Glan-Thompsonova polarizátoru s rovinou polarizace totožnou s rovinou polarizace tyče, mezi uzávěrku a tyč, bylo možno získat pravidelné pulsy o délce 15 ns při čerpání 10 až 25 J, což odpovídalo 15 až 50 mJ výstupní energie. Při vyšším čerpání byly opět pozorovány pulsy s více maximy.

Teprve po pootočení tyče okolo geometrické osy o 10° laser generoval pravidelné pulsy až do čerpání 50 J, což odpovídalo výstupní energii až 145 mJ.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Stabilizovaný klíčový laser, jehož rezonátor obsahuje vedle zrcadel a spínacího prvku, laserovou tyč z monokrystalu yttritohlinitého perovskitu, aktivovaného neodymem, vyznačený tím, že jeho jedna krystalografická osa svírá s geometrickou osou tyče úhel 0,5 až 5° a u polarizujícího prvku jeho polarizační rovina svírá s dalšími krystalografickými osami laserové tyče úhly 3 až 20° a 70 až 87° .