



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

240135
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
C 30 B 29/20

(22) Přihlášeno 17 09 84
(21) [PV 6943-84]

(40) Zveřejněno 13 06 85

(45) Vydáno 15 06 87

(75)

Autor vynálezu

KVAPIL JIŘÍ ing. DrSc., TURNOV; KUBELKA JIŘÍ ing., PŘÍBRAM;
PERNER BOHUMIL ing. CSc., OHRAZENICE; KVAPIL JOSEF ing. CSc.,
TURNOV

(54) Yttritohlinitý granát se stálými laserovými vlastnostmi

1

Yttritohlinitý granát se stálými laserovými vlastnostmi, aktivovaný ionty neodymu, vhodný k použití v pulsním i kontinuálním laserovém provozu, zejména, je-li požadována dlouhodobá provozní stabilita, kde jí je dosaženo tím, že obsahuje příměs iontů praseodymu a terbia v atomárním poměru Nd : Pr : Tb = 100 : 0,000 5 až 0,05 : 0,02 až 1,0 a případně ještě ionty chromu nebo titanu v atomárním poměru Nd : Cr nebo Ti = 100 : 0,05 až 5,0.

2

Vynález se týká yttritohlinitého granátu, aktivovaného neodymem se stálými laserovými vlastnostmi, vhodný pro dlouhodobé použití v laserech.

Yttritohlinitý granát aktivovaný ionty neodymu se široce využívá jako aktivní materiál v laserech různých typů a výkonů. Vlastnosti uvedeného aktivního materiálu přitom silně závisejí na přítomnosti i malých množství dalších příměsí a jeho tepelném zpracování. Řada příměsí v yttritohlinitém granátu aktivovaném ionty neodymu podmiňuje jeho citlivost na záření zejména krátkovlnných podílů světla výbojek používaných v laseru, kdy se vytvářejí barevná centra. Barevná centra snižují účinnost laseru tím, že absorbují čerpací i emitované světlo a výjimečně zhášejí i luminiscenci aktivátoru. Uvedené změny jsou dlouhodobé i krátkodobé a v praxi působí zhoršení stability funkčních parametrů laseru. Také přítomnost samotného neodymu podmiňuje vznik barevných center s krátkou dobou života, která svou absorpcí podstatně zesilují tepelné deformace například při kontinuálním čerpání laserových tyčí.

Velkou část uvedených potíží odstraňuje yttritohlinitý granát aktivovaný neodymem se stálými laserovými vlastnostmi podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje příměs iontů praseodymu a terbia v atomárním poměru $\text{Nd} : \text{Pr} : \text{Tb} = 100 : 0,0005 \text{ až } 0,05 : 0,02 \text{ až } 1,0$, případně ještě ionty chromu nebo titanu v atomárním poměru $\text{Nd} : \text{Cr}$ nebo $\text{Ti} = 100 : 0,05 \text{ až } 5,0$.

Tento materiál nevykazuje v laserovém provozu žádné dlouhodobé změny. Je-li třeba potlačit krátkodobé změny parametrů laseru, například na počátku jeho funkce vlivem teplotních deformací aktivního materiálu, je vhodné jeho složení upravit dalším případným přidávkem iontů chromu nebo titanu. Příměs terbia v yttritohlinitém granátu, aktivovaném ionty neodymu bez přítomnosti praseodymu má jen malý vliv, pokud jde o zamezení tvorby barevných center. Uplatňuje se spíše tím, že omezuje záporný vliv některých iontů vzácných zemin na luminiscenci neodymu, ale zvyšuje rychlost tvorby barevných center. Teprve kombinace příměsí praseodymu a terbia stabilizuje příznivě laserové vlastnosti yttritohlinitého granátu.

Yttritohlinitý granát se stálými laserovými vlastnostmi podle vynálezu, je vhodný k použití v pulsním i kontinuálním laserovém provozu, a to zejména v těch případech, kdy je pořadována dlouhodobá provozní stabilita.

Příklad 1

Monokrystaly yttritohlinitého granátu s obsahem 1,0 až 1,1 at. % neodymu vztaženo na yttritium byly pěstovány za použití oxidu yttrititého a hlinitého čistoty 99,9999 % a oxidu neodýmitého čistoty 99,999 %. Přes použití takto čistých výchozích surovin vy-

kazovaly laserové tyče o průměru 5 mm a délce 50 mm zhotovené z vypěstovaných monokrystalů v pulsním laserovém provozu při energii čerpacího pulsu 60 J pokles výstupní energie z počátečních 1,5 J na 1,15 J, a to v závislosti na teplotě během 300 až 420 pulsů. Počáteční hodnotu výstupní energie bylo možno získat až po odstavení laseru z provozu v trvání alespoň 18 hodin. V případě, že výchozí oxid hlinitý obsahoval 0,001 % hmot. železa, byl pokles z 1,38 na 1,18 J pozorován až po 3 500 pulsech, avšak tento pokles byl již trvalý. Bylo-li k výchozí surovině přidáno 0,01 at. % praseodymu a 0,08 at. % terbia, vztaženo na neodym jako oxid praseodymu Pr_6O_{11} a oxid terbia Tb_4O_7 a vypěstované monokrystaly obsahovaly 0,007 at. % praseodymu a 0,12 at. % terbia, vztaženo na neodym. Laserové tyče připravené z těchto monokrystalů vykazovaly při stejném způsobu laserového provozu výstupní energii v průměru 1,38 J, která, pokud byla vyměňována opotřebovaná výbojka laseru (po cca 30 000 pulsech), se ani po 100 000 pulsech pozorovatelně nezměnila.

Příklad 2

Monokrystaly yttritového granátu s obsahem 0,9 až 1,0 at. % neodymu vztaženo na yttrium byly pěstovány za použití oxidu yttrititého čistoty 99,99 %, oxidu hlinitého čistoty 99,999 % a oxidu neodýmitého čistoty 99,9 %. K dispozici bylo přitom několik typů, resp. šarží uvedených oxidů, lišících se vzájemně druhem nečistot. Z monokrystalů byly zhotoveny laserové tyče o průměru 4 mm a délce 80 mm, které byly použity v kontinuálním laseru, čerpáním kryptonovou výbojkou o příkonu 3 kW. Výstupní zrcadlo laseru o reflektivitě 96 % bylo rovinné, zadní, vzdálené od výstupního zrcadla 21 cm, bylo duté o poloměru 1 m. Počáteční výkon laseru 55 W poklesl okamžitě po zapnutí na 42 W vlivem tvorby přechodných barevných center. Navíc bylo pozorováno velmi pomalé, ale nevratné snižování výkonu o 8 W po 80 hodinách provozu vlivem tvorby stálých barevných center. Stálá barevná centra se podařilo s úspěchem potlačit tím, že jako výchozí oxid yttritý byly vybírány šarže, které obsahovaly 0,0003 až 0,005 at. % terbia a šarže oxidu neodýmitého s obsahem nanejvýše 0,05 at. % praseodymu, vztaženo na yttrium, resp. neodym. Dále bylo k výchozí surovině přidáno 0,1 % chromu jako oxid chromitý, vztaženo na neodym. Vypěstované monokrystaly obsahovaly v průměru 0,3 at. % terbia, 0,04 at. % praseodymu a 0,25 at. % chromu, vztaženo vesměs na neodym. Lasery vybavené tyčemi zhotovenými z těchto monokrystalů vykazovaly při stejných podmínkách, jaké byly použity při laserovém provozu původních tyčí, počáteční výkon 57 W, který poklesl po 1 až 2 s provozu na 55 W, přičemž tento výkon byl zjištěn i po 80 hodinách provozu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Yttritohlinitý granát se stálými laserovými vlastnostmi, aktivovaný neodymem, vyznačený tím, že obsahuje příměs iontů praseodymu a terbia v atomárním poměru Nd:

:Pr:Tb = 100:0,000 5 až 0,05:0,02 až 1,0, případně ještě ionty chromu nebo titanu v atomárním poměru Nd:Cr nebo Ti = 100:0,05 až 5,0.