



POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

274 107

(21) PV 2814-89.Y
(22) Přihlášeno 10 05 89

(40) Zveřejněno 14 08 90
(45) Vydáno 26 06 92

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.
G 02 B 27/42,
G 02 B 5/28,
G 01 B 9/02

(75) Autor vynálezu SKODA VÁCLAV RNDr., TURNOV

(54) Způsob výroby kombinovaných tenkých vrstev oxidu hlinitého a křemíku v interferenčních systémech vrstev pro obor vlnových délek 2,7 až 3,5 μm

(57) Řešení se týká oboru optických interferenčních vrstev a řeší problém přípravy neabsorbujících a mechanicky odolných interferenčních vrstev pro pásmo vlnových délek 2,7 až 3,5 μm metodou vakuového napařování. Podstata řešení spočívá ve vytvoření tenkých hliníkových vrstev (Al_2O_3) připravovaných vakuovým reaktivním napařováním za tlaku kyslíku 1×10^{-2} až 2×10^{-2} Pa při rychlosti růstu vrstvy 0,5 až 1,5 nm/s na podložku o teplotě 200 až 300 °C v kombinaci s vrstvami křemíku (Si) napařovanými ve vysokém vakuu při tlaku pod 2×10^{-3} Pa při rychlosti růstu vrstvy 2 až 5 nm/s a teplotě 200 až 300 °C. Tyto systémy vrstev vykazují nízké hodnoty optické absorpce ve srovnání s vrstvami běžně používaných oxidů titančitých a křemičitých (TiO_2 , SiO_2) v uvedeném oboru vlnových délek a současně dobrou mechanickou a chemickou odolnost.

Předmětem vynálezu je použití kombinace vakuově napařovaných vrstev oxidu hlinitého (Al_2O_3) a křemíku (Si), které se vyznačují nízkou optickou absorpcí v oboru vlnových délek 2,7 až 3,5 μm , pro přípravu interferenčních systémů vrstev pro uvedený obor vlnových délek.

Laserová zařízení pracující při vlnových délkách v okolí 3 μm (například lasery na bázi YAG:Er) vyžadují pro svoji funkci použití optických prvků se systémy interferenčních vrstev s nízkými optickými ztrátami, vysokou odolností vůči intenzivnímu optickému záření a s dobrou mechanickou a chemickoklimatickou odolností. Interferenční zrcadla a další tenkovrstvové prvky pro použití v oblasti vlnových délek 2,7 až 3,5 μm se zhotovují obvykle z vakuově napařovaných systémů vrstev fluoridů, sírníků a selenidů kovů, popřípadě i některých halogenidů. Nevýhodou těchto vrstev je jejich nízká mechanická, chemická a klimatická odolnost. Vrstvy běžně používaných oxidů titaničitých, křemičitých a zirkoničitých (TiO_2 , SiO_2 , ZrO_2) připravované reaktivním vakuovým napařováním, které mají vyhovující mechanické vlastnosti a chemickou odolnost, vykazují v oblasti vlnových délek 2,7 až 3,5 μm optickou absorpci, která znemožňuje jejich funkci. K přípravě vrstev z těchto materiálů bez nežádoucí absorpce v tomto oboru vlnových délek je třeba použít technologii iontového napařování, popřípadě jinou iontovou technologii, které však nejsou běžně dostupné.

Uvedené nevýhody jsou z největší části odstraněny u interferenčních systémů vrstev zhotovených za použití kombinace vrstev podle vynálezu, kterého podstata spočívá v tom, že sestává ze střídavě vakuově napařovaných vrstev oxidu hlinitého (Al_2O_3) a křemíku (Si).

Bylo zjištěno a experimentálně ověřeno, že vrstvy oxidu hliníku (Al_2O_3) připravované vakuovým reaktivním napařováním elektronovým svazkem v kyslíku při tlaku 1×10^{-2} až 2×10^{-2} Pa při rychlostech depozice 0,5 až 1,5 nm/s na podložku o teplotě 200 až 300 $^\circ\text{C}$, vykazují v oblasti vlnových délek 2,7 až 3,5 μm na rozdíl od vrstev jiných oxidů zanedbatelnou optickou absorpci. Vrstvy oxidu hliníku (Al_2O_3) zhotovené za tlaku kyslíku 1×10^{-2} až 2×10^{-2} Pa bez přítomnosti dusíku se vyznačují, stejně jako ve vakuu pěstované monokrystaly hliníku (Al_2O_3) temperované ve stejném prostředí jako probíhá uvedený napařovací proces hliníkových vrstev (Al_2O_3), posunutím ultrafialové absorpční hrany ze 190 na 250 nm a zároveň zvýšením odolnosti vůči záření z 3 μm oblasti o vysoké energetické hustotě obvyklé v laserovém svazku. Takto zhotovené vrstvy hliníku (Al_2O_3) lze použít pro konstrukci interferenčních systémů vrstev jako vrstvy s nízkým indexem lomu. Jako materiál vrstev s vysokým indexem lomu lze použít čistý křemík (Si) napařovaný opět elektronovým svazkem ve vysokém vakuu při tlaku pod 2×10^{-3} Pa rychlostí 2 až 5 nm/s opět na ohřátou podložku. Bylo zjištěno, že takto zhotovované systémy vrstev hliník/křemík ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$) jsou vhodné pro přípravu vysoce odrazných polopropustných a dalších optických elementů pro laserovou optiku pracující v okolí vlnové délky 3 μm a vykazují dobrou mechanickou i chemickoklimatickou odolnost.

Popisované systémy vrstev jsou vhodné také pro přípravu zrcadel, optických děličů, filtrů a dalších optických prvků pro vlnové délky $> 1,2 \mu\text{m}$, přičemž vykazují vyšší teplotní a časovou spektrální stabilitu, než systémy vrstev z běžně používaných oxidů.

Příklad:

Pro použití v laseru na bázi YAG:Er pracujícím na vlnové délce 2,94 μm byla zhotovena zrcadla rezonátoru s odrazivostí $> 99 \%$ na opticky leštěných podložkách ze skloviny BK 7 a safíru a částečně propustné s odrazivostí cca 70 % na safírových podložkách. Systémy vrstev hliník/křemík ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$) obsahují sedm respektive čtyři vrstvy o tloušťkách 0,46 μm oxidu hliníku (Al_2O_3) a 0,21 μm křemíku (Si) pro zrcadlo s odrazivostí $> 99 \%$, respektive 70 %; přičemž systém vrstev začíná vrstvou křemíku (Si) na podložce. Zrcadla byla ověřena v provozu na vzorku YAG:Er laseru, kde bylo dosaženo při jejich použití výstupní energie $> 100 \text{ mJ}$ v pulsu. Pro srovnání: při nahrazení vysoce odrazného zrcadla kovovým zrcadlem s odrážející vrstvou zlata poklesla dosažitelná výstupní energie o 25 %.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob výroby kombinovaných tenkých vrstev oxidu hlinitého a křemíku v interferenčních systémech vrstev pro obor vlnových délek 2,7 až 3,5 μm nanesených na podložku vyznačující se tím, že se tvoří jednak z vrstev oxidu hlinitého (Al_2O_3) připravovaných vakuovým reaktivním napařováním za tlaku kyslíku 1×10^{-2} až 2×10^{-2} Pa při rychlosti růstu vrstvy 0,5 až 1,5 nm/s a teplotě podložky 200 až 300 $^{\circ}\text{C}$, a jednak z vrstev křemíku (Si) připravovaných vakuovým napařováním za tlaku zbytkových plynů pod 2×10^{-3} Pa při rychlosti růstu vrstvy 2 až 5 nm/s a teplotě podložky 200 až 300 $^{\circ}\text{C}$.