



POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

254862

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

G 02 B 5/12,
G 03 B 21/20,
G 03 B 27/54

(22) Přihlášeno 29 04 85

(21) PV 3095-85

(40) Zveřejněno 11 06 87

(45) Vydáno 15 09 88

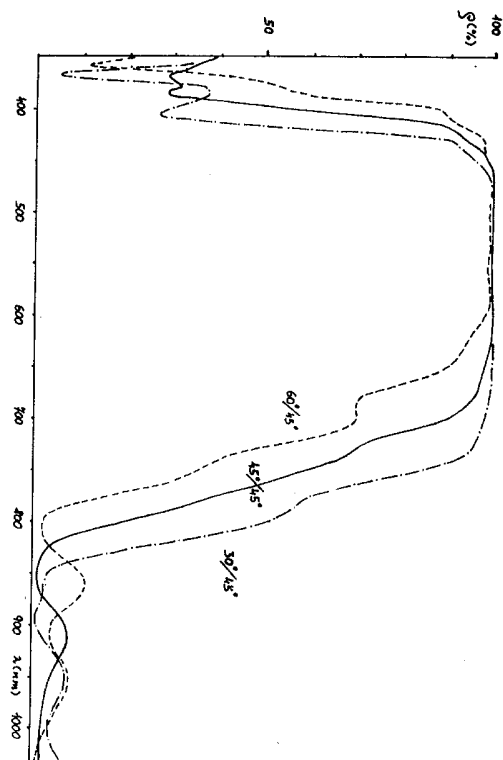
(75)

Autor vynálezu

OBDRŽÁLEK PAVEL RNDr., PŘEROV, MLČOCH PETR ing., OLOMOUC

(54) Interferenční studené zrcadlo

Vynález řeší interferenční studené zrcadlo se dvěma, na pevné podložce upravenými bloky tenkých, vakuově napařovaných vrstev, mezi kterými je vytvořen střední blok, obsahující čtyři až osm vrstev s celkovou optickou tloušťkou $\Delta_S = \lambda/4$. První vrstva u vzduchu celého systému tříblokového zrcadla má nízký index lomu (μ_L) a optickou tloušťku $\Delta_1 = \lambda/2$, zatímco poslední, přímo na podložce vytvořená vrstva má vysoký index lomu (μ_H) a tloušťku $\Delta_X = 0,6 \lambda/4$. Optické tloušťky vakuově napařovaných vrstev krajních bloků jsou uspořádány tak, že náběžné hrany křivky spektrální odrazivosti na hladině 50 % se nacházejí v krajích viditelné části spektra. Všechny optické tloušťky tenkých napařovaných vrstev jsou násobeny faktorem $1/\cos \varphi$, kde φ je úhel lomu ve vrstvách dopadového úhlu φ , který se po odrazu uplatňuje s maximální vahou.



Vynález se týká interferenčního studeného zrcadla, tvořeného dvěma, na pevné podložce upravenými bloky vrstev, z nichž každý obsahuje osm až čtrnáct tenkých, vakuově napařovaných vrstev střídavě vysokého μ_H a nízkého μ_L indexu lomu, kdy optická tloušťka prvního, od podložky vzdálenějšího bloku je určena vztahem $\Delta_A = (\lambda/4) (1 + \epsilon/90^\circ)$ a optická tloušťka na podložce vytvořeného bloku je určena vztahem $\Delta_B = (\lambda/4) (1 - \epsilon/90^\circ)$, kde veličina $\epsilon = \arcsin \mu_H - \mu_L / \mu_H + \mu_L$ a lambda je centrální vlnová délka maxima odrazivosti.

U optických přístrojů, které používají výkonné světelné zdroje, vyzařující energii jak ve viditelné, tak v blízké infračervené oblasti spektra, je zpravidla nutné oddělit funkční světelné záření od záření tepelného. Toto oddělení, nazývané filtrace, se provádí pomocí takzvaného studeného zrcadla, které odráží pouze viditelnou složku dopadajícího záření, kdežto tepelné záření propouští. Jedná se v podstatě o dielektrický systém vrstev, napařených ve vakuu na vhodnou, zpravidla skleněnou podložku a pracujících na principu interference světla. Funkce studeného zrcadla je odvozena ze selektivní spektrální odrazivosti jednoho takového systému dielektrických tenkých vrstev střídavě vysokého μ_H a nízkého μ_L indexu lomu, nazývaného blok. Běžná, dosud vyráběná studená zrcadla jsou tvořena dvěma takovými bloky, z nichž každý obsahuje osm až čtrnáct tenkých vrstev.

Některé optické přístroje, jako například filmové projektory nebo barevné hlavy zvětšovacích přístrojů, jsou opatřeny studenými zrcadly zakřiveného tvaru, která kromě výše uvedené základní funkce plní ještě požadavky z hlediska teploty chromatičnosti odraženého světla. Tato funkce je přímo určena polohou křivky spektrální odrazivosti studeného zrcadla ve spektru. Zakřivenost odrazné plochy má za následek, že paprsky, vycházející ze zdroje světla, dopadají na zrcadlo pod různým úhlem.

V takovém případě jsou tenké vrstvy studeného zrcadla přizpůsobeny pro dopadový úhel i , ve kterém mají světelné paprsky největší váhu, což bývá zpravidla pro střední úhel celého svazku. Znamená to, že pro tento dopadový úhel je křivka spektrální odrazivosti optimální a podoba se případu, kdy na zrcadlo přizpůsobené pro kolmý dopad dopadá svazek paprsků kolmo.

Křivky spektrální odrazivosti krajních paprsků svazku pak vykazují nežádoucí zvlnění ve střední části viditelného spektra i v blízké infračervené oblasti, včetně jejich spektrálního posuvu. V závislosti na zakřivení nosiče a indexech lomu napařovaných vrstev postihne toto zvlnění také křivku spektrální odrazivosti středního paprsku. Přes tento efekt se ještě překrývá vliv odchylek tlouštěk jednotlivých napařených vrstev, jímž bývá běžný výrobní proces zatížen.

Uvedený jev může způsobit rozladění dvou bloků studeného zrcadla, což nežádoucí zvlnění křivky spektrální odrazivosti zvýrazní. Jsou-li odchylkami zatíženy také citlivé vrstvy studeného zrcadla, může pokles odrazivosti ve středu viditelné části spektra a zvýšení odrazivosti v blízké infračervené oblasti pro střední paprsek nabývat velikých hodnot. U krajních paprsků, které se však u optických soustav uplatňují v podstatně menší míře, může být situace ještě nepříznivější.

Vznikl tedy požadavek navrhnout takový typ studeného zrcadla, které by při úměrném počtu napařovaných vrstev umožnilo maximální spektrální odrazivost paprsků ve viditelné části spektra a současně její snížení v blízké infračervené oblasti s ohledem na chromatičnost odraženého světla. Současně je třeba dosáhnout optimální spektrální odrazivosti pro střední a zároveň i krajní paprsky.

Tento úkol řeší předmět vynálezu, kterým je interferenční studené zrcadlo tvořené dvěma, na pevné podložce upravenými bloky vrstev, z nichž každý obsahuje osm až čtrnáct tenkých napařovaných vrstev střídavě vysokého μ_H a nízkého μ_L indexu lomu, kdy optická tloušťka prvního, od povrchu podložky vzdálenějšího bloku je určena vztahem $\Delta_A = (\lambda/4) (1 + \epsilon/90^\circ)$ a optická tloušťka na povrchu podložky vytvořeného bloku je určena vztahem

$\Delta_B = (\lambda/4) (1 - \mathcal{E}/90^\circ)$, kde veličina $\mathcal{E} = \arcsin \mu_H - \mu_L/\mu_H + \mu_L$ a kde λ je centrální vlnová délka maxima odrazivosti.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že mezi prvním blokem a druhým blokem je vytvořen střední blok, který obsahuje čtyři až osm vrstev s celkovou optickou tloušťkou $\Delta_S = \lambda/4$. První vrstva u vzduchu celého systému tříblokového zrcadla má nízký index lomu (μ_L) a optickou tloušťkou $\Delta_1 = \lambda/2$ a poslední vrstva, vytvořená přímo na povrchu podložky má vysoký index lomu (μ_H) a optickou tloušťku $\Delta_X = 0,6 \lambda/4$. Doplnujícím znakem vynálezu je to, že optické tloušťky vakuově napařovaných vrstev krajních bloků jsou uspořádány v závislosti na rozdílu indexů lomu tak, že náběžné hrany křivky spektrální odrazivosti zrcadla na hladině 50 % se nacházejí v krajích viditelné části spektra. Všechny optické tloušťky tenkých napařovaných vrstev mohou být násobeny faktorem $1/\cos \varphi'$.

Křivka spektrální odrazivosti takto vytvořeného studeného zrcadla nevykazuje nežádoucí snížení odrazivosti ve středu viditelné části spektra, které vystupuje u dosud vyráběných studených zrcadel. Náběžné hrany spektrální odrazivosti leží na vlnových délkách, ohraničujících viditelnou část spektra. Vhodným výběrem a kombinací jednotlivých bloků, počtu jejich vrstev a střídání indexů lomu bylo dosaženo snížení odrazivosti v blízké infračervené oblasti. Vedle toho bylo dosaženo i zvýšení mechanické odolnosti, přičemž systém vrstev tříblokového studeného zrcadla je méně citlivý na nepřesnosti ve výrobních podmínkách.

Řešit tento problém při technologicky přijatelném počtu vrstev, umožňujícím maximální odrazivost ve viditelné části spektra při jejím snížení v blízké infračervené oblasti a vytvořit tak optimální spektrální odrazivost pro střední, ale i krajní paprsky, je možný pomocí interferenčního studeného zrcadla složeného ze tří bloků vrstev. Toto zrcadlo je tvořeno tenkými vrstvami materiálů střídavě nízkého μ_L a vysokého μ_H indexu lomu tak, že ve směru vzduch-sklo má první vrstva celého systému nízký index lomu μ_L a poslední vrstva u podložky vysoký index lomu μ_H .

Z hlediska optických tloušťek je zrcadlo tvořeno třemi bloky. Optické tloušťky krajních bloků v pořadí u vzduchu a skla jsou stanoveny ze vztahů pro dvoublokové studené zrcadlo, to jest $\Delta_A = (\lambda/4)(1 + \mathcal{E}/90^\circ)$, $\Delta_B = (\lambda/4)(1 - \mathcal{E}/90^\circ)$, kde $\mathcal{E} = \arcsin (\mu_H - \mu_L/\mu_H + \mu_L)$ a λ je centrální vlnová délka maxima odrazivosti. Jsou však upraveny v závislosti na rozdílu indexů lomu tak, že náběžné hrany jejich křivek spektrální odrazivosti na hladině 50 % se nacházejí na vlnových délkách 400 a 700 μm . Vsunutý prostřední blok obsahuje pouze vrstvy s optickou tloušťkou $\lambda/4$.

První vrstva u vzduchu, s nízkým indexem lomu μ_L má optickou tloušťku $\Delta_1 = \lambda/2$, poslední vrstva s vysokým indexem lomu μ_H má optickou tloušťku $\Delta_X = 0,6 \lambda/4$. Optické tloušťky všech vrstev jsou přizpůsobeny pro dopadový úhel θ , který poskytuje paprsky, uplatňující se po odraze s maximální vahou.

Jako příklad dosaženého vyššího účinku je grafické znázornění křivek spektrální odrazivosti $r_0(\lambda)$ podle přiloženého obrázku. Prostřední, plnou čarou vyznačená křivka představuje případ, kdy na studené zrcadlo, jehož vrstvy jsou přizpůsobeny pro dopadový úhel 45° , dopadá světelný paprsek pod tímtéž úhlem. Levá, čárkovaně vyznačená křivka znázorňuje situaci, kdy na tento systém vrstev dopadá paprsek pod úhlem 60° a pravá, čerchovaně značená křivka, znázorňující situaci, kdy světelný paprsek dopadá pod úhlem 30° .

Z uvedeného příkladu vyplývá, že ve viditelné oblasti dosahuje spektrální odrazivost pro všechny uvažované úhly dopadu hodnot nad 95 %, kdežto v blízké, infračervené oblasti, to je 800 až 1 000 nm, nabývá odrazivost hodnot do 10 %. Přitom optimální případ nastává pro paprsek, uplatňující se v přístroji s maximální vahou, to je v uvedeném případě úhel 45° , kdy odrazivost ve viditelné oblasti dosahuje v průměru 98 %, zatímco v blízké infračervené oblasti se pohybuje do 5 %.

Studené zrcadlo popsaného typu, lze s výhodou využít zvláště v těch případech, kdy se jedná o zakřivený nosič, pracující pod značným rozdílem dopadových úhlů φ a vyžaduje se optimální barevné podání odraženého světla, jako například u filmových promítacích strojů a barevných hlav pro zvětšovací techniky.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Interferenční studené zrcadlo tvořené dvěma, na pevné podložce upravenými bloky vrstev, z nichž každý obsahuje osm až čtrnáct tenkých, vakuově napařovaných vrstev střídavě vysokého μ_H a nízkého μ_L indexu lomu, kdy optická tloušťka prvního, od povrchu podložky vzdálenějšího bloku, je určena vztahem $\Delta_A = (\lambda/4)(1 + \mathcal{E}/90^\circ)$ a optická tloušťka na podložce vytvořeného bloku je určena vztahem $\Delta_B = (\lambda/4)(1 - \mathcal{E}/90^\circ)$, kde veličina $\mathcal{E} = \arcsin((\mu_H - \mu_L)/(\mu_H + \mu_L))$ a λ je centrální vlnová délka maxima odrazivosti, vyznačující se tím, že mezi prvním blokem a druhým blokem je vytvořen střední blok, obsahující čtyři až osm vrstev a celkovou optickou tloušťkou $\Delta_S = \lambda/4$, přičemž první vrstva u vzduchu celého systému tříblokového zrcadla má nízký index lomu (μ_L) a optickou tloušťku $\Delta_1 = \lambda/2$, zatímco poslední, přímo na podložce vytvořená vrstva má vysoký index lomu (μ_H) a tloušťku $\Delta_X = 0,6 \lambda/4$.

2. Interferenční studené zrcadlo podle bodu 1, vyznačující se tím, že optické tloušťky vakuově napařovaných vrstev krajních bloků jsou uspořádány v závislosti na rozdílu indexů lomu tak, že náběžné hrany křivky spektrální odrazivosti tříblokového studeného zrcadla na hladině 50 % se nacházejí v krajních viditelné části spektra.

3. Interferenční studené zrcadlo podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že všechny optické tloušťky tenkých napařovaných vrstev jsou násobeny faktorem $1/\cos \varphi'$, kde φ' je úhel lomu ve vrstvách, příslušející dopadovému úhlu φ , který se po odrazu uplatňuje s maximální vahou.

1 výkres

254862

