

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

308 307

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G02B 5/18 (2006.01)

G02B 27/44 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-648**
(22) Přihlášeno: **26.11.2018**
(40) Zveřejněno: **29.04.2020**
(Věstník č. 18/2020)
(47) Uděleno: **18.03.2020**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **29.04.2020**
(Věstník č. 18/2020)

(56) Relevantní dokumenty:
US 2008/138013 A1; US 6219478 B1; US 4828356; US 2012/093191 A1; US 2013/135701 A1; US 2006/024013 A1; US 5598300; US 2016/259098 A1.

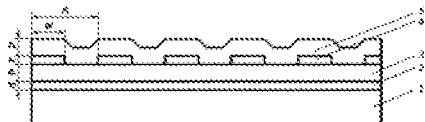
(73) Majitel patentu:
Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v. v. i., Praha
8, Kobylisy, CZ

(72) Původce:
Ing. Pavel Honzátko, Ph.D., Husinec, Řež, CZ

(74) Zástupce:
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52,
170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název vynálezu:
**Odrazivá metalická rezonanční difrakční
mřížka s vytékajícím videm, způsob její
výroby a její použití**

(57) Anotace:
Řešení poskytuje odrazivou metalickou rezonanční difrakční mřížku s vytékajícím videm, sestávající z nosného substrátu (1), souvislé metalické odrazivé vrstvy (2), dielektrické vlnovodné vrstvy (3) a periodického difrakčního obrazce (4) majícího formu metalických proužků s periodou menší nebo srovnatelnou s vlnovou délkou světla, pro něž je difrakční mřížka určená. Takto vzniklá struktura se pro vyšší mechanickou a chemickou odolnost může, ale nemusí, dále chránit depozicí tenké ochranné dielektrické vrstvy (5) s vhodným indexem lomu.



Odrazivá metalická rezonanční difrakční mřížka s vytékajícím videm, způsob její výroby a její použití

5 Oblast techniky

Vynález se týká nového řešení mechanicky vysoce odolných odrazivých difrakčních mřížek pro účinnou spektrální optickou filtraci, způsobu jejich výroby a jejich použití.

10

Dosavadní stav techniky

Difrakční mřížky slouží ke spektrální filtraci a úhlovému rozdělení světla. Vyrábí se například holograficky nebo rytím. Holografické difrakční mřížky mají obvykle sinusově modulovaný
 15 profil a proto nízkou difrakční účinnost. Proces rytí umožňuje připravit pilovitý profil s vysokou difrakční účinností pro určitý difrakční řád, ale proces je drahý a pomalý. Rytím se proto připravuje raznice, která se následně používá pro replikaci mřížek otisknutím do měkkých materiálů. Druhotné mřížky vzniklé pokovením tvarovaného povrchu z měkkého materiálu jsou náchylné k mechanickému poškození, např. při čištění. Existují alternativní metody přípravy
 20 mřížek s pilovitým profilem, např. šikmým iontovým leptáním tvrdých materiálů (Hiroyuki Sasai, Blazed diffraction grating and method for manufacturing blazed diffraction grating, EP 3056929 A1). Na povrchu tvrdých materiálů, např. taveného křemene, lze též připravit hlubokou pravoúhlou reliéfní transmisní mřížku, která může mít vysokou difrakční účinnost ve zvoleném vidu při šikmém dopadu (H. T. Nguyen, B. W. Shore, S. J. Bryan, J. A. Britten, R. D.
 25 Boyd, and M. D. Perry, "High-efficiency fused-silica transmission gratings," Opt. Lett. 22, 142 až 144, 1997). Příprava pravoúhlých mřížek s vysokým poměrem hloubky vrypu k jeho šířce pomocí reaktivního iontového leptání je technicky náročná.

Zvláštní kategorii tvoří rezonanční difrakční mřížky s vytékajícím videm (S. S. Wang, R. Magnusson, J. S. Bagby, and M. G. Moharam, "Guided-mode resonances in planar dielectric-layer diffraction gratings," J. Opt. Soc. Am. A 7, 1470 až 1474, 1990). Tyto mřížky jsou tvořené
 30 reliéfem na povrchu dielektrické vlnovodné vrstvy. Spodní strana vlnovodu může být tvořena substrátem s indexem lomu menším, než má vlnovodná vrstva, zrcadlem sestávajícím z mnoha dielektrických vrstev, nebo kovovou vrstvou. Spodní kovová vrstva může mít reliéfní profil a dielektrická vlnovodná vrstva potom tento profil kopíruje. Záření dopadající na reliéfní difrakční
 35 mřížku budí vlnovodný vid v dielektrické vrstvě, který je opět difragován reliéfní mřížkou. Vytékající záření může rezonančně potlačit nežádoucí difrakční řád procesem zvaným destruktivní interference a podpořit žádoucí difrakční řád konstruktivní interferencí. Spektrální filtry založené na dielektrických rezonančních mřížkách s vytékajícím videm jsou např.
 40 předmětem patentu US 5598300 (Robert Magnusson, Shu-Shaw Wang, Efficient bandpass reflection and transmission filters with low sidebands based on guided-mode resonance effects), patentové přihlášky US 20060024013 A1 (Robert Magnusson, Yiwu Ding, Resonant leaky-mode optical devices and associated methods).

45

Podstata vynálezu

Předkládaný vynález se týká odrazivé metalické rezonanční difrakční mřížky s vytékajícím videm, která obsahuje nosný substrát, souvislou metalickou vrstvu tvořící zrcadlo, dielektrickou
 50 vlnovodnou vrstvu a metalickou mřížku s periodou menší nebo srovnatelnou s vlnovou délkou světla, pro jehož spektrální filtraci je určená, přičemž vhodným návrhem periody mřížky, tloušťky dielektrické vlnovodné vrstvy a tloušťky kovových vrstev lze dosáhnout vysoké difrakční účinnosti do minus prvního odraženého difrakčního řádu a nízké difrakční účinnosti v nultém odraženém difrakčním řádu pro vlnu polarizovanou v rovině dopadu, dále označovanou
 55 jako transverzálně magnetickou (TM) polarizovanou vlnu.

Předmětem předkládaného vynálezu je tedy rezonanční difrakční mřížka obsahující nosný substrát, na kterém je umístěna metalická odrazivá vrstva, na níž je dále umístěna dielektrická vlnovodná vrstva, na které je umístěn difrakční obrazec, který je metalický. Nosným substrátem je například křemenný nosný substrát, dielektrickou vlnovodnou vrstvou může být například vrstva oxidu křemičitého nebo oxidu hlinitého.

Ve výhodném provedení je na povrch této rezonanční difrakční mřížky nanesená ochranná dielektrická vrstva, která zlepšuje chemickou a mechanickou odolnost odrazivé metalické rezonanční difrakční mřížky s vytékajícím videm. Díky nízkému profilu obrazce (s výhodou o výšce 100 až 200 nm) zajišťuje vysokou odolnost proti mechanickému poškození při čištění mřížky.

Ochranná dielektrická vrstva má též funkci vlnovodnou a rozšiřuje spektrální pásmo, v níž dosahuje rezonanční difrakční mřížka s vytékajícím videm vysokou difrakční účinnost. Dielektrická vlnovodná vrstva a ochranná dielektrická vrstva mohou, ale nemusí mít různý index lomu. Dielektrická vlnovodná vrstva může být například vrstva oxidu křemičitého nebo oxidu hlinitého.

Ve výhodném provedení je difrakčním obrazcem difrakční mřížka ve formě proužků s šířkou w , opakujících se s periodou Λ , přičemž perioda Λ je zvolena tak, aby pro danou vlnovou délku záření a pro úhel dopadu světla difrakční mřížka ohýbala světlo pouze do nultého a minus prvního řádu v odraženém i prošlém záření. Odborník v oboru by byl schopen určit šířku proužků difrakční mřížky i jejich periodu tak, aby dosáhl ohybu světla pouze do nultého a minus prvního řádu v odraženém i prošlém záření pro danou vlnovou délku záření. S výhodou je perioda Λ v rozmezí 800 až 1500 nm.

Ve výhodném provedení je tloušťka d metalické odrazivé vrstvy větší než 50 nm, s výhodou větší než 100 nm, výhodněji od 100 nm do 150 nm.

V jiném výhodném provedení je tloušťka h dielektrické vlnovodné vrstvy v rozmezí od 50 nm do 1000 nm, s výhodou od 60 nm do 500 nm, výhodněji od 80 nm do 250 nm.

V dalším výhodném provedení je tloušťka t difrakčního obrazce v rozmezí od 50 nm do 200 nm, s výhodou od 100 nm do 150 nm.

Ve výhodném provedení je šířka w kovových proužků blízká polovině periody Λ , zpravidla $0,4\Lambda < w < 0,6\Lambda$.

V jednom provedení je tloušťka p ochranné dielektrické vrstvy v rozmezí od 50 nm do 1000 nm, s výhodou od 100 nm do 500 nm.

Materiál metalické odrazivé vrstvy a difrakčního obrazce je s výhodou vybrán ze skupiny zahrnující zlato, stříbro, hliník, s výhodou je materiálem zlato a/nebo stříbro.

Princip dosažení vysoké difrakční účinnosti v minus prvním difrakčním řádu a potlačení difrakční účinnosti v nultém difrakčním řádu je následující. Metalický obrazec difrakční mřížky má periodu zvolenou tak, aby pro danou vlnovou délku světla a úhel dopadu difragoval světlo pouze do nultého a minus prvního řádu v odraženém i prošlém záření. Současně se budí vedené vidy v dielektrické vlnovodné vrstvě pod mřížkou. Při vhodné tloušťce vlnovodné vrstvy dojde k rezonančnímu buzení vedených vidů, přičemž vidy šířící se v opačných směrech mají stejnou amplitudu, vytváří stojaté vlnění a neunáší energii. Tyto vedené vidy jsou mřížkou opětovně difragovány do minus prvního a nultého difrakčního řádu. Při vhodně nastavených parametrech metalické rezonanční difrakční mřížky s vytékajícím videm dojde vlivem interference ke vzájemnému vyrušení příspěvků k nultému difrakčnímu řádu a ke konstruktivnímu složení

příspěvků k minus prvnímu difrakčnímu řádu.

Ve výsledku, většina záření dopadající na rezonanční difrakční mřížku s vytékajícím videm je difragována do minus prvního odraženého řádu. Malá část dopadajícího záření se promění na
 5 teplo v metalických vrstvách s konečnou elektrickou vodivostí. Pro běžně používané kovy jako zlato a stříbro tyto ztráty mohou být menší než 5 %. Metalická difrakční mřížka s vytékajícím videm poskytuje významné výhody oproti stávajícím řešením difrakčních mřížek. Je to zejména velká variabilita spektrální šířky, vysoká difrakční účinnost do minus prvního odraženého řádu, která by v případě dokonale vodivého kovu dosáhla 100 %, a v případě reálných kovů přesahuje
 10 95 %, velmi nízký povrchový reliéf, který usnadňuje údržbu mřížky, prodlužuje její životnost a zjednodušuje výrobu.

Předmětem předkládaného vynálezu je dále způsob výroby rezonanční difrakční mřížky podle předkládaného vynálezu, kdy se na nosný substrát vakuově napaří metalická odrazivá vrstva,
 15 která se dále pokryje dielektrickou vlnovodnou vrstvou, na niž se litograficky vytvoří difrakční obrazec, popřípadě se tento difrakční obrazec dále pokryje ochrannou dielektrickou vrstvou, která může, ale nemusí mít stejný index lomu jako dielektrická vlnovodná vrstva.

Předmětem předkládaného vynálezu je rovněž použití rezonanční difrakční mřížky podle předkládaného vynálezu pro spektrální optickou filtraci ve spektrometrech, optických senzorech,
 20 při výběru vlnové délky v laserech a/nebo k úhlovému rozdělení světla podle vlnové délky ve vlnových multiplexerech.

25 Objasnění výkresů

Obr. 1: Podélný řez odrazivou metalickou rezonanční difrakční mřížkou s vytékajícím videm

Obr. 2: Podélný řez odrazivou metalickou rezonanční difrakční mřížkou s vytékajícím videm a s
 30 ochrannou dielektrickou vrstvou

Obr. 3: Difrakční účinnost mřížky podle příkladu 1 a obr. 1 s maximem poblíž vlnové délky 2000 nm pro úhel dopadu 60° a TM polarizaci.

Obr. 4: Difrakční účinnost mřížky podle příkladu 2 a obr. 1 s maximem na vlnové délce 1550 nm
 35 pro úhel dopadu 65° a TM polarizaci.

Obr. 5: Difrakční účinnost mřížky podle příkladu 3 a obr. 2 s maximem na vlnové délce 2000 nm
 40 pro úhel dopadu 60° a TM polarizaci.

Obr. 6: Difrakční účinnost mřížky podle příkladu 4 a obr. 2 s difrakční účinností větší než 0,9 v širokém spektrálním rozmezí od vlnové délky 1605 nm do vlnové délky 2148 nm při úhlu dopadu 45° a TM polarizaci.

Obr. 7: Difrakční účinnost mřížky podle příkladu 5 a obr. 2 s difrakční účinností větší než 0,9 v širokém spektrálním rozmezí od vlnové délky 1330 nm do vlnové délky 1710 nm při úhlu dopadu 60° a TM polarizaci.

Obr. 8: Difrakční účinnost mřížky s ochrannou vrstvou ve formě oxidu hlinitého podle příkladu 6
 50 a obr. 2 s difrakční účinností větší než 0,9 ve spektrálním rozmezí od vlnové délky 1342 nm do vlnové délky 1698 nm při použití stříbrných metalických vrstev (spojitá čára) a od vlnové délky 1349 nm do vlnové délky 1686 nm při použití hliníkových metalických vrstev (přerušovaná čára) při úhlu dopadu 60° a TM polarizaci.

55

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1

- 5 Provedení podle vynálezu určené k dosažení vysoké difrakční účinnosti v minus prvním odraženém difrakčním řádu na vlnové délce 2000 nm, sestávající z nosného křemenného substrátu 1, na který je vakuově napařena zlatá vrstva 2 o tloušťce 125 nm, vrstva 3 oxidu křemičitého o tloušťce 190 nm, na níž je litograficky definován zlatý obrazec 4 o tloušťce 125 nm s periodou 1150 nm a střídou 0,5 (tj. šířka kovových proužků obrazce je stejná, jako šířka mezer mezi sousedními proužky). Na obr. 3 je vykreslena spektrální závislost difrakční účinnosti do minus prvního řádu pro světlo dopadající pod úhlem 60° ke kolmici na povrch a TM polarizaci.

Příklad 2

- 15 Provedení podle vynálezu určené k dosažení vysoké difrakční účinnosti v minus prvním odraženém difrakčním řádu na vlnové délce 1550 nm, sestávající z nosného křemenného substrátu 1, na který je vakuově napařena zlatá vrstva 2 o tloušťce 125 nm, vrstva 3 oxidu křemičitého o tloušťce 95 nm, na níž je litograficky definován zlatý obrazec 4 o tloušťce 125 nm s periodou 857 nm a střídou 0,5. Na obr. 4 je vykreslena závislost difrakční účinnosti do minus prvního řádu pro úhel dopadu 65° a TM polarizaci.

Příklad 3

- 25 Provedení podle vynálezu určené k dosažení vysoké difrakční účinnosti v minus prvním odraženém difrakčním řádu na vlnové délce 2000 nm, sestávající z nosného křemenného substrátu 1, na který je vakuově napařena zlatá vrstva 2 o tloušťce 125 nm, dále vrstva 3 oxidu křemičitého o tloušťce 216 nm, na níž je litograficky definován zlatý obrazec 4 o tloušťce 125 nm s periodou 1150 nm a střídou 0,5, který je dále chráněn vrstvou 5 oxidu křemičitého o tloušťce 150 nm. Toto provedení se vyznačuje vysokou difrakční účinností, mechanickou a chemickou odolností. Na obr. 5 je vykreslena závislost difrakční účinnosti do minus prvního řádu pro úhel dopadu 60° a TM polarizaci.

Příklad 4

- 35 Provedení podle vynálezu určené k dosažení difrakční účinnosti vyšší než 0,9 v minus prvním odraženém difrakčním řádu v širokém spektrálním intervalu od vlnové délky 1605 nm do vlnové délky 2148 nm, sestávající z nosného křemenného substrátu 1, na který je vakuově napařena zlatá vrstva 2 o tloušťce 100 nm, vrstva oxidu křemičitého 3 o tloušťce 190 nm, na níž je litograficky definován zlatý obrazec 4 o tloušťce 100 nm s periodou 1320 nm a střídou 0,5, který je dále chráněn opticky funkční vrstvou 5 oxidu křemičitého o tloušťce 460 nm. Toto provedení se vyznačuje širokým a plochým spektrálním průběhem difrakční účinnosti. Na obr. 6 je vykreslena závislost difrakční účinnosti do minus prvního odraženého řádu pro úhel dopadu 45° a TM polarizaci.

Příklad 5

- Provedení podle vynálezu určené k dosažení difrakční účinnosti větší než 0,9 v minus prvním odraženém difrakčním řádu v širokém spektrálním rozmezí od vlnové délky 1330 nm do vlnové délky 1710 nm, sestávající z nosného křemenného substrátu 1, na který je vakuově napařena zlatá vrstva 2 o tloušťce 100 nm, dále vrstva 3 oxidu křemičitého o tloušťce 130 nm, na níž je litograficky definován zlatý obrazec 4 o tloušťce 100 nm s periodou 960 nm, který je dále chráněn opticky funkční vrstvou 5 oxidu křemičitého o tloušťce 380 nm. Toto provedení se vyznačuje širokým a plochým spektrálním průběhem difrakční účinnosti, mechanickou a chemickou odolností. Na obr. 7 je vykreslena závislost difrakční účinnosti do minus prvního řádu

pro úhel dopadu 60° a TM polarizaci.

Příklad 6

- 5 Provedení podle vynálezu určené k dosažení difrakční účinnosti větší než 0,9 v minus prvním odraženém difrakčním řádu v širokém spektrálním rozmezí od vlnové délky 1342 nm do vlnové délky 1698 nm, sestávající z nosného křemenného substrátu 1, na který je vakuově napařena stříbrná vrstva 2 o tloušťce 100 nm, dále vrstva 3 oxidu křemičitého o tloušťce 130 nm, na níž je litograficky definován stříbrný obrazec 4 o tloušťce 100 nm s periodou 960 nm, který je dále chráněn opticky funkční a mechanicky velmi odolnou vrstvou 5 oxidu hlinitého o tloušťce 310 nm. Toto provedení se vyznačuje širokým a plochým spektrálním průběhem difrakční účinnosti, dále pak vysokou mechanickou a chemickou odolností. Na obr. 8 je pro popsanou mřížku spojitou čarou vykreslena závislost difrakční účinnosti do minus prvního řádu pro úhel dopadu 60° a TM polarizaci. Na obr. 8 je přerušovanou čarou vykreslena tato závislost pro strukturu podle tohoto příkladu, v níž je stříbro nahrazeno hliníkem.

Příklad 7

- 20 Provedení podle příkladů 1 až 6 se připraví následujícím způsobem. Nosný křemenný substrát 1 se očistí opláchnutím acetonem a deionizovanou vodou, vysuší se dusíkem a vystaví se působení kyslíkové plazmy v reaktivní iontové leptačce po dobu 1 minuty. Nanesení kovové odrazivé vrstvy 2 o tloušťce d se provede z vyhřívané lodičky v napařovací aparatuře evakuované před začátkem depozice na tlak nejvýše 10^{-5} Pa. Ve stejné aparatuře se napaří oxidová vrstva 3 o tloušťce h pomocí elektronového svazku za přítomnosti kyslíku o tlaku 10^{-2} Pa. Na takto
- 25 připravený vzorek se nanese rezist založený na polydimethylglutarimidu (PMGI) metodou spin coating při 5000 otáčkách/minutu po dobu 50 sekund, který se vypéká při teplotě 180°C po dobu 3 minut. Po vychladnutí vzorku se nanese fotorezist Microchem S1805 metodou spin coating při 5000 otáčkách/minutu po dobu 50 sekund, který se vypéká při teplotě 115°C po dobu 60 sekund. Vzorek s fotorezistem se exponuje pomocí fotolitografického systému expoziční dávkou
- 30 90 mJ/cm^2 podle připraveného obrazce. Exponovaný vzorek se vypéká při teplotě 115°C po dobu 60 sekund. Vzorek se vyvolává ponořením do vývojky AZ 726 MIF po dobu 20 sekund. Následně se vzorek umyje deionizovanou vodou a vysuší proudem dusíku. Na vzorek se nanese kovová vrstva o tloušťce t v napařovací aparatuře evakuované před začátkem depozice na tlak nejvýše 10^{-5} Pa. Pokovený vzorek se ponoří na dobu 30 minut do lázně Technistrip NI555 o
- 35 teplotě 60°C , v níž dojde procesem lift-off k uvolnění obrazce. Po očištění obrazce v acetonu, deionizované vodě a ozónové čističce může následovat napaření ochranné oxidové vrstvy o tloušťce p ve vakuové napařovací aparatuře pomocí elektronového svazku za přítomnosti kyslíku o tlaku 10^{-2} Pa.

Průmyslová využitelnost

- Navrhované řešení odrazivé metalické rezonanční difrakční mřížky s vytékajícím videm může být s výhodou využito pro spektrální filtraci světla ve spektrometrech, optických senzorech, nebo
- 45 při výběru vlnové délky v laserech. Dále může být využito k úhlovému rozdělení světla podle vlnové délky ve vlnových multiplexerech.

PATENTOVÉ NÁROKY

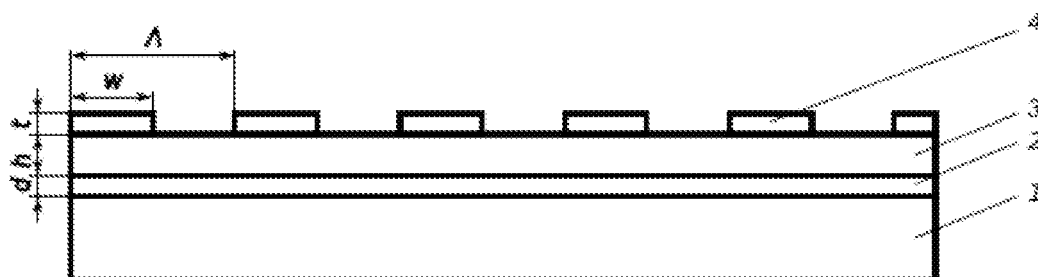
1. Rezonanční difrakční mřížka, obsahující následující vrstvy v tomto pořadí: nosný
- 55 substrát (1), metalická odrazivá vrstva (2), dielektrická vlnovodná vrstva (3) a difrakční obrazec

- (4), **vyznačující se tím**, že difrakční obrazec (4) je metalický a je ve formě proužků se šířkou (w) opakujících se s periodou (Λ), přičemž perioda (Λ) je určena tak, aby pro danou vlnovou délku záření a pro úhel dopadu světla difrakční mřížka ohýbala světlo pouze do nultého a minus prvního řádu v odraženém i prošlém záření.
- 5 2. Rezonanční difrakční mřížka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že na difrakčním obrazci (4) je dále umístěna ochranná dielektrická vrstva (5).
- 10 3. Rezonanční difrakční mřížka podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že perioda (Λ) je v rozmezí 800 až 1500 nm a šířka proužků w je v rozmezí $0,4 \Lambda < w < 0,6 \Lambda$.
- 15 4. Rezonanční difrakční mřížka podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že tloušťka (d) metalické odrazivé vrstvy (2) je větší než 50 nm, s výhodou větší než 100 nm, výhodněji od 100 nm do 150 nm.
5. Rezonanční difrakční mřížka podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že tloušťka (h) dielektrické vlnovodné vrstvy (3) je v rozmezí od 50 nm do 1000 nm, s výhodou od 60 nm do 500 nm, výhodněji od 80 nm do 250 nm.
- 20 6. Rezonanční difrakční mřížka podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že tloušťka (t) difrakčního obrazce (4) je v rozmezí od 50 nm do 200 nm, s výhodou od 100 nm do 150 nm.
- 25 7. Rezonanční difrakční mřížka podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že tloušťka (p) ochranné dielektrické vrstvy (5) je v rozmezí od 50 nm do 1000 nm, s výhodou od 100 nm do 500 nm.
8. Rezonanční difrakční mřížka podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že materiál metalické odrazivé vrstvy (2) a difrakčního obrazce (4) je vybraný ze skupiny zahrnující zlato, stříbro, hliník, s výhodou je materiálem zlato a/nebo stříbro.
- 30 9. Způsob výroby rezonanční difrakční mřížky podle kteréhokoliv z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že se na nosný substrát (1) vakuově napaří metalická odrazivá vrstva (2), která se dále pokryje dielektrickou vlnovodnou vrstvou (3), na níž se litograficky vytvoří difrakční obrazec (4), popřípadě se tento difrakční obrazec (4) dále pokryje ochrannou dielektrickou vrstvou (5).
- 35 10. Použití rezonanční difrakční mřížky podle kteréhokoliv z nároků 1 až 8 pro spektrální optickou filtraci ve spektrometrech, optických senzorech, při výběru vlnové délky v laserech a/nebo k úhlovému rozdělení světla podle vlnové délky ve vlnových multiplexerech.

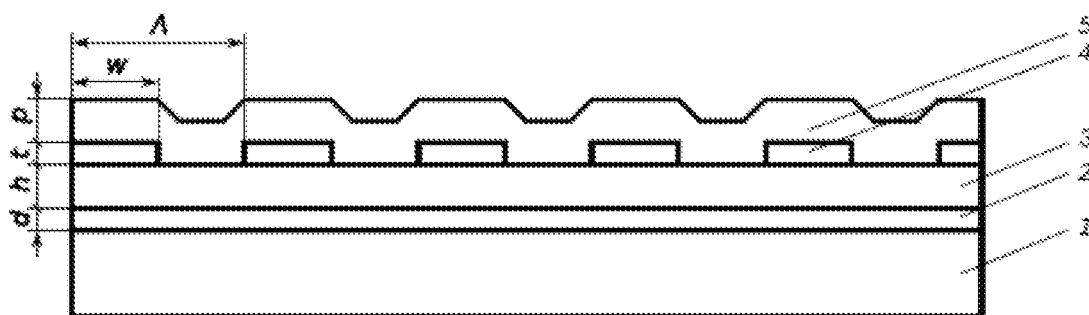
4 výkresy

Seznam vztahových značek

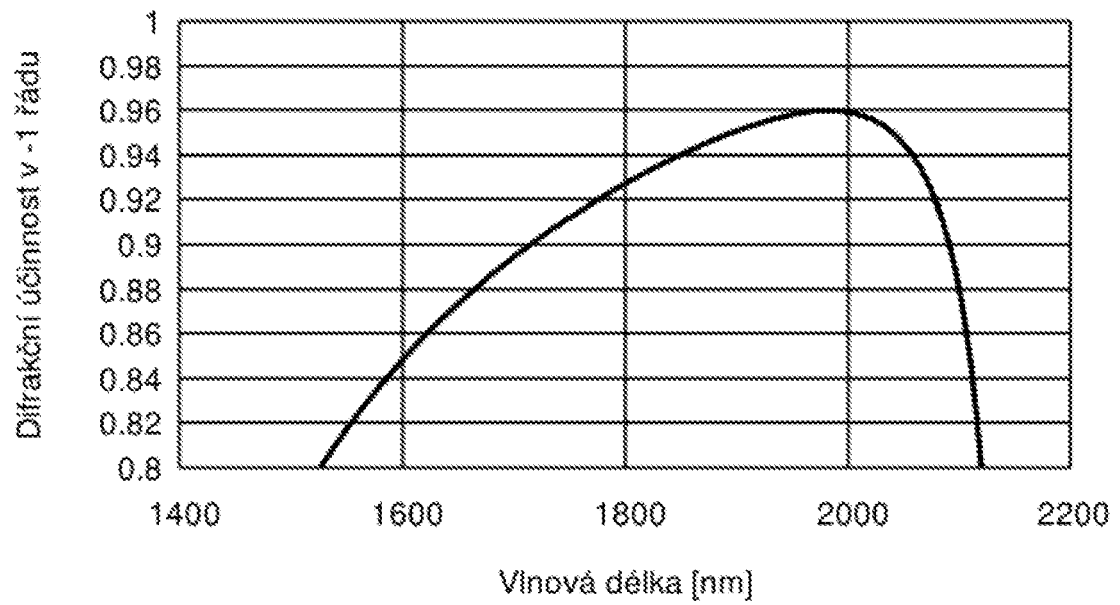
- 1 - nosný substrát
- 2 - metalická odrazivá vrstva tloušťky d
- 3 - dielektrická vlnovodná vrstva tloušťky h
- 4 - odrazivý metalický difrakční obrazec tloušťky t s periodou Λ a šířkou proužků w
- 5 - ochranná dielektrická vrstva tloušťky p .



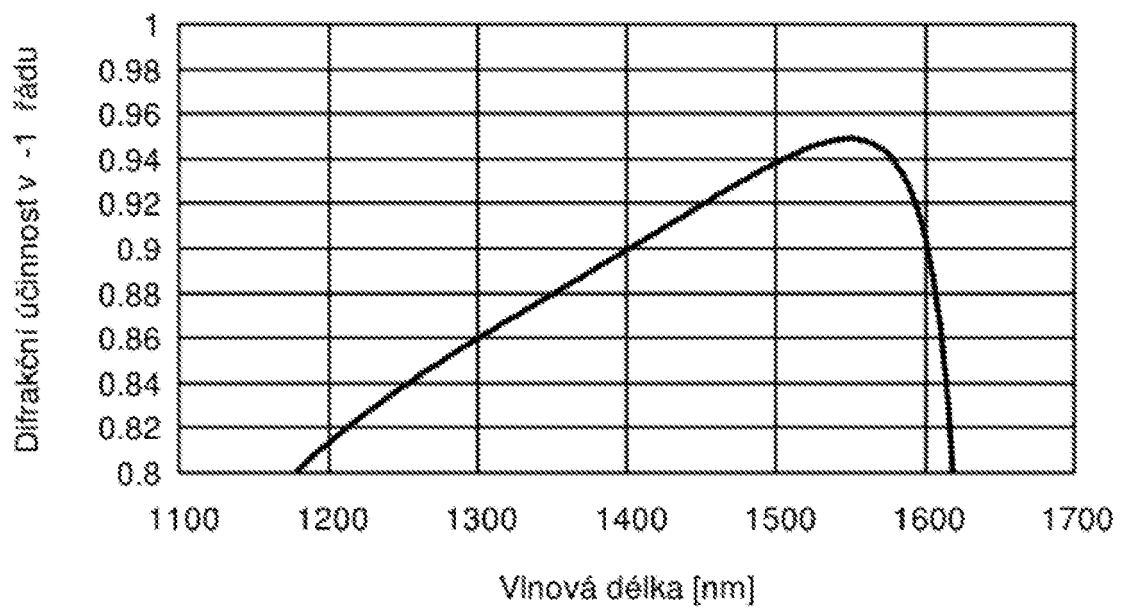
Obr. 1



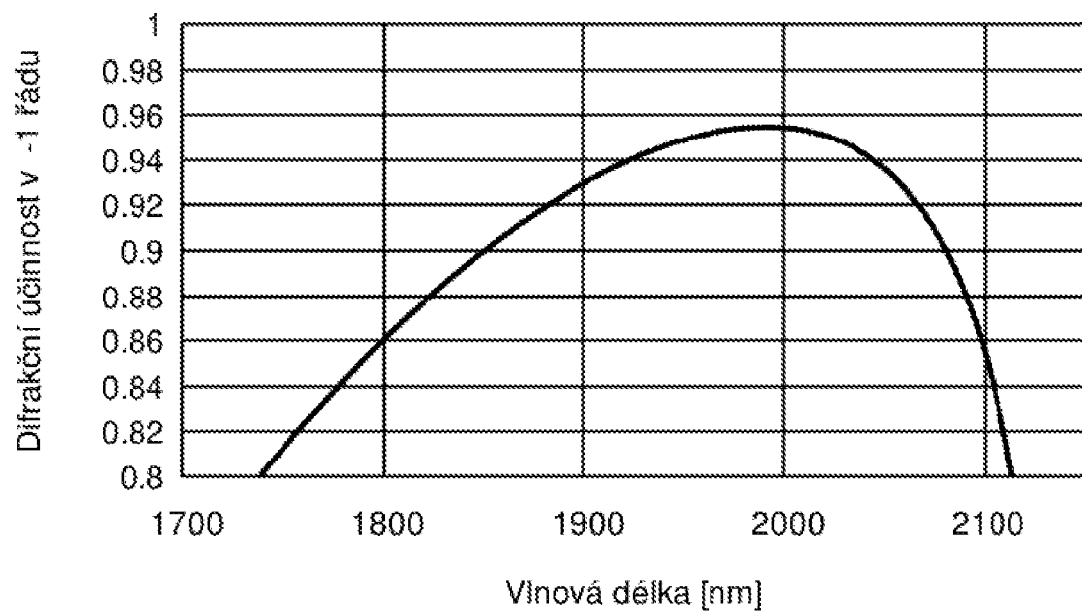
Obr. 2



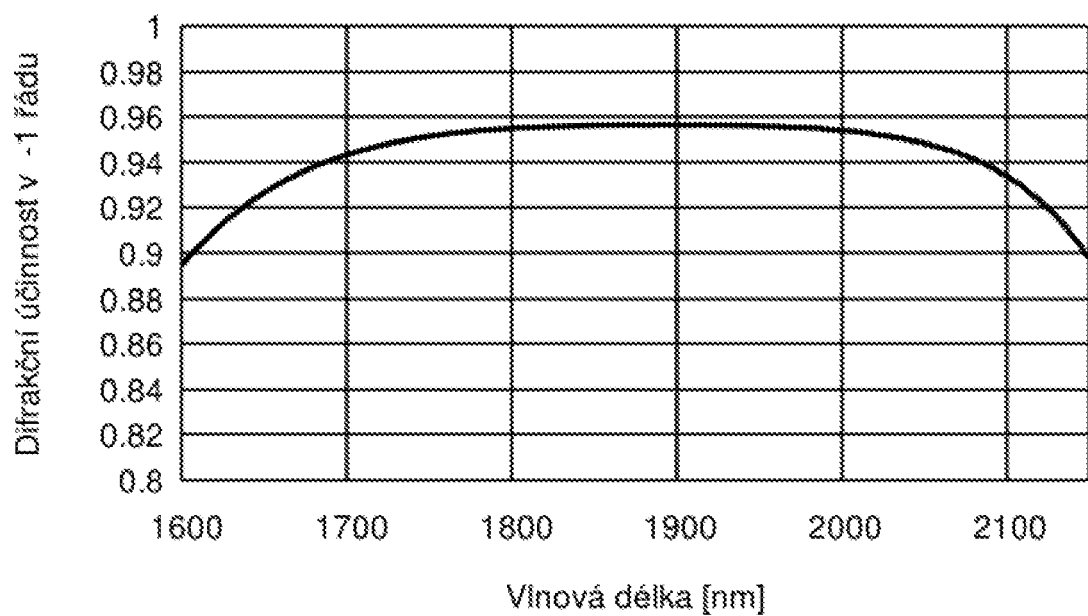
Obr. 3



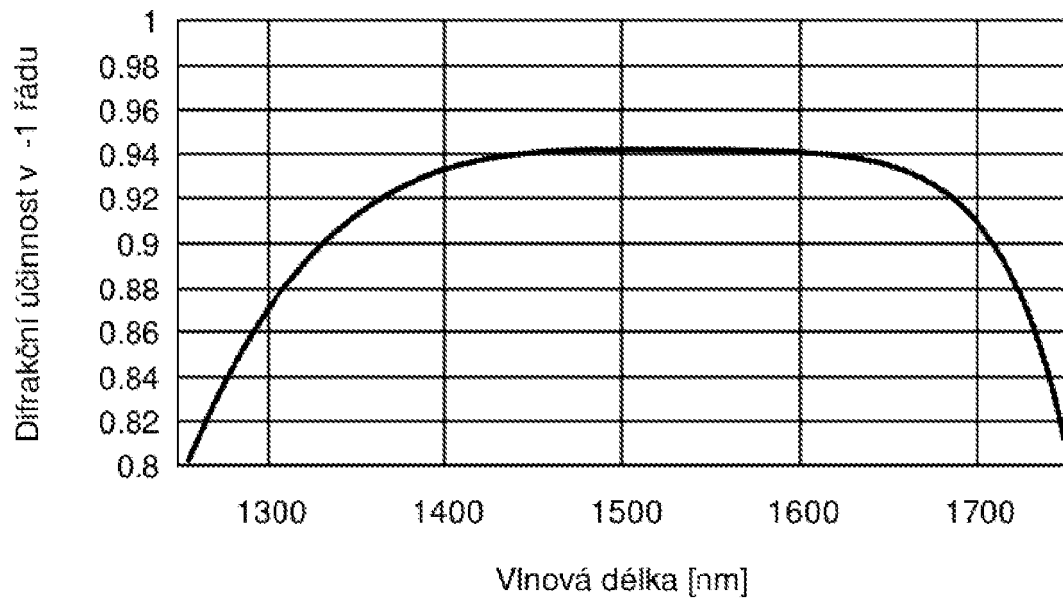
Obr. 4



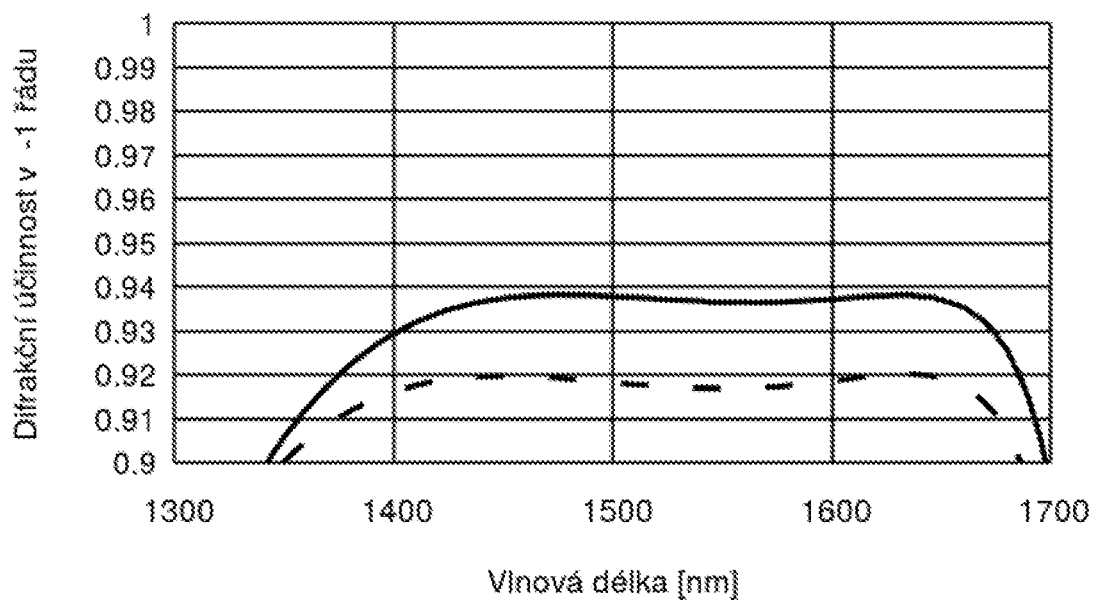
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8