



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214 436

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 30 01 81
(21) PV 665 - 81

(51) Int. Cl. G 03 F 7/00

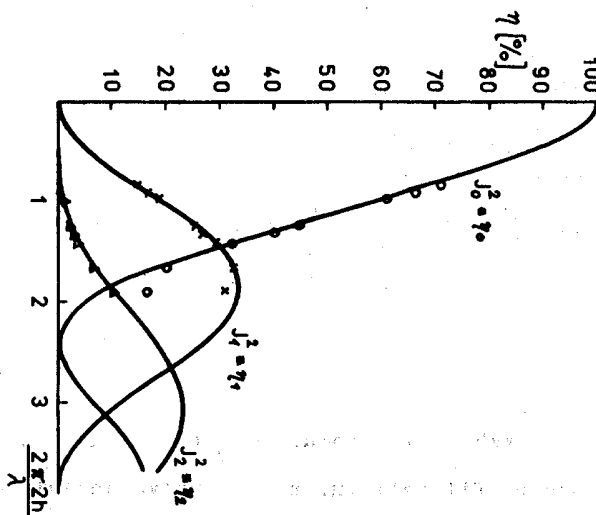
(40) Zveřejněno 15 09 81
(45) Vydáno 01 07 84

(75) SKALSKÝ MIROSLAV ing. CSc.,
Autor vynálezu MILER MIROSLAV RNDr. CSc., PRAHA,
TŘÍSKOVÁ MARTA ing., ODOLENÁ VODA

(54) Způsob výroby difrakční mřížky se sinusovým reliéfem v pozitivním fotorezistu SCR 11

214 436

Vynález se týká způsobu výroby difrakční mřížky se sinusovým reliéfem v pozitivním fotorezistu SCR 11. Uvedený způsob zajišťuje lineární proces záznamu sinusového interferenčního pole, vytvořeného laserem (argonový, He-Cd) o vlnové délce pro kterou je fotorezist citlivý. Mřížky mohou být realizovány na ploše několika desítek centimetrů a optimalizovány pro požadované vlnové pásmo. Geometrický rozměr mřížky může být až několik desítek centimetrů. Maximální hodnota difrakční účinnosti 30 až 33 %.



Vynález se týká způsobu výroby difrakční mřížky se sinusovým reliéfem v pozitivním fotorezistu SCR 11. První úvahy o možnosti vytvářet difrakční mřížky záznamem interferenčního pole do vhodného materiálu publikoval již v roce 1927 A. A. Michelson: *Studies in Optics*, Chicago University Press, 1927. Experimentálně tuto myšlenku ověřil až v roce 1960 J. M. Burch: *Research*, 13 No. 2, 1960. Tehdy ještě nebyl k dispozici výkonný zdroj koherentního světla. S objevem laseru, výkonného koherentního zdroje světla, byly splněny základní předpoklady k uskutečnění Michelsonových myšlenek. Mnohem později A. Labeyrie, J. Flamand: *Optics Communication* 16, No. 1, v r. 1969 a D. Rudolff a G. Schmahl v r. 1970 (anglický patent 1206035) realizovali mřížky do vhodnějších záznamových materiálů jako jsou dichromovaná želatina a fotorezisty. Takto vyrobené reliéfní difrakční mřížky vykazovaly nové kvalitativní vlastnosti oproti mřížkám mechanicky rytým do optických povrchů a v mnohých parametrech převyšovaly ryté mřížky.

Expozicí interferenčního pole do pozitivního fotorezistu a dalším zpracováním této vrstvy je zaznamenáno toto pole jako modulace reliéfu. Podstatnou charakteristikou záznamu je převodní charakteristika, která vyjadřuje závislost hloubky odleptání vrstvy fotorezistu na plošné hustotě světelné energie (platí-li reciproční zákon u záznamového media) pro dané parametry dalšího zpracování. Při vhodném způsobu expozice a dalšího zpracování exponované vrstvy lze měnit tvar profilu reliéfního záznamu.

Prostorovou frekvenci interferenčních mřížek lze snadno řídit úhlem, který svírají dva interferující svazky s vlnovou délkou.

Rozdělení intenzity interferenčního pole dvou rovinných vln má sinusový charakter.

Tvar profilu reliéfní mřížky podstatně ovlivňuje zejména jeden z nejdůležitějších parametrů difrakční mřížky, a to difrakční účinnost. Předpokládá-li se, že $h < \lambda$, $a/\lambda > 1$, kde h je amplituda reliéfu mřížky, λ periody mřížky a λ vlnová délka dopadající na mřížku, lze vyjádřit difrakční účinnost reflexní difrakční mřížky v závislosti na profilu reliéfu mřížky, vlnové délce a úhlu dopadu v analytickém tvaru.

Pro obdélníkový symetrický profil je teoretická difrakční účinnost v ± 1 . řádu 40 %.

Pro sinusový profil je teoretická difrakční účinnost v ± 1 . řádu 33 %.

Vzhledem k tomu, že z fyzikálního hlediska není reálné vytvořit symetrický obdélníkový profil reliéfu, pak je nejvhodnější realizovat sinusový profil reliéfu. To však vyžaduje, aby převodní charakteristika byla alespoň v určitém rozsahu lineární.

K výrobě mřížek se sinusovým profilem reliéfu byl patentován způsob podle francouzského patentu 7437484 a anglického patentu 1280625, který využívá předexpozici konstantní světelnou intenzitou, aby užitečná expozice byla posunuta do lineární oblasti převodní charakteristiky. Nevýhodou tohoto způsobu je složitý postup předexpozice, dávkování konstantní světelné energie, obvykle z dalšího zdroje na příklad výbojky.

Výše uvedené nevýhody nemá způsob výroby difrakční mřížky se sinusovým reliéfem v pozitivním fotorezistu SCR 11, jehož podstata spočívá v tom, že po expozici vrstvy foto-

rezistu v sinusovém interferenčním poli vytvořeného argonovým He-Cd-laserem se dále vrstva zpracovává ve vývojce, tvořené vodním roztokem NaOH o koncentraci 0,5 až 2,5 %, s výhodou 1,5 %, při teplotě 16 až 24 °C, s výhodou 21 °C, a době vyvolávání 10 až 50 sekund, s výhodou 30 sekund. Při způsobu podle vynálezu se optimální amplituda sinusového reliéfu h_0 pro požadované vlnové pásmo s výhodou určí ze vztahu $h_0 = \frac{\lambda}{3,412}$, načež maximální energie laserového záření obou interferujících svazků se určí pro optimální amplitudu h_0 z lineární převodní charakteristiky. Vlnová délka odpovídá středu požadovaného vlnového pásma. Uvedený způsob zajišťuje, že převodní charakteristika je lineari-zována už od nulové hodnoty plošné hustoty energie.

Výhoda způsobu podle vynálezu je v tom, že je odstraněn složitý postup předexpozi-ce, vyžadující přesné dávkování světelné energie, obvykle z dalšího světelného zdroje na příklad výbojky.

Další předností způsobu podle vynálezu je jednodušší a snazší proces výroby difrak-ční mřížky se sinusovým reliéfem pro libovolné vlnové pásmo zejména pak v UV-oblasti spektra.

Na připojeném obrázku je zobrazena závislost difrakční účinnosti (η) reflexní di-frakční mřížky se sinusovým reliéfem vyrobené podle vynálezu ve fotorezistu SCR 11 na vlnové délce. Spojité křivky popisují teoretickou závislost difrakční účinnosti mřížky na vlnové délce pro amplitudu sinusového reliéfu 41,3 nm a prostorovou frekvenci 600 čar/mm. Vyznačené body jsou pak naměřené hodnoty difrakční účinnosti vyrobené mřížky pro nultý, první i druhý řád (J_0^2 , J_1^2 a J_2^2). Výsledky měření se dobře shodují s teoretickými křivkami, což dokazuje, že profil vyrobené mřížky je sinusový.

Příklad

Způsoby výroby difrakční mřížky se sinusovým reliéfem v pozitivním fotorezistu SCR 11 podle vynálezu byl experimentálně odzkoušen při výrobě 10 ks reflexních difrakčních mřížek o ploše 30x35 mm² s prostorovou frekvencí 599,3 čar/mm $\pm$ 0,7 čar/mm s difrakční účinností 30 až 33 % ve vlnovém pásmu 200 až 300 nm.

Bylo použito vývojky tvořené vodním roztokem NaOH o koncentraci 1,5 % při teplotě 21 °C a době vyvolání 30 sekund. Získané difrakční mřížky mají shodnou kvalitu s mřížka-mi, vyráběnými dosud známými postupy.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob výroby difrakční mřížky se sinusovým reliéfem v pozitivním fotorezistu SCR 11, vyznačující se tím, že po expozici vrstvy fotorezistu v sinusovém interferenčním poli, vytvořeného argonovým He-Cd-laserem se dále vrstva zpracovává ve vývojce, tvořené vodním roztokem NaOH o koncentraci 0,5 až 2,5 %, s výhodou 1,5 %, při teplotě 16 až 24 °C, s výhodou 21 °C, a době vyvolávání 10 až 50 sekund, s výhodou 30 sekund.
2. Způsob podle bodu 1 vyznačující se tím, že optimální amplituda sinusového reliéfu h_0

pro požadované vlnové pásmo se středem λ se stanoví ze vztahu $h_0 = \frac{\lambda}{3,412}$, načež maximální energie laserového záření obou interferujících svazků k dosažení amplitudy reliéfu h_0 se dále určí z linearizované převodní charakteristiky.

1 výkres

