

課題番号 : F-13-TT-0017
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 深い溝の回折格子の試作
Program Title (English) : Trial fabrications of volume binary grating
利用者名(日本語) : 海老塚 昇
Username (English) : Noboru Ebizuka
所属名(日本語) : 名古屋大学環境学研究科地球環境科学専攻
Affiliation (English) : Geochemistry & Cosmochemistry Laboratory, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

1. 概要 (Summary)

高エネルギーレーザーの波長選択素子等に使用される、溝が深い Volume binary grating (厚い矩形回折格子) は、2 種の材質の幅の比(デューティ比)を調整して、S と P 偏光の分光回折効率特性をほぼ一致させ、自然偏光に対して 100%に近い回折効率を達成できる。屈折率が正弦波状に変化する VPH grating とは異なり、高次光に対して高い回折効率を得られる。Birefringent Binary Bragg (3B) grating (複屈折性の厚い矩形回折格子) は Volume binary grating の材質として光学結晶や液晶等の光学異方性媒質を使用することにより、S と P 偏光の偏光回折効率を一致させて自然偏光に対して最大 100% の回折効率を達成できる回折格子である。これらの特性実現を目指して試作を行う。

2. 実験 (Experimental)

デューティ比を変えた Volume binary grating や液晶の 3B grating に液晶を充填する矩形格子を実現するために、屈折率が 1.5 程度とガラスとほぼ同じで、厚膜で高アスペクト比のパターン転写が可能な KMPR-1035 (ネガ型フォトレジスト、日本化薬) を利用した。格子周期が 2~20 μm 、ラインアンドスペース(L&S)比 1:1、深さが 10 と 100 μm 程度の Volume binary grating を試作した。最初の試作では、L&S= 1:1, 1.5:1.5, 2:2 [μm] の 3 種類の格子マスクを借用して厚さ 10 μm 程度の Volume binary grating をマスクアライナを利用し試作した。しかし、溝が途中で埋まったり、ガラス基板との密着性が低く格子が倒れたりした。

そこで、露光紫外光が反射して、パターン抜けして欲しい領域が感光しないように光吸収フィルタを置くなどの対策を取った。格子は L&S=10:10 [μm] と、深さ 100 μm 程度で試作した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

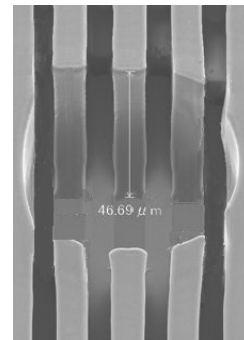


Fig. 1 Scanning electron microscope photograph of binary grating of photoresist. Central hole is UV shielding part for measurements of thickness of the photoresist (depth of the grooves).

Fig.1 はマスクの一部を遮光して試作した L&S=10:10 [μm] の Volume binary grating の SEM 写真(30°傾けて撮影)である。投影された距離から溝の深さは $46.7/\sin 30^\circ = 93\mu\text{m}$ である。溝の側面に多少のうねりが生じていることがわかった。格子周期やうねりの影響、レジストの吸収や散乱等を評価する光学計測用に 10×10~20×20 [mm] 程度のサイズの格子周期 20 μm の Volume binary grating を試作中である。

豊田工大 佐々木実教授と相談しつつ、梶原健 様と奥村俊雄 様に試作協力を頂いた。日本科学技術振興機構 A-Step 探索タイプ、国立天文台 TMT 戦略的基礎開発研究経費の支援により推進された。

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

- 1) N. Ebizuka, et al., "Novel diffraction gratings fabricated by means of plasma nanotechnologies", Proc. SPIE, **8450**, 2Y1-2Y7, (2012).
- 2) 海老塚 昇 他, "次世代天文学観測装置用の新しい回折格子", 第 37 回光学シンポジウム 予稿集, pp. 29-32, (2012).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 海老塚 昇, 他, 日本分光学会年次講演会, 平成 25
年 11 月 19 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし。