

課題番号 : F-14-TT-0027
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 diffraction gratings with deep grooves
利用者名(日本語) : 海老塚 昇
Username (English) : Noboru Ebizuka
所属名(日本語) : 理化学研究所 光量子工学研究領域 先端光学素子開発チーム
Affiliation (English) : Ultrahigh Precision Optics Technology Team, Center for Advanced Photonics,
RIKEN

1. 概要(Summary)

Volume binary grating(厚い矩形回折格子: VBG)は、2種の材質の幅の比(デューティ比)と格子の厚さ: t 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ることによって、自然偏光に対して高い回折効率と広い波長帯域幅を達成できる。MEMS技術を利用してVBGを試作して30 m望遠鏡(TMT)の観測装置用の回折格子としての性能を評価する。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

電子ビーム描画装置、マスクレス露光装置、マスクアライナ装置、非接触3次元表面形状・粗さ測定機。

・実験方法

昨年度に引き続きサイズ 20×20 [mm] の格子周期 $\Lambda = 20 \mu\text{m}$ の VBG を試作して光学的な評価を行った。

さらに、 $L\&S=4:1$ [μm], $t=10 \mu\text{m}$ 程度の VBG を試作するために、UVレジスト上に電子ビームレジストを用いてアルミのマスクを描画する実験を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 は $L\&S=8:12$ [μm], $t=50 \mu\text{m}$ のフォトレジスト VBG の回折像である。可視光線においても実用的な格子周期精度であることが分かった。

電子ビーム(EB)レジストはパターンが微細になると現像時間を長くして超音波振動(US)を与える必要があるが、一方でUSによってアルミ膜から剥がれるという問題があ

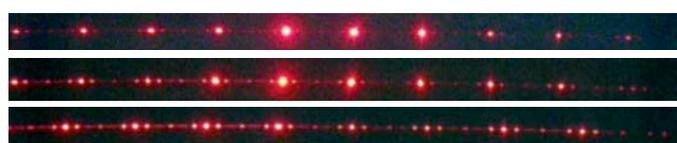


Fig.1 Diffraction images of volume binary grating of photoresist with $L\&S=8:12$ [μm], $t=50 \mu\text{m}$. Incident beam angle: 0 (upper panel), small (middle panel), large (lower panel).

り、アルミ膜との密着性の向上とEB描画後の加熱(ポストバーク: PB)温度やUSの強度と時間等の最適条件を見いだす必要があることが分かった。

4. その他・特記事項(Others)

謝辞

佐々木実教授には微細で高アスペクト比の回折格子の開発に関して的確なご助言やご提案および技術指導をしていただいた。技術支援員の梶原健氏と奥村俊雄氏は素人の非常識な提案や無茶な要求に対しても丁寧に対応していただき、短期間に劇的な技術革新と微細な深い矩形格子に対する多くの知見が得られた。本研究は国立天文台TMT戦略的基礎開発研究経費の支援により推進された。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 海老塚 昇, 山形 豊, 森田 晋也, 佐々木 実, Andrea Bianco, 田辺 綾乃, 橋本 信幸, 平原 靖大, 青木 和光, “次世代天文学観測装置用の新しい回折格子”, 精密工学会秋季大会学術講演会, 2014年9月18日, 鳥取大学
- (2) N. Ebizuka, S. Morita, Y. Yamagata, M. Sasaki, A. Bianco, A. Tanabe, N. Hashimoto, Y. Hirahara, W. Aoki, "Birefringence Bragg Binary (3B) Grating, Quasi-Bragg Grating and Immersion Gratings", Proc. SPIE, **9151**, 5C1-5C9, (2014)

6. 関連特許(Patent)

- (1) 海老塚 昇、大谷 知行、“溝型導光格子構造およびその製造方法”、特開 2009-063754、平成 21 年 3 月 26 日
- (2) 海老塚 昇、“反射型回折格子およびその製造方法”、特許第 4643431 号(特開 2007-164013)、平成 19 年 6 月 28 日