

課題番号 : F-21-TT-0032
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 天文学観測用 Trapezoid grating の製作法の開発
 Program Title (English) : Development of fabrication method of trapezoid grating for Astronomical observations
 利用者名(日本語) : 海老塚 昇¹⁾
 Username (English) : Noboru Ebizuka¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 理化学研究所
 Affiliation (English) : 1) RIKEN
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、熱処理、表面処理

1. 概要(Summary)

シリコン基板に Bosch プロセスおよびシリコンの酸化・酸化膜除去により製作されたシリコンの高アスペクト比の台形格子を鋳型にしてレプリカあるいはインプリント加工により樹脂の Trapezoid grating の製作方法を開発する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

洗浄ドラフト一式、シリコン専用の各種熱処理(酸化、拡散)装置一式、マスクレス露光装置、マスクアライナ装置、Reactive Ion Etching 装置(非 Bosch プロセス)、Deep Reactive Ion Etching 装置(Bosch プロセス)、デジタルマイクロスコブ群、エリプソメーター、表面形状測定器(段差計)

【実験方法】

- ① レーザ露光装置あるいはレーザー干渉露光等によりシリコン基板にレジスト格子をパターンニングし、サイクルエッチング(Bosch process)により深い溝の格子の加工を行う。サイクルエッチングのガス量を調節することにより、側面に多少のテーパをつける。
- ② シリコンの熱酸化とウェットエッチングによる酸化膜の除去を繰り返すことで畝の幅が狭くなり、畝と溝の幅を微調整できる。さらに、酸化と酸化膜除去の工程によってサイクルエッチングの工程で形成される凹凸(スカラップ)が除去され、光学的に平滑な面が得られる。また、酸化の工程で酸素ガスと水素ガスの量(水蒸気量)を調節することにより、側面のテーパ角を調整できる。

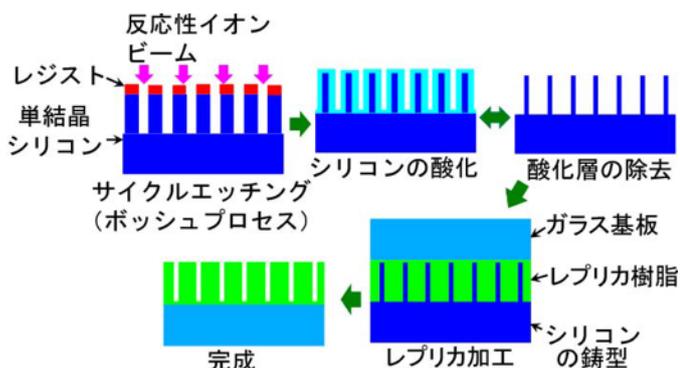


図1 樹脂の Trapezoid grating の製作法

3. 結果と考察(Results and Discussion)

図2は出来上がった Trapezoid grating のシリコン鋳型を石英基板と接着している様子である。現在、レプリカ加工およびインプリント加工の実験を行っている。

4. その他・特記事項(Others)

【謝辞】

佐々木 実 教授、梶浦 敬三氏にはテーパ付き Trapezoid grating のシリコン鋳型の製作方法等をご提案いただいた。加えて、大槻 浩氏、石井 清氏には新手法による Trapezoid grating のシリコン鋳型の開発に取り組んでいただいている。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- 1) N. Ebizuka, et al., “Current Status of Novel Gratings for Next Generation Astronomical Instruments VIII” Subaru Users meeting FY2021 (2022) ポスター発表。
- 2) 海老塚 昇, 他, “次観測装置用の新しい回折格子の開発状況 VIII,” 第9回可視赤外線観測装置技術ワークショップ (2021) 口頭発表。
- 3) N. Ebizuka, et al., “Novel Transmission Gratings for Astronomical Observation,” Proc. ODF'20 (2021) 01S2-01.
- 4) N. Ebizuka, et al., “Novel Transmission Gratings for Astronomical Observations II,” Proc. ICSO 2020 (2021) 190.
- 5) 海老塚 昇, 他, “すばる望遠鏡及び次世代大型望遠鏡用の新しい回折格子 V,” 第26回天体スペクトル研究会集録 (2021) 37.

6. 関連特許(Patent)

- (1) 海老塚 昇, 他, “ガラス回折格子及びその製造方法,” 特許出願中 (2021).



図2 シリコン鋳型と石英基板の接着。