

課題番号 : F-19-TT-0045  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 天文学観測用 Volume binary (VB) grating の製作法の開発  
Program Title (English) : Development of Volume binary (VB) grating for astronomical observations  
利用者名(日本語) : 海老塚昇  
Username (English) : N. Ebizuka  
所属名(日本語) : 理化学研究所  
Affiliation (English) : 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、接合

## 1. 概要(Summary)

次世代 30 m 望遠鏡 (TMT) や 8.2 m すばる望遠鏡の観測装置用に最適な高分散かつ高効率な新しい Volume binary (VB) grating の製作法を開発して実用化することを目的とする。

2 光束レーザ干渉露光によってレジストの格子パターンを形成させ、サイクル・エッチング (Bosch プロセス) により高アスペクト比のシリコンの矩形格子を製作し、シリコンの格子を数回の酸化と酸化膜除去することによりシリコン鋳型を製作する。シリコン鋳型のレプリカ加工により VB grating を製作する方法を確立する。

## 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ープ群、エリプソメーター、表面形状測定器(段差計)

### 【実験方法】

シリコンウエハの片面にレプリカ時の基板との密着を向上するための突起(アンカー)をエッチング加工する。アンカー加工したシリコンウエハの反対の面に島津製作所に依頼してレーザ 2 光束干渉露光によってレジストの格子パターンを形成させる。サイクル・エッチングにより高アスペクト比のシリコンの矩形格子を製作し、シリコンの格子を数回の酸化と酸化膜除去により所望の形状の VB grating のシリコン鋳型を製作する。シリコン鋳型を用いて、島津製作所に依頼してレプリカ加工を行う。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

シリコンのサイクル・エッチングまで完了した。現在はシリコンの酸化・酸化膜除去を行っている。レジストパターンががカマボコ(半円)状であったため、溝幅が設計より広くなってしまったが、シリコンの酸化・酸化膜除去の工程で修正可能である。

## 4. その他・特記事項(Others)

### 【競争的資金】

・科学研究費補助金・基盤研究 A(18H03717)

### 【謝辞】

佐々木 実 教授はシリコンのサイクル・エッチングおよび酸化・酸化膜除去によるシリコンの高アスペクト比の矩

形格子の製作方法やシリコン鋳型と基板との接着強度向上のためのシリコン基板のアンカー構造をご提案いただいた。梶浦 敬三氏はシリコン基板のアンカー構造や VB grating のシリコン鋳型を試作していただいた。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

### 【論文・総説】

- (1) N. Ebizuka, et al., "Novel gratings for astronomical observation," CEAS Space Journal 12 (2020) 3-14.
- (2) 海老塚 昇 "回折格子の精密加工", 精密工学会誌 85 (2019) 1062-1066.

### 【学会発表】

- (1) 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 IV," 第 25 回 天体スペクトル研究会, 2020 年 2 月 29 日-3 月 1 日, Web 会議, 口頭発表.
- (2) 海老塚 昇 他, "8.2 m すばる望遠鏡および次世代 30 m 望遠鏡: TMT 用の新しい高分散回折格子 6," 第 7 回 光量子工学研究, 2019 年 12 月 9, 10 日, 理化学研究所(和光市), ポスター発表.
- (3) N. Ebizuka, et al., "Gratings Developed for Subaru and TMT Instruments," Subaru Telescope 20th Anniversary Symposium, 2019 年 11 月 17-22 日, Waikoloa Beach Marriott Resort & Spa (Waikoloa, HI, USA), ポスター発表.
- (4) 海老塚 昇 他, "次世代観測装置用の新しい回折格子 V", 2019 年度光学赤外線天文連絡会シンポジウム, 2019 年 9 月 24-26 日, 国立天文台(三鷹市), ポスター発表.
- (5) N. Ebizuka, et al., "Novel gratings of high dispersion and high efficiency II," EOS Topical Meeting on Diffractive Optics 2019 (DO2019), 2019 年 9 月 16-19 日, Abbe Center of Photonics (Jena, Germany), 口頭発表, 予稿集: pp16-17 (USB).
- (6) 海老塚 昇 他, "次世代天文学観測装置用の新しい高分散回折格子 V," 第 44 回光学シンポジウム講演会, 2019 年 6 月 27, 28 日, 東大生産研(目黒区), 口頭発表, 予稿集: pp101-104.
- (7) N. Ebizuka et al., "Novel gratings for astronomical observations fabricated by latest technologies," Proc. LBT-3D 2019 (6th International Workshop on Low Temperature

Bonding for 3D Integration), 2019年5月22-24  
日, 県立能楽堂(金沢市), ポスター発表, 予稿集:  
22P-34 (USB).

6. 関連特許 (Patent)

なし