

課題番号 : F-17-TT-0026  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 天文学観測用の新しい回折格子の製作法の開発  
Program Title (English) : Development of Novel Gratings 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 30m 望遠鏡 (TMT) や 8.2m 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。

サイクル・エッチングおよび、シリコンの酸化・酸化膜除去により SOQ (Silicon on quartz) 基板上に高アスペクト比の矩形格子を製作する。さらにその格子を酸化させて、格子の界面(側面)において臨界角になるように屈折率が高い樹脂を充填することにより VB grating を製作することができる。

## 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】

石英基板とシリコン基板を酸素プラズマによって表面を活性化させて接合し、シリコンを厚さ 20 $\mu$ m 程度まで研磨して SOQ (Silicon on Quartz) 基板を製作した。SOQ 基板のシリコンをサイクル・エッチングおよび、酸化・酸化膜除去により高アスペクト比のシリコンの矩形回折格子を形成し、さらにシリコンの回折格子を酸化して全体が石英の矩形回折格子を開発する。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 のように一部に気泡があるものの、シリコンと石英が強固に接合した SOQ 基板の開発に成功した。シリコンの酸化工程において常温と約 1000 $^{\circ}$ C との温度サイクルによる歪みが生じにくいサイクル・エッチング用のマスクを設計した。

## 4. その他・特記事項(Others)

競争的資金

- ・ TMT 戦略的基礎開発研究経費(国立天文台)

謝辞

佐々木 実 教授には VB grating 用の特殊なマスクパターンや製作方法をご提案いただいた。技術支援員の梶浦 敬三氏には SOQ 基板や VB grating を試作していただき、製作上の問題点を明らかにしていただいた。

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

- (1) N. Ebizuka, et al., "Diffraction Gratings for the Latest Visible and Infrared Astronomical Observations," 日本赤外線学会誌 **26** (2), 32-39, 2017.
- (2) N. Ebizuka, et al., "Novel gratings of high dispersion and high efficiency," *EOS Topical Meeting on Diffractive Optics 2017 (DO2017)*, 2017 年 9 月 4-7 日, フィンランド・ヨエンスー, 口頭発表.
- (3) N. Ebizuka, et al., "Novel gratings for next-generation instruments of astronomical observations," *Holography: Advances and Modern Trends (SPIE)*, 2017 年 4 月 24-27 日, チェコ・プラハ, 口頭発表.

## 6. 関連特許(Patent)

- (1) 海老塚 昇 他, "回折格子(溝型導光格子構造およびその製造方法)", 特許第 5468195 号.
- (2) 海老塚 昇 他, "回折格子およびその製造方法ならびにグリズム", 特許第 4537318 号.

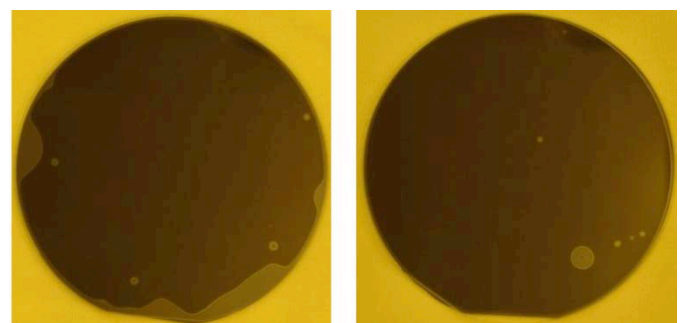


Fig.1 Bonding of silicon and silica substrates by means of oxygen plasma.