

課題番号 : F-21-TT- 0031
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名 (日本語) : 宇宙探査機用 Volume binary (VB) grating の製作法の開発
 Program Title (English) : Development of fabrication method of volume binary (VB) grating for space probes
 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)

透過型で、格子が高アスペクト比のシリカ (石英) の貫通 Volume binary (VB) grating を製作する方法を検討する。石英ガラスを高アスペクト比で直接プラズマエッチングできる範囲を超えているため、シリコン基板に高アスペクト比のシリコンの矩形格子を加工し、裏面からの広域のシリコン・エッチングによって、溝が貫通したシリコン格子を製作、さらにシリコン格子を細線化する。細線化されたシリコン格子を完全に酸化させて高アスペクト比のシリカの貫通 VB grating を製作する。

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、マスクアライナ装置、Deep Reactive Ion Etching 装置 (Bosch プロセス)、気相フッ酸エッチング装置、デジタルマイクロスコープ群、非接触3次元表面形状・粗さ測定機、表面形状測定器 (段差計) など

【実験方法】

図1に石英ガラスVB gratingの製作法を示す。両面研磨したSi基板に、格子周期4.0 μm 、幅2.0 μm 、深さ40 μm の高アスペクト比 (アスペクト比1:20) のシリコン矩形格子をBoschプロセス (サイクルエッチング) により加工する。一方、裏面からの広域のシリコン・エッチングによって、貫通シリコン格子を製作した。

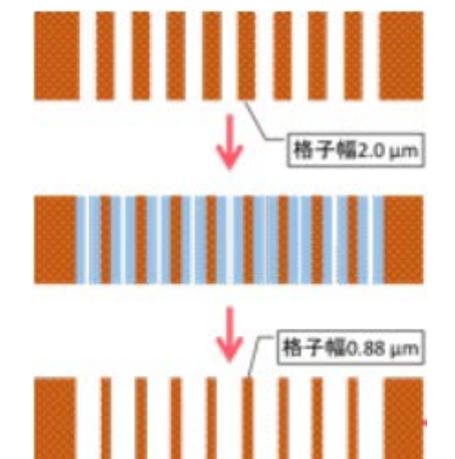


図1 貫通シリカ VB grating の製作法

次にシリコン格子の表面に酸化膜を生成し、その酸化膜を気相フッ酸エッチングにより除去する。酸化・酸化膜除去の工程を2回繰り返すことによって、シリコン格子の幅を2.0 μm から約0.88 μm まで細線化した。図2左はBoschプロセスと裏面からの広域シリコン・エッチングによる貫通後のシリコン格子、図2右は2回の酸化・酸化膜除去後のシリコン格子である。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

貫通シリコン格子を変形や破損することなく、格子の細線化しをすることができた。さらに細線化されたシリコン格子を完全に酸化され透明な貫通シリカの格子に変成することができた。

4. その他・特記事項 (Others)

【謝辞】

佐々木 実 教授は本プロセスの石英ガラス VB grating の製作方法等をご提案いただいた。韓 剛 研究員には本プロセスによる石英ガラス VB grating の試作にご協力いただいた。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

- 海老塚 昇 他, “石英製の格子構造体および回折格子ならびに製造方法,” 特開 2020-056973.
- 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.
- 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.

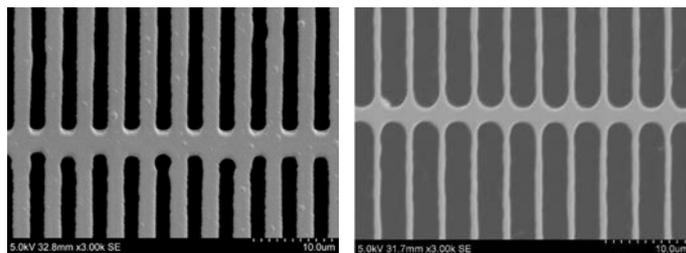


図2 Boschプロセスと裏面からの広域シリコン・エッチングによる貫通後 (左) と2回の酸化・酸化膜除去後 (右) のシリコン格子。