

課題番号 : F-15-AT-0062  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 窒化物系光導波路の加工技術  
Program Title (English) : Development of fabrication technology of nitride optical waveguides  
利用者名(日本語) : 大寺康夫  
Username (English) : Y. Ohtera  
所属名(日本語) : 東北大学大学院工学研究科  
Affiliation (English) : Tohoku University

## 1. 概要(Summary)

近赤外波長帯における光通信への応用を目的とした、 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$  系光集積回路型ベクトルビーム共振器を実現するために、素子の薄膜加工実験を産業技術総合研究所の設備を利用した技術代行にて実施した。石英基板への  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜及びマスク用 Al 膜の形成、EB リソグラフィによるレジスト膜上への光導波路パターンの描画までは利用者の所属機関にて準備し、技術代行では Al 膜及び  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜の RIE 加工を検討した。その結果、① Al 膜が  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜の加工に十分な耐性を有することがわかり、また②  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜の RIE 条件とエッチングレートが確定した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

多目的エッチング装置、高分解能電界放出電子顕微鏡(FE-SEM)

### 【実験方法】

まず寸法  $30 \times 20 \times 0.5\text{mm}$  の熔融石英基板上に、PECVD 装置にて厚み約  $1000\text{nm}$  の  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜を形成した。続いて rf スパッタ装置を用いて、厚み約  $150\text{nm}$  の Al 膜を積層した。EB レジストを塗布後、電子線描画装置にてレジスト膜上に光回路パターンを形成した。ここまでの工程は利用者の所属機関(東北大学)のナノテク融合技術支援センター(CINTS)及び他の実験施設に設置の装置を利用して実験した。続いて上記基板に対する RIE 加工を、産業技術総合研究所つくばイノベーションアリーナ推進センター内のナノプロセッシング施設(NPF)所有の ICP-RIE 装置にて、技術代行の形態で実施した。加工後の膜断面の評価は同じく NPF の SEM にて、また表面の光導波路パターンの形状観察は東北大学のデジタル顕微鏡で行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

まず成膜した  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜の透過スペクトルを別途測定したところ、光学損失は素子の実現に支障となる程度ではないことが分かった。次に RIE 後の断面 SEM 像から、Al 膜の ICP-RIE 耐性が確認できた。なお当該光回路パターンの微細度(溝や円孔のサイズ)は最小で  $400\text{nm}$  程度であったが、RIE 後の断面形状にはパターン依存性(直線状導波路パターンと円孔部でレートが異なる)が見られた。また  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜の均質性及び密度に、より詳細な検討を要する余地があることが判明した。以下にテスト試料(加工後)の円孔パターン部の SEM 写真の一例を示す。

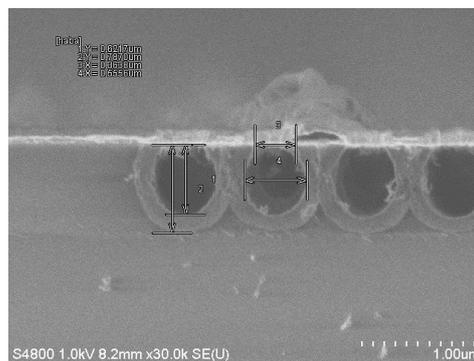


Fig. 1 SEM image of a cross section of the patterned  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Al}$  sample.

## 4. その他・特記事項(Others)

・赤松雅洋様、山崎将嗣様(産総研 NPF)、邊見政浩様、菊田利行様(東北大ナノテク融合技術支援センター)に感謝します。本研究は科研費挑戦的萌芽研究(15K13370)の支援を受けました。

### ・参考文献

高橋健人, 大寺康夫, 山田博仁, 信学技報 115(259), 1-5 (2015).

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。