

課題番号 : F-13-HK-0056  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名 (日本語) : ナノ構造回折格子の作製と量子ドット光デバイスへの応用  
 Program Title (English) : Fabrication of nano-scale grating and application to quantum-dot-based optical devices  
 利用者名 (日本語) : 佐久間実緒  
 Username (English) : M. Sakuma  
 所属名 (日本語) : 仙台高等専門学校 知能エレクトロニクス工学科  
 Affiliation (English) : Department of Intelligent and Electronic Systems , Sendai National College of Technology

## 1. 概要 (Summary)

半導体量子ドットを活性層に用いた発光ダイオードやレーザ素子からの発光強度の増幅と光の指向性や偏向特性の制御を目的として、波長選択性の制御が可能である誘電体多層膜と、回折角度や偏向特性の制御が可能である 1 次元細線からなる回折格子構造を組み合わせた「ナノ構造回折格子」を提案する (Fig. 1)。本課題では、ナノ構造回折格子の作製プロセスを検討し、そのプロトタイプを試作することを目的とした。

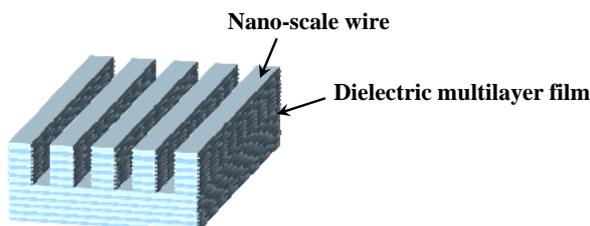


Fig. 1. Schematic drawing of the nano-scale grating

## 2. 実験 (Experimental)

Si 基板上的の SiO<sub>2</sub> (100 nm) / TiO<sub>2</sub> (100 nm) 誘電体多層膜にレジストを塗布し、格子間隔 1600 nm の細線構造を電子ビーム描画装置により描画し、現像した。次に、細線構造上にエッチング用マスクとして 150 nm ~ 200 nm の Cr 膜を蒸着し、リフトオフ後に ICP 加工装置によりエッチングを行った。エッチングには CF<sub>4</sub> と O<sub>2</sub> の混合ガスを用い、流量はそれぞれ 8 sccm, 2.9 sccm とした。真空度は 0.16 Pa, Antenna power 500 W, Stage power 100 W, エッチング時間は 4.4 min ~ 6 min とし、最後に Cr マスクをリフトオフしてナノ構造回折格子を作製した。

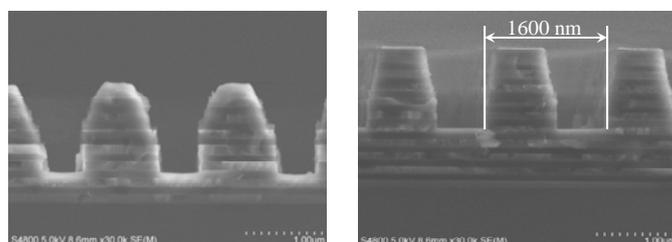
反射スペクトル測定的光源にはハロゲンランプ、分光器は Ocean Photonics の USB4000 を使用した。入射光は試料面に垂直に照射し、試料面積 1 mm<sup>2</sup> のナノ構造回折格子における回折光の空間分布とその波長依存性を測定した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 2 に作製した試料断面の SEM 像を示す。Cr 膜厚、エッチング時間を制御し、細線上部の断面形状が異なるナノ構造回折格子を作製した。Fig. 3 に Sample B の 2 次回折光波長の回折角度依存性を示す。入射光と回折光のなす角を  $\theta$  とし、格子間隔  $d = 1600$  nm の回折格子モデルの 2 次回折光波長を (1) 式により計算した。

$$n\lambda = d \sin \theta \quad (1)$$

実験値は計算結果と良く一致し、細線構造により回折角度の制御が可能であることを確認した。またこれらの試料について、回折光の空間分布や詳細な波長依存性の測定を行った。今後は FDTD 法を用いた光電場の解析を進め実験データと比較する。



(a) Sample A (b) Sample B

Fig. 2. SEM image of the nano-scale grating

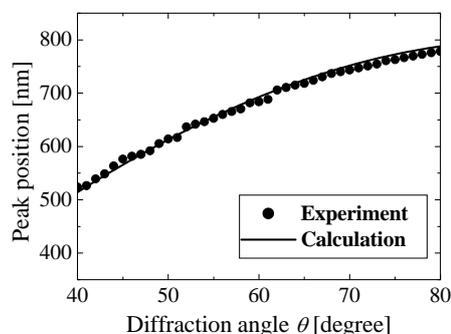


Fig. 3. Diffraction angle dependence of the spectrum peak position of the Sample B

4. その他・特記事項 (Others) なし

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

6. 関連特許 (Patent) なし