

課題番号 : F-20-NU-0001  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : ナノオーダーの周期構造を用いた光学素子作製に関する研究  
 Program Title (English) : Fabrication of the optical elements with nano-ordered periodical structure  
 利用者名(日本語) : 元垣内敦司<sup>1)</sup>、伊藤峻汰<sup>1)</sup>、清水清義<sup>1)</sup>、中川翔輝<sup>1)</sup>、原田旺堯<sup>2)</sup>、吉沢翼<sup>2)</sup>  
 Username (English) : A. Motogaito<sup>1)</sup>, R. Ito<sup>1)</sup>, S. Shimizu<sup>1)</sup>, S. Nakagawa<sup>1)</sup>, A. Harada<sup>2)</sup>, T. Yoshizawa<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 三重大学大学院工学研究科、2) 三重大学工学部電気電子工学科  
 Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering, Mie University, 2) Department of Electrical and Electronic Engineering, School of Engineering, Mie University  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、形状・形態観察、周期構造、表面プラズモン、回折光学素子

### 1. 概要(Summary)

電子線露光装置を用いて、金属回折格子構造を作製し、特定波長の可視光や近紫外光を完全に吸収できる完全吸収体を作製し、吸収特性を評価したところ、シミュレーションと一致した結果を得ることができた。その他、回折レンズ、白色レーザー照明用発光素子、偏光制御素子の作製を行った。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

電子線露光装置、原子間力顕微鏡(AFM)

#### 【実験方法】

電子線露光装置を用い、加速電圧 100 kV、ビーム電流 200 pA、ドーズ量 200  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  でストライプ上の回折格子パターンを作製後、Ag を製膜して完全吸収体を作製した。素子作製後、波長 450 nm, 375 nm のレーザー光を照射して吸収特性を調べた。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に示すような構造を作製した。電子線露光装置でレジストパターンを作製後、Ag をスパッタ装置にて堆積して 2 層型のワイヤーグリッド構造を作製した。

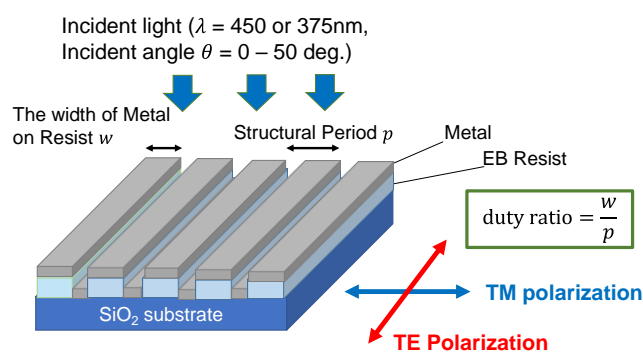


Fig. 1 The schematic of the wire-grid structure.

Fig. 2 にレジストパターンの表面 SEM 像を示す。2 パターン作製を行ったが、どちらも設計通りのパターンを作製できたことを明らかにした。深さ(レジスト厚さ)を AFM にて測定したところ、100nm であった。

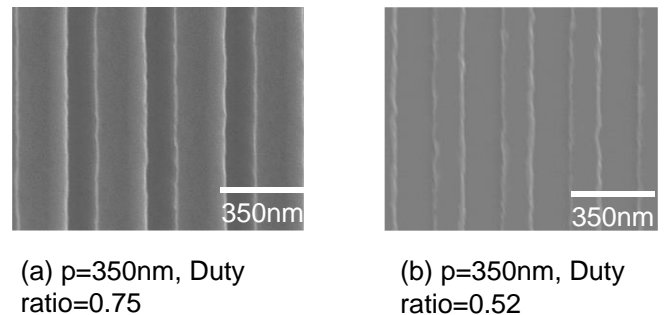


Fig. 2 Surface SEM image of the patterns fabricated by electron-beam lithography.

この構造に波長 450 nm の青色レーザー光と波長 375 nm の近紫外レーザー光を照射して、p 偏光の反射と透過の入射角度依存性から吸収率の入射角度依存性を評価した。Fig. 3 に波長 450 nm の青色レーザー光を入射したときの透過率、反射率、吸収率の入射角度依存性のシミュレーションと実験結果を示す。

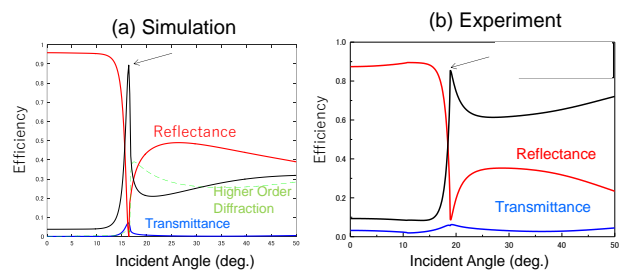


Fig. 3 Angular spectra for the angle-of-incidence dependence of the transmittance, reflectance, and absorptance ( $\lambda = 450 \text{ nm}$ ,  $p = 350 \text{ nm}$ , and duty ratio  $w/p = 0.75$ ).

シミュレーション結果より入射角度  $16.4^\circ$  で急峻な吸収率のピーク(ピーク吸収率 91.2%)を得ることができた。実験結果でもほぼ同様の効果を得ることができ、波長 450 nm の p 偏光の光に対する完全吸収体になっていることを明らかにした。同様にして波長 375 nm の近紫外レーザー光に対しても同様の結果を得ることができた。

#### 4. その他・特記事項(Others)

##### ・謝辞

本研究を実施するにあたり試料作製、設計、評価、ディスカッションでご協力いただきました名古屋大学 加藤剛志准 教授、大島大輝 助教、三重大学 平松和政 名誉教授、静岡大学 川田善正 教授、居波涉 教授に感謝いたします。

・本研究は科学研究費助成事業、(公財)住友電工グループ社会貢献基金 学術・研究助成、(公財)立松財団特別研究助成、アカデミスト(株) クラウドファンディングによるものである。

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

##### <論文>

1. A. Motogaito, R. Tanaka, K. Hiramatsu,  
“Fabrication and characterization of plasmonic band-stop filter using Ag grating”, EPJ Web of Conferences 238, 05006 (2020)

##### <学会発表>

1. A. Motogaito, R. Tanaka, K. Hiramatsu,  
“Fabrication and characterization of plasmonic band-stop filter using Ag grating”, European Optical Society Annual Meeting 2020 (EOSAM2020) (2020).
2. 中川翔輝、加藤 幹也、平松和政、元垣内敦司、“短焦点距離の焦点分布制御型回折レンズの作製”、第 68 回応用物理学会春季学術講演会(2021)

#### 6. 関連特許(Patent)

なし。