

課題番号 : F-17-UT-0102  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 電子ビーム描画を利用した金属メタサーフェス光変調素子の製作  
Program Title (English) : Fabrication of metal metasurface optical modulator using EB lithography system  
利用者名(日本語) : 志村崇, 岩見健太郎  
Username (English) : T. Shimura, K. Iwami  
所属名(日本語) : 東京農工大学工学府 機械システム工学専攻  
Affiliation (English) : Dept. of Mechanical System Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、メタサーフェス、MEMS

### 1. 概要(Summary)

可視光で光学位相差を生じるマイクロスケールの変調素子に、透過光変調特性を付加することが研究の目的である。MEMS アクチュエータを集積化して Au ナノグレーティングを構成することで、通電加熱による構造の変形によって透過率変調が生じることを実証する。サブミクロンサイズのアクチュエータ集積のために、プラットフォームの電子線描画装置を利用した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置 (ADVANTEST F5112+VD01) を利用し、大面積電極パターンとサブミクロンサイズの微細構造を同工程内で一括描画した。また、現像工程及び光学顕微鏡によるパターン形状評価を、プラットフォーム内の設備を利用して行った。

#### 【実験方法】

20 mm 角のガラス基板に Si 犠牲層を描画した。描画には F5112+VD01 を利用し、レジスト材としてポジ型の共用 EB レジスト OEBRCAP112PM を使用した。露光条件は、4.8 ~ 5.2  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  で振ることで、最適条件を模索した。自部門へ持ち帰り、その上から SiO<sub>2</sub> 及び Cr/Au をスパッタリング成膜した。

上記でパターンニングした犠牲層の位置に合わせて、MEMS アクチュエータパターンの描画を行った。同様のポジ型 EB レジストを使用し、F5112+VD01 で大面積電極パターンとサブミクロンサイズのアクチュエータパターンを一括で描画した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、描画したアクチュエータパターンの光学顕微鏡観察像を示す。周期 0.7  $\mu\text{m}$  のパターンニングは露光量

5.2  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  では過露光となり、必要な解像度が得られなかった (Fig. 1 (a))。露光量を 5.0  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$  に修正することで、所望のアクチュエータパターンを描画することに成功した。今回使用したレジストは比較的厚膜のため、本研究のようなアスペクト比の高いパターンは、現像工程で倒壊してしまうことが多い。しかしながら、露光条件を最適化することで、アスペクト比 3~4 の構造の描画が可能であることがわかった。

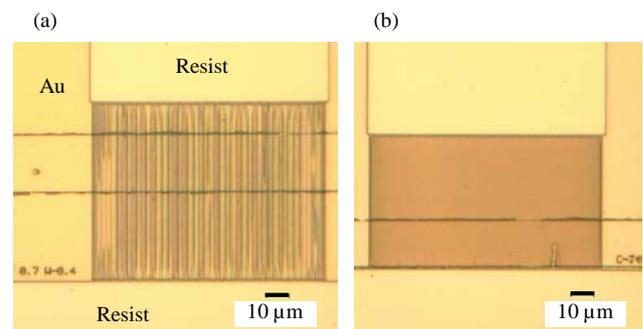


Fig. 1 Optical micrograph of the device. (a) Exposure dose is 5.2  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ . (b) Exposure dose is 5.0  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ .

### 4. その他・特記事項(Others)

高速大面積電子線描画装置の利用にあたり、度々技術的支援をいただきました、東京大学の岡本有貴様に深く感謝致します。

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

- (1) 志村, 岩見他, 電気学会 E 部門総合研究会, 平成 29 年 6 月 30 日(発表日).
- (2) 志村, 岩見他, 電気学会論文誌 E, Vol. 137, No. 11 (2017).

### 6. 関連特許(Patent)

なし