

課題番号 : F-21-WS-0229  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : MLA150 の最適露光条件の検討、フォトマスク作製及び二段露光  
 Program Title (English) : The investigation of optimal exposure conditions using a MLA150、  
 Producing a photomask and double layer structure using a MLA150  
 利用者名(日本語) : 桐生勇太  
 Username (English) : Y. Kiryu  
 所属名(日本語) : 早稲田大学 電子物理システム工学科  
 Affiliation (English) : Department of electronic and physical system, Waseda University  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置

### 1. 概要(Summary)

レーザー露光装置 MLA150 を初めて動かし、装置のレジストの基本特性を求め最適な露光パラメータ値や誤差についての検討を行った。また MLA150 を使ってフォトマスク作製、二段露光を行った。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

表面極微細構造測定装置(テンコール), 集束イオン/電子ビーム加工観察装置(極表面微量元素分析機能つき)

#### FIB-SEM

#### 【実験方法】

1. Si 基板に TSMR 膜厚  $1\mu\text{m}$ ,  $2\mu\text{m}$  及び SU-8  $10\mu\text{m}$  のレジストを塗布した。
2. MLA150 のパラメータである露光量とフォーカスオフセットを変化させ露光を行った。
3. 現像まで行ったサンプルを FIB-SEM, テンコールを用いて形状観察及び寸法測定した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

#### (1) TSMR、膜厚 $1\mu\text{m}$

露光量  $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ 、フォーカスオフセット  $0\mu\text{m}$

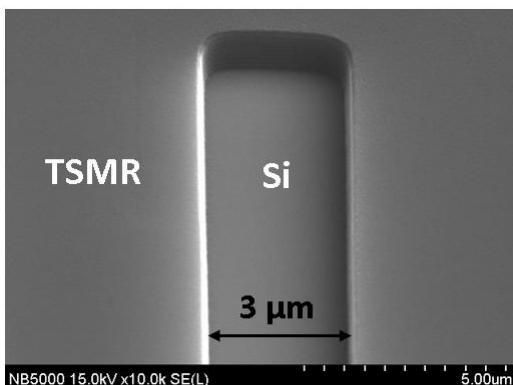


Fig. 1 SEM image of film thickness of  $1\mu\text{m}$ .

#### (2) TSMR、膜厚 $2\mu\text{m}$

露光量  $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ 、フォーカスオフセット  $-2\mu\text{m}$

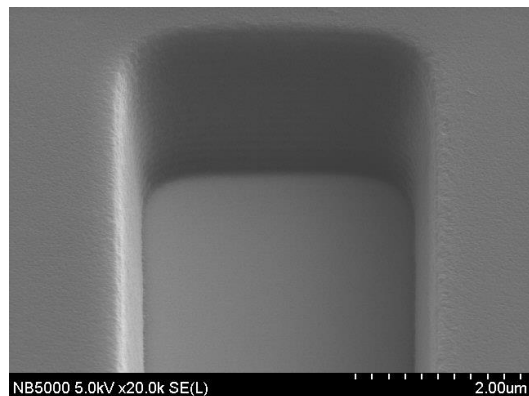


Fig. 2 SEM image of film thickness of  $2\mu\text{m}$ .

#### (3) SU-8 膜厚 $10\mu\text{m}$

露光量  $1200\text{mJ}/\text{cm}^2$ 、フォーカスオフセット  $-2\mu\text{m}$

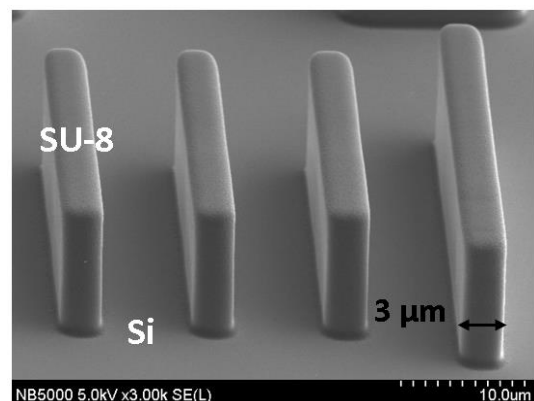


Fig. 3 SEM image of film thickness of  $10\mu\text{m}$ .

以上が今回の露光で一番綺麗に露光されたパターンの結果である。MLA150 の露光ではテーパが出来やすい傾向にあった。

Table 1 に(1)~(3)の条件の測定結果をまとめた。

Table 1 Results of the measurement.

膜厚	露光量	フォーカスオフセット値	底辺の設計寸法との誤差	上辺の設計寸法との誤差	テーパ
TSMR 1 $\mu\text{m}$	200 mJ/ $\text{cm}^2$	0 $\mu\text{m}$	0.3 $\mu\text{m}$	0.7 $\mu\text{m}$	0.2 $\mu\text{m}$ (上向き)
TSMR 2 $\mu\text{m}$	250 mJ/ $\text{cm}^2$	-2 $\mu\text{m}$	0.3 $\mu\text{m}$	0.9 $\mu\text{m}$	0.3 $\mu\text{m}$ (上向き)
SU-8 10 $\mu\text{m}$	1200 mJ/ $\text{cm}^2$	-2 $\mu\text{m}$	0.3 $\mu\text{m}$	0.3 $\mu\text{m}$	ほぼ無し

次に作製したフォトマスクを Fig. 4 に示す。

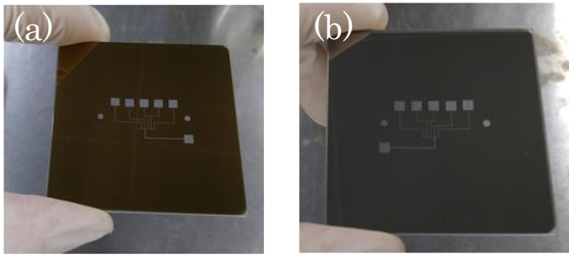


Fig. 4 Appearance of the Photo-mask. (a) Front side (Cromium) and (b) Back side (Glass).

なお露光条件は露光量 80 mJ/cm<sup>2</sup>、フォーカスオフセット-2  $\mu\text{m}$  とした。フォーカスオフセットは当時-2  $\mu\text{m}$  ずれていたのがこの値にしたが本来 0  $\mu\text{m}$  で最適な条件となる。もし綺麗に露光したい場合は事前にフォーカスオフセットの状態をテスト露光により確認したい。

最後に二段露光を行った結果を Fig. 5 に示す。

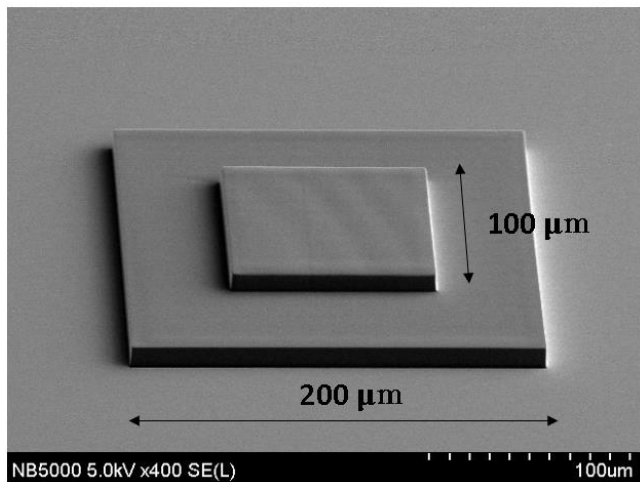
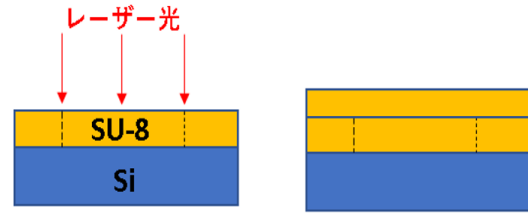


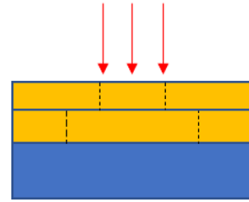
Fig. 5 Result of two-step exposure.

これを形成するための作製手順を Fig. 6 に示す。

1. レジスト塗布と露光 2. 2段目のレジスト塗布



3. 2段目の露光



4. 現像

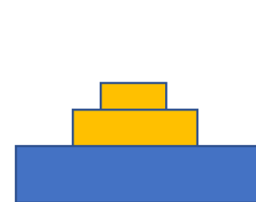


Fig. 6 Schematics of the fabrication procedure.

使用したアライメントマークを以下に示す。

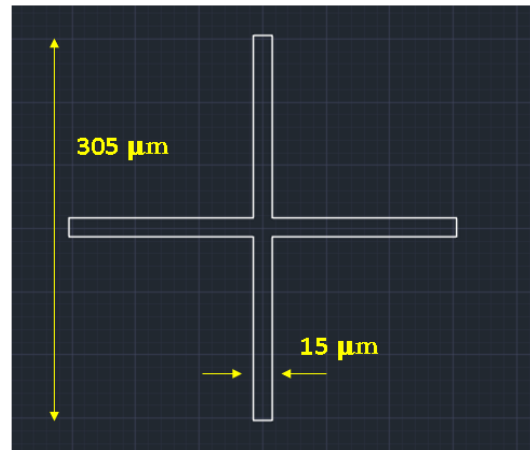


Fig. 7 SEM image of the alignment mark.

また露光条件は一段目、二段目の露光とも膜厚 10  $\mu\text{m}$  の SU-8 を用いて露光量 1000 mJ/cm<sup>2</sup>、フォーカスオフセット -2  $\mu\text{m}$  とした。

MLA150 は PC を用いてアライメント(1 段目と 2 段目の位置合わせ) ができるので従来の手動方式と比べ、スキルがなくても上手くアライメントが行える。

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。