

課題番号 : F-16-KT-0015  
 利用形態 : 技術補助  
 利用課題名(日本語) : 位相変調透過板に関する研究  
 Program Title(English) : Development of phase modulation mask  
 利用者名(日本語) : 平井 義彦、田中 利樹、杉原 大貴  
 Username(English) : Y. Hirai, T. Tanaka, D. Sugihara  
 所属名(日本語) : 大阪府立大学 大学院 工学研究科 電子・数物系専攻 電子物理工学分野  
 Affiliation(English) : Graduate school of Eng., Osaka Prefecture University,

### 1. 概要(Summary)

複素透過率をもつビルトインレンズマスク(位相変調透過板)によるレンズ効果を利用し、3次元リソグラフィの可能性についてのシミュレーション解析を既に報告している[1]。ここでは、露光実験を行い、その原理的な実験検証を行うために、実際にビルトインレンズマスクを試作した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

大面積超高精度電子線描画装置、露光装置(ステッパー)、磁気中性線放電ドライエッチング装置

#### 【実験方法】

Fig. 1 に示すように、大面積超高精度電子線描画装置によりCrリフトオフ後、ステッパーによるmix & match 露光を行い、エッチャーで必要部分の石英基板を掘り下げて位相変調部を作製した。

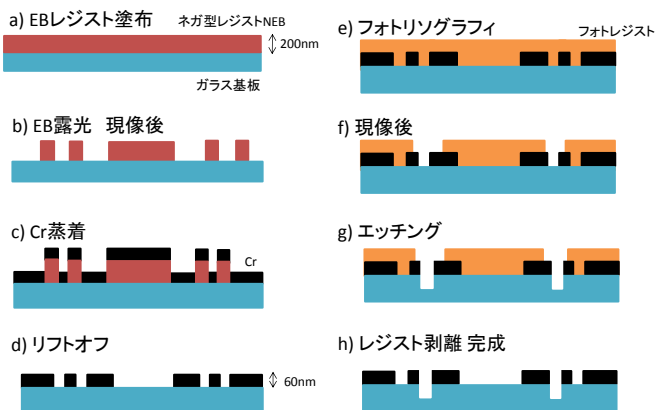


Fig. 1 Fabrication process of phase modulation mask.

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

ネガレジストを用いた Cr リフトオフであるため、アンダーカットが十分に得られず、リフトオフ後に部分的にパターン不良が見られた(Fig. 2)。しかし、Cr の追加除去などにより、概ね良好なマスク作製に成功した。マスクデータとの照合による欠陥検査などは行っていないが、今後課題が残った。

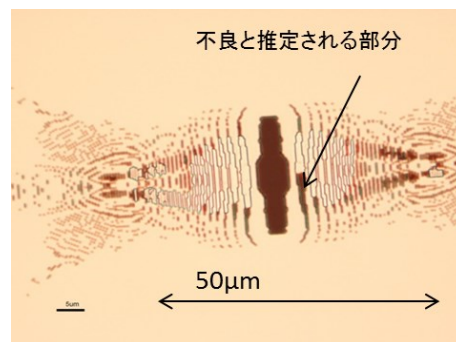


Fig. 2 Microscopic image of a phase modulation mask.

作製した位相変調透過板を用いて、ピラミッド状のフレーム構造の一括露光実験を行った結果、Fig. 3 に示すように、シミュレーション予測結果とよく一致する三次元構造が得られた。これにより、位相変調透過板による三次元フォトリソグラフィの可能性を世界に先駆けて実証できた。

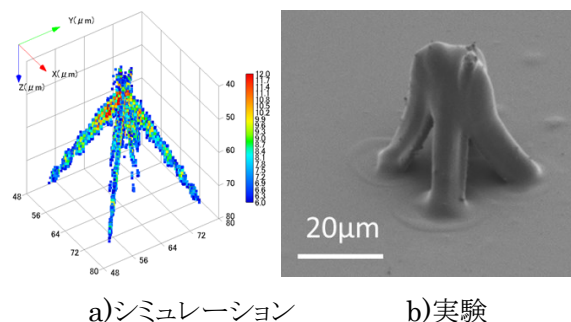


Fig. 3 Three-dimensional imaging with phase modification.

### 4. その他・特記事項(Others)

本研究は、天田財団の支援により行われた。

#### ・参考文献

[1] T. Tanaka, et al., Microelectronic Engineering 158 (2016) 85.

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

田中 他、第 64 回応用物理学会春季学術講演会 (2017, 横浜) 14p-423-13.

### 6. 関連特許(Patent) なし。