

課題番号 : F-17-OS-0022  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : FIBによる電子線用フレネルゾーンプレートの作製  
Program Title (English) : Fabrication of Fresnel Zone Plate for electron microscopy by FIB lithography  
利用者名(日本語) : 富田雅人  
Username (English) : M. Tomita  
所属名(日本語) : 自然科学研究機構 生理学研究所  
Affiliation (English) : National Institutes for Physiological Sciences, National Institutes of Natural Sciences  
キーワード/Keyword : ヘリウムイオン顕微鏡 フレネルゾーンプレート 形状・形態観察

## 1. 概要 (Summary)

JST/ERATO 百生位相イメージングプロジェクトでは新しい原理に基づく位相差電子顕微鏡を開発している。そのキーデバイスとなる“電子線用フレネルゾーンプレート (FZP)”を“設計変更が容易で加工自由度が高い”収束イオンビーム装置で作製する。この目的のため、2016年度から大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点の設備を利用し[課題番号: F-16-OS-0053]、各種条件で数種類の FZP パターンを加工してきた。前年度の検討から、加工中のサンプルドリフトとビーム強度の変動により、当初の設計では安定した加工ができないことがわかり、今年度は FZP サイズや各膜厚を小さくすることで加工時間を短縮し、加工精度が改善されるかどうかを検討した。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

高精細集束イオンビーム装置 (NanoFab)

RF スパッタ成膜装置: 絶縁体成膜用

### 【実験方法】

TEM 用グリッドサイズ(3 mm $\phi$ )の Si 基板に張った SiN (t=10 nm) 薄膜に RF スパッタで金をコートし導電性を付与した後、NanoFab でスリット加工を行う。FZP 焦点距離をこれまでの F=50 cm から 10 cm (FZP 半径 R=10  $\mu$ m から 3  $\mu$ m) にすることで、加工面積を前回の 1/9 に小さくする。また、膜構成を Au(30 nm)/SiN(30 nm)/Au(15 nm) から Au(30 nm)/SiN(10 nm) にして全膜厚を前回の約 1/2 にした。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 右に加工例を示す。FZP デザインの変更の結果、以前の条件では加工完了までに 10 時間以上かかるところが約 40 分に改善された。しかし、加工品の

パターンは以前大きく崩れており、また削れ残りも確認できた。これは金を蒸着した後の SiN 膜 (10 nm) にたわみが発生していることが原因で、このストレスにより加工中にドリフト等の発生が影響した可能性が推定された。今後は膜たわみの抑制が課題であることがわかったが、既存の 10 nm-SiN 膜ではその制御は容易でなく、現在改善策を検討中である。

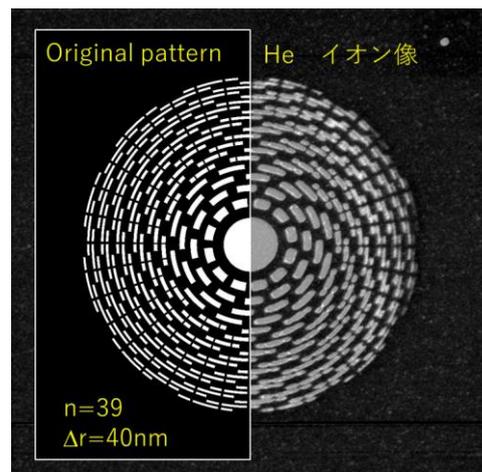


Fig. 1 Original FZP pattern (Left half inset) and He-ion SE image of fabricated FZP (Right). [Conditions:  $I_{\text{beam}}=30$  pA, dwell time=10 us, frame time=45 s, total dose=6.97 nC/ $\mu\text{m}^2$ ]

## 4. その他・特記事項 (Others)

競争的資金名: JST 戦略的創造研究推進事業 (H27~H31)

謝辞: 装置利用の適切なご指導、支援を頂いた阪大産研の法澤先生、スタッフの前川氏に感謝致します。

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

なし

## 6. 関連特許 (Patent)

なし