

課題番号 : F-14-IT-0036  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : X線用 FZP の製作のためのレジストパターン形成プロセスの検討  
Program Title (English) : Optimization of nano pattern fabrication process for X-ray Fresnel Zone Plate  
利用者名(日本語) : 小野寛太<sup>1)</sup>, 武市泰男<sup>1)</sup>, 竹中久貴<sup>2)</sup>  
Username (English) : K.Ono<sup>1)</sup>, Y. Takeichi<sup>1)</sup>, H. Takenaka<sup>2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所, 2) 株式会社トヤマ  
Affiliation (English) : 1) High Energy Accelerator Research Organization, 2) TOYAMA, Co., Ltd.

## 1. 概要(Summary)

軟 X 線領域の走査型透過 X 線顕微鏡 (scanning transmission X-ray microscopy: STXM) は、フレネルゾーンプレート (FZP) を用いて試料上に X 線を集光し、試料を走査することで吸収イメージや局所スペクトルを得る手法である。我々は KEK Photon Factory のアンジュレータビームラインにおいて、従来の STXM に比べて非常にコンパクトで振動や熱ドリフト等の安定性を改善した STXM の開発を進めてきた。この装置は光学素子の駆動にモータではなくピエゾ駆動ステージを採用し、粗動ステージで 50 nm の位置再現性を達成し、さらに小型・軽量で共振周波数が高くなるように設計を行い、振動特性の改善を実現した。また、独自開発の FPGA (field-programmable gate array) 制御回路による高速スキャンが可能になっている。

STXM 装置で非常に重要な役割を果たす FZP は現在海外の研究機関から購入している。現在使用している FZP の最外ゾーン幅  $\Delta r$  は 30nm であり、テストパターンを用いた測定から期待されるレイリー分解能 ( $\sim 1.22\Delta r$ ) を実現していることが確認できている。

このように STXM 装置は完成し既に多くの研究成果をあげているが、FZP を自作できていないため、今後の高分解能化などが困難である。我が国の競争力を維持するためには国内での FZP の作製が必須であると考え、ナノテクノロジープラットフォームを利用した FZP 作製に取り組む。

## 2. 実験(Experimental)

FZP では SiN メンブレン上にパターン形成を行うが、最初の実験では X 線用 FZP の製作のためのレジストパターン形成プロセスの検討を行うことを目的として、電子ビーム露光装置および電子ビーム露光データ加工ソフトウェアを用いて、シリコン基板上へ

30nm~100nmL/S(PMMA150nm 厚)のパターンの作製を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

下図は 100kV, 500  $\mu$  C/cm<sup>2</sup> の条件で Si 基板上に形成したレジストパターンの SEM 像である。

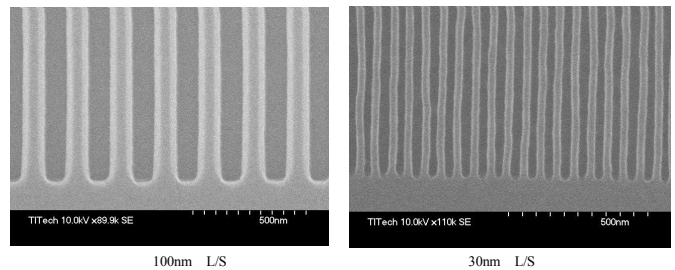


Fig.1 SEM image of resist patterns on Si substrates with (left) 100nm L/S and (right) 30 nm

30nm のパターンでは若干の不均一性が見られるが、高いアスペクト比でのレジストパターン形成が出来ていることが分かった。本研究で X 線用 FZP の製作のためのレジストパターン形成プロセスの最適化を行うことが出来た。次のステップとしてメンブレン上のパターン形成を試みる。

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、文部科学省の委託事業である元素戦略磁性材料研究拠点の支援を受けて行われた。また、武市は高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の支援を受けて研究を行った。

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

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし