

課題番号 : F-21-UT-0125  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 微細加工技術を利用した X 線顕微イメージング手法の高度化  
 Program Title (English) : Development of Advanced X-ray Microscopic Imaging Method Using Microfabrication Technology  
 利用者名(日本語) : 竹尾陽子、櫻井快、古谷登、木村隆志  
 Username (English) : Yoko Takeo, Kai Sakurai, Noboru Furuya, Takashi Kimura  
 所属名(日本語) : 東京大学 物性研究所  
 Affiliation (English) : Institute for Solid State Physics, The university of Tokyo  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、  
 X 線顕微イメージング、放射光、バイオイメージング

## 1. 概要(Summary)

X 線自由電子レーザーのフェムト秒パルスを利用した液中試料顕微イメージングを実現するための、新たなマイクロ流路デバイスを設計・作製した。X 線自由電子レーザー施設 SACLA を利用した評価により、デバイス内部のナノ粒子集合体の脆弱な液中構造をフェムト秒のシングルパルス露光により捉えることに成功した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置、マスク・ウエーハ自動現像装置群、ステルスダイサー、汎用平行平板 RIE 装置

### 【実験方法】

マイクロ流路デバイスは、電子ビームリソグラフィ及びドライ・ウェットエッチングを組み合わせ作製した。デバイスの上に多数の X 線照射窓を有する独自のマイクロ流路構造を考案した。本構造の性能を評価するために、高速電子線描画装置を利用して、6 インチ窒化ケイ素膜付きウエーハ上に様々なパターンのマイクロ流路デバイス構造を直描し、オフラインでの性能評価に取り組んだ。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したマイクロ流路デバイスは、兵庫県播磨の SPring-8 サイト内の X 線自由電子レーザー施設 SACLA において評価した。ナノ粒子表面に静電的な官能基を有する有機分子を修飾し、液中において集合した構造体の計測を行った。SACLA のフェムト秒シングルパルス X 線により、デバイス内部の様々な形態のナノ粒子集合体からの回折パターンを取得することに成功し、さらに反復的な位相回復計算法と組み合わせることにより、液中において

緩やかに結合したナノ粒子集合体構造の最高 4 nm 分解能での可視化を実現した(Fig. 1)。(論文投稿中)

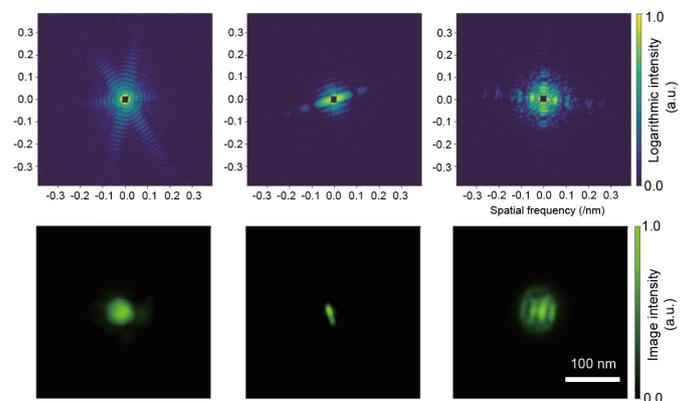


Fig. 1 Coherent diffraction patterns of nanoparticles and their reconstructed image.

## 4. その他・特記事項(Others)

### 【競争的資金】

- ・JST さきがけ「ビッグデータアプローチによる X 線レーザーイメージングの高度化」
- ・科学研究費補助金(基盤研究 B)「X 線シングルショット顕微分光イメージングの実証」

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

・S. Yokomae, et al., Proc. SPIE 11837, 1183709 (2021).

・島村勇徳ほか, 超小型 KB ミラーを用いた軟 X 線 sub 50 nm 集光システムの開発, 2021 年度精密工学会秋季大会学術講演会, G106, 2021 年 9 月 23 日

## 6. 関連特許(Patent)

なし。