

課題番号 : F-18-KT-0147
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : コヒーレント X 線回折イメージング法の効率化に向けた試料作製法の開発
Program Title(English) : Development of sample-mounting devices for coherent X-ray diffraction imaging
利用者名(日本語) : 高山裕貴
Username(English) : Y. Takayama
所属名(日本語) : 兵庫県立大学大学院物質理学研究科
Affiliation(English) : Graduate school of Material Science, University of Hyogo
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置 X 線ナノイメージング、超解像、電子線描画

1. 概要(Summary)

厚い試料を非侵襲かつ高分解能で観察できる X 線顕微イメージング法は、細胞や材料機能の構造基盤解明に欠かせない技術である。現在の X 線顕微鏡の分解能は結像素子の加工精度から 50 nm 程度に制限されており、より高い空間分解能を実現する手法として、コヒーレント X 線回折イメージング(CXDI)法の開発を進めている。

CXDI 法では、試料粒子のコヒーレント X 線回折パターンを取得し、試料像再生アルゴリズムにより試料像を得る。到達分解能は計算に用いる回折データの空間周波数で決まり、試料の散乱能により制限される。我々は、散乱能の低い細胞等を高分解能で観察すべく、散乱能の高い金パターンの回折波を干渉させることで試料由来の回折シグナルを検出可能レベルまで押し上げる、シグナル増幅法を提案した[1]。本課題では、その実用化に向けて、前課題(D16148)で開発した金ピラーパターンニング試料基板の利用実験を進めた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

大面積超高度電子線描画装置、電子線蒸着装置

【実験方法】

4 インチ Si ウェハに成膜された厚さ 100 nm の SiN 薄膜(Silson Ltd., England)上に電子線レジストを成膜し、電子線描画により直径 250 nm 程度の穴アレイを描画した。さらに電子線蒸着により Cr および Au を蒸着し、リフトオフにより高さ 100 nm 程度の Au ピラーアレイを作製した。この Si ウェハには事前に $1 \times 1 \text{ mm}^2$ の窓が多数エッチングされており、ウェハをチップ化し、SiN 窓部にイメージング対象粒子を散布して CXDI 実験を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作成した試料基板にバクテリアを散布・急速凍結し、X 線自由電子レーザー(XFEL)施設 SACLA にて CXDI 実験を行った。X 線パルス 1 ショットで 26 nm を超える分解能まで回折パターンが得られ、金ピラー像を再生することに成功した(Fig. 1)。また、円形に配した金ピラーの他、その中央に密度分布が再生される回折データも得られ、バクテリア由来と仮定してより精密な像を再生すべく、解析を進めている。

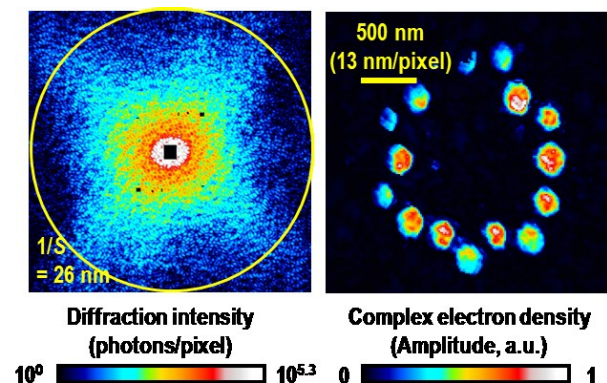


Fig. 1 Coherent diffraction pattern (left) and reconstructed projection image (right) of the pillar pattern.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] Y. Takayama et al., Sci. Rep. 5 (2015) 8074.

・本課題は JSPS 科研費 JP16K21621 の支援を受けたものです。

・CXDI 実験は SACLA 利用研究課題 2017A8015 として実施されました。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 高山裕貴他、第 32 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム、福岡、2019 年 1 月 10 日

6. 関連特許(Patent) なし。