

孤立レジストパターンの軟 X 線光波散乱および結像計測

Scatterometry and imaging of isolated resist pattern using soft X-rays

筑波大数物¹, 産総研², [○]星野 鉄哉¹, 青木 貞雄¹, 伊藤 雅英¹, 七里 元晴², 井藤 浩志²

Univ. of Tsukuba¹, AIST², [○]Tetsuya Hoshino¹, Sadao Aoki¹, Masahide Itoh¹,

Motoharu Shichiri² and Hiroshi Itoh²

E-mail: hoshino.tetsuya.gt@u.tsukuba.ac.jp

試料の透過率が小さい軟 X 線の光波散乱計測では、3次元形状について、結像計測に比べ精度が二桁向上する [1]。この手法では単純で局所的な構造情報しか得られない。本報告では結像計測と組み合わせることで、複雑な形状についても計測可能とした。また、反射での孤立系光波散乱計測はすでに報告したが [2]、今回はこの解析を行った。

Si 基板上に作成した間隔 $20\ \mu\text{m}$ の孤立矩形格子レジストパターンについて、波長 $10\ \text{nm}$ の放射光を入射光とし、ゾーンプレートで結像することで、散乱計測と同じ場所の散乱光角度分布および結像を得た (Fig. 1(a))。結像から集光領域は格子二つ分にかかっていることが分かった。まず、深層学習を用いて、形状を推定した。矩形の表面の凹凸の高さを $0, 2, 4, 6\ \text{nm}$ と変えて4種類、さらに、三角・楕円・半楕円の3種類を加え、計7種類で、実験結果を評価した。各種類について 1024 個の教師データを計算した。評価

結果は表面凹凸高さ $4\ \text{nm}$ の矩形で novelty score が 7.5×10^{-5} と、高い信頼度を示した。さらに、この角度分布の谷の角度に注目して、矩形レジストの幅と高さを $20\ \text{nm}$ ずつ変えて計算し、実験と計算との差の二乗平均を計算した (Fig. 1(c))。計算手法は、孤立系の RCWA (Rigorous coupled-wave analysis) を用いた。矩形レジストの断面形状について、幅 $750 \pm 20\ \text{nm}$, 高さ $188 \pm 20\ \text{nm}$ を得た。

【文献】

[1] T.Hoshino, M.Shiono, B.Saswatee, S.Aoki, K.Sakurai, M. Itoh, *Applied Optics*, **59(28)**, 8661 (2020)

[2] T. Hoshino, S. Aoki, M. Itoh, M. Shichiri and H. Itoh, ISOM 2020, **We-B-05** (2020)

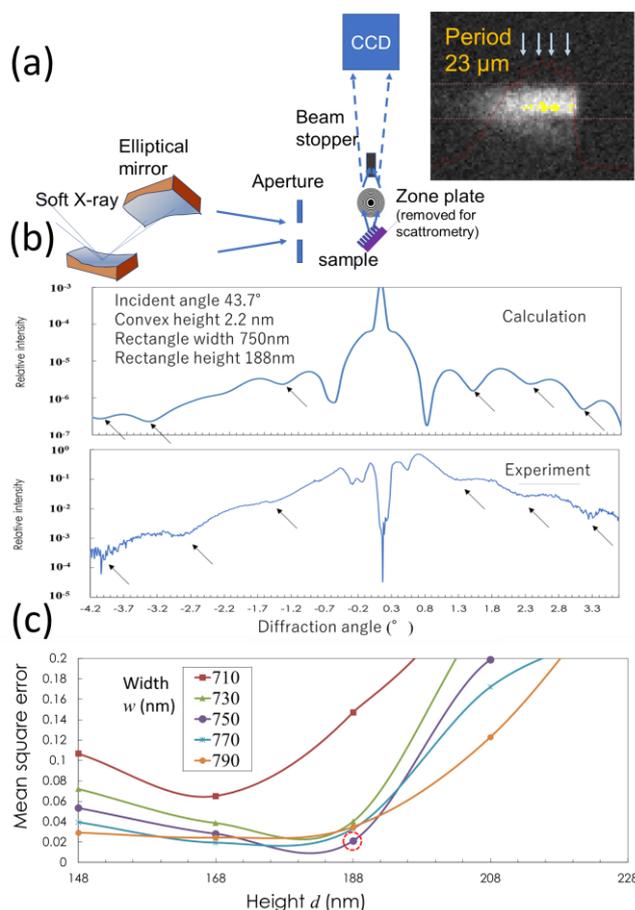


Fig.1 (a) The scheme of the optical system and its image. (b) Angular distributions of diffraction of the simulation and the experiment. (c) Mean square error of the simulation against the experimental data.