

走査電子顕微鏡での電子ビームサイズ推定 におけるエッジ効果補正

Edge effect correction for Electron Beam Size Estimation in Scanning Electron Microscopy

筑波大学数理物質科学研究群 戸倉 大智, 曾雌 侑輝, 早田 康成

University of Tsukuba, Daichi Tokura, Yuki Soshi, Yasunari Sohda

E-mail: sohda.yasunari.gf@u.tsukuba.ac.jp

研究背景

走査電子顕微鏡 (SEM) の基本的な特性の 1 つに試料上での電子ビームサイズが挙げられる。ここでは電子ビームサイズの推定に像シャープネス (DR 値)^[1] を活用することとし、DR 値からの電子ビームサイズの推定方法を提案する。

実験方法

Figure 1 に実験に用いる試料の SEM 像を示す。試料はシリコンの異方性ウェットエッチングを用いて垂直な側面を持つライン&スペースパターンである。^[2] このラインパターンのエッジのシャープネスを評価することとする。なお、スペース部に生じている溝構造の平坦化は今後の課題である。

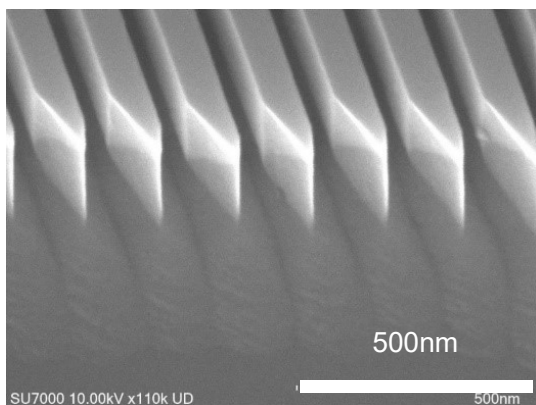


Fig.1 Sample SEM images

また、パターンエッジで生じるエッジ効果を電子散乱シミュレーターJMONSEL^[3] により計算した。Figure 2 は散乱計算における電子軌道の例を示したものである。ラインパターンのエッジ部において2次電子が放出されやすい様子を示している。

実験結果

Figure 3 の赤線に実験により得られたパターンエッジの2次電子信号プロファイルを示す。X = 4nm に現れるピークはエッジ効果である。DR 法における DR 値はこのエッジプロファイルを誤差関数で近似することにより求めている。そのために Figure 3 での青の

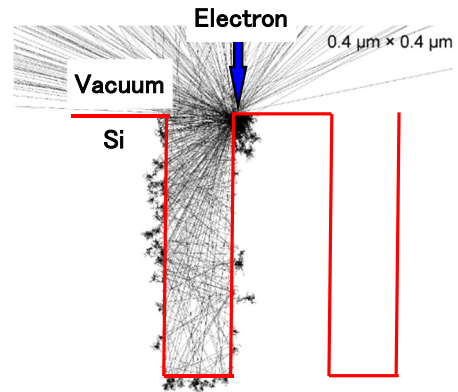


Fig.2 Electron beam scattering simulation

破線のように実験結果と大きくずれたプロファイルを示すことになる。

これに対して、エッジ効果を電子散乱シミュレーションにより推定し、その補正を行ったシミュレーションプロファイルを Figure 3 に青線で示す。補正を行ったプロファイルは実験結果を再現しており、補正の効果が現れていることが分かる。得られた DR 値は補正なしで 1.64nm、補正ありで 2.88nm となった。補正により、実際の電子ビームサイズにより近い値を得られたと考えられる。

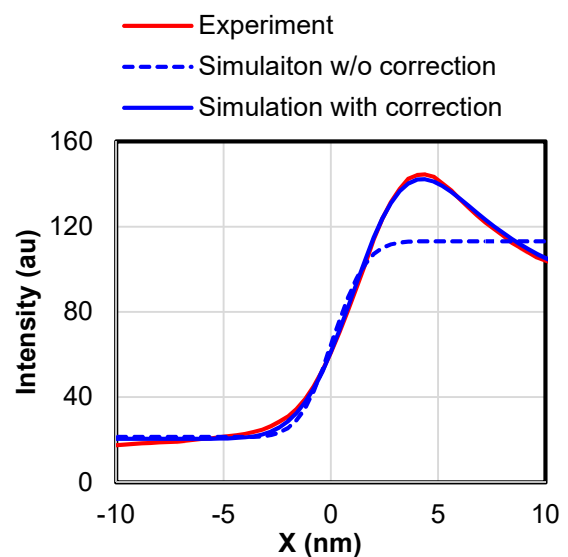


Fig.3 Edge effect correction

[1] 佐藤貢, 精密工学会誌, Vol.79 No.11 (2013) 1009

[2] 戸倉大智, 2024 応用物理学会秋季学術講演会

[3] J. S. Villarrubia, SPIE, 72720R (2009)