

ナノ人工物メトリクスのためレジスト倒壊ランダムパターン形成と評価

Formation and characterization of resist collapse random pattern for nano-artifact-metrics

北大 量子集積センター¹, 大日本印刷² ○呂 任鵬¹, 清水 克真¹, 殷 翔¹, 上羽 陽介²,
石川 幹雄², 北村 満², 葛西 誠也¹

Hokkaido Univ.¹, Dai Nippon Printing Co., Ltd.² ○Renpeng Lu¹, Katsumi Shimizu¹, Xiang Yin¹
Yosuke Ueba², Mikio Ishikawa², Mitsuru Kitamura², and Seiya Kasai¹

E-mail: lurenpeng@rciqe.hokudai.ac.jp

1. はじめに

人工物メトリクスは人工物の物理的特徴を利用した認証方法である。近年レジスト倒壊パターンを用いたナノ人工物メトリクスが耐クローン性の高い認証技術として注目されている[1]。我々は簡便な構造識別法としてナノ構造を埋め込んだ MOSFET による電気的識別法を提案し、デバイスシミュレーションにより実証した[2]。今回は、電気的識別の実験実証に向けて、Si 基板の上でのレジスト倒壊ランダムパターン形成条件とランダム性の関係について検討を行った。

2. 実験方法

Si 基板上にネガ型 EB レジスト NEB-22 をコートし、EB リソグラフィにより図 1 に示したレジストピラーアレイパターンを描画した。ピラー幅は 100 nm、ピッチは 200 nm とした。レジスト倒壊条件を得るため、電子線ドーズ量を $25 \mu\text{C}/\text{cm}^2 \sim 105 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ の間で変化させた。レジスト倒壊は、現像後のリンス液の乾燥の過程で生じる。レジストピラーの間に残留したリンス液が N_2 ブローや自然乾燥により減少すると、リンス液と大気からの圧力の差による力がピラーに作用し、大気側から押される形でピラーが倒壊する[3]。この過程が確率的に生じランダムな倒壊パターンになる。

3. 結果

図 2 にドーズ量が $35 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ から $45 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ に増加するときの現像後のレジストパターンと 2 次元フーリエ変換結果を示す。ドーズ量が $35 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ のときピラーが最も不規則に倒壊した。ドーズ量が $35 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 未満ではドーズ量不足でパターンが残存しなかった。一方ドーズ量を $35 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 以上にすると、ピラーは徐々に凝集し FFT 像が示すような規則性が表れた。ピラーアレイの外側から中央に向かって倒壊していることから、大気からピラーに力が加わっている。ピラーに加わる力がピラー間隔に反比率することを考慮すると[3]、ドーズ量の増加によりピラーの幅が増して互いの間隔が狭くなり、ピラー間の引力が増し凝集したと考えられる。ランダム性が高いピラー倒壊パターンを得るには適切なピラー間隔を得るようパターン設計する必要があることがわかった。

[1] T. Matsumoto *et al.*: Sci. Rep. 4, p.6142 (2014)

[2] 清水ら: 信学技報 IEICE-118, p.35 (2018)

[3] H. Namatsu *et al.*: Appl. Phys. Lett. 66, p.2655 (1995)

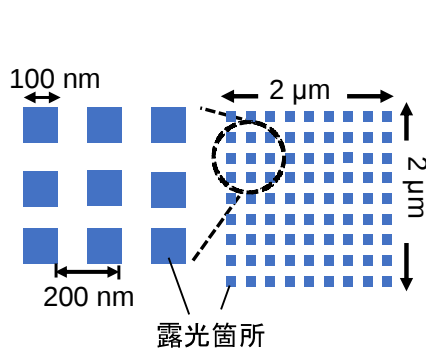


図 1 描画パターン

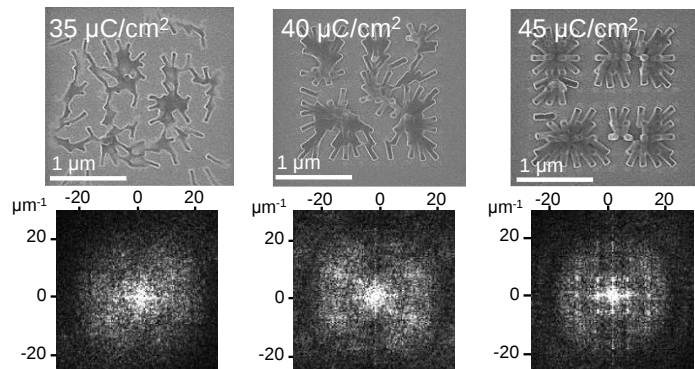


図 2 レジストパターン SEM 像(上)と 2 次元 FFT 像(下)