近接場光エッチングのモデリング

Modeling of near-field etching

東大院工 [1]
○斉藤 弘司 [1]、西岡 克紘 [1]、八井 崇 [1]
Univ. Tokyo[1]
E-mail: hiroshi@lux.t.u-tokyo.ac.jp

7nm プロセスの半導体生産が IBM より発表されるなどデバイスの微細化に伴いデバイスのパフォーマンスに影響を及ぼす素子の表面状態に対する制約も年々厳しさを増しており、現在では原子レベルでの表面平坦化が要求されている。この要望に答える技術として近接場光エッチングが挙げられる。近接場光エッチングを用いて、Åオーダーでの平坦化に成功した研究[1]や EUV マスクの欠陥除去に応用した研究[2]がこれまで報告されている。今回モデリングを行い計算結果と実験結果の比較を行ったのでその報告をする。

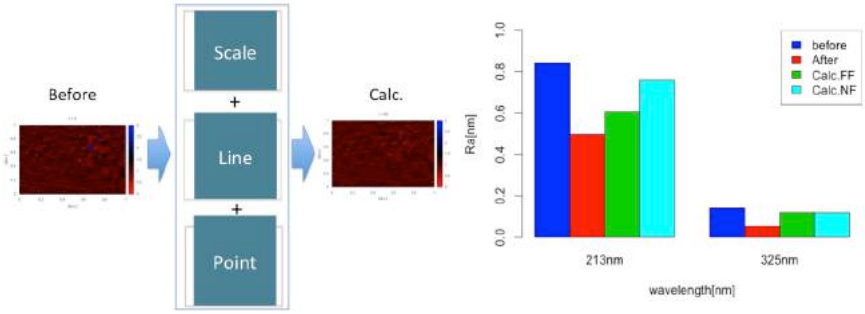
本研究では以下 2 点の条件を考慮しモデリングを行った。1. 突起部分など表面の凹凸を構成する部分に近接場光が局在、2. 分子の衝突は一様散乱に基づく確率的事象とした、という 2 点である。さらに 1 の突起部分の判定に関して、以下の Scale, Line, Point の 3 つのモジュールに分解して近接場光エッチング領域の探索を行った。

(Scale)　照射波長の半波長以下の二次元平面における閾値以上の高さの密度の判定
(Line)　一次元のライン構造上での急峻さとその高さ領域の判定
(Point)　単点単位での周囲との高さ比較による判定

比較として、伝搬光エッチングでは上記のモデルの Scale と Line の波長による条件制約を変更して、(Scale) 波長長さの平面を判定する、(Line) 一様に削れるもの、とした。

Fig1. (a)に本モデリングのプロセスの概要と結果の一例を示す。解析用にはダイヤモンド(100)基板に対する近接場光エッチングの結果を用いた。Fig1. (b)に実際に原子間力顕微鏡(AFM)によって得られた R_a 値をそれぞれ Before（エッチング前）、After（エッチング後）に示す。実験は波長 213nm（A：伝搬光エッチング）および 325nm（B：近接場光エッチング）を用いて、エッチングガスとして、大気中の酸素（解離波長 242nm）を使用した。また、Before の AFM 画像を用いて、上記モデリングによって解析的に求めた表面形状像から得られた値 R_a (Calc.)も併せて示す。この結果より、伝搬光エッチングと近接場光エッチングによるエッチングの様子が異なっていることがわかる。発表ではエッチングに伴う空間周波数特性解析および、エッチング時間依存性などの解析結果についても発表する予定である

本研究は、JSPS「研究拠点形成事業（A.先端拠点形成型）」・「二国間交流事業 共同研究セミナー」、科研費（26286022、15H00866）、文科省ナノテクノロジープラットフォーム(No.12024046)、光科学技術研究振興財団の助成を得た。



(a)　(b)

Fig. 1 (a) Modeling overview. (b) Comparison experimental data with simulation data for λ = 213nm and 325nm

【参考文献】[1] T.Yatsui *et al.*, J. Appl. Phys., **45**, 475302(2012). [2] R.Teki *et al.*, SPIE EUV Lithography, **8679**, 86790 (2013)

© 2016年 応用物理学会