

電子線リソグラフィの分子シミュレーション

A Molecular Simulation of Electron Beam Lithography

大阪府大工 °道下勝司, 高井里奈, 安田雅昭, 川田博昭, 平井義彦

Department of Physics and Electronics, Osaka Prefecture University

°Katsushi Michishita, Rina Takai, Masaaki Yasuda, Hiroaki Kawata, Yoshihiko Hirai

E-mail: yasuda@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 半導体リソグラフィにおいて形成されるパターンのサイズがナノスケールになると、分子レベルでのパターン形状の解析が重要となる。本研究では有機レジスト材料の電子線照射による主鎖切断過程とその後の現像過程について分子動力学法を用いてモデル化し、電子線リソグラフィによるナノスケールのパターン形成のシミュレーションを行った。

シミュレーションモデル 解析対象の電子線レジストはポリメタクリル酸メチル(PMMA)とし、シリコン基板上にあるものとした。水平方向には周期的境界条件をかけた。電子線露光過程では事前に電子散乱のモンテカルロ法を用いてレジスト内の吸収エネルギー分布を求め、分子動力学法の一定時間ごとにその空間分布で重みを付けてポリマーの主鎖切断を照射領域のランダムな位置に導入し構造緩和を行った。また、露光後の現像過程は、分子量の小さな分子から順に除去して構造緩和する過程をレジスト表面から深部へ進めていくことでモデル化した。

解析結果 Fig.1 は加速電圧 100kV で PMMA レジストに形成された 2nm ラインパターンの現像過程のシミュレーション結果である。レジストの分子構造を反映したラフネスが断面形状に見られる。Fig.2 は異なる加速電圧で 2nm ラインパターンを 2 本（間隔 2nm）形成した結果である。加速電圧 100kV の場合は 2 本の 2nm 幅のラインが形成出来ているのに対し、1kV の場合はライン間のレジストの部分的な欠落やライン幅の広がりが見られた。本シミュレーションにより、近接効果による分子レベルのパターン形状の違いを再現することが出来た。

謝辞 本研究は JSPS 科研費（課題番号 23656245）の助成を受けて行われた。

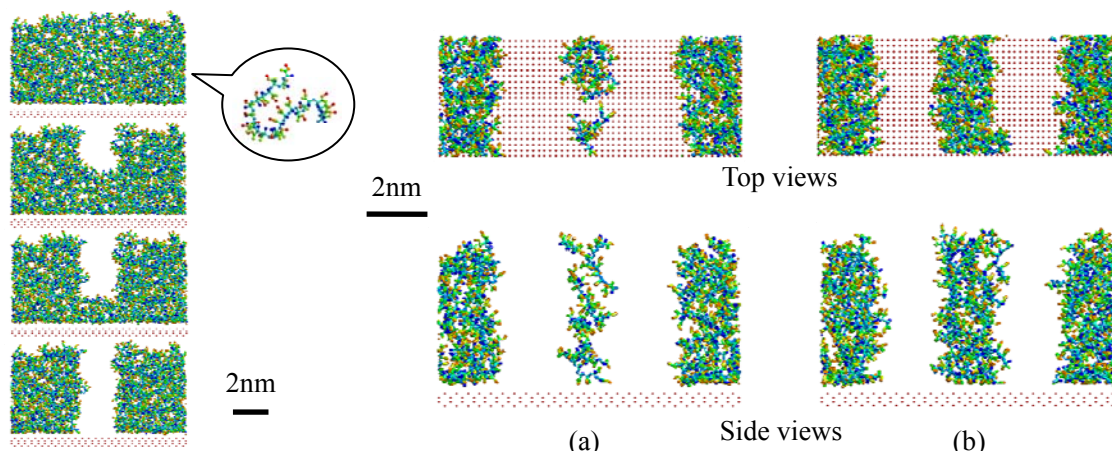


Fig.1 Development process of 2-nm-wide line pattern in PMMA resist exposed by 100 kV electrons.

Fig.2 PMMA resist patterns formed by EB lithography at (a) 1 and (b) 100 kV.