電子線リソグラフィにおけるパターン形成の確率論的シミュレーション

Stochastic Simulation of Pattern Formation in Electron Beam Lithography

大阪府大院工　°香山真範，白井正充，川田博昭，平井義彦，安田雅昭

Department of Physics and Electronics, Osaka Prefecture University

°Masanori Koyama, Masamitsu Shirai, Hiroaki Kawata, Yoshihiko Hirai, Masaaki Yasuda

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微細化が進むとレジストを構成する分子の挙動がパターン形成に大きく影響を与える．本研究では，確率論的モデルに基づくシミュレーション手法を提案し，電子線リソグラフィにおけるパターン形成過程を再現した結果を報告する．

シミュレーションモデル　Fig.1 にネガ型のレジストを対象とした露光シミュレーションのモデルを示す. 空間中にランダムに配置された粒子を直鎖状に結合して複数のポリマー構造を作成し，露光前のレジスト構造とする．異なるポリマー中の粒子間に架橋結合を形成することで電子線露光による化学変化をモデル化する. 架橋結合は露光領域中の任意に選択された粒子を中心として，仮定した反応半径中の粒子の中からランダムに結合相手を選択して形成する．また，形成する結合数は電子散乱のモンテカルロ法により求められたレジスト中の吸収エネルギー分布に比例させる．現像は仮定した分子量以下のポリマーをレジスト中より除去することでモデル化する．

解析結果　シミュレーションにより得られたネガ型レジストの感度曲線を Fig.2 に, 最適露光量と過剰露光量で形成されたパターンの断面形状を Fig.3 に示す. 過剰露光では電子散乱を反映した台形型の形状が再現されている．パターン表面には分子構造に基づくラフネスが見られる．

謝辞　本研究の一部は JSPS 科研費（課題番号 15K13978）の助成を受けて行われた．

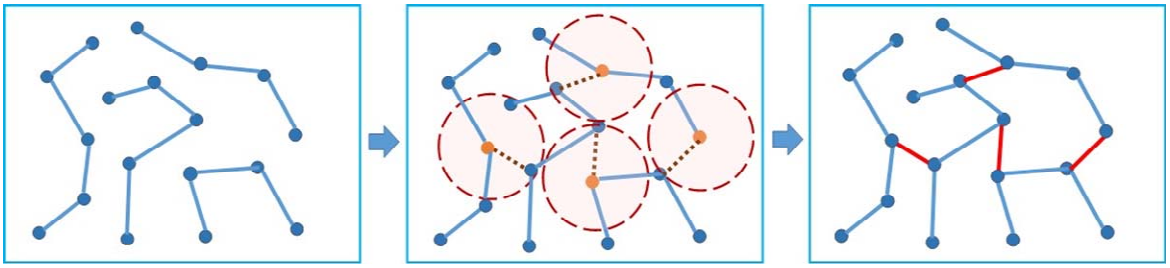

Fig.1 Schematics of crosslink formation model in the electron exposure simulation.

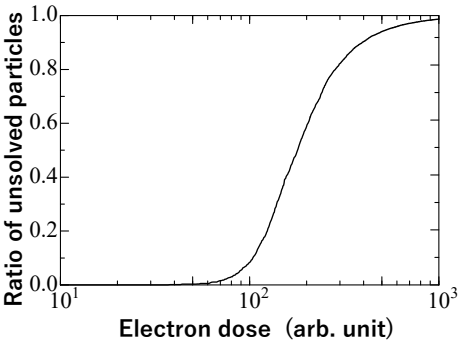

Fig.2 curve of sensitivity for negative type resist.

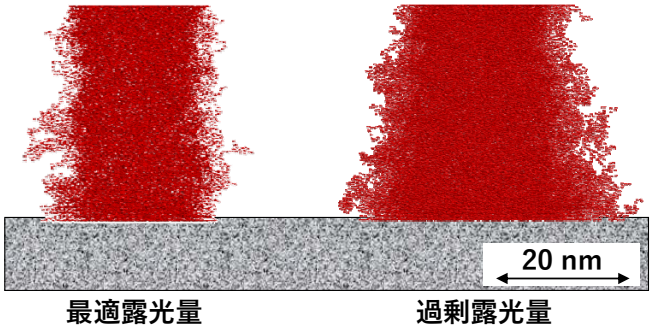

Fig.3 Examples of 20 nm-wide-line patterns exposed by 4 kV electrons.