

Title	Imaging Processes of Polymer Materials in the Optical and Radiation Lithography
Author(s)	神崎, 賢一
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42045">https://hdl.handle.net/11094/42045</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	神崎賢一
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15397 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科物質化学専攻
学位論文名	Imaging Processes of Polymer Materials in the Optical and Radiation Lithography (半導体微細加工用高分子材料の像形成)
論文審査委員	(主査) 教授 田川 精一
	(副査) 教授 甲斐 泰      教授 新原 皓一      教授 大島 巧 教授 野島 正明      教授 小松 満男      教授 城田 靖彦 教授 足立 吟也      教授 平尾 俊一

#### 論文内容の要旨

本論文は、光・放射線照射によって誘起される反応を利用して、半導体デバイスの製作に使用される高分子薄膜材料(レジスト)について、原子間力顕微鏡(AFM)を使用した微細構造評価の手法により、その像形成・現像特性について検討を行った研究の成果をまとめたものであり、5章より構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景ならびに目的と意義について述べている。

第2章では、従来より使用されてきた典型的なレジスト材料である、ノボラックージアゾナフトキノンレジストの現像特性に関する研究結果について述べている。露光して反応させた後、現像を行い、溶解特性をAFMによって観察した結果、露光量の増加に伴い、不均一な表面構造から均一な表面構造に変化する特徴的な溶解挙動が観測されることを見出している。また、この変化は表面粗さによる定量的な評価からも確認され、浸透理論に基づいたクラスターモデルによって説明できることをシミュレーションにより示している。そして、これらの知見からレジストの感度の定義を明確化する指針を提案している。

第3章では、現在の微細加工プロセスで使用されている先端レジスト材料である、化学増幅型レジストの現像特性に関する研究結果について述べている。KrF、ArFエキシマレーザー露光用の化学増幅型レジストを使用して検討した結果、第2章で述べたノボラックージアゾナフトキノンレジストと溶解挙動が異なることを見出し、その原因について考察し、化学増幅型レジストの特徴である酸の拡散反応に注目している。そして、酸の拡散の違いが現像特性に影響を及ぼすことをAFMの観察により示している。また、KrFレジストでは条件によって層状に溶解が進む様子を見出し、その原因を解明するとともに、薄膜の層状加工への応用性も提案している。

第4章では、将来のレジスト材料の開発とその現像特性の評価を目的として、ケイ素骨格高分子であるポリシランの放射線レジストへの応用に関する研究結果について述べている。ポリジヘキシルシランを使用して $\gamma$ 線とイオンビームに対する照射効果を研究し、得られた知見を基にしてイオンビーム照射による像形成能をAFMにより実証し、現像特性の評価を行っている。

第5章では、本研究で得られた成果をまとめ、その意義を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

高分子材料であるレジストを使用した微細加工技術は、高度情報化社会を支える半導体デバイス技術のキーテクノロジーであり、高集積化に伴う最小加工寸法の縮小に向け、プロセス技術や材料の改良、開発が活発に進められている。レジストによる像形成では、レジストパターンの精緻な形成がデバイスの特性に直接関わる重要事項となっている。よって、レジストパターンのマイクロな表面微小凹凸が、高解像度化の最大の問題点として注目されている。本論文では、レジストの像形成における現像過程に着目し、これまでマクロな観測で行われてきた現像機構の研究に原子間力顕微鏡（AFM）を使用したマイクロな観察による手法を適用し、レジスト表面の微細構造の観察と浸透理論によるシミュレーションなどから、種々のレジスト材料に対して像形成、現像特性を検討した結果をまとめたものであり、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) ノボラックージアゾナフトキノレジストでは溶解初期で特徴的な不均一表面が観測され、浸透理論に基づいたクラスターモデルにより説明できることを示している。また、得られた知見から、レジスト感度の定義を明確化する指針を提案している。
- (2) 化学増幅型KrFエキシマレーザーレジストとノボラックージアゾナフトキノレジストの現像特性の違いが存在する事を明らかにし、反応形態の違いに起因する可溶化サイトの分布に着目し、考察している。そして、その分布に影響すると思われる酸拡散と現像特性の関係について検討し、その影響を明らかにしている。また、KrFレジストでは定在波の影響による層状溶解が観測され、薄膜加工への応用も考えられる。
- (3) ケイ素骨格高分子の放射線レジストへの応用について検討し、Ploy (di-n-hexylsilane) の放射線誘起反応について研究を行い、得られた知見を応用してイオンビーム照射によるパターン形成能を実証し、AFMによる表面像の評価を行っている。

以上のように、本論文はレジスト材料の像形成、現像特性について表面微細構造の観察を適用して検討を行い、レジストの反応形態の違いが現像機構に影響を与えることを明らかにするとともに、浸透理論による計算や可溶化反応に関する実験的考察から、現像機構を解明し、更に新しいレジスト材料の可能性に対しても興味深い知見を得ている。これらの成果は、半導体微細加工技術の基礎的研究に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。