



Title	Resist Design for Next-Generation Lithography Based on Reaction Induced by Ionizing Radiation in Thin Films
Author(s)	山本, 洋揮
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48616
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	やまもと ひろき 山 本 洋 揮
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 1 6 6 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 2 月 29 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科応用化学専攻
学 位 論 文 名	Resist Design for Next-Generation Lithography Based on Reaction Induced by Ionizing Radiation in Thin Films (薄膜中の放射線誘起反応に基づいた次世代リソグラフィ用レジストの設計)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 田 川 精 一 (副査) 教 授 桑 畑 進 教 授 大 島 巧 教 授 林 高 史 教 授 今 中 信 人 教 授 宇 山 浩 教 授 平 尾 俊 一 教 授 安 藤 陽 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、化学増幅型レジスト薄膜中で電離放射線によって誘起される反応機構の解明とその反応機構に基づいた次世代リソグラフィ用レジストの設計を行った。

第 1 章では、本研究の背景や意義、目的について述べ、化学増幅型レジスト薄膜中で電離放射線によって誘起される反応機構を解明し、その反応機構に基づいて次世代リソグラフィ用レジストの設計をすることが重要であることに至った。

第 2 章では、酸の定量法を確立し、ポリスチレン誘導体を使ってポリマー薄膜中の酸発生機構を解明した。電子線や極端紫外光 (EUV) のような電離放射線では、酸発生効率はポリマー構造に大きく依存し、ポリマーからプロトンが生成し、プロトンは室温でレジスト薄膜中で移動できることが明らかになった。このように、電子線や EUV 用化学増幅型レジストでは、ポリマーのイオン化で酸が生成しているため、レジスト設計において酸のプロトンとアニオンの発生を別々に取り扱わなければならないことが明らかになった。さらに、ハロゲン化したポリマー中での酸発生機構を明らかにすることに成功した。

第 3 章では、実際のレジストの系に展開させ、レジスト設計上で重要な保護基の効果を調べ、保護基の選択は酸発生効率と酸分布にとって重要であることを明らかにした。通常保護基では、保護率が增加するにつれて、酸発生効率が減少した。しかし、アダマントキシエチル基のような保護基では、保護率が增加するにつれて酸発生効率が增加することが明らかになった。また、反応機構とレジスト性能との関連性を明らかにした。特に、フォトリソとの反応機構の違いが LER の原因になっていることが実証し、LER の低減には電子の飛程の抑制と酸発生効率の向上が重要であることを明らかにした。また、アダマントキシエチル基で保護した PHS で実際にパターン形成したところ、高感度かつ高解像度のレジストを開発することに成功した。

第 4 章では、EUV レジストでは、ポリマーの吸収を増加させることにより単位体積あたりの酸発生効率を向上させることが可能であることを実証した。つまり、ポリマーの吸収を低減することがレジスト設計の基本原則である化

学増幅型フォトレジストと全く逆の設計指針であることを明らかにした。また、電子線レジストに関しては、反応機構に基づいてポリマーにプロトン発生とアニオン発生両方の機能をもたすことで、単一成分ポジ型化学増幅型レジストの開発に成功し、反応機構の違いを利用して、フォトレジストとは違ったアプローチで電子線レジストの開発が可能であるということを実証した。

第5章では、総括として各章で得られた知見を要約した。

以上が本論文の要旨である。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ポリスチレン誘導体薄膜中での酸の定量法を確立し、化学増幅型レジスト薄膜中で電離放射線によって誘起される反応機構を解明し、反応機構とレジスト性能との関連性を明らかにすることを目的とすると共に、その反応機構に基づいて次世代リソグラフィ用レジストの設計に取り組んでいる。

本論文によって得られた主たる研究成果は以下の通りである。

1. 酸の定量法を確立し、ポリスチレン誘導体薄膜中の酸発生機構を解明することにより、電離放射線では、酸発生効率はポリマー構造に大きく依存し、ポリマーからプロトンが生成し、プロトンは室温でレジスト薄膜中を移動できることを明らかにしている。また、ハロゲン化したポリマー中での酸発生機構の解明に成功している。
2. 実際のレジストの系に展開させ、保護基の選択が酸発生効率と酸分布にとって重要であることを示すことに成功している。また、反応機構とレジスト性能との関連性を調べることで、フォトレジストとの反応機構の違いがLERの原因になっていることを実証し、LERの低減には電子の飛程の抑制と酸発生効率の向上が重要であることを明らかにしている。
3. EUVレジストでは、ポリマーの吸収を増加させることにより酸発生効率を向上させることが可能であることを示している。また、電子線レジストに関しては、ポリマーにプロトン発生とアニオン発生両方の機能をもたすことで、単一成分ポジ型化学増幅型レジストの開発に成功している。

以上のように、本論文は化学増幅型レジスト薄膜中で電離放射線によって誘起される反応機構を解明するとともに、電離放射線がナノ空間に起こす分子レベルでの放射線化学の解明を目指すものであり、基礎研究という観点から極めて高い意義がある。また、その反応機構に基づいて次世代リソグラフィ用レジストの設計する観点で、独創的である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。