

Title	ArFエキシマレーザ露光用化学増幅型レジスト材料の開発とその実用化に関する研究
Author(s)	中野, 嘉一郎
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48597
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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	なかの かの 嘉一 郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 21502 号
学位授与年月日	平成 19 年 6 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	ArF エキシマレーザ露光用化学増幅型レジスト材料の開発とその実用化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 田川 精一 (副査) 教授 平尾 俊一 教授 宇山 浩 教授 桑畑 進 教授 大島 巧 教授 林 高史 教授 今中 信人 教授 町田 憲一

論文内容の要旨

本研究においては、最小加工寸法 90 nm 以下の微細加工を可能にする ArF エキシマレーザ ($\lambda = 193.4 \text{ nm}$) リソグラフィ技術の可能性検証および確立を目的として、新規な化学増幅型レジスト材料の開発、実用化について検討した。第 1 章では、先端半導体デバイスの進展における微細加工技術、およびレジスト材料の重要性について述べた。

第 2 章、2-1 では真空紫外光である ArF エキシマレーザに対して高感度でかつ低吸収な光酸発生剤(感光剤)として、新規なアルキルスルホニウム塩化合物を提案した。2-オキシシクロヘキシル基を含有する化合物は既存感光剤に比べ低吸収でかつ良好な酸発生効率を示すことを見出した。2-2 では、レーザ照射によって C-S 結合が解裂し脱離反応がおこる、という酸発生機構が示唆された。

第 3 章では波長レベル (200 nm) の解像度を示すレジスト開発を目的として、脂環基であるトリシクロデシル基を導入した新規な三元アクリル共重合体を合成した。十分な透明性、ドライエッチング耐性、熱安定性を実証した。またポジ型化学増幅レジストとして 200 nm L & S パターンを解像し、ArF レジストの可能性を実証した。

第 4 章ではレジストの実用性向上を目的とした。4-1 ではより高温プロセスにおける適用できる感光剤としての新規構造 (2-オキソブチルチアシクロペンタニウム誘導体) を見出し、200°C 以上の熱安定性を明らかにした。4-2 においては、量産に適用可能なポリマに求められる高解像度 (波長以下) とドライエッチング耐性の両立を追及し、脂環基 (テトラシクロドデシル基など) に極性基 (-COOH) を導入した新規構造を検討した。その結果、向上したドライエッチング耐性と 150 nm の高解像性を実証した。

第 5 章 5-1 では脂環ポリマの構造と密着性を把握すべく、ポリマの接着仕事や表面自由エネルギーを検討し、脂環ポリマの密着性を定量化した。さらに 5-2 では脂環基にラクトン基を結合させ極性を高めた密着性向上モノマ構造を見出し、120 nm ~ 101.5 nm パターン解像を達成した。ArF リソグラフィでの 90 および 65 nm 加工を実証した。

第 6 章では本研究の意義、成果についてまとめた。すなわち本研究によって、脂環構造を適用した新規な ArF 化学増幅型レジスト材料を開発し、かつデバイス量産への適応性を実証できた。さらには開発したレジストによって ArF リソグラフィによる 90 nm、および 65 nm 半導体デバイス生産の実現に目処をつけた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、最小加工寸法 90 nm 以下の微細加工を可能にする ArF エキシマレーザ ($\lambda = 193.4$ nm) リソグラフィ技術を可能にする、新規な化学増幅型レジスト材料の開発、ならびにその実用化に関する一連の研究をまとめたものである。193 nm における透明性を付与するため脂環基を用いた新規な感光剤、およびポリマ構造を提案し、それらのレジスト材料としての特性を評価し、さらには微細パターン解像特性を明らかにしている。得られた主な結果を次に示す。

- (1) 真空紫外光である ArF エキシマレーザに対して高感度でかつ低吸収な光酸発生剤（感光剤）として、新規なアルキルスルホニウム塩化合物を提案した。またそれら化合物の構造と吸収、熱特性との相関性を詳細に検討し、レジスト用材料としての可能性を明らかにした。また、2-オキシプロピルチアシクロペンタニウム誘導体構造を見出し、200°C以上の熱安定性を実証した。加えて光反応による生成物を詳細に分析し、2-オキシシクロヘキシル基を含有する化合物が低吸収かつ高い酸発生効率を示すことを見出し、酸発生機構について考察した。開発したアルキルスルホニウム塩のレジスト用感光剤としての可能性を実証した。
- (2) 脂環基であるトリシクロデシル基、テトラシクロドデシル基を導入した新規なアクリル共重合体構造を提案した。膜厚が 1 μ m 以下の均質な薄膜を形成し物性を評価した結果、十分な透明性、ドライエッチング耐性、熱安定性が得られることを実証し、またモノマの構造と緒特性との相関性について詳細に検証をおこなった。ポジ型化学増幅レジストとして 200 nm 以下のライン&スペース・パターンの解像に成功し、ArF レジストの可能性を実証した。
- (3) 脂環基を導入したポリマの構造と密着性を把握すべく、ポリマの接着仕事や表面自由エネルギーを検討し密着性を定量的に評価した。さらには脂環基に水酸基やラク톤を結合させ極性を高めた密着性向上モノマ構造を見出し、120 nm 以下のパターン解像を実現した。さらにはエッチングプロセスを経て 90 nm および 65 nm 孤立パターンの形成を実証した。

以上のように、本研究によって、脂環構造を適用した新規な ArF 化学増幅型レジスト材料を開発し、かつデバイス量産への適応性が実証された。さらには開発したレジストによって ArF リソグラフィによる 90 nm、および 65 nm 半導体デバイス生産の実現性が明らかにされている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。