



Title	Study of Bottom Antireflective Coating and Gap Fill Materials under Photoresist in ArF Lithography
Author(s)	竹井, 敏
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49646
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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

【105】

氏 名	たけ い 敏 竹 井 さとし
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 9 9 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 21 年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物質創成専攻
学 位 論 文 名	Study of Bottom Antireflective Coating and Gap Fill Materials under Photoresist in ArF Lithography (ArF リソグラフィー用フォトレジスト下層反射防止膜とギャプフィル材 の研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 宮 坂 博 (副査) 教 授 伊 藤 正 教 授 戸 部 義 人 教 授 北 岡 良 雄

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、より優れた性能を有するデュアルダマシン用反射防止膜、ギャプフィル材、及び新規なリソグラフィプロセスに関する研究開発を行った。

第1章では、半導体微細加工技術の現状を述べ、本研究の位置づけについて述べた。

第2章では、ポリヒドロキシシチレン誘導体を含むデュアルダマシン用ギャプフィル材を用いて、より平坦化するための最適化条件の探索を行った。その結果、ハーフピッチ 90 nm 程度の微細度を持つ半導体の製造が可能な平坦性を達成するための条件を決定した。

第3章では、生産性を大幅に改善し、かつ低誘電率層間絶縁膜の加工の際に、層間絶縁膜の誘電率上昇を抑えることを目的として、アルカリ現像液可溶型ギャプフィル材とそのプロセスを新規開発し、実用性を検証した。

第4章では、より優れたプラズマエッチング速度を有する新規デキストリン系ポリマーのフォトレジスト下層膜への適用可能性に関して検討した。デキストリン系反射防止膜とギャプフィル材は、良好な熱架橋性、塗布性、ArFフォトレジスト形状、CF₄条件下でのプラズマエッチング速度、及び平坦性を有することを見出した。

第5章では、昇華物の原因のひとつである架橋剤や架橋触媒等の低分子量体を全く必要としない自己架橋型新規アクリルポリマーを開発した。得られたフォトレジスト下層膜は、良好なリソグラフィ特性を有すると共に、架橋剤や架橋触媒を用いた従来材料に比べ、昇華物量を 90% 程度削減することに成功した。

第6章では、デュアルダマシンプロセスを用いた場合に起こるフォトレジストポイズニングの新規評価法を、フォトレジストポイズニング層として SiCN 膜を用いて構築した。この方法を応用して、種々のギャプフィル材を準備し、フォトレジストポイズニングを発生させない材料を選別した。

第7章では、フォトレジスト下層膜中のゲスト分子の拡散係数とそれらの分布を単一分子測定法により検討した。架橋反応の進行に伴って、最初に自由拡散から並進拡散の凍結、次に回転拡散の凍結とゲスト分子の拡散挙動が階層的に変化することを明らかにした。

第8章では、最小線幅が 90 nm 以下の微細度を持つ半導体製造を支援するフォトレジスト下層反射防止膜とギャプフィル材の研究開発を総括した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、ArF レーザーを用いた半導体微細加工に重要な役割を果たすデュアルダマシン用反射防止膜、ギャプフィル材、リソグラフィプロセスについての開発研究の結果を述べたものである。

まず、ポリヒドロキシシチレン誘導体を含むデュアルダマシン用ギャプフィル材を用い、ハーフピッチ 90 nm 程度の微細度を持つ半導体の製造が可能な平坦性を達成するための条件を明らかにしている。また、生産性を大幅に改善し、かつ低誘電率層間絶縁膜の加工の際に層間絶縁膜の誘電率上昇を抑えることを目的として、アルカリ現像液可溶型ギャプフィル材とそのプロセスを新規開発し、その実用性を検証している。更に、より優れたプラズマエッチング速度を有する新規デキストリン系ポリマーのフォトレジスト下層膜への適用可能性に関して検討し、これらの反射防止膜とギャプフィル材は、良好な熱架橋性、塗布性、ArFフォトレジスト形状、CF₄条件下でのプラズマエッチング速度、及び平坦性を有することを見出している。更に、昇華物の原因のひとつである架橋剤や架橋触媒等の低分子量体を全く必要としない自己架橋型新規アクリルフォトレジスト下層膜を開発し、良好なリソグラフィ特性を有すると共に、架橋剤や架橋触媒を用いた従来材料に比べ、昇華物量を 90% 程度削減することに成功している。また、デュアルダマシンプロセスを用いた場合に起こるフォトレジストポイズニングの新規評価法を構築し、フォトレジストポイズニングを発生させない材料を提案している。更に、フォトレジスト下層膜中のゲスト分子の拡散係数とそれらの分布を単一分子測定法により得られることを示し、新規材料開発に必要な評価法としての有用性を指摘した。

以上、本論文ではより優れた性能を有するデュアルダマシン用ギャプフィル材、反射防止膜、リソグラフィプロセスを開発するとともに、単一分子の拡散挙動測定による新規評価法を開発することで、微細加工の発展や薄膜材料の設計に重要な知見を明らかにしたものであり、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認められる。