



Title	Development of subpicosecond pulse radiolysis system and its application to investigation of radiation-induced reactions in chemically amplified resists
Author(s)	古澤, 孝弘
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44523
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	古澤 孝弘
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17392 号
学位授与年月日	平成 15 年 1 月 24 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	Development of subpicosecond pulse radiolysis system and its application to investigation of radiation-induced reactions in chemically amplified resists (サブピコ秒パルスラジオリシス装置の開発と化学增幅型レジスト中に誘起される放射線化学反応研究への応用)
論文審査委員	(主査) 教授 田川 精一
	(副査) 教授 城田 靖彦 教授 甲斐 泰 教授 桑畠 進 教授 大島 巧 教授 野島 正朋 教授 小松 満男 教授 平尾 俊一 教授 新原 眞一 教授 町田 憲一

論文内容の要旨

本論文は電子線・X線レジストの放射線誘起反応機構の解明に必須であるサブピコ秒パルスラジオリシス装置を開発し、電子線・X線化学增幅型レジストの放射線誘起化学反応機構を解明することにより、レジストの感度、解像度と放射線化学初期過程の関係を明らかにしたものである。

現在の半導体産業を支えているリソグラフィ技術は将来のナノテクノロジー産業においても重要な加工ツールとして期待されているが、ナノ加工を実現するためには高感度・高解像度レジストの開発が急務であった。

かかる背景の下、本論文では、第 1 章でレジスト開発における反応機構解明の重要性とそのための手段としてのサブピコ秒パルスラジオリシス装置の必要性について述べた。第 2 章では、パルスラジオリシスの高時間分解能化においてもっとも本質的問題である極短電子線パルスの発生に取り組み、独自の磁気パルス圧縮器を設計・製作することにより、平均パルス幅 125 fs、電荷量 1 nC のフェムト秒パルスの発生に成功した。高輝度フェムト秒パルスの発生の成功により、従来測定不可能であったサブピコ秒領域の放射線誘起反応の計測が可能なパルスラジオリシス装置開発への道が開かれた。第 3 章では、磁気パルス圧縮によって生成したフェムト秒電子線パルスを利用して、高時間分解能過渡吸収分光パルスラジオリシス装置の開発を行った。光源にフェムト秒レーザーを用いたまったく新しい概念のパルスラジオリシス装置を開発し、時間ジッター補正システムとダブルパルス法を新たに考案することにより、時間分解能に関して、2 mm セルで 2 ps、500 μm セルで 800 fs を達成した。以上の開発により、時間分解能がはじめて 1 ps をきり、従来測定不可能であった 30 ps 以下の放射線化学の研究が可能になった。第 4 章では、このパルスラジオリシス装置を用いることにより、化学增幅型レジストの放射線による酸発生の機構を解明し、電子線・X線用化学增幅型レジストの放射線化学初期過程がレジスト感度及び解像性にどのように関係しているかを明らかにした。反応機構の解明により、化学增幅型レジストのような複雑な系の反応解析におけるパルスラジオリシスの有効性と、今後の高解像度高感度レジスト、特に、ナノリソグラフィ用レジストの開発におけるイオン化直後の放射線化学初期過程の重要性を示した。

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、世界最短フェムト秒電子線シングルパルスを生成し、フェムト秒レーザーと同期をとることにより従来測定不可能であった時間領域の放射線化学反応の測定を可能にし、実用上の観点から反応機構の解明が急務であった化学增幅型レジストの放射線誘起反応機構の解明を行ったものである。

レーザーと異なり、電子ビームでは粒子間の電荷による反発力のため高強度フェムト秒パルスの発生は困難であるとされていたが、独自の電子ビーム圧縮器を設計・製作することにより、世界最短フェムト秒電子線パルスの発生を可能にしている。さらに、放射線化学の進展にとって重要で、世界中で多くの研究・開発が行われたにもかかわらず30年以上実現されなかったサブピコ秒パルスラジオリシス装置の開発に取り組み、レーザーと電子ビームというまったく異種の量子ビームをフェムト秒の時間精度で同期することにより、時間分解能 800 fs のパルスラジオリシス装置の開発に成功している。この装置は従来測定が不可能であった時間領域の放射線誘起反応を直接観測することができる世界に類を見ない測定装置である。

化学增幅型レジストは、次世代電子線・X線用高解像度・高感度レジストとして期待されているが、その反応機構が不明であり、開発は試行錯誤に頼っていた。これは、系が複雑であることと有効な反応解析手段がなかったためである。サブピコ秒パルスラジオリシス装置の開発により、レジストに放射線が入射した直後から潜像形成までの反応解析を可能にし、特に、レジストの性能にとって重要なパラメーターである感度・解像度と放射線誘起反応機構の関係を明らかにし、高感度化・高解像度化を行うための設計指針を得ている。

以上のように、本論文は従来にない独自の測定装置を開発することにより、工業用放射線材料の反応機構を解明し、材料開発において重要な知見を得ている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。