

Title	ノボラック系レジストの軟X線リソグラフィに関する研究
Author(s)	持地, 広造
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2108
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	もち	じ	こう	ぞう
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7498	号	
学位授与の日付	昭和61年12月17日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	ノボラック系レジストの軟X線リソグラフィに関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授	難波	進	
	教授	畑田	耕一	教授 末田 正 教授 浜川 圭弘
	教授	山本	錠彦	教授 白江 公輔

論文内容の要旨

本論文の内容は半導体素子の超微細加工を目的とするX線リソグラフィにおいて使用されるレジストの研究に関するものである。論文の主題はノボラック樹脂系レジスト材料の軟X線に対する感光性と微細性についての物理化学的検討、およびレジストの性能をさらに向上させるための処理技術に関する研究である。

現在までにX線、あるいは電子線用に開発されている多くのレジストは露光による分子量変化を利用する単一成分子型である。このため、感度と耐ドライエッチング性、あるいは感度と解像度が互いに相反する傾向が強く、これらの基本性能を同時に満足させることは困難であった。

これに対して、ポジ型フォトリソレジストであるAZ1350Jが耐ドライエッチング性に優れたノボラック樹脂とジアゾ感光剤より構成される2成分型であり、光化学反応による分子構造の変化を利用したものであることに着目して、AZ1350JのX線露光特性を検討した。ここではX線源にシンクロトン放射光を用いX線感光機構に対する分光学的解析、および微細パターン形成の評価を行った。この結果、X線露光により、感光剤は通常の紫外線露光の場合とは異なる化学反応を起こすこと、またこのため、X線露光部の現像溶解性が著しく低いことが明らかになった。この性質はポジ型のパターン形成には不利であるが、X線マスクを用いたパターン露光を行った後にレジスト全面を紫外線に露光させることにより、X線に対して未露光部分のみが現像液に可溶化するため、ネガ型の反転パターンを形成することが可能となる。この方法により0.5 μ m幅のパターンが良好に転写され、ノボラック系レジストのX線露光に対する高い解像力が明らかにされた。

上述の研究結果が動機となり、さらに感度の高いノボラック系レジストを探索する中で、放射線によ

り分解し易いポリ(2-メチルペンテン-1-スルホン)(PMP S)を感光物質としてノボラック樹脂に取り込んだ2成分型レジストNPRを開発し、X線に対するその感光特性を検討することにより次の結果を得た。NPRのX線感度は露光雰囲気中の酸素の分圧に依存し、酸素分圧が高いほど感度は低下する。これはX線露光によってレジスト中に生じるPMP Sのオレフィンラジカルが酸素分子と反応するために、ラジカルの連鎖反動的な分解の進行が阻害されるためである。酸素遮断膜として、酸素透過率の小さいポリビニルアルコール(PVA)を積層することにより、露光中の酸素の拡散を防止することが可能となり、大気中でのX線感度を真空中での感度にまで回復することができた。この露光方法を用いてNPRのマスクパターン転写を行い、膜厚1 μm の条件で0.3 μm 幅のパターンを形成した。

AZ1350JおよびNPRのX線露光の研究により、これらのノボラック系レジストの優れた解像性を明らかにすることができた。しかし、これらのレジストのX線感度は実用化には未だ不十分なものであり、さらに感度の向上が必要であった。レジスト材料の高感度化あるいは最適露光波長の選定を行う上で、レジストの軟X線吸収スペクトルや分光感度を知ることが非常に重要になってくる。そこで、分光されたシンクロトロン放射光を光源に用いてレジストの分光特性を検討した。レジスト(PMP S)の軟X線吸収スペクトルは構成原子の吸収端付近では分子結合効果による微細構造を持ち、原子の吸収係数データから予想されるものとは大きく異なることが判明した。レジスト分光感度の新たな評価法として、X線照射により発生するレジストの分解ガス収量のX線波長依存性を測定する方法を開発した。本測定法を用いてPMP Sの分光感度を測定した結果、レジスト高分子の主鎖分解効率(G値)が広い波長範囲では大きく変化すること、また、このことによってレジストの吸収スペクトルと分光感度とは一致せず、吸収係数が小さいX線波長に対して、逆に感度が大きくなるという事実を得た。

論文の審査結果の要旨

半導体素子の超微細化は着実に進んでおり、次世代VLSIとして開発途上にある100メガビットメモリー素子では、最小線幅0.2 μm という光リソグラフィの限界を越えた微細化技術が要求され、X線リソグラフィが有力な方法として注目を集めている。本論文はX線リソグラフィ用レジストに関する研究結果をまとめたものである。

超微細加工プロセスとしては、レジストパターンをマスクとしたドライエッチング法が不可欠であるが、従来のX線レジストは露光による分子量変化を利用する単一成分型であるので、レジストの感度と耐ドライエッチング性を両立させることが困難であった。著者は、耐ドライエッチング性に優れたノボラック樹脂とX線に感ずるジアゾ化合物よりなる2成分型レジスト材料に関して、シンクロトロン放射X線を用いてX線露光特性を検討し、X線露光に対し0.5 μm 以下という高い解像力でパターン形成が可能なることを明らかにした。

次に放射線により分解し易いポリ(2-メチルペンテン-1-スルホン)を感光物質としてノボラック樹脂に混合した2成分型レジストを開発し、膜中への酸素拡散を防止した状態でのX線露光により、

0.3 μm 幅のパターン形成に成功した。さらにノボラック系レジストの感度向上をめざして研究を進め、X線照射により発生するレジストの分解ガス収量のX線波長依存性からレジストの分光感度を評価する方法を確立した。この方法を用いてレジストの分光感度特性とX線吸収スペクトルとの関連を調べ、高分子の主鎖分解効率がX線波長域で大きく変化すること、および、レジストの吸収スペクトルと分光感度が軟X線領域では一致せず、吸収係数が小さいX線波長に対して、逆に感度が大きくなることを見出し、高感度X線用レジスト開発のための重要な指針を与えた。

これらの成果は半導体工学の発展に貢献するところが大きく、本論文は博士論文として価値あるものと認める。