The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Studies on Functionalization of Silicone Ladder Polymers with High Thermal Stability : Application for Photosensitive Dielectric Materials and for Optical Waveguide Materials
Author(s)	保田, 直紀
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43483
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	保　田　直　紀（やすだ なおき）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　17087　号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科物質・生命工学専攻
学　位　論　文　名	Studies on Functionalization of Silicone Ladder Polymers with High Thermal Stability : Application for Photosensitive Dielectric Materials and for Optical Waveguide Materials （高耐熱性シリコーンラダーポリマーの高機能化に関する研究：感光性絶縁膜材料および光導波路材料への応用）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　柳田　祥三 （副査） 教　授　宮田　幹二　　教　授　横山　正明　　教　授　金谷　茂則 教　授　福住　俊一　　教　授　高井　義造　　教　授　梅野　正隆 教　授　伊東　一良

論文内容の要旨

半導体デバイスの高集積化・高速度化・インテリジェント化に対応した高性能絶縁膜材料を開発する目的で、梯子状シロキサン結合を基本骨格とするシリコーンラダーポリマーの開発を行った。本論文では、半導体材料として使用可能なレベルの高純度合成技術を確立した側鎖にフェニル基を有するPolyphenylsilsesquioxane（PPSQ）の、熱的特性や力学特性などの絶縁膜材料として要求される特性を評価するとともに、より高機能化を目指した感光性付与及び光学材料への応用展開について検討した。

第1章では、PPSQの耐熱性、紫外線透過性、絶縁特性、内部応力特性、接着性、加工性について評価し、従来の高耐熱樹脂であるポリイミド樹脂と比較した。その結果、これらすべての特性においてポリイミド樹脂を凌駕することが判り、より高性能な絶縁膜材料であることを見出した。

第2章では、PPSQの高機能化の一つとして、感光性付与の検討を行った。側鎖のフェニル基の一部を架橋基であるビニル基に置換したPolyphenylvinylsilsesquioxane（PVSQ）を新規に合成し、ビスアジド系感光性架橋剤と組み合わせた。この系において、架橋反応以外に副反応である架橋剤の活性ラジカル種の酸化や2量化反応が進行することが判り、架橋効率が紫外線照射時の雰囲気、架橋基導入量、架橋剤濃度により大きく影響を受けることを見出した。

第3章では、感光性PVSQの半導体デバイスへの適用可能性を見極めるため、PVSQの架橋基導入量や重合平均分子量、及び架橋剤の添加量の最適化を行い、半導体用表面保護膜として実用可能レベルのパターン形成能を有する感光性樹脂の組成を明らかにした。

第4章では、PPSQの高透明性に着目し、光導波路材料への応用を目指した。前章で用いたPVSQの側鎖基であるビニル基とフェニル基の比率を変えることで分子体積を変化させ、屈折率を制御することができることを明らかにした。また、通信波長における高い透明性と、光・電子混載デバイスで必要とされる高耐熱性も有し、ポリマー光導波路材料として適用可能であることを明らかにした。

第5章では、PPSQの主鎖構造であるケイ素原子の一部を重原子であるゲルマニウム原子に置換し、PPSQの耐熱性と近赤外領域の透明性を保持しながら、屈折率が制御できることを明らかにした。

以上、本論文では、シロキサン結合を梯子状に有するシリコーンラダーポリマーの高機能化を目指した検討を実施し、感光性絶縁膜材料および光導波路材料への適用が可能であることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高集積化・高速度化に伴う次世代半導体デバイスの開発や、近未来のデバイスである光・電子混載モジュールの開発に使用可能な高性能材料を提案しており、それらの開発において重要な知見を与えるものである。

第2章および第3章で述べているシリコーンラダーポリマーは既に、合成プラントの立ち上げと半導体デバイスの絶縁膜材料としての実機試験を完了しており、そのポリマーを搭載したデバイスが2002年に量産化される見通しである。

本論文で述べられているシリコーンラダーポリマーは側鎖構造や分子量を制御することで膜特性が変化し、段差被覆性、穴埋め性、低誘電率化、厚膜形成などの特性を発現させることができ、多くの用途展開への可能性がある。すなわち、この高分子材料は、主鎖に無機系のシロキサン結合を有し、側鎖に有機系の置換基を持つ有機・無機複合系の無機高分子材料であるため、有機材料の特長と無機材料の特長を併せ持っている。そのため、従来の高分子材料を凌駕する化学的、物理的、電気的な諸特性を有しており、半導体材料のみならず、TFT素子、太陽電池、宇宙用機器などの電子デバイス全般の表面保護材、有機EL材料やフォトダイオードの注型樹脂、重電機器の耐圧保護材、光伝送材料などの種々のデバイス展開も可能である。

以上のように、本論文は、半導体デバイスや光・電子混載デバイスなどの次世代の電子機器デバイスにおいてキーとなり得る高性能な材料を提案しており、それらの開発に大きく寄与するものである。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。