

Title	シリコン-シリコン酸化膜構造を用いた光および電子応答センシングデバイスの研究
Author(s)	森田, 諭
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45882
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	もり 森	た 田	さ と る 論
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学位記番号	第 19466 号		
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科精密科学専攻		
学位論文名	シリコン—シリコン酸化膜構造を用いた光および電子応答センシングデバイスの研究		
論文審査委員	(主査) 教授 森田 瑞穂		
	(副査)		
	教授 芳井 熊安	教授 片岡 俊彦	教授 安武 潔
	教授 山内 和人	教授 広瀬喜久治	教授 青野 正和
	教授 遠藤 勝義	助教授 渡部 平司	

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、昇温過程での酸化膜成長の抑制により、極めて薄いシリコン酸化膜を有する MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) ダイオードの受光特性を向上させることを目標とした、MOS ダイオードを用いた受光素子の開発についてまとめた。さらに、新たな構造のデバイスとして、微小ギャップを有するセンサを提案し、微小ギャップに超純水やガスを導入して電気特性を測定することにより、被測定物を同定する特性を調べる研究についてまとめた。本論文は全 7 章で構成されている。

第 1 章では、センシング技術の現状について概説し、本研究の位置付けを明らかにした。そして、研究の背景および目的について述べた。

第 2 章では、受光素子に用いる MOS ダイオードのゲート酸化膜形成において、昇温過程での酸化膜成長の抑制の必要性を明らかにした。2 種類の昇温速度で成膜した 2.4 nm 厚の酸化膜を有する MOS ダイオードにおいて、光を照射して電流密度—電圧特性を測定すると、昇温速度が高い酸化膜の絶縁特性が向上する結果を示した。この原因を昇温過程に形成される酸化膜を考慮したエネルギーバンド図を用いて説明した。

第 3 章では、ナノメートルオーダーのギャップ構造の作製方法についてまとめた。エッチングによりパターンを形成したシリコン酸化膜を有するシリコンウェハと、洗浄したシリコンウェハを貼り合わせて、ナノギャップを有するセンサを作製し、走査型電子顕微鏡やフーリエ変換赤外分光光度計、近赤外光透過測定装置により、作製したセンサのギャップ構造を観察した。

第 4 章では、センサの測定原理を説明した。分子を異なる型のシリコンウェハで挟んだ時のエネルギーバンド図を示し、分子と n 型シリコン、p 型シリコンの電子応答モデルを提案した。また、測定チャンバの開発や測定装置について説明し、SOI (Silicon-On-Insulator) 構造ウェハを測定した時の動作確認の結果をまとめた。

第 5 章では、周波数を変化させた静電容量—電圧特性 (C-V 特性)、コンダクタンス—電圧特性 (G-V 特性) を測定することにより、超純水を同定する特性を初めて明らかにした。センサギャップ部に超純水を滴下して C-V 特性、G-V 特性を測定した結果、50~100 Hz の周波数で、約 0.7 V を印加した時にピーク状の変化を見いだした。

第 6 章では、センサギャップ部が真空状態の時と、ギャップ部に窒素、酸素ガスを導入した時の電気特性について

まとめた。酸素、窒素ガスを同定できる特性を明らかにした。

第7章では、得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

センシング技術への多くの分野からの幅広い応用要求に対応するため、半導体技術を用いたセンシングデバイスの開発が進められている。しかし、幅広い要求に応えるためには、半導体デバイスのセンシング性能の向上、新規センシングデバイスの開発が重要な課題となっている。本論文は、MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) ダイオードの光照射電気特性を向上させる酸化膜形成方法と、微小ギャップを有する新規半導体デバイス構造による超純水やガスのセンシング特性の研究結果をとりまとめたものであり、その主な成果は次の通りである。

- (1) シリコン基板を高い昇温速度で熱酸化して極めて薄いシリコン酸化膜を形成することにより、MOS ダイオードの光照射電気特性が向上することを明らかにしている。
- (2) 極めて薄いシリコン酸化膜を有する MOS ダイオードの空乏・反転印加電圧でのトンネル電流が光照射により増加するメカニズムのモデルを提案している。
- (3) シリコン-ギャップ-シリコン構造のセンシングデバイスを提案し、パターンを形成したシリコン酸化膜を有するシリコン基板と水素終端表面シリコン基板の貼り合わせ技術を開発して、ナノメートルオーダーのギャップ構造の作製に成功している。
- (4) センシングデバイスのギャップ部に超純水を滴下すると、静電容量-電圧特性 (C-V 特性)、コンダクタンス-電圧特性 (G-V 特性) においてピーク状の変化が現れることを初めて見いだしている。このセンシング原理として超純水とシリコンとの電子応答モデルを提案している。
- (5) センシングデバイスのギャップ部に真空状態から窒素、酸素ガスを導入すると、G-V 特性において特有の変化が現れることを初めて見いだしている。

以上のように、本論文は、極めて薄い酸化膜を有する MOS ダイオードの光照射電気特性を向上させる酸化膜形成方法と、半導体基板を用いた新たな微小ギャップ構造デバイスの超純水やガスのセンシング特性に関する多くの知見を与えており、半導体工学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。