

| | |
|--------------|---|
| Title | 高機能性酸化物薄膜のスパッタ法による作製と電子デバイスへの応用に関する研究 |
| Author(s) | 野村, 幸治 |
| Citation | |
| Issue Date | |
| Text Version | none |
| URL | http://hdl.handle.net/11094/37750 |
| DOI | |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

| | |
|----------------|---|
| 氏名 | 野村幸治 |
| 博士の専攻分野 の名称 | 博士 (工学) |
| 学位記番号 | 第 10037 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 4 年 2 月 20 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 | 高機能性酸化物薄膜のスパッタ法による作製と電子デバイスへの 応用に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 浜川 圭弘 (副査) 教授 末田 正 教授 小林 哲郎 教授 奥山 雅則 |

論文内容の要旨

論文は、高機能性酸化物薄膜のスパッタ法による作製とその物性の解析から酸化物薄膜の電子デバイスへの応用までの一連の研究成果をまとめたもので、本文 7 章より構成されている。

第 1 章は本論文の序論で、電子デバイスへの応用における高品質酸化物薄膜の重要性を示し、本研究をはじめた動機および目的を明らかにする。また、高機能性酸化物薄膜の代表として、光導電・電気光学効果を有する $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ (BSO)、高誘電率・低リーク電流の $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ta}_2\text{O}_5$ 、低酸素欠陥の SiO_2 を取り上げ、スパッタ法によりこれらの薄膜を作製し、その基礎特性および電子デバイスへの応用を検討することの位置付けを明らかにした。

第 2 章では、高機能性酸化物薄膜作成のための各種スパッタ技術の特徴や問題点について述べている。また、本研究で取り上げる BSO 薄膜については、新しく提案した「マルチターゲット ECR プラズマスパッタ法」が、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ta}_2\text{O}_5$ 複合酸化物薄膜については、複合ターゲットを用いた RF マグネトロンスパッタ法がそれぞれ最適の薄膜作製法である理由についてもふれている。さらに、スパッタ法における酸化の問題についても考察を加え、紫外線照射によって酸素を励起することの有用性について述べている。

第 3 章では、マルチターゲット ECR プラズマスパッタ法による BSO 薄膜の作製とその特性について述べている。ここでは BSO 薄膜の作製条件と結晶構造との関係、および光導電特性を測定し、その結果について考察が加えられている。これらの実験的研究を通して、ガラス基板上ではアニールにより大きく結晶性が改善され、大きな光導電特性を示し、また、サファイヤ基板上では γ 相の準結晶薄膜が得られ、薄膜で初めて大きな電気工学特性が得られることを見だし、これらの効果が単結晶バルク BSO と同程度の大きさであることを示している。

また、この薄膜を用いた空間光変調素子の試作および特性について考察している。

第4章では、複合ターゲット・RFマグネトロンスパッタ法による $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ta}_2\text{O}_5$ 薄膜の作製とその特性について述べている。薄膜の組成比と電気的特性との関係を調べ、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ta}_2\text{O}_5$ 複合酸化物薄膜では単一組成の酸化物薄膜に比べて、良好な電気的特性を示すことを見いだしている。また、作製条件と電気的特性および酸素欠陥との関係を調べて、酸素欠陥は主に未酸化Ta原子であることを確認し、低酸素欠陥密度を示す最適な作製条件について考察を加えている。さらに、薄膜トランジスタのゲート絶縁膜として用いた場合の電子捕獲準備をホットエレクトロン注入法により解析し、酸素欠陥とゲート絶縁膜中の電子捕獲準位との相関を明らかにし、低電子捕獲準位密度を得るための最適な作製条件を確立した。

第5章では、紫外線照射イオンビームスパッタ法による SiO_2 薄膜の作製について述べている。紫外線照射の効果と成膜速度、膜質、電気的特性との相関を明かにし、その結果、紫外線照射により酸素分子が効率よく分解され、Si原子とよく反応し、より化学量論比に近い組成を有し、酸素欠陥の少ない良好なSi酸化物薄膜が得られることを見だし、検討している。

第6章では、前章までに得られた高機能性酸化物薄膜の材料、作製方法などに對する知見を基にして作製した電子デバイスについて述べている。特に、ジャイアントマイクロ電子デバイスとして重要な位置を占める薄膜トランジスタ(TFT)への応用について述べ、本研究で得られた酸化物薄膜がTFTのゲート絶縁膜として最適であることを明らかにしている。これにより、高性能電子デバイスである、能動マトリックス駆動方式EL表示装置や走査回路一体型ラインセンサの実用化の基礎技術を明確にした。

第7章では本研究の総括を行い、本研究を通じて得られた結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

半導体集積化回路から壁掛け平面型テレビに至る各種の電子デバイスは、情報処理の巨大化とともに益々その高性能が要求されて、集積密度を上げる素子構成として、3次元化への技術志向が不可避となってきている。そしてその実現には種々の機能性薄膜の高品位化とその低温成長技術が重要なキーポイントとされている。本論文はこうした技術的要請に於いて高性能機能酸化物薄膜の製造とその基礎物性に関する一連の研究をまとめたもので、最後にこれらの薄膜を用いた電子デバイスへの応用を行った結果についても報告している。

論文では、まず、電気光学効果と光導電性の顕著な $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ をマルチターゲットECRスパッタ法と称する独特の装置によりガラスおよびサファイア基板上に薄膜化し、得られた薄膜の特性が単結晶と同程度であるという優れたものであることを確認した。ついで、高誘電率の Ta_2O_5 と Al_2O_3 の複合酸化物を複合ターゲットRFマグネトロンスパッタ法により薄膜化し、単一組成の薄膜に比べ高耐圧、低リーク電流で高い蓄積電荷量を有することを見出し、これが酸素欠陥が低減されたことに起因するこ

とを突き止めた。さらに、イオンビームスパッタ法による SiO_2 膜作製において紫外線照射が雰囲気酸素分子を効率よく分解し、化学反応性の強い $\text{O}(\text{D})$ ラジカルを生成し欠陥密度の少ない膜にすることができ、半導体デバイスの保護絶縁膜として優れた電気的特性を保有することを明らかにした。

最後に、これらの高機能性薄膜を用いた電子デバイスへの応用として、まず、 $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ 膜の電気光学効果と光導電性を巧みに利用した光制御による空間光変調素子を作製し、青色光によるHe-Neレーザー光の変調動作の確認を行った。また、 Ta_2O_5 - Al_2O_3 複合酸化物薄膜と SiO_2 薄膜を用いて、ジャイアントマイクロエレクトロニクスの基幹素子である薄膜トランジスタを作製し、これが優れた電気特性を保有することを確認した上で、さらにこれを能動マトリックス駆動方式低しきい電圧動作EL素子装置や走査回路一体型ラインセンサに応用して実用化ベースの基礎技術を確立した。

以上のように本論文は、高機能性酸化物を種々の工夫をこらした新しいタイプのスパッタ法を駆使して薄膜化する新技術を確認し材料科学に多くの新しい知見を明らかにした。さらにその電子デバイスへの応用を試み、実用化のための基礎技術進展に寄与するところが大きく、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認められる。