



| | |
|--------------|--|
| Title | Studies on Growth and Prominent Polarization Properties of SrTiO ₃ Thin Films |
| Author(s) | 巖淵, 守 |
| Citation | 大阪大学, 1997, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.11501/3129107 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

| | |
|------------|---|
| 氏名 | いわ 巖 淵 守 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第13208号 |
| 学位授与年月日 | 平成9年3月25日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻 |
| 学位論文名 | Studies on Growth and Prominent Polarization Properties of SrTiO ₃ Thin Films (SrTiO ₃ 薄膜の作製とその高誘電特性に関する研究) |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 小林 猛 |
| | (副査) 教授 西原 功修 教授 奥山 雅則 教授 岡本 博明 |

論文内容の要旨

本論文は高誘電材料SrTiO₃のエレクトロニクス応用を目的として、その高品質薄膜の作製および光学・電気特性評価とともに、それを土台とした今後の高誘電新材料の可能性を模索したものである。以下の各章の概要を記す。

第1章 序論

高誘電材料SrTiO₃の作製およびその優れた分極特性に関する今日迄の発展の経過を要約し、現在の高誘電薄膜の研究状況における位置付けを行う。そしてそれらを背景とした、本研究の目的と意義を明確にする。

第2章 SrTiO₃結晶の分極特性と構造の解析

結晶性が低下した際に生ずるSrTiO₃薄膜の誘電特性劣化を発端として、この結晶が持つペロブスカイト構造の分極特性に対してミクロスコピックな考察を行う。まずははじめに、酸素欠損や化学量論比からのずれに起因する結晶内の歪みや新たに挿入された構造を、2体中心力ポテンシャルを考慮した計算によって求める。その後局所場の補正および筆者が新たに加えたイオン変位の補正を施した分極計算により、各々の構造の誘電率を算出し、分極特性に及ぼす影響について考察を行う。

第3章 高誘電性SrTiO₃薄膜の作製

今日の薄膜作製技術の中の代表的な二つ、スパッタリング法、レーザアブレーション法についてreviewを行うとともに、従来より後者の成膜方法において問題となっていたドロップレット・パーティクルの問題を克服する新しい成膜方法を提案する。そして、この新しい成膜方法の導入によるSrTiO₃薄膜の表面平滑性の大幅な向上、およびそれによってもたらされた電気特性の進展についてふれる。さらに上記二つの成膜方法によって作製されたSrTiO₃薄膜のエピタキシーについても各種基板を用いた評価を行う。

第4章 高誘電性SrTiO₃薄膜の光学・電気特性

フーリエ変換赤外分光法の中でも特に薄膜測定に最適な高感度反射法を用いて、第3章で得られたSrTiO₃薄膜の光学特性評価を行う。観測された赤外線吸収ピークは、これら薄膜の結晶性、ひいては誘電特性をも反映することを

確認した後、SrTiO₃薄膜とその基板との界面の情報を膜厚を極めて小さくすることによって得ることを試みる。続いてキャパシタンス測定により、本研究で得られたSrTiO₃薄膜の優れた分極特性に対して考察を行う。さらに現象論的解析を施すことによって、誘導電荷の見積もりをし、これら薄膜のエレクトロニクス応用への可能性を探る。最後にSrTiO₃薄膜の電気物性に対しての考察を付け加える。

第5章 さらなる高誘電性を求めての検討

まず高誘電材料の代表であるペロブスカイト構造の優れた誘電特性発現のメカニズムについて言及し、新物質探索への指針を与える。続いて筆者自らが発案した、進化の概念を取り入れた遺伝アルゴリズムを用いて、高誘電物質探索プログラムを作製し、その評価を行う。最後にこの考察によって得られた高誘電物質の特徴をとらえることによって、将来の新物質創成への提言を行う。

第6章 結論

第2章から第5章までの研究成果を総括し、本研究で得られた主要な結論を記す。

論文審査の結果の要旨

近年の半導体プロセス技術の発展にはめざましいものがある。そのなかでも特に薄膜作製技術の向上にともなって、高品質薄膜を得ることが、今日様々な方法により可能となった。高分極薄膜の電気・光学デバイス応用への期待は、こういった時代背景のもとにますます大きなものとなってきている。

著者の研究対象となっているチタン酸ストロンチウム (SrTiO₃) は上記エレクトロニクス応用に対して、非常に有望な材料である。この誘電材料の優れた分極特性は、それが持つペロブスカイト構造と密接に絡みあっていっていることが従来のバルクに対する研究によって示唆されていた。そこで著者は、次世代エレクトロニクスへの応用を目指した高品質 SrTiO₃ 薄膜の実現という視点から、その分極特性と構造の解析、高誘電性薄膜の作製と結晶性評価、そして得られた薄膜の光学・電気特性評価を行っている。さらにこれらの考察を通して得られた結果をもとに、さらなる高誘電性を求めての検討が行われている。

本研究における高分極性薄膜作製においては、堆積される材料を保持するターゲットとそれを受けける基板の間にシャドウマスクを1枚挿入したエクリプスレーザ堆積法という新しい方法を提案、それによって従来のレーザ堆積法で問題となっていた、ドロップレット・パーティクルという基板上に発生する大きな粒子を完全に除去することに成功している。これは作製された薄膜の表面平滑性の向上だけでなく、電気特性の進展という結果を生み出し、今後の薄膜応用に理想的な環境を提供している。またスパッタリング法を用いた高分極薄膜の作製においても、光学特性とその結晶性との相関といった評価をもとに成膜条件の最適化が図られ、その結果従来の半導体に比べ2桁も大きな誘導電荷面密度を持つ薄膜の作製に成功している。このように優れた誘電特性を示すSrTiO₃ペロブスカイト構造の分極メカニズムに関する考察とともに、著者自らが発案した遺伝的アルゴリズムを用いた高誘電物質探索プログラムにより、新物質創成への可能性が探られている。

以上のように本研究は、高誘電材料 SrTiO₃ 薄膜の作製およびその分極特性に関する考察を通して、高品質薄膜実現への技術発展に大きく寄与し、今後ますます盛んになる誘電体薄膜の電子デバイス応用に多くの有用な知見を与えている。よって、本論文は博士論文に価値あるものと認める。