

Title	透明強誘電体PLZTの薄膜化とその電子物性に関する研究
Author(s)	中河, 太一
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33671
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・(本籍)	なか 中	がわ 河	た 太	いち 一
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6210	号	
学位授与の日付	昭和58年11月15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	透明強誘電体 PLZT の薄膜化とその電子物性に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 浜川 圭弘			
	(副査) 教授 難波 進	教授 藤澤 和男	教授 末田 正	
	教授 山本 錠彦	教授 桜井 良文		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は透明強誘電体 PLZT 薄膜の製膜方法、膜質ならびに電氣的、光学的基礎特性と、これを用いた機能デバイスの実用化をめざした一連の研究成果をまとめたもので、その研究過程にそって、以下本文6章と謝辞から構成されている。

第1章は序論であり、PLZT 薄膜の開発にいたる歴史的背景を概説し、本研究を開始した動機と意義について述べている。近来、エレクトロニクスおよびオプトエレクトロニクス用の機能デバイスに対して、より一層の高性能化、微細化、高集積化が望まれている。このような技術的要請と関連して、本研究の目的である、優れた電氣的、光学的性質を有する PLZT 薄膜を得るための技術の確立がいかに重要であるかを説明している。ついで所要の機能をもった薄膜の作製法およびその基礎特性と、さらにこれらの機能性薄膜を用いた光導波、赤外線センサ、超音波センサなど、デバイスへの応用の可能性を検討し、本研究で実施した事項と論文の構成について概説している。

第2章では、PLZT が多元複合酸化物であるためこれまで薄膜化が困難であった事情について分析し、これを克服する一方策として、多元系物質の高周波スパッタリングとその適当な熱処理により強誘電性を有する透明な薄膜として作製することに成功した経緯について述べ、その最適製膜条件および得られた薄膜の基礎特性について論じている。はじめに、ターゲット用 PLZT 粉末原料の作製法について述べ、つづいてこの多元系ターゲットを用いた高周波スパッタリング法およびマグネトロン高周波スパッタリング法により PLZT 薄膜を作製する方法を述べている。さらにスパッタリング中のプラズマ発光分析および薄膜の IMA, EPMA より、作製条件と膜質との相関を明らかにしている。また堆積速度が大きく、密度の大きい膜が得られる CVD 法による PbTiO₃ 薄膜の作製を試み、その方法について述べている。

第3章では、当該多元系ターゲットを用いた高周波スパッタリング法により、石英ガラス、金属など異種材料の基板上に作製したバイロクロア形PLZT薄膜が熱処理により、ペロブスカイト形強誘電性薄膜に固相転移するとともに、膜の比誘電率、D-Eヒステリシス特性などが著しく改善される一連の実験結果について論じている。さらに、透過スペクトル、分極処理を行なったPLZT薄膜の焦電性などの基礎特性より、膜質の評価を行なっている。

第4章では、基板としてSrTiO₃やMgOなどの単結晶板を選び、高周波スパッタリング法で一軸配向しているエピタキシャルPLZT薄膜が、適当な成分比の多元系ターゲットにより得られることをX線回折や電子線回折などにより確認し、エピタキシャルPLZT薄膜作製の最適条件を明らかにしている。また、このエピタキシャルPLZT薄膜の透過率、屈折率などの光学的性質を調べた結果、バルクのPLZTとはほぼ同等であることを確認している。

第5章では、透明強誘電体PLZTがすぐれた電気光学効果、焦電効果や圧電効果を示すことを利用した応用デバイスの提案を行ない、実用デバイス開発への基礎的データについて述べている。とくに、光導波素子は6dB/cm程度と低い伝搬損失をもち、また、赤外線センサとしての焦電素子は大きな電流感度を、超音波センサとしての圧電素子はQの大きいSiモノリシック新構造の可能性を提案している。

第6章では、上記各章で得られた新事実、新技術および成果を総括して、本論文の結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

PLZTセラミックスは、1971年米国で開発された新材料であるが、この材料が強誘電体であり乍ら、光学的に透明で、しかもセラミックスの特長である量産性、加工性に富むことから、近年オプトエレクトロニクス用機能材料として、さまざまな応用が試みられつつある。しかしながら、このPLZTは、従来ホットプレスなどにより、一旦バルク状の塊として製造され、これを加工して薄板状の機能素子ができるため、一般にデバイスの動作電圧が高く、また高価となり、これが実用化と一般機器への普及に大きな障害となっていた。

本研究は、PLZTのこうした実用上の欠点を克服する目的から、この材料を独特の精製法によって、多元系ターゲットを製作し、これを用いてスパッタリングにより、薄膜状のPLZTを製造することに成功し、その原材料精製法、製膜条件と薄質との関係、ならびに応用素子への基礎物性の解明など、一連の研究結果をまとめたものである。とくにPLZT薄膜の製法については、著者は、長期間にわたり、高周波スパッタリング法、電子ビーム蒸着法、CVD法の三つについて、さまざまな精製原材料について、実験的研究を行ない、多元系複合酸化物薄膜の製造技術に関する一つの経験的方策を見出した。次いで、主として、高周波スパッタリングならびにマグネトロンスパッタリング法により、薄膜の製膜途上において、プラズマ発光分析およびイオンマイクロ分析(IMA)および電子プローブマイクロ分析(EPMA)により、製膜条件と出来た膜の不純物分布、電気的・誘電的性質を調べあげ、さらに製膜後の熱処理条件によって、これらがどのように変るかを明らかにした。

こうした組織的な実験的研究を通して、実用上の機能素子に直接製膜する場合の最適製膜条件を明確にした。なかでも SrTiO_3 ならびに MgO などの単結晶基板を用いた場合に PLZT 薄膜がエピタキシャル成長することを見出した実験的試みは、ユニークである。本方法で製造した膜厚 $1\ \mu\text{m}$ 程度の PLZT 薄膜は、その光学的性質、電気光学的性質、ならびに圧電的性質とも、従来のセラミック状 PLZT のそれと比較して、遜色のない程度であることが確認され、これらの諸性質と独特の加工法を用いた幾つかの実用デバイスの提案を行ない、実用素子開発への一連の基礎データを提供した。こうした研究成果は、強誘電体薄膜のオプトエレクトロニクス機能素子開拓へ新しい道を切り開き、この分野の進歩に貢献するところ大きく、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。