

氏 名	にしで まさあち 西出 正道
学 位 の 種 類	博 士（工学）
学 位 記 番 号	第 4 3 5 号
認 定 課 程 名	防衛大学校理工学研究科後期課程
学位授与年月日	平成25年8月23日
論 文 題 目	レーザーラマン分光法による鉛系強誘電体薄膜及びそのデバイスの評価
審査担当専門委員	（主査）首都大学東京 教授 奥村 次徳 大阪大学 教授 栖原 敏明 群馬大学 教授 花泉 修

審 査 の 結 果 の 要 旨

鉛系強誘電体は、積層セラミックスコンデンサ、圧電アクチュエータやセンサ、不揮発性メモリといった従来の応用に加えて、チューナブルアンテナ素子や振動発電素子などの新しい応用展開が期待されている。こうした新規強誘電体デバイスの小型化・集積化や省電力化を達成するためには、強誘電体の薄膜化や微細加工技術の開発が不可欠であり、そのためには製膜や加工のプロセス条件と結晶構造や結晶品質との関係を、ミクロなレベルで明らかにする必要がある。申請者は、レーザーラマン分光法を、圧電デバイス用鉛系強誘電体薄膜の結晶構造評価法として確立することを目的として、結晶粒の配向と歪を評価するための新しい解析法の提案、およびデバイスプロセスの検査やデバイスの動作解析について研究を行っている。

その結果、従来はエピタキシャル膜にしか適応できなかった結晶粒の配向評価を、一軸性配向膜に対しても適用できる実験装置を開発するとともに、ドメインの体積分率の定量評価が可能なスペクトル解析法を提案している。この成果は、MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) 応用を目指したシリコン基板上の強誘電体薄膜の評価に威力を発揮する。また、ラマンスペクトルの複数のピークに着目する、歪成分の新たな定量評価法を提案し、実際に PbTiO_3 薄膜について解析することでその有効性を実証している。レーザーラマン分光法の特徴の一つに、入射するレーザーを $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度のスポットサイズにすることで微小領域の評価が可能なことが挙げられる。申請者は、この顕微ラマン分光法による解析から、 $\text{Pb}(\text{Zr}$

r,Ti)O_3 薄膜の結晶構造が、基板材料との界面の歪の影響を受けて膜厚方向に不均一であること、島状に加工することで歪が緩和されることを見出している。さらに、実デバイスであるマイクロカンチレバーの顕微ラマン分光評価を行い、変形とドメイン分極の関係を明らかにしている。

以上により、本研究ではレーザーラマン分光法を強誘電体薄膜の基礎構造評価として確立するとともに、デバイスプロセス検査およびデバイスの動作解析法としての有効性を実証しており、今後の強誘電体薄膜応用において大きな意義を有するものである。よって、学術的価値は高く博士（工学）として合格と判断した。