

本論文は、CSD法により $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ (PMN-PT)系緩和型強誘電体薄膜を作製する場合に、ナノ構造を制御したニッケル酸ランタン(LaNiO_3 , LNO)シード層の導入や鉛過剰量などの合成条件を最適化し、工業的に重要となる高い誘電率や圧電性などの優れた電気特性を示す高性能圧電体薄膜の低温合成を実現するとともに、Si基板上のPMN-PT薄膜の電気特性に及ぼす残留応力の影響について明らかにした。また、残留応力の影響によりモルフォトロピックな相境界(MPB)もシフトすることを明らかにした。

第1章「緒言」では、強誘電体薄膜や圧電体薄膜の基礎と応用について述べた。

第2章では、パイロクロア相の生成により低温合成が困難と言われている本系について、PMN-PTと同じペロブスカイト構造を持ち格子定数が近いLNO前駆体の分子設計をすることで、配向制御及びナノ構造を制御した電極兼シード層の役割を果たすLNO薄膜をSi基板上に導入した。また、その他の合成条件も最適化して、PMN-PT系緩和型強誘電体薄膜の低温合成と配向制御を実現した。

第3章では、パルスレーザーアブレーション法によりSi基板上にYSZ/CeO₂/LSCOエピタキシャルシード層を導入することで、エピタキシャル成長したPMN-PT薄膜の作製にも成功した。そして、エピタキシャル成長したPMN-PT膜の電気特性を明らかにした。

第4章と第5章では、LNO薄膜上に熱膨張係数が大きく緻密な(La, Sr)CoO₃(LSCO)薄膜を積層することで、PMN-PT薄膜中にさらに大きな残留圧縮応力を印加することに成功した。LNOやLSCOなどの膜厚を制御するなどの工夫によりPMN-PT薄膜中の残留圧縮応力を自在に制御する技術確立した。そして、得られたPMN-PT薄膜の電気特性を評価することで、Si基板上のPMN-PT薄膜の電気特性に与える残留応力の影響を詳細に検討した。その結果、PMN-PT系緩和型強誘電体薄膜の電気特性は残留応力の制御により特性制御が可能であることを示した。

これらの事実は、PMN-PT系緩和型強誘電体薄膜の物性が残留応力に大きな影響を受けることを示すとともに、残留応力の最適化により世界で最も電気特性の優れた誘電体あるいは圧電体薄膜の作製がSi基板上で可能であることを示している。したがって、本論文は強誘電体薄膜の物理と科学の本質を解明する重要な事実を与え、学術及び工学的な観点から非常に重要な知見を示した。以上の理由から、本論文は博士(工学)の学位を与えるのに十分であると判断する。