

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 吉田 大 一 郎 印

題 目 種々のPt基板上のBaTiO₃薄膜の高品質化に関する基礎研究

学位論文の概要及び要旨

強誘電体はFRAM(Ferroelectric Random Access Memory)や、プロジェクターのマイクロミラー、デジタルカメラの手ぶれ防止装置やインクジェットプリンタのヘッドなどに利用されている。Pb(Zr, Ti)O₃(PZT)と同じペロブスカイト型結晶構造であること、鉛を含まないこと、分極が容易であること、少量の不純物をドーピングすることによって誘電率やキュリー温度が向上するという特徴を有するBaTiO₃(BTO)は、強誘電体材料として最も期待されている。BTOを電子デバイスとして用いるためには薄膜化する必要があるが、高品質なBTO薄膜の成長条件は十分に最適化されていない。ここでは、高品質なBTO薄膜とは高い結晶性、(001)配向、高い残留分極と抗電界や高い絶縁性を有することを意味する。

本論文では、高品質なBTO薄膜を得るために、RFマグネトロンスパッタリング法を用いてBTO薄膜を作製し、それらの結果、ターゲット基板間距離30 mmにおいて、基板温度300 °Cという低温でもポストアニールすることなく、優先的に(001)配向したBTO薄膜が再現性良く得られた。この理由として、プラズマ中の活性酸素が膜の酸化を促進したことが考えられる。また、ターゲット基板間距離が短くなったことで組成ずれが抑制され、成膜速度が6 nm/minへと向上した。基板温度500 °Cにおいて作製した薄膜のXRDパターンにおいても優先的に(001)配向したBTO薄膜が得られた。このBTO薄膜は、残留分極3.4 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、抗電界13 kV/cmを有し、分極 - 電界強度($P-E$)特性に優れている。より優れた電気特性を有するBTO薄膜を得るためには、BTO薄膜が下地基板より受ける拘束から解放する必要がある。本論文では、Pt自立基板及びPt/C/Pt/Ti/SiO₂半自立基板(Pt半自立基板)を作製することに成功し、それらの上にBTOを堆積し、基板から受ける拘束の影響について調査した。BTO/Pt/C/Pt/Ti/SiO₂半自立構造の断面SEM(走査型電子顕微鏡)写真より、BTO/PtとCの間が半自立状態であることが確認された。よって、Pt層は下地基板による拘束から解放されていると考えられる。通常のBTO/Pt/Ti/SiO₂構造と、半自立基板上に同じ作製条件でBTOを成膜したBTO/Pt/C/Pt/Ti/SiO₂半自立構造のX線回折では、半自立化の効果を確認することは出来なかったが、 $P-E$ 特性の比較においては、半自立構造において初めて特性向上していることが確認された。よって、 $P-E$ 特性はX線回折よりも精度よくBTO薄膜の高性能化を確認できると考えられる。また、本手法は他の酸化物材料の成長においても、自立基板及び半自立基板を用いることで、基板からの拘束を解くことが期待されるので、高い電気特性を有する薄膜を得るための有効な手段となり得る。

以上より、本論文ではBT0薄膜の成膜において、活性酸素とターゲット基板間距離がBT0薄膜の成長に及ぼす影響を明らかにするとともに、低い基板温度300 °CでのBT0結晶成長が可能であることを示した。さらにRFマグネトロンスパッタリング法におけるBT0成長において、半自立構造が*P-E*特性の向上に有効であることを示した。これらの成果は、BT0薄膜に限らず種々の酸化物強誘電体薄膜材料において応用可能であると考えられる。