

CSD 法 $\text{Ba}(\text{Zr}_x, \text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ 薄膜の電気特性に及ぼす基板と組成の影響

(静岡大学) ○片山敬章・鈴木久男・脇谷尚樹・坂元尚紀・川口昂彦

【緒言】強誘電体は誘電性・圧電性・焦電性・電気光学効果など幅広い特性を示し、近年これらの特性を活用したデバイス応用のために Si 基板上への薄膜化が重要となっている。 $\text{Ba}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ は非鉛圧電体材料の中でも高い圧電性を示すことから薄膜化による MEMS 用の圧電素子への応用が期待されている。そこで、我々は工業的に利点の大きい化学溶液法(CSD法)を用いて Si 基板上に優れた電気特性を示す BZT 薄膜の作製を目指した。また、同じ組成でも薄膜とバルクでは応力状態などが異なり、その結果電気特性も異なることが知られている。本研究では MEMS 用の厚い SiO_2 層を持つ Pt/Si 基板上に優れた圧電特性を示す BZT 薄膜を作製するために、前駆体溶液の分子設計及び配向性や残留応力の制御のために(100)配向 LaNiO_3 (LNO)バッファー層を導入し、基板からの応力制御及び配向制御を試みた。また、Zr 置換量を変化させることで、BZT 薄膜の電気特性の組成依存性を調査した。

【実験方法】金属バリウムとジルコニウム-n-プロポキシド、チタンイソプロポキシドを出発原料とし、2-メトキシエタノールを溶媒として部分加水分解法により0.2MのBZT前駆体溶液を調製した。この溶液をLNO/Pt/ $\text{SiO}_2(1.5\mu\text{m})$ /Si基板上にスピコート法により堆積させ(回転数2500rpm, 30秒間)、150°Cで10分間乾燥させた後、600°Cで10分間の仮焼を行った。その後、昇温速度を40°C/sとして、酸素雰囲気下900°Cで5分間本焼成した。この工程を繰り返すことによりZr添加量を変化させた(x=6-12%)BZT薄膜を作製した。得られた薄膜のSEM像から微構造の解析を行い、電気特性を測定し、組成との関係を調査した。

【結果と考察】作製したBZT/LNO/Pt/ $\text{SiO}_2(1.5\mu\text{m})$ /Si薄膜のX線解析の結果をFig.1に示す。Fig.1から、全ての組成において(100)&(001)配向したBZT薄膜が得られたことがわかった。強誘電測定ではx=6, 10%が最も高い残留分極値を示した。誘電率測定ではx=10%が最大の誘電率を示した。これらの結果から、組成がx=6-12%の範囲においてLNO/Pt/ $\text{SiO}_2(1.5\mu\text{m})$ /Si基板上で最適な組成はx=10%であると示唆された。そこで、x=10%において圧電特性を測定した。その結果をFig.2に示す。一方単結晶において最大の圧電性を示す組成はx=8%であり、薄膜とは異なることがわかった。これは、薄膜では基板からの残留応力により同じ組成に対してバルクとは結晶相が異なることが原因と考えられる。

【まとめ】異なる組成において配向制御を行うことができた。また、同じ組成においてもバルクと薄膜では残留応力や配向性が異なることが示唆された。また、非鉛圧電体薄膜としては非常に大きな圧電定数 $d_{33}^*=130\text{pm/V}$ を得た。

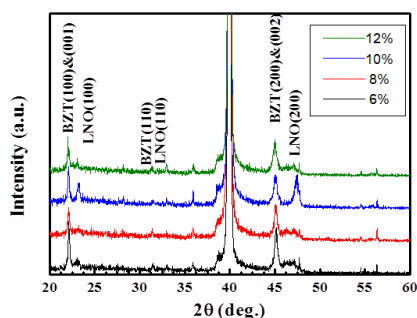


Fig.1. BZT/LNO/Pt/ $\text{SiO}_2(1.5\mu\text{m})$ /Si 薄膜の X 線回折図形

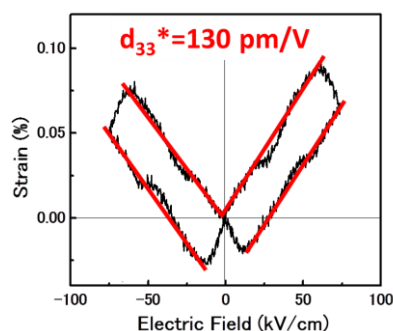


Fig.2. x=10%の BZT 薄膜の歪みの電圧依存性