

アルミナ基板上 BiFeO₃系非鉛圧電厚膜の開発

電子技術課 二口友昭*1, 角田龍則

1. 緒言

BiFeO₃-BaTiO₃系セラミックスは、T_cの高い非鉛強誘電体として、最近研究開発が進捗しその優れた特性が報告されている。また薄膜においては、特に圧電体としての応用が検討されている。圧電体として実績のあるPZT系厚膜は優れた特性を示すが、その製造プロセスにおいてPbOが蒸発し易くまた基板との反応も活性であるため、反応し難いジルコニア基板とPt下部電極が必要であり、更なる低コスト化が困難であった。これまでに我々は、インクジェットヘッドや振動センサなどへの応用を目的として、BiFeO₃-BaTiO₃系厚膜をPt下部電極とジルコニア基板を用いて作製し、作製条件と強誘電性、圧電性の関係について調べた結果を報告した。今回は、比較的大型の振動センサや発電素子などへの応用を目的として安価な96%アルミナ基板とAg/Pd系下部電極を用いてBiFeO₃-BaTiO₃系圧電体厚膜を作製した結果を報告する。

2. 実験方法

Bi₂O₃, Fe₂O₃,およびBaTiO₃粉末を用いて固相反応(800℃、2時間)により0.67BiFeO₃-0.33BaTiO₃粉末を合成した。絶縁性を向上させるためにMnOを添加した。これにエチルセルロース系のビヒクルを加え3本ロールで混練することにより厚膜ペーストを作製した。基板上にAg/Pd系ペーストをスクリーン印刷し、所定温度で60min焼成して下部電極を作製した。緻密でアルミナ基板と密着性のよいAg/Pd系下部電極の形成は非常に重要であり、Ag/Pd比率や焼成温度を検討した。さらに0.67BiFeO₃-0.33BaTiO₃系ペーストをスクリーン印刷し、所定温度で60minの焼成を行った。このプロセスを3回繰り返して、厚み35μm程度の厚膜を形成した。上部電極はAgペーストをスクリーン印刷し、850℃10minの焼成により作製した。分極-電界ヒステリシスおよび変位-電圧ヒステリシスを1Hzで測定した。厚膜の圧電性d₃₁は、電圧印加時の片持ち梁の変位より評価した。

3. 実験結果および考察

Ag/Pd比率や焼成温度を検討することにより、96%アルミナ基板上に1100℃焼成にて緻密で密着性のよい下部電極が得られ、この上に非鉛圧電厚膜を形成することができた。図1はX線回折図を示す、アルミナ、Ag/Pdおよびペロブスカイト相の回折ピークが確認された。特に配向性はみられなかった。図2は、P-Eヒステリシス曲線を示す。残留分極は31μC/cm²で、抗電界は39kV/cmであった。ジルコニア基板上に形成されたものに比較すると、残留分極は同程度であったが、抗電界は大きくなっていた。アルミナ基板上に形成されたものは、ジルコニア基板上のものに比べ、粒成長が抑制されておりドメイン反転が起きにくくなっているものと考えられる。図3は厚膜を用いた片持ち梁における電圧と変位の関係を示す。膜の圧電定数は

$d_{31} = h^2 E_s w / 3 V l^2 E_p$ から求めることができる。w: 変位、V: 電圧、h: 基板厚み 0.2mm、l: レバー長さ 16mm、E: ヤング率である。アルミナ基板 Ag/Pd 下部電極上厚膜では d₃₁ 63pm/V であり、ジルコニア基板 Pt 下部電極上厚膜では、d₃₁ 69pm/V であった。誘電率の温度依存性の測定におけるピーク温度から求めたキュリー点は450℃であり、ジルコニア基板上のもより少し高い値を示した。

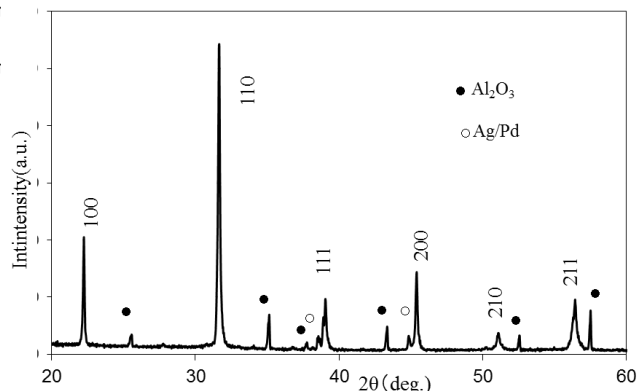


Fig.1 XRD pattern of the 0.67BiFeO₃-0.33BaTiO₃ thick film fired at 1050 °C.

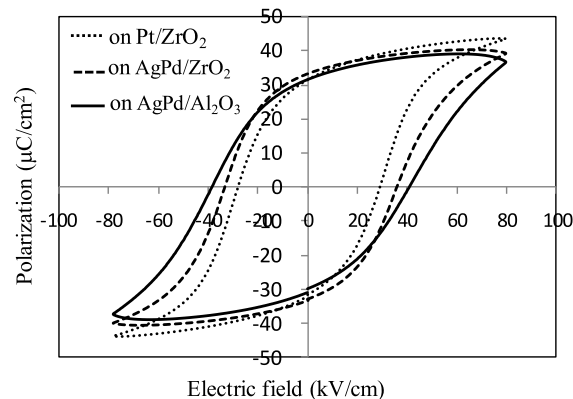


Fig.2 P-E curve of the 0.67BiFeO₃-0.33BaTiO₃ thick film.

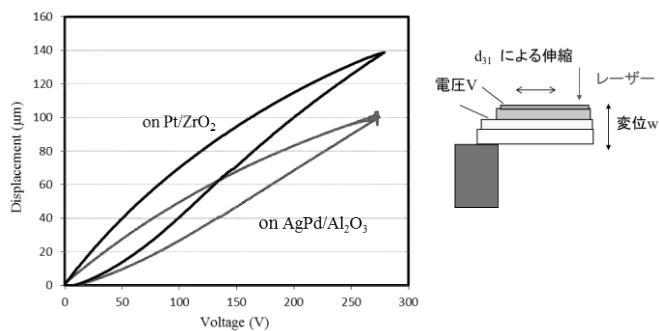


Fig.3 Deflection of the cantilever using BiFeO₃-BaTiO₃ thick film.

*1 現 中央研究所