

CoFe₂O₄/Pb[Zr,Ti]O₃ 積層膜の磁気-電気効果

中尾 翔陽, 神島 謙二, 柿崎 浩一
(埼玉大学 大学院 理工学研究科)

Magnetoelectric effect on CoFe₂O₄ / Pb[Zr,Ti]O₃ multi-layered thin films

S. Nakao, K. Kamishima, K. Kakizaki

(Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

はじめに

マルチフェロイック材料の中には磁気-電気(ME)効果を発現するものがあり、盛んに研究されている¹⁾. この現象を応用したデバイスとして多値メモリー、磁気センサーなどが考案されている²⁾. 本研究では、磁気歪みを生じる強磁性体として CoFe₂O₄(CFO)を、圧電体として Pb[Zr,Ti]O₃(PZT)を選択し、これらを rf スパッタ法により積層膜とすることで、その ME 効果について調べたので報告する。

実験方法

試料は rf スパッタ法によって作製した. ターゲットには Ti, Pt, CFO および PZT 円板(各 76 mm^φ)を使用した. チャンバー内を 8.0×10⁻⁷ Torr 以下に排気後, Ar ガスを導入して 10 mTorr とし, 基板加熱は行わず, 合成石英ガラス基板上に, Ti 層 20 nm および Pt 層 100 nm を連続で成膜した. その後, Pt 電極にマスクを取り付け, 再度, チャンバー内を 8.0×10⁻⁷ Torr 以下に排気後, Ar ガス圧を 10 mTorr とし, CFO 層を 50 nm 堆積した後, 大気中 800°C で 5 時間熱処理を行った. この CFO 層上に前述の条件で PZT 層を 200 nm, CFO 層を 50 nm 連続で成膜し, 最終的な熱処理を大気中 600 および 700°C で 5 時間行った.

得られた薄膜の結晶構造は X 線回折法(XRD)により解析した. また, ME 効果の測定は, 分極処理を行った試料を用い, 直流磁場および交流磁場を膜面に対し垂直に印加し, 誘起電圧をロックインアンプにより測定した

結果および検討

Fig. 1 は, 600 および 700°C で熱処理した CFO/PZT/CFO 積層膜の X 線回折図を示す. 両試料において CoFe₂O₄ 相および Pb[Zr,Ti]O₃ 相からの回折線が現れており, 目的とする PZT と CFO の積層膜が得られた. また, いずれの試料も, CoFe₂O₄ 相の {1 1 1} 面が膜面内に配向した膜となる. これは, 下部電極の Pt 層に対して CFO 層がエピタキシャル的に成長したためである. 一方, Pb[Zr,Ti]O₃ 相の (1 1 1) 面の回折線は, Pt 相 (1 1 1) 面の回折線と重なっており確認できないが, (1 0 1) および (1 1 0) 面の回折線がわずかに認められることから Pb[Zr,Ti]O₃ 相は結晶化しており, その (1 1 1) 面が膜面内に配向していると推察される.

Fig. 2 は, これらの試料の ME 係数の直流磁場依存性を示す. 最大 ME 係数は, 600 および 700°C で熱処理した試料においてそれぞれ 328 および 697 mV/cm・Oe であった. また, 700°C で熱処理した試料では, 600°C で熱処理した試料に比べ低磁場から ME 係数が増大し始める. これは, 界面の結合がより強固となり小さい歪みが伝わりやすくなったためである.

参考文献

- 1) N. A. Spaldin, M. Fiebing : Mater. Sci., 309 (2005) 391.
- 2) J. Zhou, H. He, Z. Shi, C. Nan : Appl. Phys. Lett., 88 (2006) 013111.

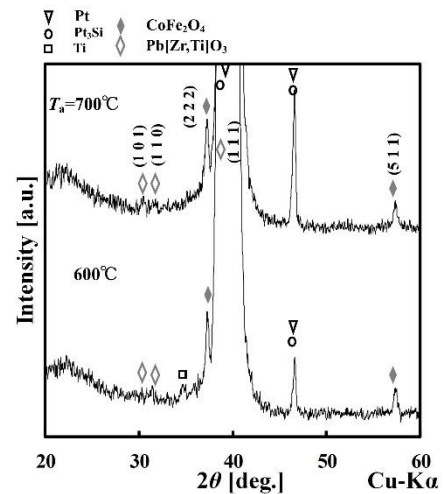


Fig. 1 XRD patterns of the CFO/PZT/CFO multi-layered films annealed at 600 and 700°C in air.

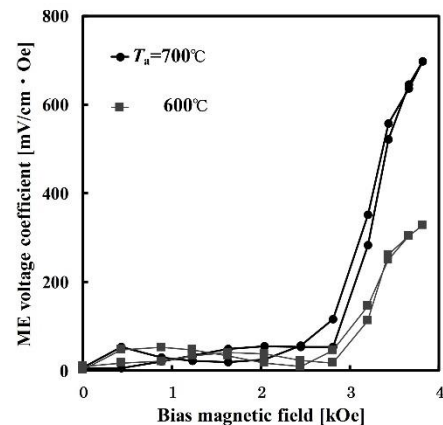


Fig. 2 DC magnetic field dependence of ME coefficients for the CFO/PZT/CFO multi-layered films annealed at 600 and 700°C in air.