

BiFeO₃/Co_{1-x}Cu_xFe₂O₄ 積層薄膜の磁気-電気効果

土田 将太、神島 謙二、柿崎 浩一
(埼玉大学 大学院 理工学研究科)

Magnetoelectric effect of BiFeO₃/Co_{1-x}Cu_xFe₂O₄ multilayer thin films

S. Tsuchida, K. Kamishima, and K. Kakizaki

(Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

はじめに

強磁性と強誘電性を併せ持つマルチフェロイック材料は、磁気歪みと圧電効果を介して、磁場が電気分極を、電場が磁気分極を発現させる磁気-電気(ME)効果を示し、多値メモリーや磁気センサーなどへの応用が期待されている¹⁾。本研究では強磁性体として CoFe₂O₄(CFO)を、強誘電体には BiFeO₃(BFO)を採用した。MOD法で FTO 電極上に BFO/CFO/BFO 積層薄膜を成膜した。その際 CFO の Co²⁺を Cu²⁺で置換することで結晶化温度の低減を図り、CFO 層の結晶性を改善することにより、大きな ME 効果を発現させることを目的とした。

実験方法

試料は MOD 法により作製した。出発溶液には Bi、Co、Fe および Cu の有機金属塗布材料(SYMETRIX)を用い、BiFeO₃ および Co_{1-x}Cu_xFe₂O₄(CCFO)の組成となるように調製した。これを室温で 24 時間攪拌した後、スピコート法で FTO 電極付きガラス基板上に塗布した。これを大気中 350°C で 30 分間乾燥させた後、大気中 640°C で 1 時間熱処理を行った。この工程を繰り返すことで BFO/CCFO/BFO 積層薄膜を作製した。作製した試料の結晶構造は X 線回折法(XRD)により解析した。ME 効果は分極処理した試料を用い、直流磁場および交流磁場を平行に印加し、誘起される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 BFO/CCFO/BFO 積層薄膜($x=0\sim0.39$)の X 線回折図を示す。全ての試料で目的とする BFO および CFO 相が生成するが、Cu 置換量の増加に伴い BFO 相の結晶性が低下する傾向にある。これは、CFO 相の結晶化温度が低下したことで、各層の界面で相互拡散が生じやすくなり BFO 中の Bi が CFO 層側へ拡散したことが原因と考えられる。

Fig. 2 は BFO/CCFO/BFO 積層薄膜に直流磁場として $H_{dc}=3.85$ kOe を印加したときの ME 係数の Cu 置換量依存性を示す。Cu 置換量が $x=0.07$ の試料において ME 係数は 104.9 mV/cm·Oe と最も大きな値となる。これは Cu 置換により CFO 相の結晶性が向上し、より大きな磁気歪みが発現したためと考えられる。しかし、Cu 置換量がさらに増加すると ME 係数は減少する。これは、各層の界面における相互拡散により BFO 相の結晶性が低下したことが原因であると考えられる。

参考文献

- 1) N. A. Spaldin, M. Fiebig : Science, 309 (2005) 391.

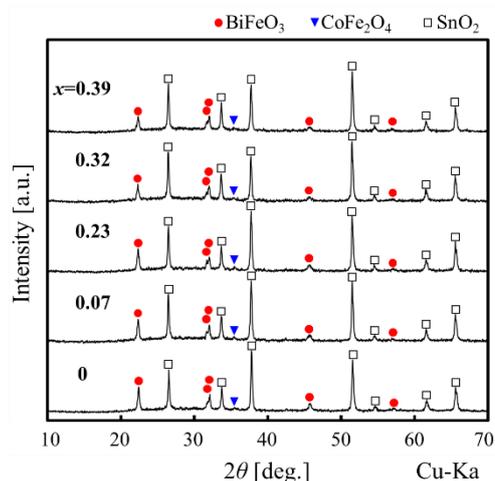


Fig. 1 XRD patterns of BFO/CCFO/BFO multilayered thin films with various Cu contents.

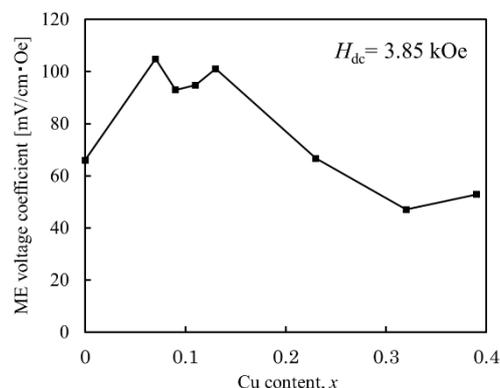


Fig. 2 ME voltage coefficient of BFO/CCFO/BFO multilayer thin films at the maximum magnetic field of 3.85 kOe as a function of Cu content, x .