

反応性パルス DC スパッタリング成膜におけるターゲット中酸素濃度が BiFeO₃ 系薄膜の磁気・誘電特性へ及ぼす影響

山本 大地, 吉村 哲

(秋田大学)

Influence of oxygen concentration of sputtering target on the magnetic and dielectric properties of BiFeO₃ based thin films in reactive pulsed DC sputtering method

°D. Yamamoto, and S. Yoshimura

(Akita Univ.)

1. はじめに 室温で反強磁性・強誘電性を有する BiFeO₃ の Bi³⁺や Fe³⁺を, 適切な価数を有する元素で置換することで, 強磁性が発現することが既に報告されている. 我々は, 反応性パルス DC スパッタリング法を用いて作製した(Bi,La)(Fe,Co)O₃ 薄膜において, 電圧駆動型磁気デバイス応用に有用な, 比較的高い飽和磁化 M_s (70 emu/cm³) かつ垂直磁気異方性を得ている¹⁾. 一方で, BiFeO₃ の誘電特性は試料中の酸素空孔の存在量に大きく関わることを示唆されており²⁾, この低減もデバイス応用上重要なことである. 本研究では, Bi の置換元素にランタノイド系元素である Gd を選択し, 酸素含有量の異なるターゲットを用いて作製した(Bi,Gd)(Fe,Co)O₃(BGFCO)薄膜の磁気および誘電特性を評価・比較することで, ターゲット素材を含めた成膜条件が, その磁気および誘電特性に及ぼす影響を検討した.

2. 実験方法 (Bi_{0.45}Gd_{0.55})(Fe,Co)O₃ 薄膜(200 nm)を, 反応性パルス DC スパッタリング法を用いて, 熱酸化膜付き Si 基板上に Ta(5 nm)/Pt(100 nm)の下地層を成膜した後, 積層膜として作製した. 積層膜は, Ta を室温, Pt を 300°C, BGFCO を 695°Cの基板温度で成膜した. スパッタリングターゲットには, Gd-Fe-O 粉末, Fe 粉末, Co 粉末を焼結させて作製した導電性ターゲットに Bi シートを配置したものを用いた. 使用したターゲットの組成は Fe₉Co₃Gd₂O₆ (GdFeO₃ 粉末使用: G1O3) と Fe₁₃Co₄Gd₃O₁₂ (Gd₃Fe₅O₁₂ 粉末使用: G1O4) の 2 種を用いた. 反応性パルス DC スパッタリング法におけるパルス条件として, 周波数を 100 kHz, 電力は 150 W, ON:OFF 比は 3:2 の一定値とした. 磁気測定は, 振動試料型磁力計 (VSM) により, 誘電測定は, BGFCO 積層膜の最表面に Pt ドット状電極 (φ100 μm) を成膜した後に, 強誘電体特性評価システムにより, それぞれ行った.

3. 結果 Fig.1 に, 酸素含有量の異なる二つのターゲットを用いて作製した BGFCO 薄膜の膜面内および垂直方向の M - H 曲線を示す. M_s はどちらの薄膜試料でも 80 emu/cm³ 程度の比較的高い値が得られた. 保磁力 H_c に関しては G1O4 ターゲットを用いた方が小さい値を示した. Fig.2 に, 同薄膜試料の誘電特性を示す. G1O3 ターゲットを用いて作製した薄膜試料では明瞭なヒステリシスが確認できなかったことから, 常誘電性を有していると思われるが, G1O4 を用いた場合の薄膜試料では原点对称性が良く明瞭なヒステリシスを有する P - E 曲線が得られていることから, 良好な強誘電特性が得られたと言える. 使用ターゲットにより強誘電特性の違いが生じた要因として, G1O4 ターゲットを用いた, 積極的に酸素を供給しながら成膜された試料では, 強誘電特性を劣化させる酸素空孔の発生が抑えられたためであると考えられる. そして, その酸素空孔の低減が, 外部磁場に対する磁壁移動を抑制するピンニングサイトの低減をもたらし, 保磁力が小さくなったと考えられる.

参考文献 1) 吉村 第42回日本磁気学会学術講演概要集, 13aA-5. 2) X. Qi et al., *Appl. Phys. Lett.*, **86**, 062903 (2005)

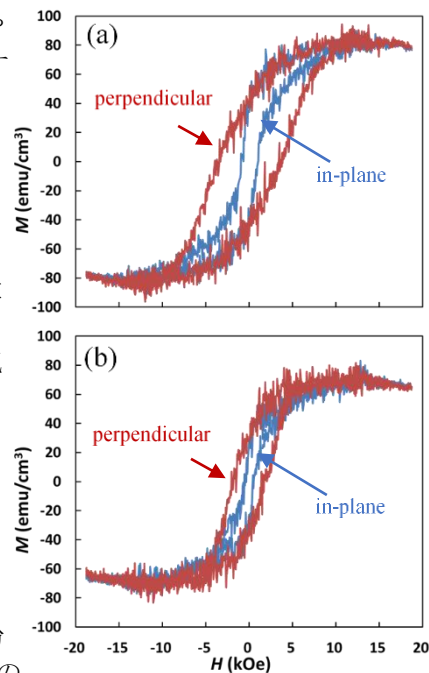


Fig.1 M - H curves of BGFCO films fabricated by the target of (a)G1O3 and (b)G1O4.

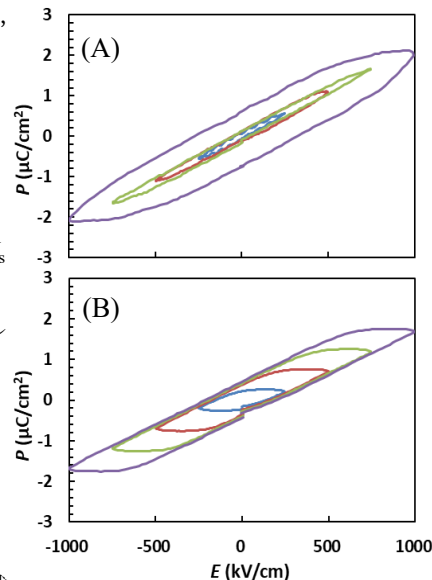


Fig.2 P - E curves of BGFCO films fabricated by the target of (A)G1O3 and (B)G1O4.