Fe₇₀Co₃₀/PMN-PT(001)における磁気-電気結合の界面依存性

Interface modification effect on the magnetoelectric coupling of Fe70C030/PMN-PT(001)

名大理¹, ⁰ 菅野 樹¹, 小森 祥央¹, 井村 敬一郎¹, 谷山 智康¹

Nagoya Univ.¹, °Tatsuki Kanno¹, Sachio Komori¹, Keiichiro Imura¹, Tomoyasu Taniyama¹

E-mail: kanno.tatsuki@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

強誘電体 Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃ (PMN-PT) と強磁性体とからなる界面マルチフェロイクヘテ ロ構造において 10⁻⁵ s/m を超える巨大な磁気-電気結合定数が報告され、注目を集めている[1]。一 方で、大きな磁気-電気結合定数を示す強磁性層材料としては、エピタキシャル成長した単結晶強 磁性薄膜[2]から、アモルファス薄膜[3]まで多岐に渡り、いかなる強磁性層の結晶性や界面状態に おいて大きな磁気-電気結合定数が発現するかについては未だに明らかとなっていない。今回我々 は、強磁性材料として Fe₇₀Co₃₀ 合金に着目し、PMN-PT(001)との界面を修飾したいくつかのヘテロ 構造系において磁気-電気結合効果について比較検討した結果について報告する。

膜厚 25 nm の Fe₇₀Co₃₀ 合金薄膜を PMN-PT(001)基板上に分子線エピタキシー法を用いて 100℃ から 500℃の種々の基板温度で成膜した。さらに、Fe₇₀Co₃₀ 合金層と PMN-PT(001)基板との間に、 界面修飾層として SrTiO₃(STO)を 5 nm、Fe を 1 nm 挿入した試料を成膜し、磁気-電気結合定数を 比較検討した。Fig. 1(a)の X線回折パターンを示すように全ての試料で Fe₇₀Co₃₀ 合金の(002)配向 が確認された。Fe₇₀Co₃₀/PMN-PT の PMN-PT[110]に沿った磁化曲線の電界依存性を Fig. 1(b)に示 す。-3 kV/cm の電界を印加したとき、残留磁化が大きく減少していることがわかる。Table.1 に典 型的な試料についての磁気-電気結合定数 α を示す。Fe₇₀Co₃₀/PMN-PT において最も大きな α が得 られており、磁気-電気結合と結晶性とが密接に関連していることが示唆される。一方で磁化の電 界効果は電界の極性に対して非対称であり、その起源については現在調査中である。

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21H04614, JST CREST JPMJCR18J1, JSPS 二国間交流事業共同 研究 JPJSBP120197716 の支援を受けたものです。

[1] P. B. Meisenheimer et al, Nat. Commun. 12, 2757 (2021).

[2] T.Usami et al. Appl. Phys. Lett. **118**, 142402 (2021)

[3] S.Chang et al. Phys. Rev. Lett. 108, 137203 (2012)



Fig.1 (a) XRD patterns of $Fe_{70}Co_{30}/PMN-PT(red)$, $Fe_{70}Co_{30}/STO/PMN-PT(green)$, $Fe_{70}Co_{30}/Fe/PMN-PT(blue)$. (b) Magneto-optical Kerr loops of $Fe_{70}Co_{30}/PMN-PT(001)$ at various *E* values.

Table.1 Magnetoelectric coupling coefficient α of Fe₇₀Co₃₀/PMN-PT, Fe₇₀Co₃₀/STO/PMN-PT, Fe₇₀Co₃₀/Fe/PMN-PT.

Structures	Fe70Co30/PMN-PT	Fe70Co30/STO/PMN-PT	Fe70Co30/Fe/PMN-PT
$\alpha = \mu_0 \Delta M_s / \Delta E \ (10^{-6} \mathrm{s/m})$	5.6	2.4	3.1