

強磁性-強誘電性積層体の磁歪が電気磁気効果に与える影響

岩水大樹、籠宮功、柿本健一
(名古屋工業大学)

Influence of magnetostriction on magnetoelectric effect at ferromagnetic-ferroelectric laminated composites

H. Iwamizu, I. Kagomiya, K. Kakimoto
(Nagoya Institute of Technology)

緒言

電気磁気効果(ME 効果)とは、外部印加磁場(電場)によって電気分極(磁気モーメント)が誘起される現象であり、新規高機能電子デバイスへの応用が期待されている。特に強磁性-強誘電積層体は常温で高い ME 効果を示すことが知られている。この積層体は磁性体層で生じた磁歪が誘電体層へ伝搬することによって ME 効果を発現するため、ME 効果の大きさは試料に生じた磁歪の大きさや方向に大きく影響される。より効率よく積層体に磁歪を誘起できれば ME 効果を増大でき、デバイス応用においても有利である。そこで本研究では、強磁性 CoFe_2O_4 -強誘電性 BaTiO_3 積層体に着目し、磁歪に大きな影響を与える要素である、①各層の積層数、および②外部磁場印加方向の 2 点が、積層体の磁歪と ME 効果に与える影響を調べた。

実験方法

CoFe_2O_4 粉末と BaTiO_3 粉末をそれぞれスラリー化した後、テープキャスト法でシート状に成形した。切りだしたシート 10 枚を一層として交互に積層し、両表面が磁性体層となるよう合計 n 層($n=3, 5, 7$)積層した。その後 $1270^\circ\text{C} \times 2\text{h}$ の条件で共焼結し積層体試料を作製した。得られた積層体試料に直流磁場 H と交流磁場 h_0 を積層面に垂直に印加し、積層面と平行な面に誘起された電気分極を、電圧としてロックインアンプにて検出することで ME 効果を測定した。測定条件は直流磁場強度を $-3000 - +3000$ Oe、交流磁場強度を約 0.7 Oe、周波数を約 600 kHz とした。また同一試料に H 、および h_0 を異なる方向から印加し、磁場印加方向と ME 効果の大きさの関係について調べた。また、ひずみゲージを用いて試料の磁歪量を調べた。

実験結果

Fig.1 に積層数の異なる試料での ME 効果の測定結果を示す。層数が 3 層から 5 層に増える際に ME 電圧が増大しており、それ以降はほぼ一定の値を示した。また、ひずみゲージによる測定でも、同様に 5 層以降は一定の磁歪量を示した。これらのことから 5 層以上積層させることで、誘電体層に十分なひずみが伝搬し、ME 効果が増大したと考えている。次に積層面に垂直な面を電極面とし、外部磁場(h_0, H)の印加方向を変えて ME 効果を測定した結果を Fig. 2 に示す。印加方向 A, B, C, D において、同一試料にもかかわらず生じた ME 電圧が異なっており、本積層体は外部磁場に対して異方性を有していることが分かる。この異方性の原因として、磁性体層の磁歪量だけではなく磁歪方向と圧電特性の相関も関与していると考えており、当日は以上の観点から異方性が生じるメカニズムについて議論する。

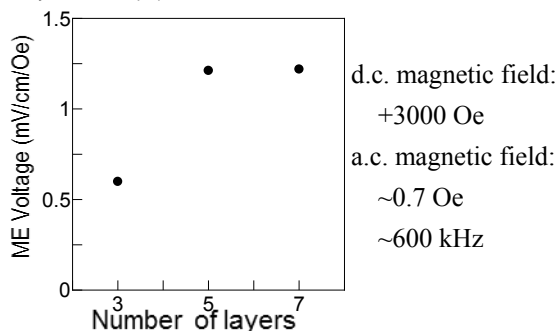


Fig.1 Difference in ME effect by
Number of layers

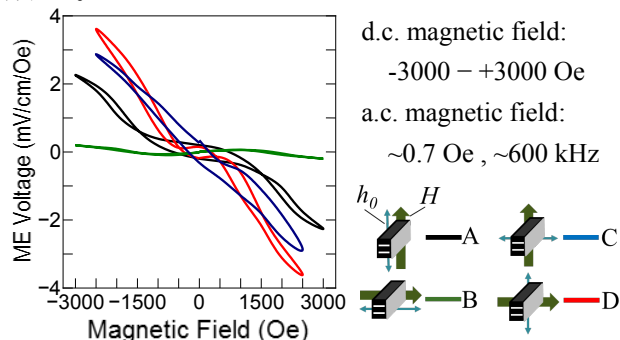


Fig.2 Relation between ME effect and the
applying direction of magnetic field