

強磁性・強誘電薄膜の電気磁気効果測定に向けた (Bi_{1-x}La_x)(Fe,Co)O₃ 薄膜の磁気光学特性の評価

吉村 哲^{1,2}

(¹秋田大, ²JST さきがけ)

Evaluation of magneto-optical properties of (Bi_{1-x}La_x)(Fe,Co)O₃ thin films
for the measurement of electromagnetic effect of multiferroic thin films

S. Yoshimura^{1,2}

(¹Akita Univ., ²JST PRESTO)

はじめに 近年、磁気モーメントの電圧駆動に関する研究が盛んになってきており、新しい低消費電力磁気デバイスの実現が期待されている。報告例が多い代表的な研究に、1. 圧電材料と磁歪材料との積層体を用いる、2. トンネル磁気抵抗積層膜を用いる、3. 反強磁性・強誘電(BiFeO₃)薄膜と磁性薄膜との積層膜を用いる、4. 反強磁性・常誘電(α -Cr₂O₃)薄膜と磁性薄膜との積層膜を用いる、などが挙げられる。著者も、単相で強磁性・強誘電特性を有する薄膜を用いた、電界印加のみによる磁化反転の検討を行っている¹⁾。以上のような現状から、磁気モーメントの電圧駆動方式は、将来性のある新規かつ有効なものとして位置付けられていることが明白である。しかしながら、作製した薄膜試料の特性評価では、振動試料型磁束計(VSM)や給電プローバ付きの強誘電テスターを使用し、磁気特性 (M (磁化)- H (磁界)曲線)と強誘電特性 (P (電気分極)- E (電界)曲線)が別々に評価されているに過ぎず、電圧駆動型の磁気デバイスの実用可能性を正しく検証するためには、その特徴ある現象: 電気磁気効果特性 (M - E 曲線: 磁化の電界応答) の評価を行うことが必要不可欠であるが、それを直接評価した報告はほとんど無い。本研究では、磁気 Kerr 効果測定機構と強誘電テスターとを組み合わせることで新規に構築を試みている、これまでに無かった、磁化の電界応答を測定する『電気磁気効果特性評価装置』を完成させることを最終目的とし、強磁性・強誘電薄膜の磁気光学特性の評価を行った。

構想 Fig.1 に、『電気磁気効果特性評価装置』の模式図を示す。強磁性・強誘電薄膜の下地層を兼ねる下部電極と強磁性・強誘電薄膜上に成膜した 100 μm 径の ITO (導電・透明) 上部電極に給電プローバを当てて強磁性・強誘電薄膜に電界を印加しながら、磁気 Kerr 効果測定のための偏光レーザーを上部電極部分に当ててその下部に位置する強磁性・強誘電薄膜の磁化を測定するものである。

検討事項 BiFeO₃ 系の強磁性・強誘電薄膜において、その光磁気特性の詳細はほとんど調べられていない。光磁気特性が不明である限り、『電気磁気効果特性評価装置』における磁気 Kerr 効果測定機構の仕様を確定させることができない。よって、本研究では、電圧駆動型の磁気デバイスに適用できる可能性のある、大きな磁化および垂直磁気異方性が得られた (Bi_{0.41}La_{0.59})(Fe_{0.75}Co_{0.25})O₃ (BLFCO) 強磁性・強誘電薄膜²⁾ において、その光磁気特性を調べた。

結果 Fig.2 に、BLFCO 強磁性・強誘電薄膜における、磁気 Kerr 回転角および楕円率のレーザー波長依存性を示す。あわせて、本薄膜における、VSM を用いて測定した磁化曲線 (薄膜面内および垂直) と極 Kerr 効果測定装置 (レーザー波長: 658 nm) を用いて測定した磁化曲線も示す。いずれの光磁気特性検出方法においても、650 から 700 nm までの波長領域において、非常に大きな値が得られたが、磁気 Kerr 回転角においては極性が変化する様子も見られた。これらの変化は干渉によるものと考えられる。以上より、BLFCO 強磁性・強誘電薄膜は、優れた光磁気特性を有する可能性があるものの、その電気磁気効果を正しく測定するためには、磁気 Kerr 効果測定機構において、適切なレーザー波長および検出方法を選択する必要があることが判った。

参考文献 1) S. Yoshimura et al., Magn. Soc. Jpn., 42, 11-14 (2018). 2) 吉村, 他 第 42 回日本磁気学会学術講演概要集, 発表予定。

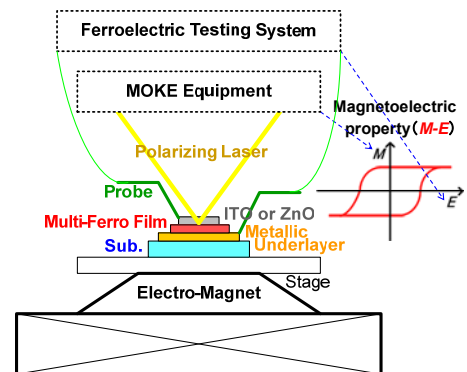


Fig.1 Schematic diagram of a new system for measurement of electromagnetic effect.

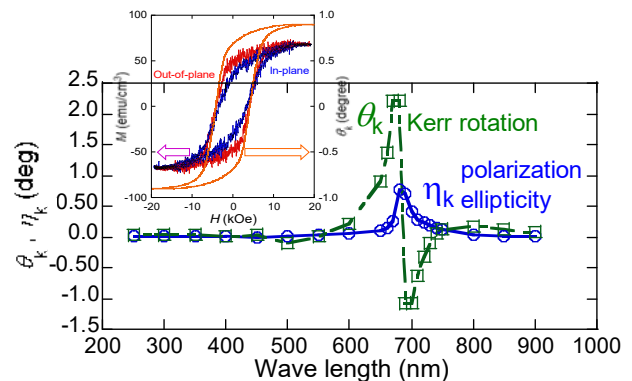


Fig.2 Dependence of θ_k and η_k on wavelength of polarized laser for BLFCO film. M - H curves (out-of-plane and in-plane) and θ_k - H curve are also shown.