

局所領域の面内/垂直磁化成分同時測定 Kerr 効果測定装置の開発

小田切 雄介、柳沢 栄二、目黒 栄、斉藤 伸* (ネオアーク株式会社、*東北大学)

MO Kerr effect sensing system for simultaneous detection of local magnetization components
along perpendicular/ in-plane to the film plane

Y. Odagiri, E. Yanagisawa, S. Meguro, S. Saito* (Neoark Corporation, **Tohoku University)

はじめに 軟磁性ナノドットおよび細線は、現在精力的に研究が進められている MRAM¹⁾ やスピントロニクス素子に代表される次世代磁気デバイスを構成する主要材料である。これらのデバイスは磁性材料の形状異方性を考慮して設計がなされるが、成膜時の誘導磁気異方性や加工プロセスの不完全性等により、面内・垂直磁化過程に予期せぬ磁気履歴が生じ、所望の特性を導出できない場合があるため、簡便かつ高感度に面内/垂直方向の磁化成分を分離できる局所磁気履歴曲線評価装置に対する需要が高まっていた。可視光レーザによる磁気光学効果を用いる測定は、原理的には波長程度の空間分解能を実現できると考えられ、またその検出原理により試料の非破壊性、評価の簡便性、高速性を併せ持つことから前記需要に相応するものである。我々はこれまで、レーザ特有の雑音に対する対策すなわち、発振モードの安定化およびコヒーレンシーの低下等を実現する装置設計指針ならびに極微量の磁気光学信号を高感度・高速に検出する装置設計について確立してきたが、面内/垂直磁化成分を分離する評価技術については取り組んでいなかった。本講演では、顕微鏡対物レンズを用いて Kerr 効果検出の空間高分解能化と検出高感度化とを両立した装置を用い、斜光入射磁気光学効果測定に縦カー効果と極カー効果が重畳することを利用してこれらを分離して計測可能な磁気履歴曲線評価装置 (μ -MOKE, μ -SMOKE) を開発したので報告する。

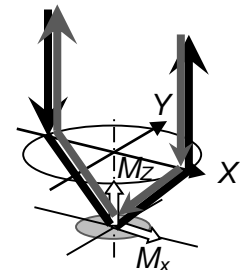


Fig. 1 Schematics of magnetization direction detection.

測定原理 Fig. 1 に今回検討した斜光入射光学系の対物レンズと試料周りの光軸の概略図を示す。同一入射面で正・逆両方向からレーザ光を入射させる場合、面内成分に起因する磁気光学信号は逆相となる一方、垂直磁化成分に起因する信号は同相となる。したがってこれらの信号を加算/減算処理することにより、垂直方向および面内方向成分の磁気履歴曲線を同時に、かつ分離測定可能となる¹⁻²⁾。

実験結果 Fig. 2 に本手法で計測した GdFeCo 薄膜の磁気履歴曲線を示す。垂直磁化成分に起因する信号が得られている一方で面内磁化成分の信号は検出されておらず、本試料が垂直磁化膜であることがわかる。FeTaN 薄膜の磁気履歴曲線では (Fig. 3) 面内磁化成分に起因する信号のみが検出されており、この試料が面内磁化膜であることがわかる。これらに対し Fig. 4 に示す FeCoTaZr 薄膜では、面内磁化成分の他に垂直磁化成分も検出されており、本試料では成膜時に何らかの垂直磁気異方性が発現したことが示唆される。

謝辞 本研究の一部は平成 26 年度補正ものづくり・商業・サービス革新補助金を受けて実施された。

参考文献 1) T. Nagai et al., *IEEE Trans. Magn.*, **39**, (2003). 2) S. Meguro et al., *Ann. Conf. Magn. Soc. Jpn.*, 7aF-10 (2010).

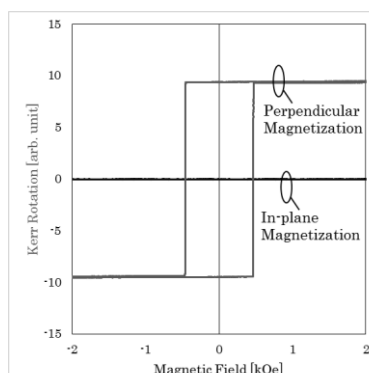


Fig. 2 Hysteresises for a GdFeCo film with applying field along perpendicular to the film plane.

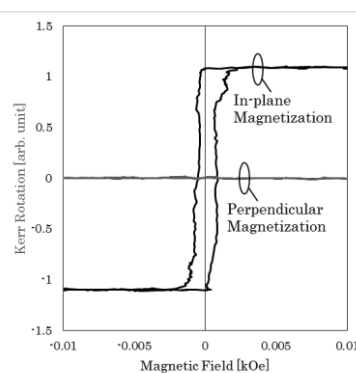


Fig. 3 Hysteresises for a FeTaN film with applying field parallel to the film plane.

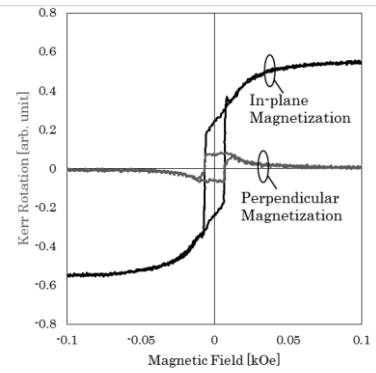


Fig. 4 Hysteresises for a FeCoTaZr film with applying field parallel to the film plane.