

磁気 Kerr 効果測定／変位校正機能を備えた 10⁻⁸ オーダの薄膜磁歪測定装置の開発

○目黒 栄, 飯田 達矢, 旗持 純, 小田切 雄介, *斉藤 伸 (ネオアーク, *東北大学)

Development of 10⁻⁸ order magnetostriction measuring system for thin film
with calibration function of displacement and measuring function of Kerr signal

S. Meguro, T. Iida, J. Hatamochi, Y. Odagiri, *S. Saito (Neoark Corp., *Tohoku Univ.)

はじめに 昨今の磁気デバイス用磁性薄膜では、要求仕様の導出のために様々な材料を用いて軟磁性を誘導する必要があり、磁歪の把握とその制御技術の確立は極めて重要である。薄膜磁歪の測定は片持支持した試料を回転磁界中に設置し磁化を磁場方向に飽和させた際の試料の反りを変位測定する方法により行われている。一般に変位量の計測には光てこ法が用いられる。10⁻⁷ 台以下の微小磁歪測定では、試料の磁極への吸引等のように測定変位に磁歪以外の成分が重畳する影響が無視できず、磁化の飽和領域を判定した上で磁歪成分を分離評価することが必要となる¹⁾²⁾。また微小磁歪を検出する光学系にはレンズ等の光学素子が用いられ、残存収差の影響を考慮すると幾何学的配置から微小な絶対変位量を算出することは精度的難しく校正が必要となる。そこで我々は光てこ光学系と縦 Kerr 効果光学系とを一体化し試料の磁化状態を判定できる機能を設け、さらに光ヘテロダイン変位計を搭載し同時計測可能とすることでナノメートルレベルの変位量校正機能も具備した新たな薄膜磁歪測定装置を開発したので報告する。

実験結果 Fig. 1 に開発した薄膜磁歪測定装置の構成図を示す。印加磁界は直交ヘルムホルツコイルを励磁して発生させ、回転周波数 30 Hz, 最大振幅 100 Oe とした。光てこプローブ光により縦 Kerr 効果も検出可能とするため、プローブレザ光を直線偏光とし、検出側では試料からの反射光を無偏光ビームスプリッタで分岐し、光てこ検出用 4 分割検出器と縦 Kerr 効果検出用偏光差動検出器にそれぞれ導いた。変位絶対値校正用の光ヘテロダイン変位計 (分解能 0.8nm) は試料に正対するよう配置し、試料の固定端近傍と解放端にビームを照射し反射光同士を干渉させた。Fig. 2 に厚さ 140 μm のガラス基板上に成膜した Ni₈₀Co₂₀ 薄膜 (膜厚 20 nm) の回転磁界下での磁歪変位量および縦 Kerr 信号を示す。磁歪変位は一軸対称性を反映し、回転磁界の 2 倍の周期で変化している。回転磁界振幅を増加させるとともに磁歪変位と Kerr 信号はともに振幅が増大するとともに波形歪が小さくなり振幅が飽和することがわかる。Kerr 信号は磁歪変位とは独立に得られるため、磁歪変位が小さい場合でも飽和領域の判断が可能である。光テコ信号の校正は磁歪変位の大きい試料を用いて行った。Fig. 3 に厚さ 140 μm のガラス基板上に成膜した Ni および NiFe 薄膜 (膜厚 100 nm) の回転磁界振幅に対する磁歪変位および Kerr 信号を示す。NiFe 薄膜は 50 Oe 以上で変位および Kerr 信号が飽和しているが、Ni 薄膜ではいずれも飽和しておらず、印加磁界が不足していることがわかる。計測された Ni₈₀Co₂₀ 薄膜の磁歪は 6.0×10⁻⁶, NiFe 薄膜の磁歪は 3.4×10⁻⁷であった。講演では 10⁻⁸ オーダの磁歪測定についても報告する。

参考文献 1) “磁性薄膜の測定法”, トリケップス, 67 (1990). 2) T. Kawai *et al.*, *Thin Solid Films*, **519**, 8429 (2011).

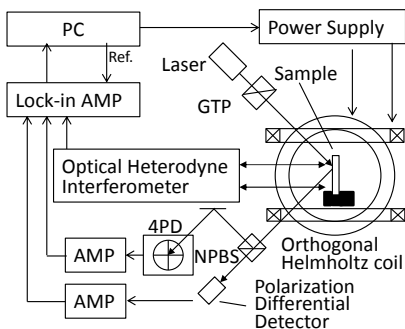


Fig.1 Diagram of the magnetostriction measuring system with calibration function of displacement and measuring function of Kerr signal.

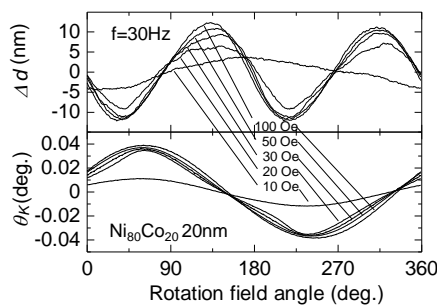


Fig.2 Relations of magnetostriction displacement Δd and the Kerr signal θ_K for the angle of the rotating magnetic field in Ni₈₀Co₂₀ film.

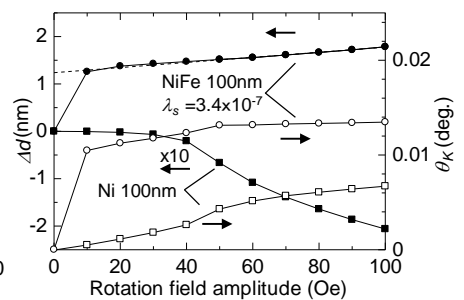


Fig.3 Relations of the magnetostriction displacement Δd and the Kerr signal θ_K for the rotating magnetic field in NiFe film and Ni film.