光ファイバ電流センサ用
Fe 超薄膜の Faraday 効果増大への基礎検討

井原敬人，花田貴拓，北澤真，久保利哉*，宮本光教*，佐藤敏郎，曽根原誠
（信州大学，*シチズンファインデバイス株式会社）

Fundamental study of Faraday Effect Enhancement of Fe thin film for optical probe current sensor

H. Ihara, T. Hanada, S. Kitazawa, T. Kubo, M. Miyamoto, T. Sato, M. Sonehara
(Shinshu Univ., *CITIZEN FINEDEVICE CO., LTD)

はじめに

Faraday 効果を利用した光磁気センサは，高絶縁性，耐電磁ノイズ性，非接触でリモートセンシングが可能であるので[1]，ファイバコイルや希土類ガーネット結晶を用いたものが実用化されているが，電気電子機器の組込み光磁気センサへの応用はほとんどないのが実情である．そこで我々は，組み込み光磁気センサとしてセンシングヘッド部に Fe 超薄膜を用いることに着目した．本稿では，Fe 超薄膜の Faraday 効果増大への基礎検討を行ったので報告する．

実験方法

Fig.1 にスパッタ法でガラス基板上に作製した Fe 超薄膜を示す．30 nm-Fe 単層構造膜と Fe 総膜厚が 30 nm となるよう Fe 層を 3 層，6 層と分けた多層構造膜を透過型磁性膜とし作製した．また，透過型磁性膜の最下層に Ag 反射層を挿入し，膜への入射光量を増やすため反射防止膜に Ta_2O_5 を用いたものを反射型磁性膜とし作製した．多層構造をとることで界面の屈折率差による膜内での多重反射を利用すること，また Ag 反射層での光の反射で光路を長くすることで Faraday 効果増大を狙った．

Faraday 効果測定には，光源として He-Ne レーザ（波長:633 nm）を用いた．光源からの光を偏光子（グラントムソンプリズム）で直線偏光性を高めた後に，膜面垂直方向に磁界印加された試料へ透過させる．そして，試料からの透過光は半波長板を通過し，偏光ビームスプリッタ（PBS）で P 偏光と S 偏光に分光した．磁界に対する P，S 偏光強度から Faraday 回転角の評価を行った．このとき，磁界印加に最大印加磁界 10 kOe の電磁石を用いた．

実験結果

Fig.2 に作製した Fe 超薄膜の Faraday 回転角を示した．透過型磁性膜において Fe 層の層数を増やすことで回転角は増大した．これは，Fe 層の層数が増えることで同時に界面が増え，界面反射が起こり Fe 層を透過する光路が長くなったためである．反射型磁性膜では 6 層を除いて，Ag 反射層で光が反射することにより透過型磁性膜の光路の 2 倍になるので，回転角も約 2 倍大きくなる結果となった．今回は Fe 層を 3 層とし Ag 反射層を挿入することで，計算値より 4.6 倍 Faraday 回転角を増大することが出来た.また，膜面垂直方向の 10 kOe の外部磁界では，Fe 超薄膜はまだ飽和磁化しておらず，最大 Faraday 回転角はより大きいと推測される．

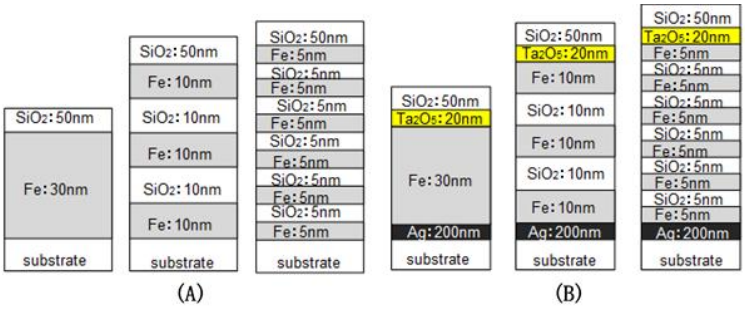

Fig.1 Structure of Fe thin film. (A) Transmission Type and (B) Reflection Type.

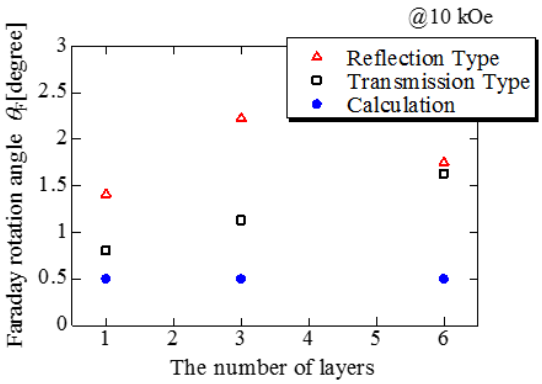

Fig.2 Measurement results for Faraday rotation angle of Fe thin film(A)Transmission Type and (B)Reflection Type.

参考文献

1)　田村仁志，戸塚俊秀，中谷努，鎌田修，Journal of the Magnetics Society of Japan,Vol.34,No4,537(2010)