

光プローブ法を用いた磁性薄膜の高周波応答の観測

齊藤悠一, 栢修一郎, 石山和志
(東北大学 電気通信研究所)

Observation of magnetic thin films excited by RF using laser probe

Y. Ssaito, S. Hashi and K. Ishiyama

(Research Institute of Electrical Communication Tohoku University)

背景

我々はこれまで磁気光学結晶を用いることで、比較的低侵襲に高周波回路から発生する磁場の二次元分布を観測する手法を開発してきた。また、昨今の通信産業の急速な発展に伴い、漏洩磁場の可視化だけでなく軟磁性材料を用いたノイズ抑制などの応用研究も重要性を増している。しかし既存の磁性材料の多くは GHz 帯といった高周波帯での応答が小さく、今後のさらなる高周波化によって応用困難な状況の到来が予想される。これを打破するためにも磁性材料の高周波帯における特性に対して深い知見を得ることが必要不可欠である。そこで本研究では、高周波回路 (MSL: Microstrip Line) から発生した磁場によって軟磁性材料を励起状態にし、そのときの磁性体の応答を磁気光学 Kerr 効果によって観察した。

方法

本研究では Tamaru らの手法¹⁾を参考に、高周波ポンプ-光プローブ法による測定系を構築した。プローブ光源には Ti:Sapphire レーザー (繰り返し周波数: 約 84MHz) を用いた。レーザーの発振タイミングに同期させた高周波信号発生器から MSL へパルス変調信号を伝送することで、MSL 上に設置した磁性薄膜は磁気的に励起される。この励起状態を磁気光学効果の一つである極 Kerr 効果を用いプローブ光の偏光軸の回転として観測した。なお、励起信号と同様にパルス変調された光信号はバランスフォトディテクトで電圧信号に変換した後にロックイン検出した。

結果

磁場中 RF スパッタリングにより成膜した CoZrNb(100nm)/SiO₂(25nm) の 4 層積層膜を MSL 上に設置し、高周波信号 (1.2GHz, 15dBm) とプローブ光 (波長: 800nm, パルス幅: 23.5fs) を用いた二次元イメージングを取得した (Figure 1)。これまでに我々が得ている知見²⁾では磁性ガーネットの励起状態は MSL のエッジ付近に局在していたが、今回の研究によって CoZrNb 薄膜の励起状態は MSL のエッジに局在せず広がりを持っていることが確認できた。

謝辞

本研究に使用した機材の一部を提供していただいた理化学研究所の保科宏道上級研究員と大谷知行チームリーダーに深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Tamaru, Shingo, et al. Journal of Applied Physics 91.10 (2002).
- 2) Nasuno, Hiroshi, Shuichiro Hashi, and Kazushi Ishiyama. IEEE Transactions on Magnetism 47.10 (2011).

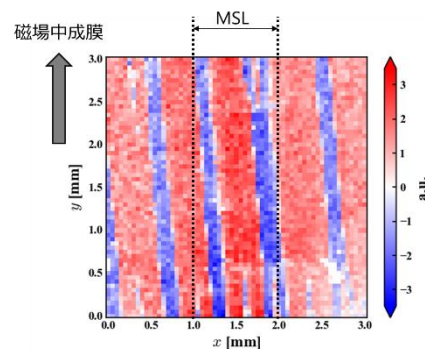


Figure 1 イメージング結果
領域 3mm×3mm, 分解能 0.05mm