

強磁性薄膜とスピン流 (5) * * * FMRの角度依存測定 * * *

関連製品：電子スピン共鳴装置(ESR)

強磁性体のESRである強磁性共鳴(FMR)スペクトルは、静磁場のかかる方向により、共鳴磁場が著しく変化するという特徴をもつ。これは、試料の形状異方性や、磁化の異方性効果に伴う反磁場項の影響による。

FMRの角度回転測定を行うと、飽和磁化($4\pi M_s$)など、磁性体に関する物性情報を得ることができるだけでなく、逆スピンホール効果の角度依存を調べる手がかりとなる。

試料と方法

アプリケーションノート[1]にて使用したのと同じ、NiFe合金(Py)とPdの2層膜を試料として、Pd箔両端の電圧と強磁性共鳴(FMR)スペクトルを角度回転装置(図1: ES-UCR3X)を用いて15度ステップで同時測定した。



図1 ES-UCR3X (角度回転装置)

FMRスペクトルの角度依存性

FMRの角度回転実験の結果と式(2)より、この試料の飽和磁化 $4\pi M_s = 0.344$ T、 $(\omega/\gamma) = 0.32$ Tを見積もることができた。さらに、FMRにおける平衡条件式(1)を用いると、 θ_H と θ_M の関係を図2(b)に示すように計算することが可能となる[2,3]。

$$2\frac{\omega}{\gamma}\sin(\theta_H - \theta_M) + 4\pi M_s \sin(2\theta_M) = 0 \quad (1)$$

得られた4つのパラメーターを共鳴条件式(2)に代入することによって、共鳴磁場を計算することができる[2,3]。図2(a)に示すシミュレーション結果は、実測値をよく再現できている。

$$\left(\frac{\omega}{\gamma}\right)^2 = (H_{FMR} \cos(\theta_H - \theta_M) - 4\pi M_s \cos(2\theta_M)) \cdot (H_{FMR} \cos(\theta_H - \theta_M) - 4\pi M_s \cos^2(\theta_M)) \quad (2)$$

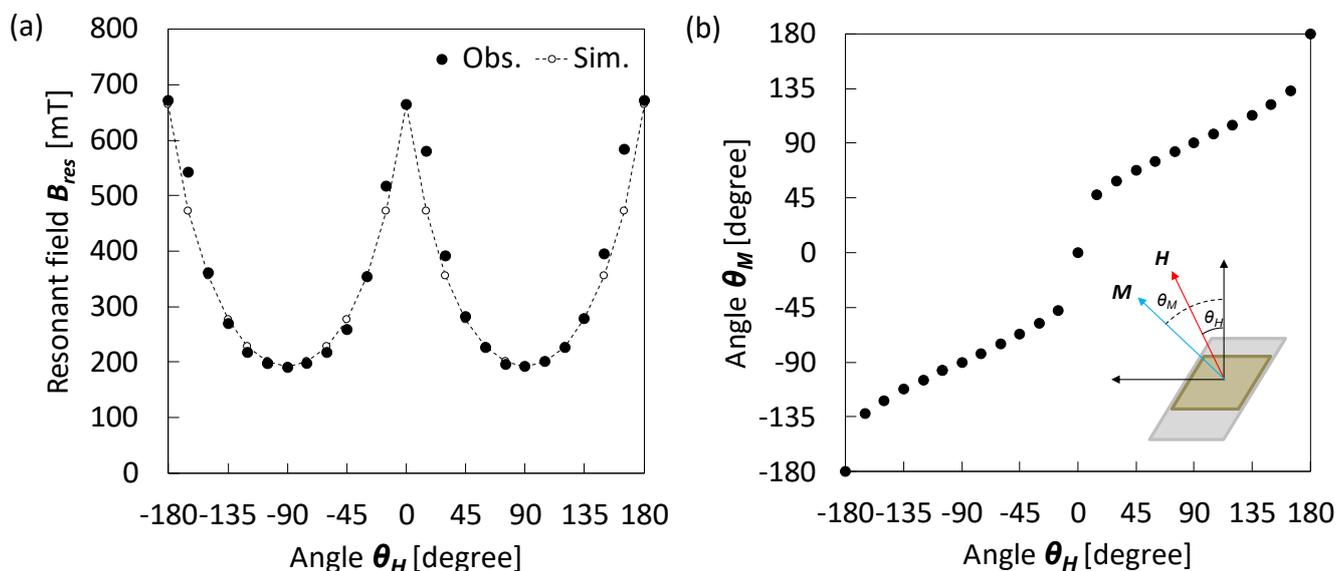


図2 Py/Pd金属層薄膜のFMRスペクトル角度依存性の解析例

参考文献

- [1] JEOL RESONANCE Inc. Application note No. ER190002
- [2] K. Ando, Y. Kajiwara, S. Takahashi, S. Maekawa, K. Takemoto, M. Takatsu, and E. Saitoh, Phys. Rev. B, 78(2008), 014413.
- [3] K. Ando, S. Takahashi, J. Ieda, Y. Kajiwara, H. Nakayama, T. Yoshino, K. Harii, Y. Fujikawa, M. Matsuo, S. Maekawa, and E. Saitoh, J. Appl. Phys. 109(2011), 103913.

Copyright © 2019 JEOL Ltd.

このカタログに掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせ下さい。

