

MOD 法で作製したエピタキシャル YIG 薄膜の動的磁気特性の膜厚依存性

Thickness dependence of the dynamic magnetic properties for the epitaxial YIG films

fabricated by a metal-organic decomposition method

福岡大理 °笠原 健司, 末田 真悟, 眞砂 卓史

Fukuoka Univ., °K. Kasahara, S. Sueda, T. Manago

E-mail: kasaharakenji@fukuoka-u.ac.jp

【はじめに】

イットリウム鉄ガーネット(YIG)は、ダンピング定数が極めて小さく、スピン波の伝搬長が非常に長いことから、スピン波の伝搬媒質として盛んに研究されている。我々は高品質な YIG 薄膜を形成する手法として、有機金属分解(MOD)法に注目している。この手法は、材料の有機金属を有機溶剤に溶かした溶液 (MOD 溶液)を基板にスピコートし、大気中で熱処理するだけで高品質な YIG 薄膜の形成が可能であり、高価な真空装置を必要としないことから、簡便かつ安価な成膜手法として期待されている。本研究では、MOD 法で厚さの異なる YIG 薄膜を作製し、強磁性共鳴(FMR)法により、その動的磁気特性の膜厚依存性を調査した。

【実験方法】

化学洗浄したガドリニウムガリウムガーネット(111)基板に MOD 溶液(Y:Fe = 3:5)をスピコートし、ホットプレートで加熱した後(100 °C, 10 min), 有機基を分解するためにマッフル炉で 450 °C, 30 min, 大気中でバークした(分解バーク)。MOD 溶液のスピコートから分解バークまでの工程を $N=1 \sim 5$ 回を行い、YIG 薄膜の厚さを変化させた。YIG の膜厚は塗り回数 N に比例し、一回あたり~60 nm 増えることを確認している。最後に、YIG の結晶化のために、管状炉を用いて 900 °C で3時間、大気中でアニールした。コプレーナウェーブガイドとベクトルネットワークアナライザを用いた FMR 測定により動的磁気特性の評価を行なった。

【結果】

Figure 1(a) は、各 N における FMR スペクトルの半値全幅 $\mu_0 H_{FWHM}$ と周波数 f の関係をプロットしたグラフである。どの N においても、 $\mu_0 H_{FWHM}$ は f に対してほぼ比例していることがわかる。 $\mu_0 H_{FWHM}$ と f の関係は、 $\mu_0 H_{FWHM} = \mu_0 H_0 + (4\pi/\gamma)\alpha f$ に従うことから($\mu_0 H_0$:ゼロ磁場での広がり, γ :磁気回転比, α :ダンピング定数), フィットングを用いて各 N の $\mu_0 H_0$ と α の値を算出した.[Figs. 1(b)および 1(c)] $\mu_0 H_0$ と α はどちらも、 N の増加と共に単調に増加しており、YIG 膜厚の増加と共に動的磁気特性は明瞭に劣化することが判明した。特に α は、 $N \geq 2$ times で強磁性金属であるパーマロイ(Py)のダンピング定数($\alpha \sim 0.007$)よりも大きくなっており、 N の増大で著しく劣化していることもわかった。[1] 本講演では、この原因について結晶構造や静的磁気特性の解析とあわせて詳細に議論する。

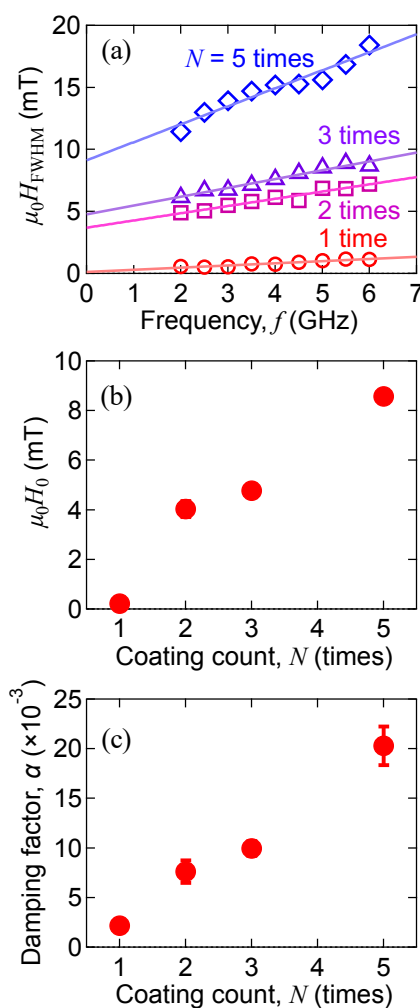


Fig. 1 (a) Frequency dependence of the $\mu_0 H_{FWHM}$ for the FMR spectra for $N = 1 \sim 5$ times and N dependence of (b) the inhomogeneous broadening for zero frequency and (c) the damping factor for the YIG films.

[1] K. Kasahara, S. Sueda, and T. Manago, AIP Advances **12**, 015204 (2022).