

短絡同軸線路による磁性薄膜の 30GHz までの複素透磁率測定

武田 茂、青木 英恵*、山崎真之介**、増本 博*、鈴木洋介**
 (Magnontech, *東北大学, **キーコム株)

Complex permeability measurement of magnetic thin film up to 30 GHz by short-circuited coaxial line

S. Takeda, H. Aoki*, S. Yamasaki**, H. Masumoto*, H. Suzuki**
 (Magnontech, Ltd., *Tohoku University, **KEYCOM Corp.)

はじめに 遮蔽型短絡マイクロストリップ線路(MSL)を用いて磁性薄膜の複素透磁率¹⁾及び短絡同軸線路(SCL)を用いて磁性シートの複素透磁率の測定方法も報告した²⁾。今回、短絡同軸線路を用いてトロイダル形状の面内等方性磁性薄膜の複素透磁率を 30GHz まで測定したので報告する。

実験方法と解析方法 短絡同軸線路としては APC-7 を用いた。磁性薄膜(Co-SiO₂³⁾)は、トロイダル形状の 7 mmφ x 3 mmφ x 0.5 mm のガラス基板の上にスパッタ法で作製し、その厚みは 1.5 μm である。磁性薄膜は垂直異方性を有し、面内の異方性はほとんどない。複素透磁率測定の際のゼロ点補正は強い静磁界(5240 Oe)を印加する field 法を用いた。Fig.1 に短絡同軸線路に薄膜試料を挿入した場合の概略断面図を示す。試料面は短絡部に接触するようにする。このとき、電源側の基板面を標準面として短絡部側を集中定数近似し、等価回路を LC 並列回路として解析した。結合係数は $h = t/(d+t) = 0.03$ と比較的正確に求められるので、絶対測定が可能である。d=0.5 mm は基板の厚み、t=1.5 μm は薄膜の厚みである。ただし、MSL と異なり、Fig.2 に示すように、field 法を採用し外部から静磁界 H_{ext}を加えた場合、A 部、C 部は H_{ext} と h_{rf} は平行で、この部分は $\mu=1$ と考えられるが、D 部と B 部は垂直であり H_{ext} による強磁性共鳴の信号(FMR2)が残る。この信号を LLG 方程式より算出したものと同じと仮定して差し引き、磁性薄膜材料自体の透磁率(FMR1)を導出した。Fig.3 が検出された信号であり、Fig.4 が外部磁界 H_{ext} による強磁性共鳴の信号を差し引いた材料自体の値(FMR1)である。

参考文献

- 1) S. Takeda, M. Naoe, *J. Magn. Mang. Mater.*, **449** (2018) 530-537,
- 2) 武田、Ranjit Sai, 青木、山口、発知、本村、鈴木、「短絡同軸線路を用いた高周波透磁率の測定—30GHz への挑戦」、電気学会マグネティクス研究会資料 MAG-15-170 (2016), 於富山高専,
- 3) H. K. Aoki, S. Takeda, S. Ohnuma, H. Masumoto, *IEEE Magn. Lett.* (2018), in press.

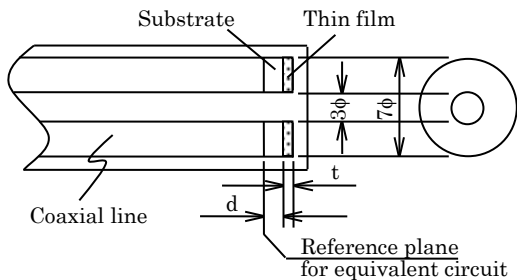


Fig.1 Cross-sectional view of short-circuited coaxial line loading a toroidal thin film.

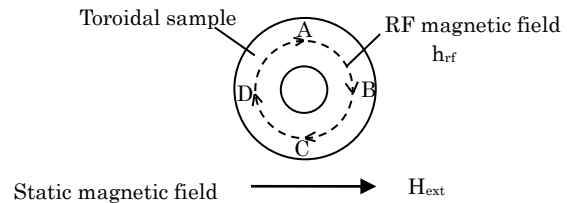


Fig.2 Schematic configuration of static magnetic field and RF magnetic field in the toroidal sample.

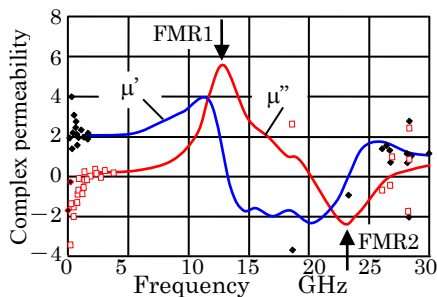


Fig.3 Measured μ - f curve of magnetic thin film on 0.50 mm substrate with 1.5 μm thickness by field method (5.3kOe)

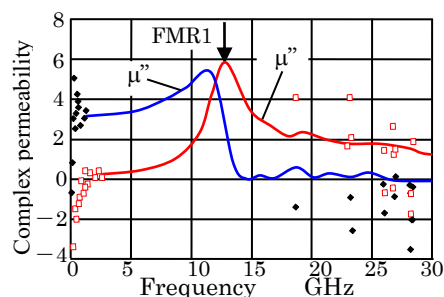


Fig.4 Corrected μ - f curve of Fig.3 by LLG equation.