

磁性薄膜の応力と強磁性共鳴の評価

森 修, 藪上 信*, 遠藤 恭**, 島田 寛**, 内海 良一
(東栄科学産業, *東北学院大学, **東北大学)

Ferromagnetic resonance and stress of magnetic thin film by microstrip probe

O. Mori, S. Yabukami*, Y. Endo**, Y. Shimada**, R. Utsumi

(Toei Scientific Industrial co., ltd, *Tohoku Gakuin University, **Tohoku University)

1 はじめに インピーダンス整合を考慮したマイクロストリップ型プローブを磁性膜に近接させ強磁性共鳴周波数と応力との関係の評価した。

2 計測方法 Fig. 1 は磁性薄膜への歪みの印加方法を示したものである。磁性薄膜上部からマイクロストリップ型プローブを磁性薄膜にポリスチレンフィルムを介して近接配置し、磁性薄膜へ Fig. 1 のようにスペーサ (PTFE フッ素樹脂, 約 0.2 mm 厚) を薄膜下に配置することで、磁性薄膜へ応力を与え、薄膜内部の異方性を変化することにより、強磁性共鳴周波数の変化を評価する。マイクロストリップ線路に流れる高周波電流は線路の幅方向に高周波磁界を励磁するため、薄膜の磁化困難軸方向をマイクロストリップの幅方向と平行にして、強磁性共鳴周波数を評価する。プローブは同軸ケーブルを介してネットワークアナライザ (アジレントテクノロジー製 N9928A) に接続し、薄膜の容易軸方向へ約 1700 Oe の直流磁界を印加し、ほぼ飽和させた状態でネットワークアナライザをキャリブレーションする。その後磁界を解除してメインの測定をする。

3 計測結果 Fig. 2 に NiFe 薄膜 (24 mm × 12 mm, 厚さ 50 nm) のインピーダンスに対する磁性薄膜の寄与分 ($50(1-S_{21})/S_{21}$)¹⁾ を周波数に対して示した。メイン測定は磁化容易軸方向へ 150 Oe の直流磁界を印加させて透過係数 (S_{21}) を測定した。BW は 1 kHz, 平均化回数は 10 回とした。NiFe 薄膜はガラス基板 (厚み 0.15 mm) 上に RF スパッタにより約 50 nm 成膜し、光てこ法で測定した磁歪定数は約 5×10^{-6} であった。Fig. 2 の実線は応力を印加しない状態、破線は Fig. 1 のように NiFe 薄膜へ引っ張り応力を与えた場合、一点破線は Fig. 1 の薄膜と基板を反転させて NiFe 薄膜へ圧縮応力を与えた場合の強磁性共鳴の変化を併記した。与えた歪みは Fig. 1 に記載するように厚さの変化が約 0.2 mm 程度であり、これを円周近似すると曲率半径は約 0.36 m と見積もられる。Fig. 2 より応力印加による強磁性共鳴周波数の変化は圧縮応力および引っ張り応力ともに約 230 MHz であった。磁性薄膜の容易軸方向へ引っ張り応力を

与えた場合には磁性薄膜の異方性磁界が高くなり、強磁性共鳴周波数が高周波化したものと考えられる。一方磁性膜厚の容易軸方向へ圧縮応力を与えることで、異方性磁界が低下し、強磁性共鳴周波数が低下したものと考えられ、これらの結果は定性的に合理的と考えられる。今後は共鳴周波数シフトと磁歪定数との関係の妥当性について吟味し、磁歪評価へ進める予定である。

謝辞 本研究の一部は宮城・仙台富県チャレンジ応援基金事業の成果である。

参考文献 1) T. Kimura, S. Yabukami, T. Ozawa, Y. Miyazawa, H. Kenju, and Y. Shimada, *Journal of the Magnetism Society of Japan*, **38**, 87 (2014).

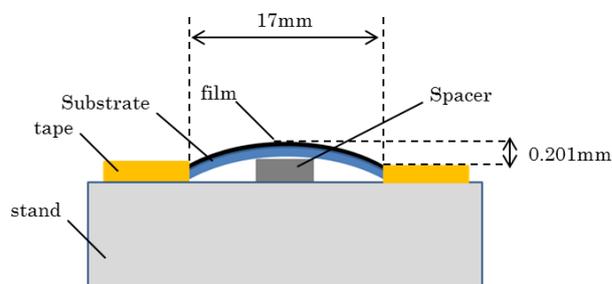


Fig. 1 Schematic of measurement system.

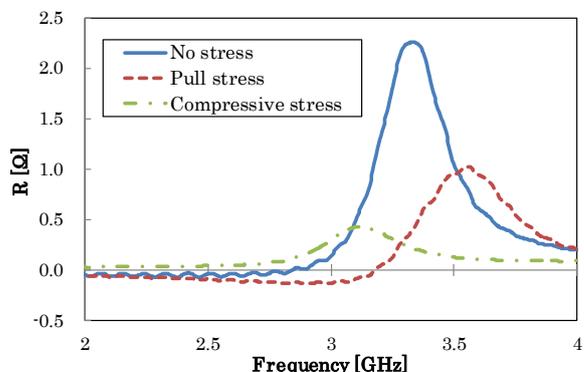


Fig. 2 FMR of FeNi film (24 mm × 12 mm, 50 nm thick).