

MI 効果に及ぼす強磁性結合 [NiFeMo/Cu] 多層薄膜の積層回数の効果

Effect of the Number of Layers in Ferromagnetically Coupled [NiFeMo/Cu] Multilayered Films on MI effect

○土田優太¹, 望月航介², 芦澤好人³, 中川活二³, 今池健³*Yuta Tsuchida¹, Kosuke Mochizuki², Yoshito Ashizawa³, Katsuji Nakagawa³, Takeshi Imaike³

Magnetic sensors based on the magneto-impedance (MI) effect are attracting attention as compact sensors for biometric information that can be used at room temperature. In this study, we investigated the effect of the number of layers of ferromagnetically coupled [NiFeMo/Cu] multilayered thin films on MI effect to enhancement.

医療現場において心磁界, 脳磁界検出などの生体磁気計測のために小型で高感度な磁気センサが注目されている。現在, 生体磁気のような非常に微小な磁界を読み取るための高感度センサとして, SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) 磁束計が用いられているが, 極低温でのみ動作が可能という点から液体ヘリウムが必要である。また, 装置が巨大といったデメリットが存在する。これらのデメリットが解消できる常温で使用可能で, 小型高感度な磁気センサとして, 外部磁界によってインピーダンスが変化する磁気インピーダンス (MI) 効果を用いた磁気センサが注目されている。

これまで我々は, 軟磁気特性に優れる NiFeMo 薄膜を用いた MI 効果を検討^{[1][2]}してきた。MI 効果増大に向けた軟磁気特性の観点から, 厚さ 50 nm の NiFeMo 薄膜を極薄の Cu で強磁性的に結合した NiFeMo/Cu/ NiFeMo 3 層の薄膜構造が検討されてきた^[1]。しかし, 磁性層の膜厚が薄いため, MI 効果を起こす原因の表皮効果の影響が小さくなるなど, 磁気インピーダンス効果増大の観点からは検討が十分ではない。そのため, 薄膜の良好な軟磁気特性を確保しつつ, 表皮効果の影響を大きくするために [NiFeMo/Cu] 層の積層数を増加し, MI 効果増大のための積層数の増大の効果を検討する。

試料は, RF マグネトロンスパッタリング法により, Cu はガス圧 0.8 Pa, 投入電力 50 W, FeNiMo はガス圧 0.8 Pa, 投入電力 50 W の条件で石英基板上に作製した。また膜構成は Si sub / [FeNiMo (50 nm) / Cu (3 nm)]_n / FeNiMo (50 nm) とし, 積層回数 n を変化して実験を行った。また, 図 1 に本実験で使用した MI 効果の測定系を示す。作製した多層薄膜を導波路上に配置し, 薄膜にかかる外部磁界を変化させて, VNA (Vector Network Analyzer) を用いて S_{21} を測定する。外部磁界を加えていないときの S_{21} を基準とし, 外部磁界を変化させたときの S_{21} の変化率を以下の式 (1) により計算し ΔS_{21} として, MI 効果を評価した。

$$\Delta S_{21} = \frac{\{S_{21}(H_{\text{ext}}) - S_{21}(0)\}}{S_{21}(0)} \quad (1)$$

講演では, 作製した [NiFeMo/Cu] 多層薄膜の積層数に対する磁気特性及び MI 特性について議論する。

参考文献

- [1] 平山慶明, 芦澤好人, 中川活二, 「非磁性 Cu 中間層を用いた NiFeMo 薄膜の軟磁性化」, 第 46 回日本磁気学会学術講演会, 08pC-11 (2022).
- [2] 望月航介, 芦澤好人, 中川活二, 今池健, 「ポリイミド基板上に作製した NiFeMo 薄膜の磁気インピーダンス効果」, 電子情報通信学会ソサエティ大会, C-6-4 (2023).

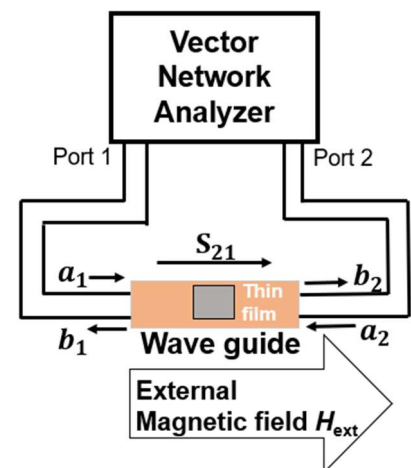


Figure 1 Measuring system of magneto-impedance (MI) effect