

巨大磁気インピーダンス効果用 NiFeMo 薄膜の構造及び磁気特性の膜厚依存性

Thickness Dependence of NiFeMo Films on Structure and Magnetic Properties for Giant Magneto-impedance Effect

○平山慶明¹, 芦澤好人², 中川活二²*Yoshiaki Hirayama¹, Yoshito Ashizawa², Katsuji Nakagawa²

The superconducting quantum interferometer SQUID used as a high-sensitivity magnetic sensor has a large-scale device, uses liquid He, and has to maintain a cryogenic state, so the running cost is high. Therefore, it can operate at room temperature. We focused on the magnetic impedance sensor as a sensitivity magnetic sensor. Therefore, in this study, we focused on inter-layer magnetic domain wall coupling to obtain soft magnetic property in a multilayer structure with magnetic and non-magnetic layers, and investigated the film thickness dependence of a NiFeMo single-layer thin film, which shows large saturation magnetization and excellent soft magnetic properties, on the structure and magnetic properties.

背景

高感度磁気センサとして用いられている超電導量子干渉素子 SQUID は装置が大規模で、液体 He を使用し、極低温状態を維持しなければならないため、ランニングコストが大きい。そこで室温で動作可能な高感度磁気センサとして磁気インピーダンスセンサに着目した。既に心磁界のような微弱な磁場を測定可能な磁気インピーダンスセンサは報告¹⁾されているが、より巨大な変化が得られる多層膜構造に基づく生体情報観測用センサの研究はまだ未発展領域である。そこで本研究では、多層膜構造の磁壁結合における軟磁性化に着目し、飽和磁化が大きく、優れた軟磁気特性を有する NiFeMo 薄膜を磁性層として用いるため、NiFeMo 単層薄膜の構造及び磁気特性の膜厚依存性について検討した。

実験方法

NiFeMo 薄膜は RF マグネトロンスパッタリング法を用いて SiO₂ 基板に成膜した。到達真空度は 1.3×10^{-3} Pa 以下、Ar ガス圧は 0.8 Pa、投入電力 80 W とした。NiFeMo 薄膜の膜厚 d は 50, 100, 300 nm とした。作製した磁性薄膜は、振動試料型磁力計 VSM を用いて薄膜の面に平行な方向の磁気静特性を測定した。

実験結果

強磁性体内に形成される磁壁は材料の磁気異方性や膜厚 d によって変化し、膜厚が厚い場合にはブロッホ磁壁、薄い場合にはネール磁壁が形成される。磁気特性は形成される磁壁及び磁区構造に依存するため、種々の膜厚の NiFeMo 薄膜の静磁気特性を評価した。測定結果を Figure 1 に示す。 $d \geq 100$ nm では、磁化困難方向成分が存在し飽和磁界 H_S が 10 kA/m を超えている。一方、 $d = 50$ nm においては磁化容易方向の磁化曲線が得られ、 $H_S = 0.5$ kA/m、保磁力 $H_C = 0.06$ kA/m、飽和磁化 $M_S = 2.7$ kA/m の最も優れた軟磁気特性を示した。これは薄膜化することで、磁壁がネール磁壁となり軟磁気特性が向上したためと考えられる。したがって、ネール磁壁とブロッホ磁壁の境界は 50 nm から 100 nm の間にあると予測される。

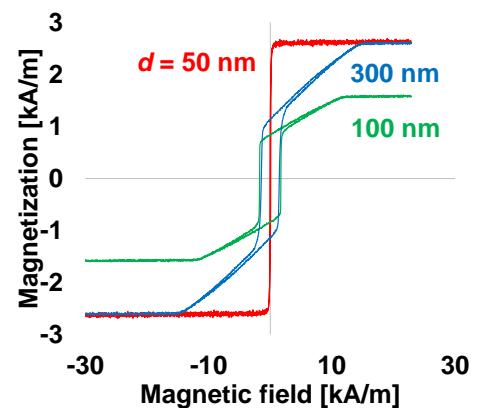


Figure 1. Magnetic hysteresis curves for NiFeMo thin films as a function of the film thickness, d .

謝辞 本研究は、平成 31 年度理工学部プロジェクト研究助成金の支援を受けた

参考文献

[1] H. Kikuchi, S. Yabukami, M. Yamaguchi, K. I. Arai, and T. Suzuki: J. Magu Soc. Jpn., Vol. 26 pp.562-565, 2002.

1 : 日大理工・院 (前)・電子, 2 : 日大理工・教員・電子