

Co-Fe-B 薄膜における構造と磁気特性の膜厚による変化

田中 治憲, 宮崎 孝道, 遠藤 恭 (東北大学)

Change in Structural Characteristics and Magnetic Properties for Co-Fe-B Thin Films with Thickness

H. Tanaka, T. Miyazaki, Y. Endo (Tohoku University)

はじめに

Co-Fe-B 薄膜は, MRAM やスピントルクダイオードなどのスピントロニクスデバイスにおける磁気トンネル接合素子の強磁性電極層に用いられる有力な材料の 1 つであり, その動的磁気特性に関して盛んに研究が行われている¹⁾. しかしながら, Co-Fe-B バルク合金の飽和磁気ひずみ (λ_s) が 20 ppm と高いにもかかわらず²⁾, これまでの研究では λ_s および α と動的磁気特性との関係について検討されていない. 本研究では, λ_s と動的磁気特性の重要なパラメータの 1 つであるダンピング定数 (α) との関係把握するために, 膜厚の異なる Co-Fe-B 薄膜の構造と磁気特性について詳細に検討した.

実験方法

試料作製は RF スパッタリング装置を用いた. 作製した試料の膜構成に関しては, ガラス基板上に膜厚を 3 ~ 100 nm と可変させた Co-Fe-B ($\text{Co}_{37}\text{Fe}_{43}\text{B}_{20}$) 薄膜である. なお, 組成については, EDX および飽和磁化値をもとにして決定した.

作製した薄膜の結晶構造および表面形状評価には, XRD, TEM および AFM を用いた. また, 磁気特性評価には, VSM, 光てこ法を用いた高感度薄膜磁歪測定装置およびブロードバンド強磁性共鳴 (B-FMR) 測定装置を用いた.

実験結果および考察

XRD パターンからわかるように (図 1), 膜厚によらず回折ピークは観測されなかった. これらの結果から, Co-Fe-B 薄膜の結晶構造は, 膜厚に依存せず, いずれもアモルファスであることがわかった. 一方, 表面粗さ (RMS) は, 膜厚によらずほぼ一定となり, それらの値はおおよそ 1 nm であった. この結果は, 膜表面が比較的平坦であることを示唆している.

このような結晶構造および表面形状を有する Co-Fe-B 薄膜の磁気特性を評価した. その結果を図 2 に示す. λ_s は, 膜厚 10 nm 付近まで増加し, さらに膜厚を増加させるとほぼ一定となった. また, いずれの膜厚においても λ_s の値は 40 ~ 70 ppm であり, バルク値 (20 ppm) に比べて高くなった. この原因は製膜時の応力誘起によるものと考えられる. 一方, α は膜厚の増加とともに 0.011 から 0.005 へと急激に減少し, 膜厚 10 nm 以上ではほぼ一定となった. とりわけ, 10 nm 以下の膜厚における α の増大は, 材料固有の α に加えて, 異方性分散などの磁気的不均一性によるものと考えられる.

謝辞

本研究を行うにあたり, 試料作製および測定の一部に関して, 東北大学電気通信研究所 石山 和志 教授, 杉 修一郎 准教授, 東北大学多元物質研究所 北上 修 教授, 岡本 聡 准教授, 菊池 伸明 助教のご協力を得ました. ここに深謝します. 本研究の一部は, 東北大学スピントロニクス学術連携研究教育センター, 東北大学先端スピントロニクス研究開発センター, 東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センターの支援により行われた. また, 本研究の一部は, 科研費(No. 17H03226)の補助のもとで行われた.

参考文献

- 1) D. D. Djayaprawira *et al*, Appl. Phys. Lett., **86**, 092502 (2005).
- 2) R. C. O'Handley, *Modern Magnetic Materials Principles and Applications*, John Wiley & Sons, Inc., NY, USA, (1999).

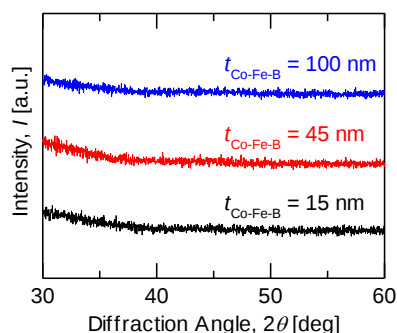


Fig. 1. X-ray diffraction patterns for $\text{Co}_{37}\text{Fe}_{43}\text{B}_{20}$ thin films with various thicknesses.

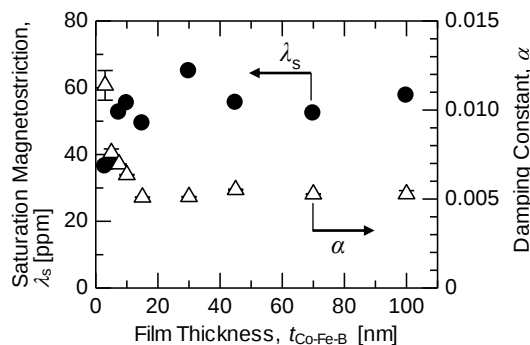


Fig. 2. Change in the saturation magnetostriction (λ_s) and damping constant (α) of $\text{Co}_{37}\text{Fe}_{43}\text{B}_{20}$ thin films with thickness.