

セラミックス層を導入した Co-SiO₂ ナノグラニューラー膜の構造と磁気特性

青木英恵、大沼繁弘*、増本博、山口正洋
(東北大、*電磁研)

Structure and magnetic properties of ceramics intercalated Co-SiO₂ nano-granular films

H. Aoki, S. Ohnuma, H. Masumoto and M. Yamaguchi

(Tohoku Univ., *DENJIKEN)

はじめに

Co-AlN 系グラニューラー膜は、50-85 at. %の広い Co 濃度において垂直磁化に起因する面内等方性と優れた高周波軟磁気特性を示すことを報告したり。これらの面内等方膜は、柱状組織や磁性粒子が垂直方向に結合した構造に起因する垂直磁化が膜の磁気異方性に寄与するが、異方性磁界は数 100 Oe であり 3-4 GHz の強磁性共鳴周波数(f_r)以上で透磁率(μ)は非常に小さい。また、電気比抵抗(ρ)も 100 $\mu\Omega\text{cm}$ と小さく、高周波デバイス応用上の障害となっている。前回の報告では、高抵抗な (Co-AlN)/SiO₂ 多層膜を作製したが、高抵抗な SiO₂ 層が挿入されて垂直方向の磁気異方性が減少したため、 f_r は 3 GHz 程度にとどまった。一方で、Co-SiO₂ 系グラニューラー膜は TMR を示す高抵抗膜²⁾であり、多層化した面内一軸異方性膜では優れた高周波軟磁性($f_r = 2.5$ GHz)も報告されている³⁾が、より高い抵抗、 f_r を有する面内等方膜の報告はない。本報告では、高抵抗な Co-SiO₂ 膜の構造と垂直磁化に起因する μ - f 特性を明らかにするとともに、タンデム法を用いてセラミックス層を導入した場合の挿入層の効果について検討した。

実験方法

SiO₂ 基板上に Co チップをのせた SiO₂ と AlN をターゲットに用いて、タンデムスパッタ法で室温下で交互に積層成膜した。グラニューラー層となる Co-SiO₂ 側の投入電力を 200 W で一定とし、いずれの (Co-SiO₂)/AlN 膜においても Co-SiO₂ 層の厚み(Co 粒子径)は 3-4 nm とした。一方、AlN 側の投入電力は 0-200 W と変化させ、AlN の成膜速度および層の厚みを変化させた。AlN の投入電力が 0-200 W へ減少するとともに、膜の成膜速度は 0-2.5 nm/min へと減少した。薄膜の組成分析は XRF および EDX、断面観察および結晶解析は TEM、 ρ は 4 端子法、磁化曲線は VSM、 μ - f 特性はマイクロストリップ線路法を用いて評価した。

実験結果

図 1 に投入電力 0 および 100 W で作製した Co-SiO₂ 膜および (Co-SiO₂)/AlN 膜の μ - f 特性を示す。1 GHz における膜の μ は 4 であり、 f_r はそれぞれ 12.5 および 13.4 GHz と高いため 5 GHz 付近まで損失が小さい。Co-SiO₂ 膜および (Co-SiO₂)/AlN 膜の面内飽和磁化はそれぞれ 11.4 および 10.0 kG であり、飽和磁界は 2.6 および 2.9 kOe であった。また、 ρ はそれぞれ 3600 および 2500 $\mu\Omega\text{cm}$ であり、従来の窒化物系グラニューラー膜に比べて高い。膜の高い飽和磁界(大きな垂直磁化成分)や膜の高 ρ が面内等方膜の高周波軟磁気特性に寄与していると考えられる。

参考文献

- 1) H. Kijima, S. Ohnuma, H. Masumoto, IEEE. Trans. Magn., 47-10 (2011) 3928.
- 2) S. Honda, Y. Yamamoto, J. Appl. Phys., 93 (2003) 7936.
- 3) K. Ikeda, T. Suzuki, T. Sato, IEEE. Trans. Magn., 45-10 (2009) 4290.

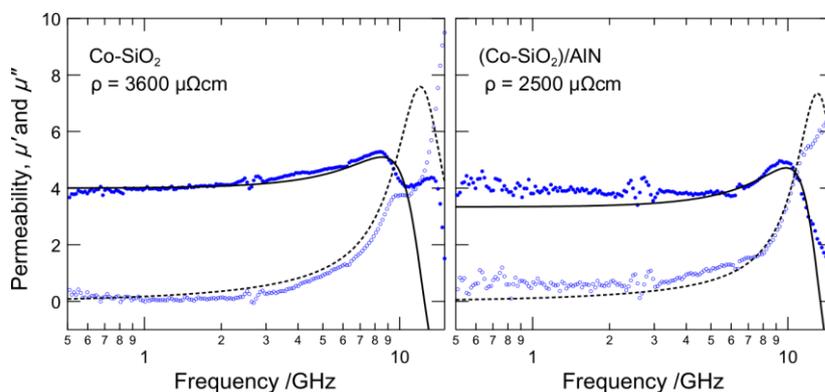


図 1 Co-SiO₂ 膜および (Co-SiO₂)/AlN 膜の μ - f 特性。●(実線)と○(点線)はそれぞれ μ および μ'' の実測値(LLG 方程式の計算値)を示す。