

絶縁性 FeCo-MgF ナノグラニューラー膜の TMD 効果

小林伸聖, 岩佐忠義, 石田今朝男, 増本博*, 高橋三郎**, 前川禎通***
(電磁研, *東北大学際研, **東北大金研, ***原研先端基礎研)

TMD effects of FeCo-MgF insulating nanogranular films

N. Kobayashi, T. Iwasa, K. Ishida, H. Masumoto*, S. Takahashi**, and S. Maekawa***
(DENJIKEN, *FRIS, Tohoku Univ., **IMR, Tohoku Univ., ***ASRC, JAEA)

はじめに

粒径が数ナノメートルの磁性金属ナノグラニューラーと絶縁体マトリックスから成るナノ構造を有するナノグラニューラー膜は、そのナノ構造に起因した量子サイズ効果によって、様々な機能性を発現する。我々は、膜中の磁性金属の含有量が 20at.%程度以下の絶縁性を示す組成領域において、一対のナノグラニューラーペア間のトンネル伝導による電荷振動に起因する、大きな誘電率と磁気誘電効果、すなわち、TMD(tunnelling magneto-dielectric)効果が発現することを見出した¹⁾。ここでは、FeCo-MgF 系ナノグラニューラー膜に関し、膜中の Fe+Co 量とそれに伴う膜中のナノグラニューラーの数密度の変化と TMD 効果との関係を詳細に検討した結果について報告する。

実験方法

薄膜試料は、高周波スパッタ装置により、タンデム法によって作製した。ターゲットは FeCo 合金円板(75mmφ)と、MgF₂ 円板(75mmφ)を用いた。誘電特性評価には LCR メーターを用い、電気抵抗率は直流 4 端子法で測定した。磁化曲線は、AGM (alternating gradient magnetometer) で測定した。構造解析は XRD、組成分析は WDS によって行った。尚、各測定は室温で行った。

結果

Fig.1 には FeCo-MgF 膜の膜中の Fe+Co 量と TMD 効果およびトンネル型磁気抵抗効果 (TMR) の関係を示した。これらの膜は、グラニューラータイプの TMR を示すことが知られている²⁾。図に見られるように、Fe+Co が多い膜では TMR を示すが、磁性金属量が 20at.%以下では TMR は消失し、TMD が発現する。一方、XRD の結果から、Fe+Co 量の増加に伴い、膜中のナノグラニューラー数密度が増加していることがわかる。このことから、TMR を示す組成領域から Fe+Co 量の減少に伴って、膜中のナノグラニューラーの数密度が減少して隣り合うグラニューラー間隔が広がることにより、トンネル伝導のパスが切れ、伝導電子がナノグラニューラーペアに閉じ込められることによって、TMD 効果が発現すると考えられる。

参考文献

- 1) N.Kobayashi, H.Masumoto, S.Takahashi, and S.Maekawa, nature communications, 5:4417, DOI:10.1038/ncomms5417 (2014)
- 2) Kobayashi,S.Ohnuma,T.Masumoto,H.Fujimori, J.Appl.Phys.90(2001)pp.4159-4162

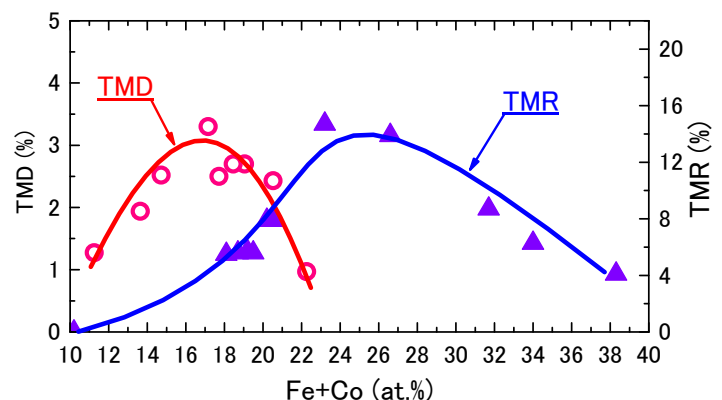


Fig.1. Dependence of the composition ratio of Fe+Co on TMD and TMR for FeCo-MgF nanogranular films.