

フタロシアニン分子スペーサー膜を介する磁気抵抗

Magnetoresistance Through Phthalocyanine Spacer Films

千葉大院工¹, NIMS², 千葉大分子キラ研³, ○(M2) 東田 大樹¹, 森 由紀江², 葛西 伸哉²,
高橋 有紀子², 山田 豊和^{1,3}

Chiba Univ.¹, NIMS², Chiba Univ. Mol. Chiral. Res.³ ○Hiroki Higashida¹, Yukie Mori²,

Shinya Kasai², Yukiko Takahashi², Toyo Kazu Yamada^{1,3}

E-mail: toyoyamada@faculty.chiba-u.jp

有機分子と磁性金属の界面では、分子 π 軌道と磁性金属 d 軌道の強い混成に伴い、高スピン偏極した界面電子状態が発現する [1,2]。また、無機材料に比べスピン軌道相互作用が弱い長いスピン拡散が期待できる。

本研究では、有機分子として、フタロシアニン分子(2HPc)を用いた。極低温での単一 2HPc 分子磁気接合 (Co/2HPc/Co) では約 60%の磁気抵抗(MR)が報告された [3,4]。2HPc 膜 (1 nm)を非磁性スペーサー層として磁気抵抗素子を作製し、室温での MR 比を得た。素子は真空スパッタ製膜で MgO 基板上に作製した。ただし、有機分子製膜はスパッタ槽に連結した真空槽に基板を移動し行った。真空電気炉で昇華精製した市販 2HPc 膜(Alfa Aesar 社)を加熱昇華した (坩堝温度 530 K, rate 0.3 nm/min. 蒸着時間 3.3 min)。作製した試料を大気に出しリソグラフィ加工し四端子磁気抵抗測定を室温で行った。また、レジスト剥離時の有機溶媒 NMP が 2HPc 膜に染み込むことが判明したため、アセトンとブタノンのみを使用した。スペーサーとして 2HPc 膜と Ag 膜の素子を比較した。

(1) 最初に、高い MR 比が実現できるホイスラー合金 $\text{Co}_2\text{Fe}(\text{Ga}_{0.5}\text{Ge}_{0.5})$ (以下 CFGG)を磁性層として用いた。試料 $\text{MgO}/\text{Cr}(10 \text{ nm})/\text{Ag}(100 \text{ nm})/\text{CFGG}(10 \text{ nm})/\text{Ag}(3-8 \text{ nm})/\text{CFGG}(10 \text{ nm})/\text{Ag}(5 \text{ nm})/\text{Au}(8 \text{ nm})$ で MR 比 $32 \pm 1 \%$ を得た。次に、非磁性層に 2HPc 膜を用いた試料 $\text{CFGG}(10 \text{ nm})/2\text{HPc}(1 \text{ nm})/\text{CFGG}(10 \text{ nm})$ を作製した。しかし、断面透過電子顕微鏡(TEM)観察は実施したところ、2HPc 膜への Ga と Ge が混合していることが分かった。Co と Fe は混合しなかった。また、直接スパッタ製膜すると分子膜の厚さが減少したことから、スパッタは分子膜を損傷することも分かった。

(2) そこで、磁性膜として CFGG ではなく下部膜として CoFe 膜をスパッタ製膜し、この上に 2HPc 膜を製膜、その後、上部膜として Co 膜をスパッタ製膜ではなくエピタキシャル製膜した (Omicron 電子衝撃型蒸着器, Co 99.99 %棒使用, Flux 30 nA, 0.025 nm/min, 蒸着時間 200 min)。

作製した CoFe/2HPc/Co と CoFe/Ag/Co は MR を示した。CoFe(10 nm)/Ag(5 nm)/Co(9 nm)の MR 比 $=+0.67 \pm 0.03\%$ 、CoFe(10 nm)/2HPc(1 nm)/Co(9 nm)の MR 比 $= +0.029 \pm 0.001\%$ を得た。詳細を報告する。

References:

[1] E. Inami, T. K. Yamada, *et al.*, Scientific Reports 8, 353 (2018). [2] T. K. Yamada, *et al.*, Phys. Rev. B 94, 195437 (2016). [3] S. Schmaus, T. K. Yamada, W. Wulfhekel, Nature Nanotechnology, 6, 185-189 (2011). [4] A. Bagrets, T. K. Yamada, W. Wulfhekel, *et al.* Nano Letters, 12, (2012) 5131-5136.