

磁性薄膜エッジを利用した

 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ ナノ接合素子の電気磁気特性Electric and magnetic properties of $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ nanoscale junction devices

utilizing magnetic thin-film edges

○佐々木 悠馬¹, ムシスカ ロビン¹, 三澤 貴浩¹, 森 澄人¹, 小峰 啓史²,
星野 哲久³, 芥川 智行³, 藤岡 正弥¹, 西井 準治¹, 海住 英生¹

(1. 北大電子研, 2. 茨大工, 3. 東北大多元研)

○Y. Sasaki¹, R. Msiska¹, T. Misawa¹, S. Mori¹, T. Komine²,

N. Hoshino³, T. Akutagawa³, M. Fujioka¹, J. Nishii¹, H. Kaiju¹

(1. RIES Hokkaido Univ., 2. Eng. Ibaraki Univ., 3. IMRAM Tohoku Univ.)

E-mail: yasaki@es.hokudai.ac.jp

【緒言】近年、高度情報化社会の発展に伴い、ハードディスクの更なる高記録密度化が要求されている。この高密度化を実現するため、高い磁気抵抗(MR)比と低い面積抵抗(RA)を兼ね備えた磁気ヘッド素子の開発が急務となっている。このようなヘッド素子の創製を目指し、我々は、磁性薄膜のエッジを用いたナノ接合分子素子を提案している。この素子では、コンダクタンスの量子化と分子の利用によって高MR比と低RAの両立が期待できる。そこで、本研究では $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{tris}$ (8-hydroxyquinolinato) aluminum (Alq_3)/ $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 接合素子を作製し、電気磁気特性を調べることを目的とした。

【実験】イオンビームスパッタ法により、低融点ガラス(屈伏点 503°C、 $10 \times 10 \times 2 \text{ mm}^3$)上に $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 薄膜を成膜した。次に、 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 薄膜上に同形状・同組成の低融点ガラスを重ね、 N_2 雰囲気中で熱圧着(513°C、0.25–1.0 MPa)を行い、ガラス/ $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ /ガラス構造体を作製した。さらに、膜に対して垂直に試料を切断し、得られたガラス/ $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ /ガラスを化学機械研磨法により平滑に研磨した。その後、スピコート法によってガラス/ $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ /ガラス上に Alq_3 薄膜を成膜した。同様に作製したガラス/ $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ /ガラスを、 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 薄膜のエッジ同士が交差するように重ね合わせ、図1に示す $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ ナノ接合素子(接合面積 $S = 11 \times 11$ – $200 \times 200 \text{ nm}^2$)を作製した。素子の電気磁気特性評価には磁場中直流四端子法を用いた。

【結果と考察】図2に $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 接合素子における抵抗の接合面積依存性を示す。実験結果は、ランダウアーの式、オームの法則、及び拡張シグモイド関数を用いた理論計算により定量的に説明することができた。すなわち、 $S < 40 \times 40 \text{ nm}^2$ では量子状態、 $S > 560 \times 560 \text{ nm}^2$ では古典状態、 $40 \times 40 \text{ nm}^2 < S < 560 \times 560 \text{ nm}^2$ ではそれらの遷移領域となることが明らかになった。このとき、 $S = 33 \times 33 \text{ nm}^2$ ではコンダクタンスの量子化によって $106 \text{ m}\Omega\mu\text{m}^2$ の低RAが実現できた。また、このナノ接合素子において電気磁気特性を調べた結果、図3に示すように、室温にて明瞭なMR効果を観測することに成功した。MR効果は、 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 薄膜の保磁力差が十分大きい場合に観測され、かつ、Julliereモデルによる計算結果と良い一致を示すことから、本効果は $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ の磁化状態由来のスピン依存現象であると結論付けることができる。

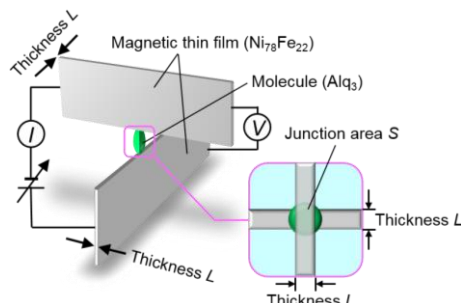


図1 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ ナノ接合素子の構造。

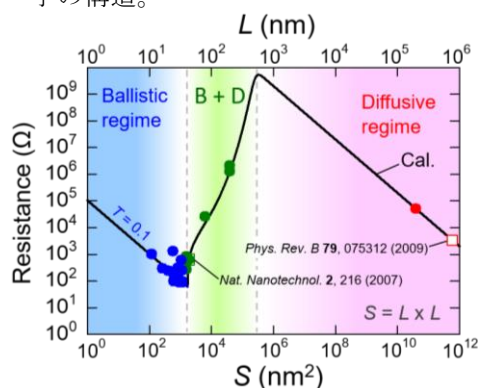


図2 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 接合素子における抵抗の接合面積依存性。

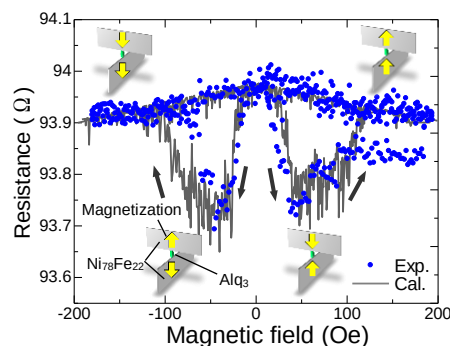


図3 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 接合素子の室温におけるMR曲線。