

薄膜エッジを利用した $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ ナノ接合の作製と その構造・電気伝導特性

Fabrication of $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ nanoscale junctions
utilizing thin-film edges and their structural and electrical properties

○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,
海住 英生¹, 西井 準治¹

(1. 北大電子研, 2. 茨大工, 3. 東北大多元研)

○T. Misawa¹, S. Mori¹, T. Komine², N. Hoshino³, T. Akutagawa³, M. Fujioka¹,
H. Kaiju¹, and J. Nishii¹

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

E-mail: t-misawa@es.hokudai.ac.jp

【背景と目的】我々は、新たな分子ナノエレクトロニクス素子の創製を目指し、金属薄膜のエッジを利用したナノ接合素子を提案している。本素子は、図1に示すように、金属薄膜のエッジとエッジの間に分子が挟まれた構造となっている。この構造では、金属薄膜の膜厚によって接合面積が決定されるため、例えば、膜厚1–20 nmの金属薄膜を用いると、 $1 \times 1\text{--}20 \times 20 \text{ nm}^2$ のナノ接合素子が実現する。本研究では、このような新規な分子ナノエレクトロニクス素子の創製を目指し、 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{tris} (8\text{-hydroxy-quinoline}) \text{ aluminum (Alq}_3)/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ ナノ接合素子を作製し、その構造・電気伝導特性を調べることを目的とした。

【方法】イオンビームスパッタ法により、低融点ガラス上に $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 薄膜を成膜した。次に、ガラス圧着法により、 $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ 薄膜上に同じ形状・同じ組成のガラスを屈伏点近傍の513°Cで熱圧着した。この試料を半分に切断し、得られたガラス/ $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ /ガラスの切断面を化学機械研磨法により平滑化した。その後、スピンコート法により、この研磨面上に Alq_3 薄膜を成膜した。最後に、同様に作製したガラス/ $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ /ガラス断面を、互いに直交するように重ね合わせるにより、ナノ接合素子を作製した。素子の電気伝導評価には室温直流四端子法を用いた。

【結果と考察】図2に $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ ナノ接合素子の電流電圧特性を示す。接合面積が $74 \times 81 \text{ nm}^2$ の素子では、低バイアス領域でオーミック特性(抵抗 $R = 22 \text{ k}\Omega$)、高バイアス領域で $I \propto V^{2.28}$ の挙動を示した。これはトラップ準位の少ない空間電荷制限電流(SCLC)モードと良い一致を示す。一方で、接合面積が $16 \times 17 \text{ nm}^2$ の素子では、 $R = 36 \Omega$ の低抵抗オーミック特性を示した。ナノスケール領域でコンダクタンスが量子化され、その伝導がランダウアーの式に従うと仮定すると、抵抗値は 38Ω と計算され、実験結果と良い一致を示す。これは Alq_3 分子内にてバリスティック伝導が観測されたことを意味する。講演では、構造特性を含め、より詳細な電流電圧特性について報告する。

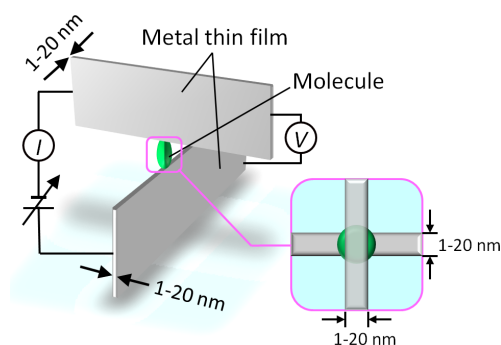


図 1. 金属薄膜のエッジとエッジの間に分子が挟まれたナノ接合素子

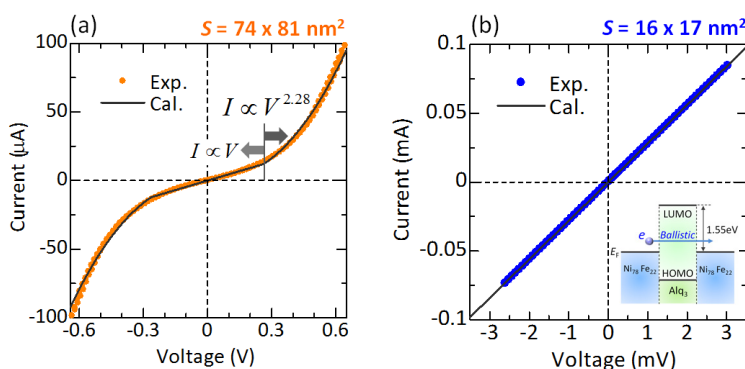


図 2. $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}/\text{Alq}_3/\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ ナノ接合素子の電流電圧特性
(a) $S = 74 \times 81 \text{ nm}^2$ 、(b) $S = 16 \times 17 \text{ nm}^2$