

単分子接合の磁気抵抗効果：結合部依存性

Magnetoresistance of single molecular junctions: the effect of anchoring groups

阪大院基礎工, [○]金松 東成, 山田 亮, 多田 博一

Σ -Osaka Univ., [○]Tosei Kanematsu, Ryo Yamada, Hirokazu Tada

E-mail: kanematsu@molelectronics.jp

強磁性電極を用いた単分子接合のスピン輸送特性は、分子エレクトロニクスの可能性を広げる重要な研究課題である。単分子接合の磁気抵抗効果(MR)は、強磁性金属の状態密度と分子軌道の混成によって生じるスピン偏極した電子状態により決まるため、通常のトンネル接合とは異なる特性が期待される[1-3]。これまでに我々は Ni/ベンゼンジチオール(BDT)/Ni および、Ni/ヘキサンジチオール/Ni 接合が、数十%におよぶ正の MR を発現することを報告してきた[4]。これらの結果から、電極と分子の間の結合部である S/Ni 接合部分の電子状態が MR 特性を決めるうえで重要な役割を果たしていると予想される。

そこで本研究では、結合部の役割を明らかにするため、アミノ基(-NH₂)を両末端に持つ para-phenylene-diamine (PPDA, Fig. 1)を利用し、単分子接合の MR 特性を調べた。

Fig. 2 に使用した電極の構造を示す。厚さ 100 μm のシリコン基板上に、フォトリソグラフィおよび電解析出により数百 nm 程度の間隔を持つ金のナノギャップ電極を作製し、その表面に Ni を電解析出して Ni ナノ接合電極を作製した[4]。1 mM の PPDA 溶液を基板上に滴下することで電極を分子で修飾した後、電極を基板ごと反り返らせて破断させる Mechanically controllable break junction 法により、室温で測定した。

Fig. 3 に PPDA を修飾した Ni 接合を破断した際に観察された電気伝導度変化を示す。金属接合の破断を示す 1~0.5 G_0 ($G_0 = 2e^2/h = 77.4 \mu\text{S}$)からの急峻な電気伝導度の減少の後、およそ 0.01 G_0 付近とその整数倍の位置にプラトーが観測されたことから、Ni/PPDA/Ni 接合の電気伝導度は 0.01 G_0 程度と結論できる。この電気伝導度は Ni/BDT/Ni 接合の値(0.026 G_0)の半分程度で、比較的高い電気伝導率を示すことが分かった。

Fig. 4 に、磁場を電流に対して垂直に印可した際の Ni/PPDA/Ni 接合の MR を示す。数 10 %の正の MR を示した Ni/BDT/Ni 接合 (Fig. 4 内)とは大きく異なり、抵抗の変化は不明瞭で、最大でも-10 %程度(図中矢印部)であった。この結果は、分子修飾しないときの Ni の MR 特性と類似していることから、NH₂/Ni 界面は、元々の Ni 表面の持つスピン分極率を大きく変化させないことを示している。

- [1] S. Sanvito, *Nat. Phys.* **6**, 562 (2010).
- [2] A. R. Rocha et al., *Nat. Mater.* **4**, 335 (2005).
- [3] S. Schmaus et al., *Nat. Nanotechnol.* **6**, 185 (2011).
- [4] R. Yamada et al., *Appl. Phys. Lett.* **98**, 053110 (2011).

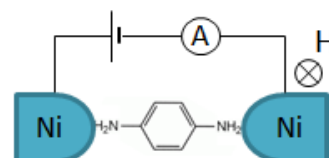


Fig. 1 Schematic of the Ni/PPDA/Ni junction.

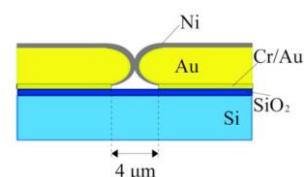


Fig. 2 Structure of the electrode.

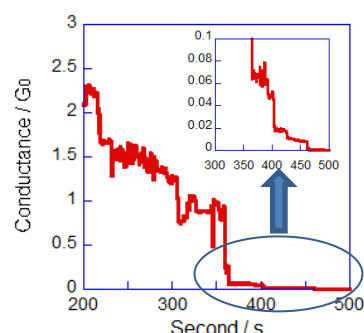


Fig. 3 Conductance transient during the breaking of Ni junction modified with PPDA.

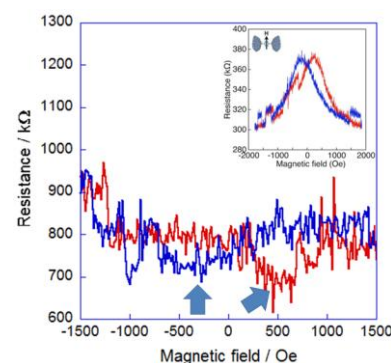


Fig. 4 MR of the Ni/PPDA/Ni junction. (Inset: MR of the Ni/BDT/Ni junction.)