

Ni/カルバゾールオリゴマー/Ni 単分子接合の磁気抵抗効果

Magnetoresistance of Ni/carbazole oligomer/Ni single-molecule junctions

○美濃出圭悟¹, アルブレヒト建², 大戸達彦¹, 山田亮¹, 山元公寿², 多田博一¹

阪大院基礎工¹, 東工大化生研²

○K. Minode¹, K. Albrecht², T. Ohto¹, R. Yamada¹, K. Yamamoto², H. Tada¹

Σ-Osaka Univ.¹, Tokyo Tech.²

E-mail: minode@molelectronics.jp

強磁性電極と分子が結合するとスピンの向きに依存した新たな電子状態ができ[1,2]、磁場の印加により抵抗値の変化がおこる磁気抵抗効果 (Magnetoresistance; MR) が観測される[3,4]。MR の大きさや符号は、接合の電子状態だけでなく、分子軌道と電極の結合の対称性にも依存する[5]と予測されているものの、実験的な検証が困難であった。本研究では、電極と分子の接合の対称性が MR 特性に与える影響を明らかにすることを目的に、Mechanically controllable break junction 法により、Ni/カルバゾールオリゴマー/Ni 単分子接合 (図 1a) の MR 特性を測定した。カルバゾールオリゴマーは、カルバゾール基の π 電子の分極により、最高被占有軌道(HOMO)が分子の片側に偏在している (図 1b)。この偏った分子軌道により、電極と左右非対称に結合した分子接合が形成される[6]。実験は 100 K、He 雰囲気で行った。電極間の電圧は-1.0 V で、磁場は図 1 のように電流の流れる方向と垂直に印加した。

図 2a に分子を吸着させていない Ni 電極のトンネル接合で観測された MR 特性を示す。磁場が強くなるにつれて電気抵抗は単調に減少した。この結果は、既報[4]と一致し、磁場が強くなるにつれ、電極内部でのスピン軌道相互作用による電子の散乱が小さくなったためにおこる異方性磁気抵抗効果によるものと解釈できる。図 2b に、Ni/カルバゾールオリゴマー/Ni 単分子接合の MR 特性を示す。 ± 0.25 T以上の抵抗変化は、磁場が大きくなるにつれて抵抗が小さくなっており Ni トンネル接合と類似している。一方、 ± 0.1 T付近では、抵抗の減少が見られ、抵抗変化は、磁場の掃引方向に依存したヒステリシスを示した。この抵抗変化は、二つの電極の間の磁化の方向の違いによって生じた MR 効果であり、抵抗が減少するのは、カルバゾールオリゴマーと電極の結合が非対称であることに由来すると考えられる[5,7]。

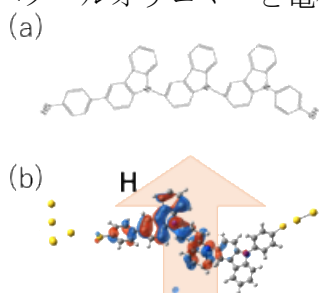


図 1. カルバゾールオリゴマーの分子構造(a)と最高被占有軌道(b)。

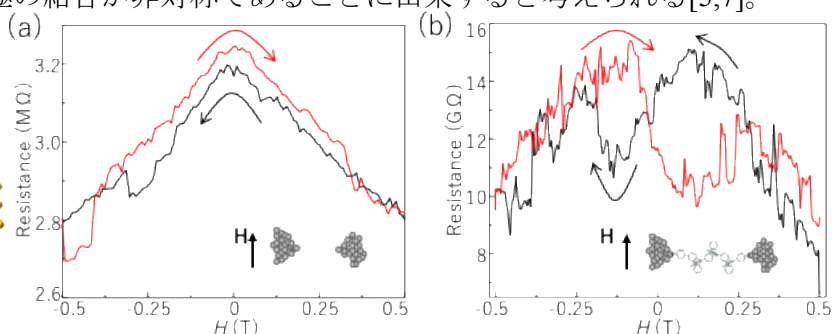


図 2. 面直方向に磁場を掃引した際の Ni トンネル接合の MR(a)と Ni/カルバゾールオリゴマー/Ni 単分子接合の MR.

参考文献

- [1] SK. Lee et al., *Nano Lett.*, **14**, 5276 (2014).
- [2] S. Sanvito et al., *Nat. Phys.*, **6**, 562 (2010).
- [3] R. Yamada et al., *App. Phys. Lett.*, **98**, 053110 (2011).
- [4] D. Rakhmievitch et al., *Nano Lett.*, **16**, 1741(2016).
- [5] T. Ohto et al., 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 講演番号 [14p-D14-4] (2015).
- [6] K. Minode et al., 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 講演番号 [21p-W631-4] (2016).
- [7] E. Y. Tsymlal et al., *Phys. Rev. Lett.*, **90**, 186602 (2014).

謝辞

本研究はこの研究は科研費新学術領域研究「分子アーキテクトニクス」(JSPS KAKENHI Grant Numbers JP 25110012)、および村田学術振興財団の助成により行われた。