

強磁性単一分子トランジスタにおける磁化変化に伴う静電容量変調効果

Capacitance modulation induced by changes in the magnetization configuration in a ferromagnetic single molecule transistor

東大生研・ナノ量子機構¹、CREST-JST² 吉田 健治¹, 坂田 修一¹, 平川 一彦^{1,2}IIS & INQIE, Univ. of Tokyo¹, CREST-JST² Kenji Yoshida¹, Shuichi Sakata¹, Kazuhiko Hirakawa^{1,2}
E-mail: kyoshida@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに：極微細かつ高機能が期待される分子エレクトロクス素子実現に向けて、金属/単一有機分子接合の物理が盛んに研究されている。特に、金属材料に強磁性体を用いた系の伝導特性の理解は、単一分子を利用した高性能スピントロニクス素子実現する上で重要であるが、未だ十分な知見が得られていない。今回、我々は Ni/C₆₀/Ni 接合を有す単一電子トランジスタ (SET) を作製し、素子伝導度の磁気応答を計測した結果、巨大な抵抗変化を観測したので報告する。

実験：電子線描画および斜め蒸着法を用いて作製した Ni ナノ接合電極にフィードバック制御通電断線法[1]を真空低温条件下で適用し、Ni ナノギャップ電極を得る。本研究では、予め Ni ナノ接合電極表面に C₆₀ を塗布することで、C₆₀ をクーロン島とした SET の作製を行う。得られた素子に面内方向に外部磁場 (B) を掃引した際の電気伝導特性の磁気応答を調べる。

結果：図 1 に作製した素子のクーロンブロック領域 ($V_{SD} = 3\text{mV}$, $V_G = 41\text{V}$) で測定した MR 曲線を示す。図 1 より、対向する Ni 電極の磁化方向の変化によって、従来の TMR モデルで予測される MR 比 ($\sim 20\%$) とは大きく異なる、約 100 倍の抵抗変化 (MR 比 = -9720%) が生じることがわかる。図 2 に素子のクーロンブロック閾値電圧 (V_{Th}) の磁場依存性を示す。図 2 から、磁化方向の変化に伴う V_{Th} の低電圧側への移動が生じ、クーロンブロック (CB) 幅が減少し、 $B = -2.2\text{mT}$ のときに CB 幅が最小値になることがわかる。これは、 $B = -2.2\text{mT}$ で対向する電極の磁化方向の相対角度が最大値になったと考えられる。また、CB 幅は、電荷縮退ゲート電圧 (V_C) 前後でも同様に減少する傾向を示した。以上から、巨大な磁気抵抗効果は、SET の静電容量の変化による V_{Th} の低電圧側への移動が原因で生じたものと推察される。当日は静電容量変化の原因とそれに伴う量子伝導特性の変化についても議論する。

参考文献： [1] D. R. Strachan et al., Appl. Phys. Lett. **86**, 043109 (2005).

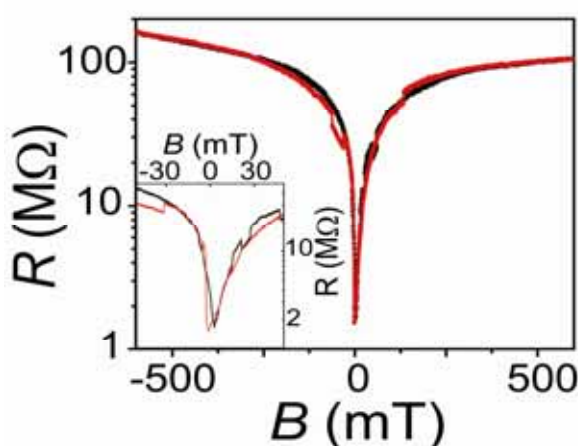


図 1. 素子抵抗の外部磁場依存性 ($V_{SD} = 3\text{mV}$, $V_G = 41\text{V}$, $T = 300\text{mK}$)

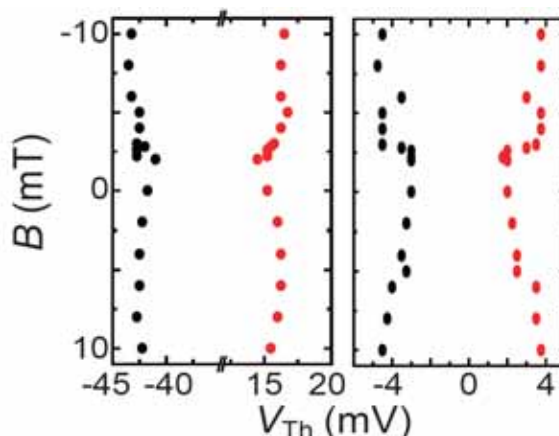


図 2. $V_G < V_C$ 領域 (左図) 及び $V_G > V_C$ 領域 (右図) のクーロンブロック (CB) 閾値電圧 (V_{Th}) の磁場依存性 (磁場は正から負方向に掃引)。青矢印は CB 幅に対応する。 $B = -2.2\text{mT}$ の際に、CB 幅は最小値を取る。