強磁性ナノ接合における近藤効果の観測

Observation of the Kondo effect in ferromagnetic nanoscale contacts

東大生研・東大ナノ量子機構　　°吉田健治、平川一彦
IIS & INQIE, Univ. of Tokyo
Kenji Yoshida and Kazuhiko Hirakawa
E-mail: kyoshida@iis.u-tokyo.ac.jp

近藤効果とは磁性不純物を含む金属において不純物に局在した電子スピンと伝導電子間に反強磁性的交換相互作用が働くことでスピン反転を伴う散乱が生じ、温度低下に伴い電気抵抗値に極小値が見られる現象である。近年、様々なメソスコピック系（量子ドット、量子ポイントコンタクトなど）においても近藤効果が観測されており、理論的・実験的に多くの検証がなされている。特に、近藤効果とは相反する強磁性体を含んだ強磁性－量子ドット接合系[1]及び強磁性原子接合系[2]においても近藤効果が発現することが報告されており、スピントロニクスへの応用の観点からもその物理的起源の検証が広く行われている。本発表では、通電断線法を用いて作製した Ni 強磁性ナノ接合において観測された近藤効果に起因した伝導特性について報告を行う。

本研究では、電子線描画法により作製した Ni ナノ接合電極に通電断線法を適用し、Ni 単原子で電極対が架橋された構造を有する強磁性量子ポイントコンタクト（FM-QPC）を作製した。作製した FM-QPC の微分伝導度のソース･ドレイン電圧及びゲート電圧依存性を図に示す。図から素子は単一電子トンネリングを示すクーロンダイアモンド特性を明瞭に示すことがわかる。これより Ni ナノ接合部では量子ドットが存在し、単一電子トランジスタが作製されていることが示唆される。本実験では Ni ナノ接合近傍に積極的に量子ドットを配置していないため、通電断線過程で作製された Ni ナノクラスターが量子ドットの起源であると考えられる。図から、電子数 *N*-1 のクーロンブロッケード領域ではゼロバイアスに明瞭な伝導度ピークが出現しているのに対して、電子数 *N* の領域ではゼロバイアスピークが消失している。一般に近藤効果は量子ドット内の奇数個の電子が存在するときに発現することが知られている。したがって、量子ドット内の電子数の偶奇性を反映して、ゼロバイアスピークの出現･消失していることから、観測したゼロバイアスピークは近藤効果に起因するものであると結論付けられる。以上より、強磁性-強磁性量子ドット系においても近藤効果が発現することが示された。

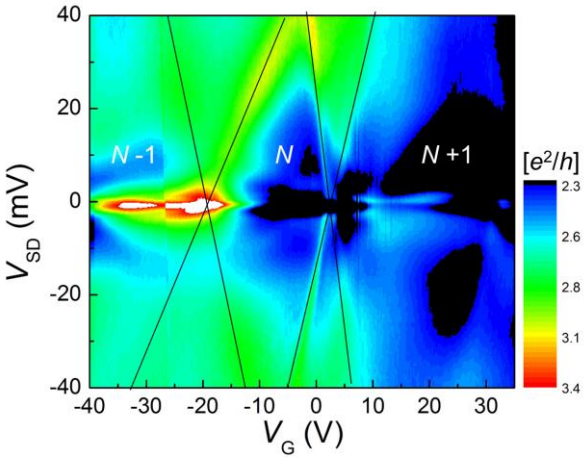

図. Ni ポイントコンタクトのクーロン安定化ダイアグラム。*N* は量子ドット内の電子数を示す。

参考文献： [1] A. N. Pasupathy et al, Science, **306,** 86 (1998). [2] M. R. Calvo et al., Nature, **458,** 1150 (2009).

© 2016年 応用物理学会