

グラフェン/コバルト接合の電子状態と磁気抵抗効果

圓谷 志郎, 檜本 洋, 境 誠司

(日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター)

Electronic structure and magnetotransport properties of graphene/cobalt junctions

Shiro Entani, Hiroshi Naramoto, Seiji Sakai

(Advanced Science Research Center, Japan Atomic Energy Agency)

近年, グラフェンなどのナノ炭素や有機分子を用いた分子スピントロニクスが注目されている。これらの材料ではスピン-軌道相互作用が小さいこと等により長いスピン拡散長など優れたスピン輸送特性の発現が期待されている。我々はスピン注入過程などに関与する分子やナノ炭素質と磁性金属との界面に注目し, 物性・分光的アプローチにより分子スピントロニクス素子の動作機構を探索している¹⁾。グラフェンと磁性金属の界面では, グラフェン/Ni(111)やグラフェン/Co(0001) 界面においてスピンフィルター効果が発現することが理論的に指摘されているが²⁾, グラフェン/磁性金属ヘテロ接合を用いた垂直通電 (CPP) スピンバルブ素子では大きな磁気抵抗効果は実験的には観測されていない³⁾。

本研究では, Co/グラフェン/Co 接合を用いた CPP スピンバルブ素子においてグラフェンの層数による磁気伝導特性の変化を調べた。層数制御したグラフェンは化学気相蒸着法で作製⁴⁾し, Co 電極間に挿入することで素子を作製した。グラフェン層数の異なる一連の素子において, オーミック接触が形成されるとともに, 室温において正の磁気抵抗が観測された。磁気抵抗比は単層と 3 層グラフェンを用いた素子でそれぞれ 0.1 - 0.2% および 0.7 - 0.8% であることが分かった。

グラフェン層数によるグラフェン/Co 界面の電子状態の変化を顕微ラマン分光で調べたところ (図), 単層と 2 層以上のグラフェンでは, 界面における Co との相互作用の様相が異なることが分かった。2 層以上のピークシフトは Co からの電荷 (電子) のドーピングにより説明することができる。一方, 単層グラフェンで観察された低波数側への大きなシフトは電荷移動のみでは説明できない強い界面相互作用に由来する⁵⁾。このことから, 単層グラフェンを用いた素子では, Co 界面における強い相互作用によりグラフェンの電子状態が変調しスピン注入効率が低下したことが考えられる。

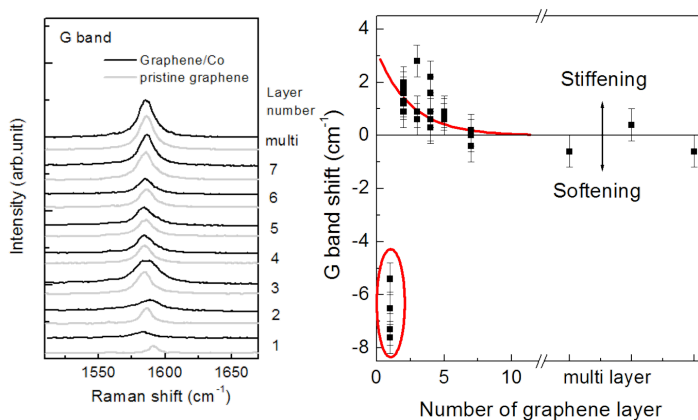


Figure: A pair of G band Raman spectra obtained from the graphene/Co heterostructure and pristine graphene with different graphene layers number (left). Graphene layers number dependences of the Raman G band shifts by Co depositions (right).

参考文献

- 1) S. Sakai et al., Appl. Phys. Lett. 91 (2007) 242104. Y. Matsumoto et al., Chem. Phys. Lett. 470 (2009) 244.
- 2) Karpan et al., Phys. Rev. Lett. 99 (2007) 176602.
- 3) T. M. G. Mohiuddin et al., IEEE Trans. Magn. 33 (2008) 2624. M. Z. Iqbal et al., Nano Res. 6 (2013) 373.
- 4) S. Entani et al., J. Appl. Phys. 111 (2012) 064324.
- 5) S. Entani et al., J. Phys. Chem. C 114 (2010) 20042.