

イットリウム鉄ガーネット上のグラフェンのスピン分極と異常ホール効果

Spin polarization and AHE in single layer graphene contacted with YIG

量研機構¹, 物材機構², 科学技術大学(ロシア)³, 慶應大学⁴, 筑波大学⁵, 慶北大学(韓国)⁶

○境 誠司^{1,2,5}, Pavel B. Sorokin^{3,1}, 白 怜士⁴, 山田 洋一⁵,

圓谷 志郎¹, 檜本 洋¹, Pavel V. Avramov^{6,1}, 安藤 和也⁴, 山内 泰^{2,1}

QST¹, NIMS², MISiS (Russia)³, Keio Univ.⁴, Univ. Tsukuba⁵, Kyungpook Univ. (Korea)⁶,

○Seiji Sakai^{1,2,5}, Pavel B. Sorokin^{3,1}, Satoshi Haku⁴, Yoichi Yamada⁵,

Shiro Entani¹, Hiroshi Naramoto¹, Pavel V. Avramov^{6,1}, Kazuya Ando⁴, Yasushi Yamauchi^{2,1}

E-mail: sakai.seiji@qst.go.jp

グラフェンのスピン流を制御する新しい手法として酸化物磁性体による磁気近接効果の利用が提案されている[1,2]。これと関連して、最近、単層グラフェン(SLG)を YIG 基板上に転写して作製した素子について、異常ホール効果(AHE)[3], 磁気抵抗効果[4]やスピンプンピング[4,5]が報告され、磁気近接効果によるスピン分極の存在やスピン軌道相互作用(SOI)の増大が議論されている。

本研究では、YIG との接合におけるグラフェンの電子・スピン物性の解明を目的に、SLG/YIG 接合に関するスピン偏極準安定 He 原子脱励起分光(SPMDS)[6]の実験とホール効果測定を行った。

Fig.1 に、(a) SPMDS で得られた SLG の π バンドのスピン偏極を表すスピン非対称率スペクトル(測定温度:100 K, 300 K, YIG は面内方向にパルス磁化)と(b)ホール効果測定で得られた AHE によるホール抵抗成分 R_{AHE} (測定温度:20 K, 100 K, 300 K)を示す。スピン非対称率スペクトルについて、100K では π バンドに強い非対称性が観測され、フェルミレベルでの非対称率は5%に達した。これは磁性金属表面に観測される非対称率と同程度である。このことから、SLG の伝導電子に顕著なスピン偏極(非対称率の符号から、YIG の少数スピン側の偏極)が存在することが明らかになった。一方、300 K では明確なスピン非対称性は観測されなかった。ホール効果測定においても、強い温度依存性を示す AHE が観測された。スピン非対称性が観測された温度以下(20 K, 100 K)では顕著な AHE が観測されたが、スピン非対称性が観測されない300 K では AHE も微小であった。グラフェンにおける AHE の発現には、伝導電子のスピン偏極と SOI の増大が必須であることから、本結果は、YIG の磁気近接効果による SLG のスピン分極と SOI の増大を確認づけるものといえる。

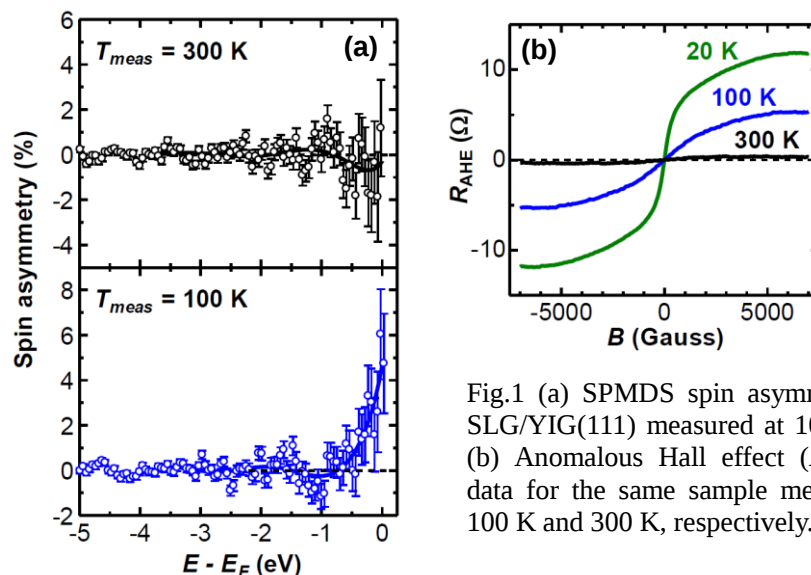


Fig.1 (a) SPMDS spin asymmetry spectra of SLG/YIG(111) measured at 100 K and 300 K (b) Anomalous Hall effect (AHE) resistance data for the same sample measured at 20 K, 100 K and 300 K, respectively.

- [1] Semenov Y. G.; Kim K. W.; Zavada J. M. Appl. Phys. Lett. 2007, 91, 153105
- [2] Haugen H.; Huertas-Hernando D.; Brataas A. Phys. Rev. B 2008, 77, 115406.
- [3] Wang Z.; Tang C.; Sachs R.; Barlas Y.; Shi J. Phys. Rev. Lett. 2015, 114, 016603.
- [4] Mendes J. B. S.; Santos O. A.; Meireles L. M.; Lacerda *et al.* Phys Rev. Lett. 2015, 115, 226601.
- [5] Dushenko S.; Ago H.; Kawahara K.; Tsuda T.; Kuwabata S. *et al.*, Phys. Rev., Lett. 2016, 116, 166102.
- [6] Sakai S.; Majumdar S.; Popov Z. I.; Avramov P. V.; Entani S. *et al.*, ACS Nano, *in submission*.