電気 2 重層を用いたナノ多孔質グラフェンのキャリア制御

Carrier density control of nanoporous graphene using electric double layer

東北大理 [1]，東北大 WPI[2]，筑波大数理物質 [3]，阪大理 [4]，東北大 Niche[5]，東大理 [6]，産総研 [7]
○田邉洋一 [1]、伊藤良一 [2,3]、菅原克明 [2]、北條大介 [2]、越野幹人 [4]、藤田武志 [2]、相田 努 [5]、Xu Xiandong[2]、Huynh Kim Khuong[2]、下谷秀和 [1]、阿尻雅文 [2]、高橋隆 [1,2]、谷垣勝己 [1,2]、青木秀夫 [6,7]、Chen Mingwei[2]

Dept of Physics, Tohoku University[1], WPI-AIMR, Tohoku University[2], Division of Applied Physics, University of Tsukuba[3], Dept of Physics, Osaka University[4], Niche, Tohoku University[5], Dept of Physics, University of Tokyo[6], AIST[7] Yoichi Tanabe[1], Yoshikazu Ito[2,3], Katsuaki Sugawara[2], Daisuke Hojo[2], Mikito Koshino[4], Takeshi Fujita[2], Tsutomu Aida[5], Xiandong Xu[2], Khuong Kim Huynh[2], Hidekazu Shimotani[1], Tadafumi Adschiri[2], Takashi Takahashi[1,2], Katsumi Tanigaki[1,2], Hideo Aoki[6,7], and Mingwei Chen[2], E-mail: ytanabe@m.tohoku.ac.jp

グラフェンは、導電性の良い 2 次元シート材料であり、安価で軽量、高い触媒特性を持ち、化学耐性、耐熱性、機械耐性が強いため、シリコン代替品として有望視されている。しかしながら、応用に対する性質を調べると 2 次元グラフェンシートは必ずしも最適ではなく、むしろ優れた性能が十分に発揮されていないことが近年分かってきた。例えば、グラフェンの表面に電荷を注入するとき、2 次元シートよりも表面積が大きい 3 次元構造を有したグラフェンがより多くの電荷移動が可能になり応答性において格段に有利となる。このため近年、3 次元構造を持つ炭素材料開発が盛んに行われ、現在商品化されているカーボンブラックよりも表面積が広く、かつ高性能な材料が実験室レベルで開発されている。しかしながら、それらの物質は結晶性に乏しく、不連続体（粉状）のため電気が流れにくいという欠点があった。電子デバイスへの応用には 1 枚の連続した結晶性が高いシートであることが必要であることから、高品質なグラフェン 3 次元構造体の創出が望まれてきた。3 次元ナノ多孔質グラフェンは、連続した高結晶性のグラフェンシートからなる 3 次元グラフェンナノ構造体であり、自立したグラフェンシートの高密度集積化とディラック電子系に特徴的な電子物性を両立した画期的な材料といえる。[1] 一方で、3 次元ナノ構造体を利用した電子デバイスの創出には電子状態を自在に制御できるトランジスタの開発が必要である。今回我々は、3 次元ナノ多孔質グラフェンとイオン液体を組み合わせることによって、高密度に集積化されたグラフェンシート全体の電子状態を制御可能なナノ多孔質グラフェントランジスタの動作に成功した。[2] 本講演では、ナノ多孔質グラフェントランジスタの輸送現象について報告する。

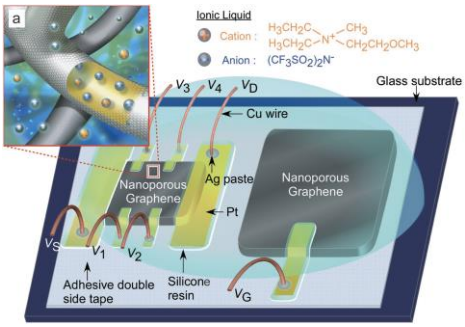

図 1. ナノ多孔質グラフェントランジスタの概要図。

[1] Y. Ito *et al.*, Angew. Chem. Int. Ed. 53, 4822 (2014).
[2] Y. Tanabe *et al.*, Adv. Mater. 28, 10304 (2016).