

単結晶絶縁性基板上のグラフェン

Graphene on single-crystalline insulating substrates

横浜国立大学¹ ○荻野 俊郎¹, 飯田 祐介¹, 加瀬 貴之¹, 齋藤 昂介¹, 山崎 憲慈¹,

Yokohama National Univ.¹ ○Toshio Ogino¹, Yusuke Iida¹, Takayuki Kase¹,

Kosuke Saito¹, Kenji Yamazaki¹

E-mail: togino@ynu.ac.jp

グラフェンは炭素原子一層の二次元ネットワークであり、次世代電子デバイスとして期待を集めている。デバイス応用という観点では、グラフェンは絶縁基板上に形成される必要がある。グラフェンは超高機能を有する一方、原子一層であるため基板の原子レベルの構造にも性質が影響される。したがって、グラフェンの特徴を生かすには、それに適合する基板が必要である。サファイアは Si-LSI で唯一異種の基板として使われたほどの高品質と安定性をもち、III-V 窒化物系デバイス基板としての産業的供給能力も備わっている材料である。また、我々はサファイア表面に疎水性と親水性の二つのナノドメインが同時形成されることを見出したが[1,2]、この相分離表面は、サファイアと様々な分子・材料との界面の研究に非常に有力な手段となる。

グラフェン剥片を高配向熱分解グラフェン(HOPG)からの機械剥離で単結晶サファイア表面に貼り合わせると、サファイア表面上のステップ配列などの原子レベル構造がグラフェン表面に再現し、サファイア表面で開拓されている様々な表面構造制御手法がグラフェン形態制御に応用できることが確認される。しかし、グラフェンは界面の性質に敏感であり、とりわけ単なる貼り合わせは界面に水層が閉じ込められるため注意が必要である[3,4]。一方、水層は原子間力顕微鏡 (AFM)により直接観察可能であり、水の中でしか安定に存在できない分子を直接 AFM 観察するのに有力な手段を提供する。

デバイス応用上は、化学気相成長法(CVD)がグラフェン形成に最有力であるが、金属触媒基板を用いる方法は転写が必要であり、LSI レベルでのプロセスには不利である。サファイア基板は形成条件によっては自己触媒作用を示し、直接成長可能である。さらに、グラフェンの特徴を生かすには加工技術もレジストを用いない原子レベル加工が望まれる。金属内包タンパク質から作成されるサイズの揃った金属微粒子を用いるエッチング加工は有力である[5]。

本講演では、サファイア基板上のグラフェンの特徴を紹介する。

参考文献

1. T. Isono, T. Ikeda, R. Aoki, K. Yamazaki, and T. Ogino, Surf. Sci., 604 (2010) 2055-2063.
2. K. Yamazaki, T. Ikeda, T. Isono, and T. Ogino. J. Colloid and Interface Science, 361 (2011) 64-70.
3. T. Tsukamoto, K. Yamazaki, H. Komurasaki, and T. Ogino, J. Phys. Chem. C, 116 (2012) 4732-4737.
4. H. Komurasaki, T. Tsukamoto, K. Yamazaki, and T. Ogino, J. Phys. Chem. C, 116 (2012) 10084-10089.
5. T. Tsukamoto and T. Ogino, CARBON 50 (2011) 674-679.