

エピタキシャル CVD グラフェンにおけるドメイン境界の特性評価

Characterization of interface between domains of epitaxial CVD graphene

九大院総理工¹, 九大先導研², 物材機構 WPI-MANA³○ 小川 友以¹, 河原 憲治², 宮下 雅大¹, 辻 正治^{1,2}, 小松 克伊³, 塚越 一仁^{3,*}, 吾郷 浩樹^{1,2,*}Kyushu Univ.^a, NIMS WPI-MANA^b°Yui Ogawa^a, Kenji Kawahara^a, Masahiro Miyashita^a, Masaharu Tsuji^a, Katsuyoshi Komatsu^b,Kazuhito Tsukagoshi^{b,*}, Hiroki Ago^{a,*}

E-mail: ogawa9@asem.kyushu-u.ac.jp, ago@cm.kyushu-u.ac.jp, TSUKAGOSHI.Kazuhito@nims.go.jp

【背景・目的】グラフェンの合成において、大面積化や形状制御という観点から Cu を触媒とした CVD 合成が注目されている。しかしながら、従来の多結晶 Cu ホイルを用いた合成では、グラフェンは六員環の向きがランダムなマルチドメイン構造を有しており[1]、ドメインバンダリーはその物性を低下させることが報告されている [2,3]。そのため CVD グラフェンのドメイン構造制御は重要な課題となっている。我々は単結晶基板上に堆積させた Co や Cu のヘテロエピタキシャル膜を用い、六員環の向きを制御した高品質なグラフェン合成（エピタキシャル CVD 法）を提案してきた[4-6]。しかしながら、異なる核生成点から成長した各ドメインがどのように融合するかという点に関しては不明であった。そこで本研究では、エピタキシャル CVD 法によって成長させたグラフェンの 2 つのドメイン境界に着目して評価を行ったので報告する。

【実験・考察】単層グラフェンは、メタンを炭素源、Cu(100)/MgO(100)基板を触媒として、1075°C で大気圧 CVD によって合成した。PMMA と エッチング溶液を用いて SiO₂(285 nm)/Si 上にグラフェンを転写し、AFM、ラマン分光、そして電気特性によって評価を行った。得られたグラフェンは、主に 0°, 30°, -10° の 3 つの方向を持った六角形であり、同じ向きと異なる向きで融合した 2 つのグラフェンドメインの結合部位を詳細に調べた。ラマンマッピングの結果、異なる向きのドメイン間では例外なく D バンドが観察されるのに対し、同じ向きのドメイン間では D バンドが見られない部分があることが分かった。また、同じ向きのドメインが結合したグラフェンの電界効果トランジスタ（FET、Figure 1(a)）を用いた電気特性評価を行ったところ、Figure 1(b)に示すように、2 つのドメイン間（Inter-domain）より同一ドメイン内（Intra-domain）の方が移動度が高いという結果が得られた。この結果から、異なる向きのドメインだけでなく同じ向きのドメイン間でも境界でキャリアの散乱が起きており、何らかの欠陥が存在すると示唆される。なお、ドメイン内での移動度は室温で 20,000 cm²/Vs と高い値が得られており、極めて高品質な CVD グラフェンが得られていることを示している。当日の発表では、ラマンマッピングの D バンドと電気特性の相関についても議論する予定である。

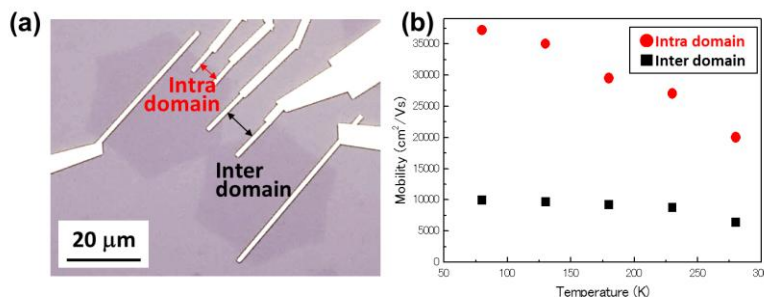


Figure 1 (a) Optical microscope image of graphene FET. (b) Temperature dependence of mobility of inter- and intra-domains.

【参考文献】[1] P. Y. Huang *et al.*, *Nature* **469**, 389 (2011). [2] H. S. Song *et al.*, *Sci. Rep.* **2**, 1 (2012). [3] C. M. Orofeo *et al.*, *Carbon* **50**, 2189 (2012). [4] Y. Ogawa *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 2 (2012). [5] H. Ago *et al.*, *ACS Nano* **4**, 1414 (2010). [6] B. Hu *et al.*, *Carbon* **50**, 57 (2012).