

熱 CVD グラフェン/*h*-BN の移動度とラマンスペクトルの相関関係

Correlation between mobility and Raman spectrum of thermal CVD graphene on exfoliated *h*-BN

○沖川 侑揮,¹ 山田 貴壽,¹ 桐原 和大,¹ 谷口 尚,² 渡邊 賢司,² 長谷川 雅考¹

¹産業技術総合研究所, ²物質・材料研究機構

○Y. Okigawa,¹ T. Yamada,¹ K. Kirihara,¹ T. Taniguchi,² K. Watanabe,² and M. Hasegawa¹

¹AIST, ²NIMS, E-mail: okigawa.yuki@aist.go.jp

【はじめに】 六方晶窒化ホウ素(*h*-BN)上に転写したグラフェンの移動度測定により、グラフェン/*h*-BN 積層構造が理想的な電気伝導特性を引き出しているかどうかの指標が得られる[1-6]。移動度低下の要因として、*h*-BN 上グラフェンに生じる皺やバブル、グラフェン/*h*-BN 界面への不純物混入が考えられる[4,5]。CVD グラフェンの場合には、合成時に形成される皺や結晶粒界、転写時のグラフェン表面のポリマー残渣や欠陥形成等も移動度低下の要因となる。ラマン分光法はグラフェンの結晶性や電子状態の評価に有効であり、グラフェン/SiO₂ 構造の分析に広く使われている。ラマン分光法を用いたグラフェン/*h*-BN 積層体の評価により移動度低下要因が理解できる。本研究では、熱 CVD グラフェン/*h*-BN の電界効果移動度とラマンスペクトルの相関関係を調べた。

【実験方法および結果】 SiO₂/p⁺-Si(SiO₂ = 100 nm)基板上に機械的剥離法で *h*-BN を転写した。その基板全面に、PMMA を用いて熱 CVD 単層グラフェン (多結晶膜) を転写した。予め探しておいた厚み 6~25 nm の *h*-BN の上に転写された CVD グラフェンに対して電子線リソグラフィ等を用いて、グラフェンのパターニング及び 4 端子電極(Au/Ni)を作製した (図 1 挿入図)。チャネル長、チャネル幅は、それぞれ 1.0、1.8 μm である。4 端子素子に対して、真空中室温にてシート抵抗-ゲート-ソース電圧特性の測定を行い、両極性伝導を確認した。電界効果移動度は相互コンダクタンスを用いて算出した。4 端子素子のチャネル領域をラマン分光法(λ = 532 nm、φ = 0.7 μm)により測定し、グラフェン/*h*-BN の結晶評価を行った。図 1 に電子の電界効果移動度とラマンスペクトルの 2D バンドと G バンドの強度比 (I_{2D}/I_G) の関係を示す。 I_{2D}/I_G の増加にともない電界効果移動度も増加している。CVD グラフェン及び CVD グラフェン/*h*-BN の界面に存在するキャリア散乱源が電界効果移動度の低下を引き起こす直接の原因になっていると推測される。現在、グラフェン/*h*-BN の表面形態と電界効果移動度の関係を調べている。

【謝辞】 本研究の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (P16010)、及び産総研ナノプロセッシング施設の支援を受けて実施した。

【参考文献】

- [1] C. R. Dean *et al*, *Nature Nanotech.* **5**, 722 (2010).
- [2] W. Gannett *et al*, *APL* **98**, 242105 (2011).
- [3] L. Wang *et al*, *Science* **342**, 614 (2013).
- [4] T. Uwananno *et al*, *2D Materials*, **2**, 041002 (2015).
- [5] S. M. Kim *et al*, *Nature Commu.* **6**, 8662 (2015).
- [6] L. Banszerus *et al*, *Nano Letters*, **16**, 1387 (2016).

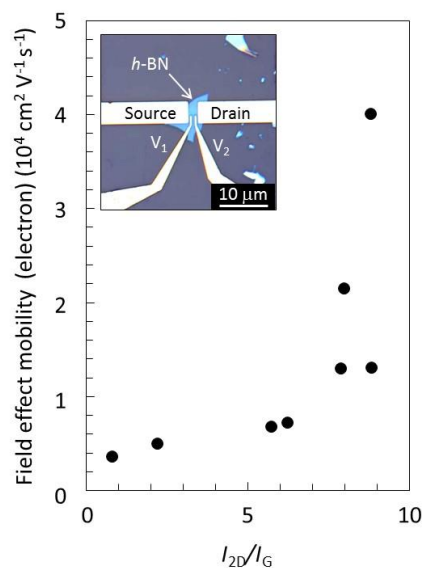


図 1 電子の電界効果移動度と I_{2D}/I_G の関係 (挿入図 ; 作製した 4 端子素子の光学顕微鏡像)