

グラフェンのキャリア輸送特性をプローブとした h-BN 結晶の評価

Evaluation of h-BN crystals using graphene as a probe material

東京大学生産技術研究所¹, 物質・材料研究機構², CREST-JST³

○小野寺桃子¹, 渡邊賢司², 諫山都子¹, 増淵寛¹, 守谷頼¹, 谷口尚^{2,1}, 町田友樹^{1,3}

Institute of Industrial Science, University of Tokyo¹, National Institute of Materials Science²,

CREST-JST³, ○Momoko Onodera¹, Kenji Watanabe², Miyako Isayama¹, Satoru Masubuchi¹,

Rai Moriya¹, Takashi Taniguchi², Tomoki Machida^{1,3}

E-mail: monodera@iis.u-tokyo.ac.jp

高压高温合成 (HPHT) 法によって合成された六方晶窒化ホウ素 (h-BN) 結晶は極めて高い結晶品質をもち全世界で 200 を超える研究機関で用いられているが、中心部に炭素不純物濃度の高い領域 (ドメイン) が形成される。ドメインは結晶劈開後も存在し、光学顕微鏡及び AFM では判別が不可能であり、UV 領域の発光特性でのみ検知可能である。ドメインがグラフェンの電気伝導特性に及ぼす影響を評価するため、ドメイン境界部を正確に跨ぐようにグラフェンを配置した h-BN/グラフェン/h-BN ファンデルワールスヘテロ積層構造を作製した。ドメイン内においてはドメイン外よりもグラフェンの移動度が低下しキャリア不均一の値が増大したほか、縦抵抗のランダウファンダイアグラムの電子ドープ側において特徴的な曲がりが見られた[1]。続いて炭素不純物の影響をより直接的に評価するため意図的に炭素をドーピングした h-BN 結晶フレーク上のグラフェンの量子輸送特性評価を行うと、ランダウファンの曲がり及び縦抵抗のヒステリシスが見られたことから、炭素原子によってディラック点上方約 0.10 eV の位置にアクセプター準位が形成されていることが明らかとなった[2]。さらに我々は金属触媒を用いた常圧高温合成 (APHT) h-BN が不純物ドメインをもたないことを発見し、APHT h-BN 上グラフェンの輸送特性評価を行うことで APHT h-BN をドメインフリーな高品質 h-BN 基板として用いることができることを実証した[3]。

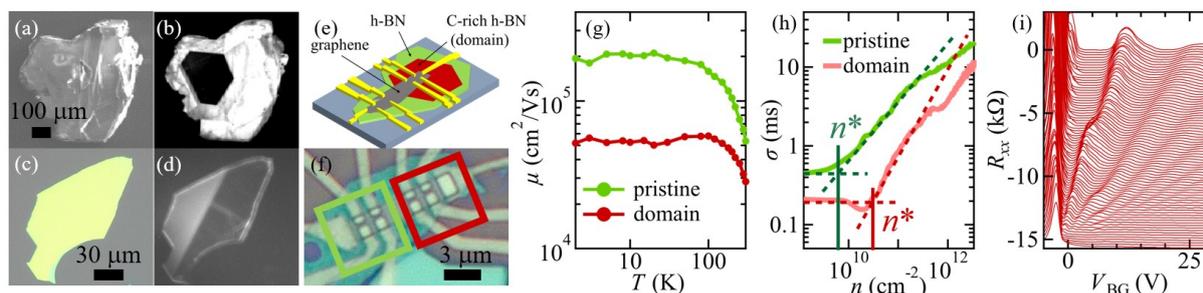


Fig. 1: (a) SEM and (b) CL (320 nm) images of an HPHT h-BN crystal. (c) Optical microscope and (d) PL (340 nm) images of an exfoliated HPHT h-BN flake. (e) Schematic and (f) photographic image of the device. (g) Temperature dependence of carrier mobility. (h) Extraction of carrier inhomogeneity n^* at $T = 2$ K. (i) R_{xx} vs. V_{BG} at $B = 0-9$ T obtained in graphene on the C-rich domain. Data are offset in proportional to B for clarity.

- [1] M. Onodera, K. Watanabe, M. Isayama, M. Arai, S. Masubuchi, R. Moriya, T. Taniguchi, and T. Machida, *Nano Lett.* **19**, 7282 (2019).
 [2] M. Onodera, M. Isayama, T. Taniguchi, K. Watanabe, S. Masubuchi, R. Moriya, Y. Hoshi, T. Haga, Y. Fujimoto, S. Saito, and T. Machida, *Carbon* (in press).
 [3] M. Onodera, T. Taniguchi, K. Watanabe, M. Isayama, S. Masubuchi, R. Moriya, and T. Machida, *Nano Lett.* **20**, 735 (2020).