

電圧制御型フィードバック通電過程におけるグラフェンの CCD 近赤外線イメージングによるその場温度測定

Investigation of Temperature Distribution of Graphene Adjusted with Feedback-Controlled Voltage Using In-Situ NIR CCD Imaging System

東京農工大学院工 〇齋藤孝成、須田隆太郎、又吉美佐枝、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

〇T. Saito, R. Suda, M. Matayoshi, and J. Shirakashi

E-mail: 50012645117@st.tuat.ac.jp

我々はこれまでに、近赤外領域に受光感度を有する CCD カメラと赤外線顕微鏡を組み合わせ、その場温度観察が可能な近赤外イメージングシステムを開発してきた[1, 2]。更に、本システムを用いることで、定電圧を印加したグラフェンの発熱温度分布をリアルタイムで観察してきた[3]。近年、グラフェンの構造が通電により誘起されるジュール熱によって変化することが報告されている[4]。このことから、本システムを用いて、グラフェンの発熱現象と構造変化について詳細に検討することで、グラフェンの surface modification が可能になるものと期待される。

グラフェンは、機械的剥離法を用いて PGS グラファイトシートから取り出し、800 nm の熱酸化膜を有する SiO₂/Si 基板上に転写した。本研究で使用したグラフェンの大きさは数十 μm であり、膜厚は、フレネルの法則を用いた光学的手法により[5]、およそ 100 nm と見積もられた。さらに、2 本の金属探針をグラフェン表面に機械的に接触させ、電気的特性測定用プローブとして用いた。次に、本サンプルに対し、抵抗値の変化に応じた電圧フィードバック制御を実行させた通電加熱を行い、近赤外イメージングシステムを用いて赤外線(IR)像のその場温度観察を行った。電圧フィードバックが実行される前後の発熱温度分布像を図 1(a), (b)にそれぞれ示す。通電加熱を開始してから 734 秒経過し、電圧値が 6 V に到達した際に、グラフェンからの IR 放射が確認された。その後、電圧の増加と共に、IR 放射強度が徐々に上昇されている様子が確認された。さらにプロセスが進行し、電圧値が 6.7 V に到達した 816 秒(図 1(a))から、電圧フィードバックが連続的に実行され、830 秒後、電圧値が 6.6 V(図 1(b))にまで減少した。この時、同図の点 A における発熱温度は 790 K から 770 K まで減少していることが確認された。このことから、電圧フィードバック制御により、グラフェンの発熱温度が抑制されているものと考えられる。以上の結果から、本セットアップを用いることで、電圧フィードバック制御過程におけるグラフェンの発熱温度分布のその場観察が可能であることが示唆された。

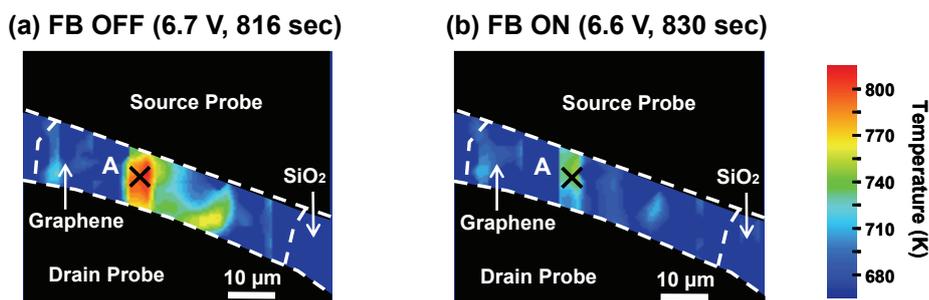


Fig. 1 Temperature distribution of the graphene with voltage feedback “OFF” (a) and “ON” (b).

References

- [1] Y. Kuwabara et al., The 6th Annual IEEE International Conference on NEMS, February 20-23, 2011, Kaohsiung, Taiwan.
- [2] Takanari Saito et al., "In-Situ Observation of Temperature Distribution of Microheaters Using Near-Infrared Charge Coupled Device Imaging System" *Nanosci. Nanotechnol. Lett.* (2013). (to be published)
- [3] 齋藤、厚母、須田、伊藤、白樫：電子情報通信学会技術研究報告 (2013) ED2012-142(SDM2012-171).
- [4] A. Barreiro et al., *Nano. Lett.* 12 (2012) 1873.
- [5] P. Blake et al., *Appl. Phys. Lett.* 91 (2007) 063124.