

積層グラフェン p-n 接合の赤外線放射特性

Infrared Radiation Characteristics in Stacked Graphene p-n Junction

徳島大学, °村上 成洸, 杉山 良輝, 田原 雅章, 大野 恭秀, 永瀬 雅夫

Tokushima Univ., °Naruse Murakami, Yoshiki Sugiyama, Jiyao Du, Masaaki Tahara,

Yasuhide Ohno, Masao Nagase

E-mail: n_murakami@ee.tokushima-u.ac.jp

背景

近年、未踏電磁波領域であるテラヘルツ波は、非破壊検査や超高速無線通信等への応用が期待されており、研究が盛んに進められている。新規炭素材料であるグラフェンはギャップレスなエネルギーバンド構造に起因する特異な電子物性から、テラヘルツ波放射素子への応用が期待されている[1]。本研究では SiC 熱分解法により作製したグラフェン薄膜を用いて積層 p-n 接合を作製し、電気特性及び赤外線領域での放射特性の計測を行った。

実験方法

Ar 雰囲気中加熱の SiC 熱分解法により 10 mm 角のグラフェン薄膜を 2 枚作製した。SiC 上グラフェンは基板との相互作用により n ドープされているため、1 枚のグラフェン試料は Ar+H₂ 雰囲気中で 1000 °C で水素処理を行い p 型グラフェンとした。アクリル製治具を用いて 2 枚のグラフェン薄膜を直接接合し p-n 接合を作製した[2]。半導体デバイス・アナライザ(Keysight Technologies B1500A)を用いて p-n 接合の電気特性を測定した。接合部の赤外線像をサーモグラフィカメラ(FLIR ETS320)を用いて観測した。

結果

2 端子・4 端子法による p-n 接合の電気特性の測定結果を図 1 に示す。オーミックな電流電圧特性となり、2 端子抵抗は 6.91 kΩ、4 端子抵抗は 0.82 kΩ となった。接合部の各電力における温度変化量を図 2 に示す。40 V の電圧印加時の接合面の赤外線像からおよそ 20 °C の温度変化が観測された。4 端子抵抗を用いて放射効率を計算した結果、 $\alpha = 72.0 \%$ と見積もられ、従来のグラフェンの赤外線放射デバイスと比較して非常に高効率となった[3]。

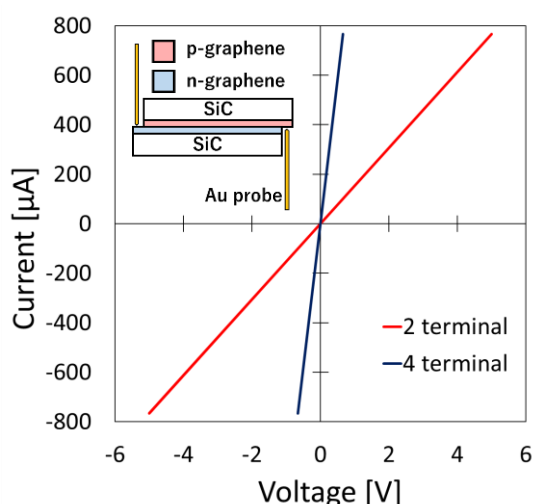


Fig.1 I-V curve of stacked graphene p-n junction. (inset) Schematic of p-n junction device.

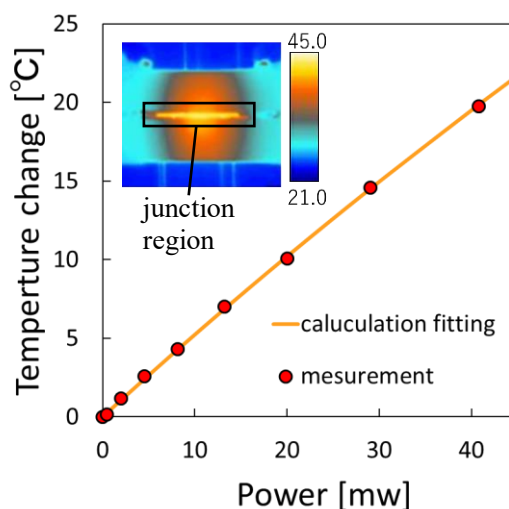


Fig.2 Power dependence of temperature change. (inset) Infrared image in junction region at 40V. Brightest area is graphene p-n junction.

[1] Yadav, D. et al., 2D Mater. **3** (2016).

[2] Du, J. et al., Jpn. J. Appl. Phys. **58**, SDDE01(2019).

[3] Kim, Y. D. et al, Nano. Lett. **18**, 934(2018).