

欠陥の導入によるグラフェンの非対角熱電効果

Off-diagonal Thermoelectric Effect of Graphene by Introducing Defects

大阪府大院大工 ○(M2)大石 竜, 竹井 邦晴, 秋田 成司, 有江 隆之

Osaka Pref. Univ. R. Oishi, K. Takei, S. Akita, and T. Arie

E-mail: oishi-4@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 廃棄されている熱を回収して電気に変換する熱電変換技術が期待されている。特に熱の流れと垂直に熱起電圧が発生する非対角熱電効果は、材料の異方性やデバイスのアスペクト比に依存して起電圧が増加するため、材料設計だけでなくデバイス設計でも性能向上が期待できる。本研究室ではこれまでグラフェンに同位体を導入し、ゼーベック係数に異方性をもたせることで非対角熱電効果の発現を検証した[1]。本研究ではより性能向上を図る目的で、グラフェンにプラズマ処理を施しストライプ状に欠陥を導入することで、電気的・熱的な異方性をもたせ非対角熱電効果の発現を試みたので報告する。

実験 Cr/Au 電極を蒸着したシリコン基板上に化学気相成長法により合成したグラフェンを転写し、フォトリソグラフィと酸素プラズマによりグラフェンにストライプ状に欠陥を導入した。ヒーターによりこのデバイスに熱勾配を与えたときの垂直方向の熱起電圧を測定した。

結果と検討 非対角熱起電圧は

$$\Delta V = \left| \frac{\Delta T}{2} \frac{l}{d} (S_{//} - S_{\perp}) \sin 2\theta \right| \quad (1)$$

で表される。ここで ΔT は温度差、 l/d はデバイスのアスペクト比、 θ は欠陥導入部分の界面角度、 $S_{//}$ と S_{\perp} はそれぞれ界面に平行方向と垂直方向のゼーベック係数である。Fig. 1(a)はデバイスの光学顕微鏡像およびD/Gの強度比によるラマンマッピング像、Fig. 1(b)は欠陥導入有無の典型的なラマンスペクトルである。欠陥がストライプ状に、およそ均一に導入されているのが分かる。Fig. 2は非対角熱起電圧の傾斜角 θ の依存性を測定したものである。熱起電圧は傾斜角が43度の時に最大値1.9 μV を示し、0度と90度に近づくにつれ低下した。式(1)で示した角度依存性と一致しており、グラフェンの欠陥導入によって得られた直交方向の熱起電圧は、非対角熱電効果によるものであることが分かる。

謝辞 本研究は科研費の助成により行われた。

参考文献 [1] Y. Mochizuki, submitted.

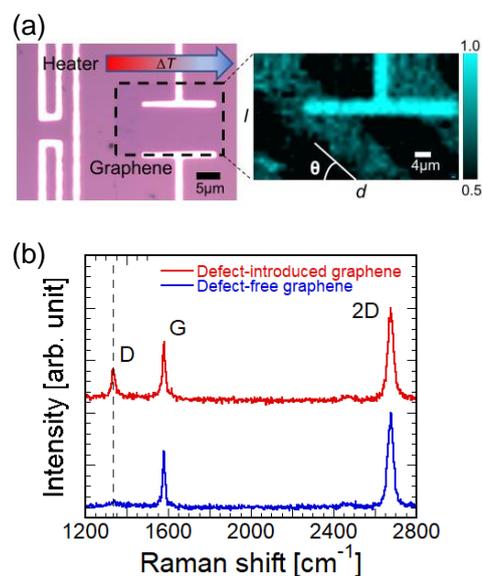


Fig. 1 (a) Optical micrograph and Raman D/G mapping of the device. (b) Raman spectra obtained from graphene with and without defects.

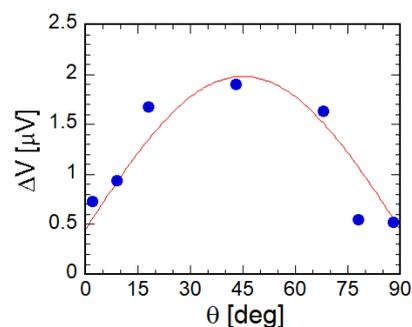


Fig. 2 Transverse thermovoltage as a function of interface angle.