

同位体界面を用いたグラフェン中のフォノン伝導制御

Control of Phonon Transport in Graphene Isotopic Interfaces

大府大工¹, 理研² ○畑 芳斗¹, 野谷 曜司¹, 飛田 聡², 竹井 邦晴¹, 秋田 成司¹, 石橋 幸治²,
有江 隆之¹

Osaka Pref. Univ.¹, RIKEN² ○Y. Hata¹, Y. Notani¹, A. Hida², K. Takei¹, S. Akita¹, K. Ishibashi², T.
Arie¹

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

はじめに グラフェンは非常に優れた熱特性を有し、熱マネジメント材料としての応用が期待されている。我々はこれまでグラフェンの主な熱キャリアがフォノンであることに着目し、同位体[1]や構造欠陥[2]の導入による熱伝導制御について研究してきた。本研究では異なる同位体からなるグラフェン界面の原子構造を明らかにするとともに、界面数による熱伝導制御について調べた。

実験 異なる同位体からなるグラフェン界面は、炭素源として $^{12}\text{CH}_3$ と $^{13}\text{CH}_3$ を間欠的に流入させ化学気相成長法により合成した。界面構造はラマン散乱および走査型トンネル顕微鏡 (STM)、先端増強ラマン散乱により評価した。グラフェン内の熱伝導は架橋構造としたときのラマンピーク位置の温度依存性から算出した。

結果と検討 図 1 に得られた単結晶グラフェンの光学顕微鏡像とラマンマッピング像を示す。界面周期はおよそ 600nm である。単結晶グラフェンが六角形状に成長する際、ジグザグ端が優位的に現れる[3]ことが知られているが、本研究で得られたグラフェンでは、界面はエピタキシャルに成長し、界面構造の揺らぎは数ナノメートル以内であることが STM により明らかになった。界面数による熱抵抗の変化を図 2 に示す。界面数が 3 までのグラフェンでは熱抵抗は界面数に比例するが、界面数が 4 のグラフェンでは急激に熱抵抗は上昇した。これは界面間隔がフォノンの平均自由行程と同程度以下になることで、熱伝導において擬弾道的輸送が支配的になったためであると考えられる。

謝辞 本研究は科研費の助成を受けて行われた。

参考文献 [1] Y. Anno et al., *Phys. Status Solidi RRL* **8**, 692 (2014). [2] Y. Anno et al., *2D Mater.* **4**, 025019 (2017). [3] Z. Luo et al., *ACS nano* **5**, 9154 (2011).

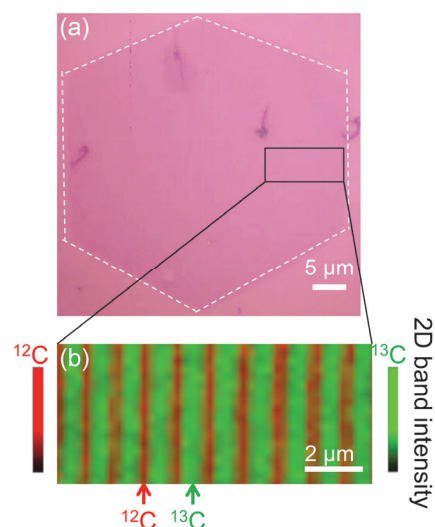


Fig. 1. (a) Optical and (b) Raman 2D mapping images of graphene heterostructures.

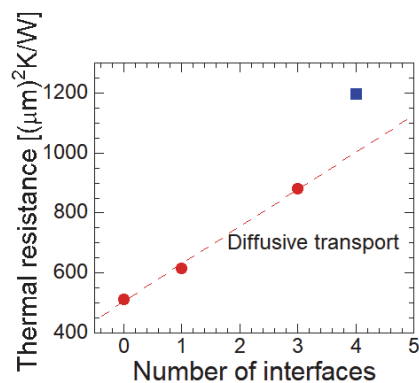


Fig. 2 Interface number-dependence of the thermal resistance in graphene heterostructures.