

静電引力で印加した歪みによる多層グラフェンの熱輸送制御

Controlling the thermal transport of multilayer graphene by electrostatically induced strain

大阪府大工¹, 大阪技術研² °中川 魁斗¹, 佐藤 和郎², 村上 修一², 竹井 邦晴¹, 秋田 成司¹,
有江 隆之¹

Osaka Pref. Univ.¹, ORIST², °K. Nakagawa¹, K. Satoh², S. Murakami², K. Takei¹, S. Akita¹, T. Arie¹

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

はじめに グラフェンは優れた熱特性を有することから、熱マネジメント材料への応用が期待されている。我々はこれまで、CVD 単層グラフェン[1]や機械剥離多層グラフェン[2]において、気圧差により歪みを印加すると熱伝導率が低下することを見出した。本研究では機械的剥離法により作製した多層グラフェンを用い、静電引力により歪みを印加しながら熱伝導率を測定した。

実験 フォトリソグラフィとドライエッチングを利用し、Si/SiO₂ 基板(SiO₂ 層:1μm)上に Cr/Au 電極と直径 15μm、深さ 1μm の円柱状の穴を作製した。キッシュグラファイトからスコッチテープで剥離したグラフェンを、穴を覆うように転写し、架橋構造のドラム状グラフェンを作製した (Fig.1)。Fig.1(a)のようにグラフェンとシリコンの間に電圧 V_G を印加すると、グラフェンとシリコンの間に静電引力が生じ、グラフェン膜が下に変形することでグラフェン面内に歪みを印加することができる。印加電圧 V_G により歪み量を制御し、歪みに依存した熱伝導率の変化をラマン分光法により計測した。グラフェンのラマンスペクトルを特徴づける G ピークと 2D ピークは、歪みだけでなく電荷ドーピングによってもシフトする。本研究では G ピーク及び 2D ピークのシフトの相関関係に注目し、電荷ドーピングの効果を切り分ける[3]ことで、グラフェンに印加された歪みを算出した。

結果と検討 グラフェンに印加された歪みに対する熱伝導率の変化を Fig.2 に示す。歪みの印加と共に熱伝導率は低下し、約 0.1%の歪みを印加すると熱伝導率が約 70%低下することを確認した。この結果は以前の報告[1][2]と同じ傾向を示す。これは、面内に印加された不均一な歪みがグラフェンの熱伝導の主な熱キャリアであるフォノンの伝導を抑制していることが原因だと考えられる。

謝辞 本研究は科研費によって行われた。

参考文献 [1]今北他、第 65 回応用物理学会春季学術講演会 19a-P6-48

[2]中川他、第 66 回春季学術講演会 10p-PA8-26

[3] J. E. Lee *et al.*, *Nat Commun.* **3**, 1024 (2012).

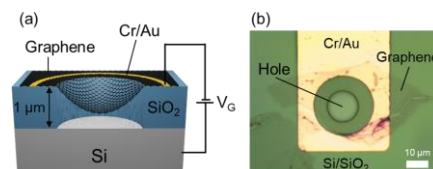


Fig1. (a) Cross-sectional illustration and (b) optical image of the sample.

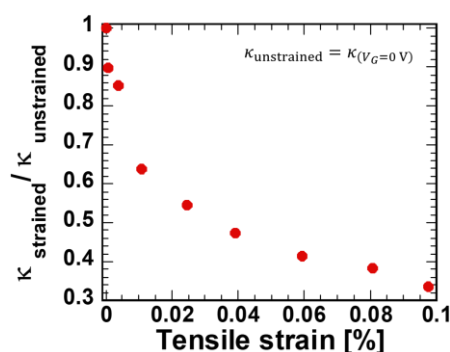


Fig2. Thermal conductivity of mechanically exfoliated multilayer graphene with various strain.