

グラフェンナノメッシュ構造による熱輸送制御

Heat transport control in graphene nano-mesh structure

○ 関口卓弥, 安井悠馬, 安野裕貴, 竹井邦晴, 秋田成司, 有江隆之 (大阪府大院・工)

○ Takuya Sekiguchi, Yuma Yasui, Yuki Anno, Kuniharu Takei, Seiji Akita, Takayuki Arie

(Osaka Pref. Univ.)

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

はじめに 二次元結晶であるグラフェンは、電子移動度や熱伝導度が他の物質に比べて非常に高いため、高速トランジスタやエネルギー材料などへの応用が期待されている。特に、高い熱伝導度を自在にコントロールできるようになれば、熱マネジメント材料への応用も考えられる。我々は熱輸送制御に向けて、これまでグラフェン内に異なる同位体の界面を配置し、フォノンの散乱による熱伝導の低下を報告した[1]。本研究では、グラフェン中へ周期的に空孔を導入し、ナノメッシュ構造を作製した。ここで、比較的長平均自由行程の長いフォノンが空孔との界面において散乱が起これば、熱伝導が変調を受けると予測される。今回は、グラフェンナノメッシュを架橋構造にし、ラマン分光を用いて熱を与えたときの熱伝導解析を行ったので報告する。

実験 Si/SiO₂(500nm)基板上に Cr/Au(5nm/150nm)電極を EB 蒸着により作製した。この電極上に CVD 法で作製した単層グラフェンを転写した。次に、グラフェン上に EB リソグラフィによりナノメッシュ構造のマスクパターンを作製し、酸素プラズマを用いてグラフェンをエッチングした。チャンネルを 2×1.4μm²(幅×長さ)に形成した後、電極間にあるグラフェン直下の SiO₂をエッチングし、超臨界乾燥を経て、図 1(a)に示すような架橋構造を作製した。グラフェンの熱伝導率は、レーザー(波長: 532nm、パワー: 3.2mW/μm²)をチャンネル全体に照射し、それぞれの位置からの 2D ピークシフトから見積った。ここで、熱伝導率はチャンネル間でグラフェンナノメッシュが一様にあるとして算出した。

結果と検討 図 1(b)はグラフェンナノメッシュに対してレーザーを照射したときの各位置における 2D ラマンピークを示している。架橋構造の中心である 0.7μm から両側の Cr/Au 電極に向かってわずかに 2D ピークが高波数側にシフトしていることがわかる。次に 0.2μm 地点からのピークシフト差を求め、2D ピークシフトの温度係数[2]から各位置での温度分布を見積もった結果を図 1(c)に示す。同様にしてナノメッシュ構造をもたないグラフェンについても温度分布を見積もり、両者を比較すると、グラフェンナノメッシュの熱伝導率は、ナノメッシュ構造をもたないグラフェンの約 35%になっていることがわかった。これはナノメッシュ構造により、空孔界面でフォノンの散乱が起これば、熱伝導率が低下したためだと考えられる。

参考文献 [1] Y. Anno et al., Phys. Status Solidi RRL., **8**, 8, 692-697 (2014).

[2] K. Nguyen et al. ACS Nano. **5**, 5273-5279 (2011).

謝辞 本研究は村田学術振興財団研究助成、科学研究補助金により行われた。

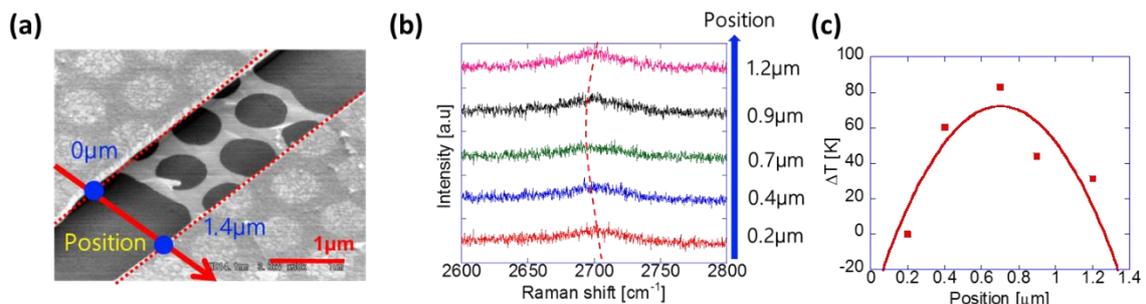


図1 (a)グラフェンナノメッシュ構造のSEM像 (b) それぞれの位置に対するラマン2Dピークシフト (c) それぞれの位置における温度プロファイル