

欠陥導入によるグラフェンの熱伝導率制御

Control of the thermal conductivity of graphene by introducing defects

○安野裕貴, 今北悠貴, 竹井邦晴, 秋田成司, 有江隆之 (大阪府大院工)

°Y. Anno, Y. Imakita, K. Takei, S. Akita, T. Arie (Osaka Pref. Univ.)

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

はじめに グラフェンは、その優れた機械的・電氣的・熱的特性から様々な分野での応用が期待されている。また通常の金属や半導体に比べ、室温で非常に高いパワーファクター ($S^2\sigma$, S : ゼーベック係数, σ : 導電率) を有するグラフェンは熱電変換への応用も期待できるが、その非常に高い熱伝導率から熱電性能は低くなってしまふ。グラフェンの熱伝導率は同位体やドメイン境界、欠陥の導入により低下させることが可能である。我々はこれまで欠陥を導入した際の導電率やゼーベック係数への影響を調べてきた[1]。グラフェンの電気特性は結晶構造に依存し、欠陥導入により導電率・ゼーベック係数共に低下するが、それ以上に熱伝導率を低下することができれば、熱電性能の向上が期待できる。本研究では、欠陥を導入した際の熱伝導率を測定すると共に、熱電性能も評価する。

実験 CH_4 を用いて CVD 合成したグラフェンを孔開き Au/SiN 支持膜に転写し、グラフェンを架橋構造にした。欠陥導入には酸素プラズマを用い、照射時間と強度を調整することで欠陥密度を制御した。熱伝導率測定にはラマン分光法を用い、そのレーザー照射パワーとグラフェン膜の温度上昇から熱伝導率を見積もった。

結果と検討 グラフェンの架橋構造の断面模式図を図 1 に示す。架橋されたグラフェンは SEM によって確認した。グラフェンの典型的なラマンピークである 2D ピークは温度依存性を有するため、このグラフェンの中央にラマンレーザーを照射し、得られたピークの位置からその温度上昇を算出し、 $\kappa = \ln(R/r_0) \times Q \times 0.98 / (2\pi t \Delta T)$ により熱伝導率 κ を算出した。ここで $R, r_0, Q, t, \Delta T$ はそれぞれ、架橋グラフェンの半径、レーザー半径、吸収したエネルギー、グラフェンの膜厚、上昇温度を示す。欠陥を導入した際の熱伝導率の変化を図 2 に示す。グラフェンの熱伝導はフォノンが支配的であるため、欠陥導入することにより、熱伝導率の大幅な低下に成功した。これまでに測定したパワーファクターの減少率と比較すると、低欠陥密度領域では熱電性能は減少する反面、高欠陥密度領域では熱電性能を 3 倍程度向上することに成功した。

謝辞 本研究の一部は村田学術振興財団、MEXT 科研費、JSPS 科研費の助成を受けて実施されました。

参考文献

[1]安野他、2015 年秋季第 76 回応用物理学会学術講演会 15p-2T-12

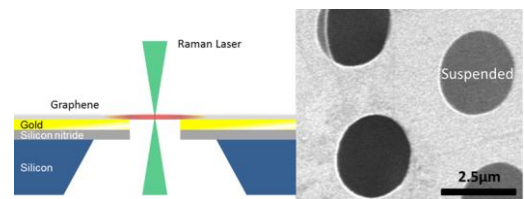


図 1 グラフェン架橋構造の断面模式図 (左) と架橋したグラフェンの SEM 像 (右図)

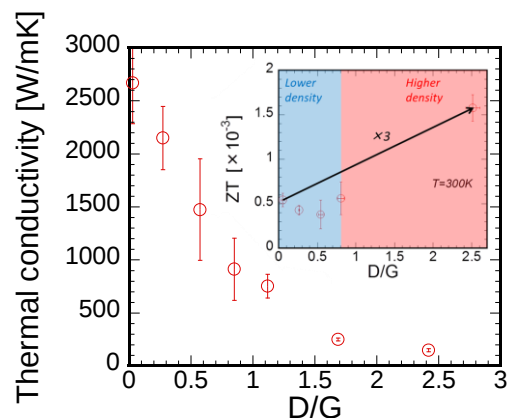


図 2 欠陥導入による熱伝導率の変化と熱電性能 (ZT) の変化