

同位体ヘテロ接合グラフェンの接合界面における電気・熱特性

Electrical and thermal properties of isotopically modified graphene heterojunction

大阪府大院工, ○安野裕貴, 竹井邦晴, 秋田成司, 有江隆之

Osaka Pref. Univ. °Yuki Anno, Kuniharu Takei, Seiji Akita, Takayuki Arie

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

グラフェンの熱キャリアはフォノンが支配的であるため、そのフォノンの伝搬を阻害することで熱伝導を抑制することが可能である。その一つに同位体炭素原子が挙げられる。グラフェンは炭素原子のみから成る物質であるため、その構成に同位体炭素原子を導入することで電子構造に影響を与えることなく、フォノンの伝達を阻害することが可能である。これまで、二種類の同位体炭素源ガス($^{12}\text{CH}_4$ ・ $^{13}\text{CH}_4$)を同時に用いて合成されたグラフェンの熱伝導率の低下が報告されている[1]。しかし、この方法では同位体の位置制御が不可能である。

そこで、同位体の位置制御によるさらなる熱伝導の制御を目的として、我々は Cu 触媒上に合成したグラフェンをフォトリソグラフィとプラズマエッチングで部分的にグラフェンをエッチングし、その部分に異なる同位体炭素源ガスを用いて再度 CVD を行うことで、同位体グラフェンの位置を制御した同一平面内同位体ヘテロ接合グラフェンを合成した(図 1)。合成された二つのグラフェンはラマン分光法の結果からそれぞれ欠陥の少ない単層グラフェンであった。また、その接合界面は二種類の同位体炭素原子が混ざることなく、明瞭な境界を持っていた。界面での結合性を評価するために接合界面を介したグラフェン($^{12/13}\text{C}$ -graphene)と二種類のグラフェン(^{12}C -graphene, ^{13}C -graphene)の電気測定を行った結果、接合界面を介したグラフェンはそれぞれのグラフェンに比べ、急激な移動度の低下・抵抗の増加がなく、電氣的にも良好な接合界面を有していることがわかる[2]。また、界面ではフォノン振動数のミスマッチが生じ、非常に大きな熱抵抗($11.8\text{K}/\mu\text{W}$)の存在が確認できた(図 3) [2]。このことから接合界面で熱の伝搬を大きく阻害していることを明らかにした。本研究により、電気特性を維持したまま同位体グラフェンの位置を制御し、熱の伝搬を阻害するグラフェンの作製を可能にした。

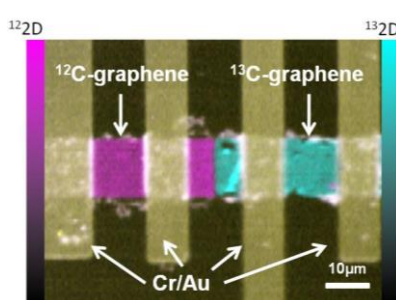


図 1 同位体ヘテロ接合グラフェンの 2D ラマンマッピング像

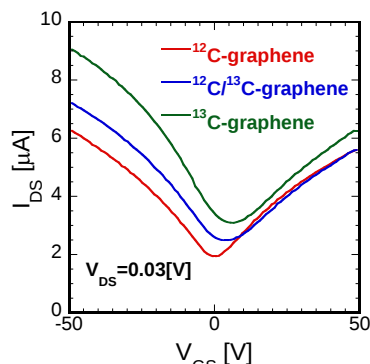
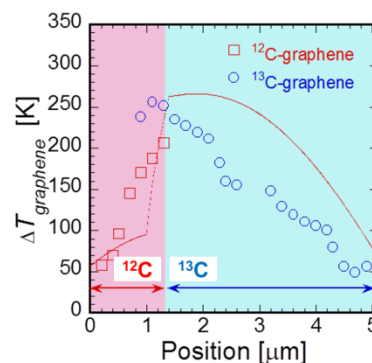
図 2 ^{12}C -graphene, $^{12/13}\text{C}$ -graphene, ^{13}C -graphene をチャネルとした FET の伝達特性

図 3 同位体ヘテロ接合グラフェンの温度分布

Reference

- [1] S. Chen, et al., *Nat Mater.*, **11**, 203-207(2012).
 [2] Y. Anno, et al., *Physica Status Solidi RRL*, in press.