

4H-SiC(000-1) エピタキシャルグラフェンの 空間分解ラマン分光法とフェムト秒キャリアダイナミクス Space-Resolved Raman Spectroscopy and Femtosecond Carrier Dynamics of Epitaxial Graphene on 4H-SiC(000-1)

関学大理工 [○]重政 英史, 久津間 保徳, 大谷 昇, 金子 忠昭, 玉井 尚登
School of Science and Technology, Kwansai Gakuin Univ.

[○]Hidefumi Shigemasa, Yasunori Kutsuma, Noboru Ohtani, Tadaaki Kaneko, Naoto Tamai
E-mail: cpb87046@kwansai.ac.jp

【序】 SiC の熱分解法は、大面積かつ高品質なグラフェンを作製するのに優れた手法である。グラフェンの結晶性や層数情報を得る有力な評価手法の一つとしてラマン分光法がある。しかし、SiC(0001)Si 面上に作製したエピタキシャルグラフェンは 2D バンド半値全幅で層数評価できるのに対して、SiC(000-1)C 面上に作製したものでは 2D バンド半値全幅では層数評価が困難である[1]。これは、C 面上グラフェンでは層間に回転の乱れが導入されることで、多層であっても剥離単層グラフェンと類似した狭い 2D バンド半値全幅を示すためである[2]。そこで本研究では、空間分解ラマン分光法によって C 面上グラフェンの層数評価を行う新しい方法を模索した。また、同時に光励起キャリアのエネルギー緩和を調べるのに有力な手法であるフェムト秒近赤外過渡吸収分光法を用いて、C 面上グラフェンのキャリアダイナミクスを解析したので併せて報告する。

【実験】 試料は 4H-SiC{0001} 基板の熱分解法によって作製した。グラフェン層数の評価には共焦点顕微鏡を用いた空間分解ラマンマッピング($\lambda_{EX} = 488 \text{ nm}$)により評価した。キャリア緩和過程の評価には、励起光 800 nm のフェムト秒パルス、観測光 900~1350 nm のフェムト秒白色光を用い、反射光学系を組み、近赤外過渡吸収分光測定により解析した。

【結果】 グラフェンの層数が少なければ基板の SiC 由来のシグナルが観測されるはずなので、本研究ではグラフェン由来の G バンド($\sim 1582 \text{ cm}^{-1}$)と SiC 由来のピーク($\sim 1520 \text{ cm}^{-1}$)比をとることでグラフェン層数の評価を試みた。Fig. 1 に空間分解ラマン分光結果を示す。他の方法とも比較検討し、 $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ の領域で約 50% の 2 層グラフェンが生成していると評価した。Fig. 2 に観測波長 1200 nm における C 面, Si 面上グラフェン及び HOPG の過渡吸収ダイナミクスを示す。C 面上グラフェン, HOPG は 2 成分の指数関数で解析できたのに対し、Si 面上グラフェンは超高速減衰が支配的であった。速い緩和成分はグラフェン中のキャリアと基板の表面光学フォノンもしくはグラフェン固有の光学フォノンとの結合に起因する[3]。C 面と Si 面上グラフェンのダイナミクスの大きな違いは、C 面上グラフェンではキャリアと基板の光学フォノン間の結合が希薄であるが、Si 面上グラフェンはバッファ層により基板の光学フォノンとの強い結合があることが要因として考えられる。

【参考文献】

[1]D. S. Lee et al. *Nano Lett.* **8** (2008) 4320.

[2]J. A. Robinson et al. *Nano Lett.* **9** (2009) 2873. [3]B. Gao et al. *Nano Lett.* **11** (2011) 3184.

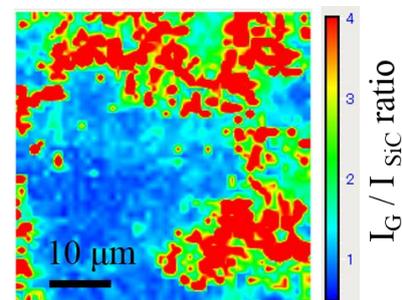


Fig. 1 Raman mapping image of epitaxial graphene on 4H-SiC(000-1).

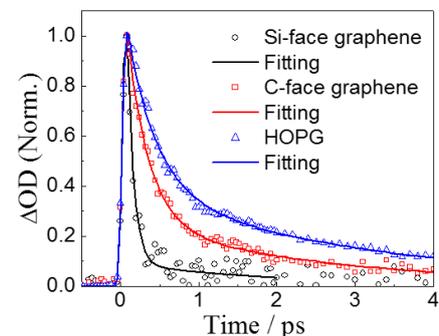


Fig. 2 Transient absorption dynamics of epitaxial graphene observed at 1200 nm.