

Si 導波路上集積型単層グラフェンの光吸収特性

Optical absorption properties of single-layer graphene on silicon waveguide

NTT NPC¹, NTT MI 研², NTT 物性基礎研³, 早稲田大学⁴

○高 磊^{1,2,4}, 田邊 真一³, 土澤 泰^{1,2}, 藤 かほり⁴, 鈴木 哲³, 日比野 浩樹³, 中島 啓幾⁴, 山田 浩治^{1,2}
 NTT Nanophotonics Center¹, NTT Microsystem Integration Labs.², NTT Basic Research Labs.³, Waseda Univ.⁴
 ○R. Kou^{1,2,4}, S. Tanabe³, T. Tsuchizawa^{1,2}, K. Warabi⁴, S. Suzuki³, H. Hibino³, H. Nakajima⁴, K. Yamada^{1,2}

E-mail: takahashi.raii@lab.ntt.co.jp

● 研究背景

炭素原子の 2 次元ネットワークによって構成されるグラフェンは、特異な電子・化学・機械的な性質を有することから脚光を浴びる新規機能性材料である。光学的な性質においても、従来の材料にはない特徴^[1] (例: 超高速応答、超高吸収係数、波長無依存性など) が続々と発見され、それらを利用したデバイス化^[2] が今後重要となる。本稿では、グラフェンを用いた光集積回路の基礎検討として、微小な光デバイスを構築できる Si フォトニクス技術を利用し、Si 細線導波路上に集積されたグラフェンによる光吸収特性を評価したので報告する。

● 作製プロセス

電子線露光と反応性イオンエッチング (RIE) によって Si 細線導波路 (幅 400 nm×高さ 200 nm) を 4 inch SOI 基板上に形成した。次に、Cu 基板上に化学的気相成長法 (CVD) で成長した単層グラフェンを PMMA によりコーティングしたのち、Cu 基板エッチングを経て Si 細線導波路上へ転写を行った。PMMA を除去後、フォトリソグラフィと RIE によりグラフェンパターン (幅 15 μm×長さ 2.5~250 μm) を形成した。図 1 に作製プロセス完了後の顕微鏡写真 (幅 15 μm×長さ 2.5 μm) を示す。

● 実験結果

はじめに、ラマン分光によってグラフェンの層数と膜質を評価した。図 2 は各測定点におけるラマンスペクトルを示す。これらの結果より、測定点 1 (○) を含むグラフェンが観測された領域には欠陥を示す D-band ピークがほぼ存在せず、かつ、G/2D-band 比より単層グラフェン (SLG) であることが確認された。そして、光通信波長帯の C-band 自然放出増幅光源 (ASE) を用いて単位長さあたりのグラフェン光吸収効率を評価した結果、図 3 より TE 偏光では 0.09 dB/μm、TM 偏光では 0.05 dB/μm がそれぞれ得られた。

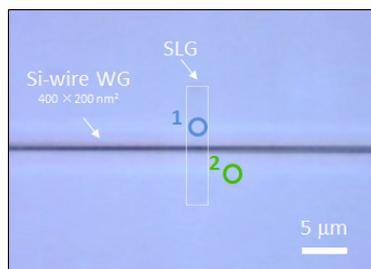


図 1 光学顕微鏡画像

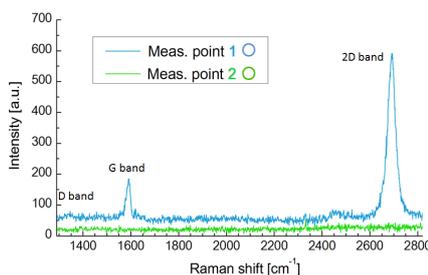


図 2 各測定点におけるラマンスペクトル

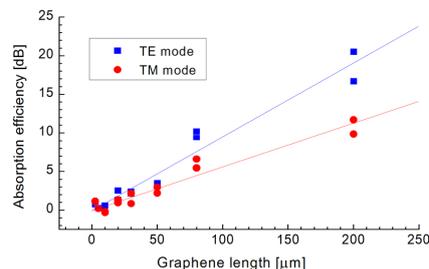


図 3 TE/TM 偏光の吸収効率比較

● まとめ

Si 細線導波路とグラフェンを集積し、その光学評価を行った。集積されたグラフェンは、ラマン分光により欠陥のない単層グラフェンであることが確認され、更に光通信波長帯である 1.5 μm 帯の ASE 光源で評価することで TE と TM 偏光の大きな光吸収特性が確認された。

● 参考文献

[1] F. Bonaccorso et al., *Nature Photonics*, vol.4, pp.611-622 (2010). [2] M. Liu et al., *Nature*, vol. 474, pp. 64-67 (2011).