

グラフェンを転写した Si リング共振器の伝搬損失の低減

Reduction of Propagation Loss in a Si Ring Resonator Transferred with Graphene

東京農工大 〇小城 幸一, 岩原 高海, 清水 大雅

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., 〇Koichi Oshiro, Takami Iwahara, and Hiromasa Shimizu

E-mail: s212050w@st.go.tuat.ac.jp, h-shmz@cc.tuat.ac.jp

[はじめに]

Si 細線導波路は、Si と SiO₂ の大きな屈折率差による強い光閉じ込め効果を利用し、幅・高さ 1 μm 以下の狭い空間に光を閉じ込めて伝搬することが可能である。Si 細線導波路からなるリング共振器は共振波長の変化から周囲の媒質の屈折率の変化を推定する小型・オンチップのセンサへの応用が期待され、表面を化学修飾し分子を吸着させ、分子の濃度を高めて検出する研究が多数報告されている。その中で、グラフェンを表面の一部に転写した Si リング共振器に液相中のドーパミン分子が吸着した際の信号変化の増大と供給を切った後もグラフェンの六員環との間に分子間力の一種であるπ-π相互作用により吸着され続けている様子が報告されている[1]。グラフェンを Si 細線導波路に転写すると、吸収損失によって波長 1550 nm 帯で 0.05 dB/μm の伝搬損失が生じ[2]、リング共振を得ることができないため、先行研究[1]においてはグラフェンの転写後にエッチングを加えて面積を減らし、長さを 10~20 μm とすることで周回損失を 2 dB 程度まで抑えていた。本研究では、測定波長をグラフェンの吸収損失がより小さい 1300 nm 帯とし、Si リング共振器と入出力導波路に膜厚の異なる SiO₂ バッファ層を設けることで、伝搬光とグラフェンの相互作用を維持しつつ伝搬損失を小さくする Si リング共振器の設計・作製を行ったため報告する。

[作製と評価]

Si 細線導波路の幅は 600 nm、高さは 250 nm、リング半径は 50 μm とした。SiO₂ バッファ層の膜厚を変化させた時の波長 1300 nm、TM モードの光の伝搬損失を FDFD 法[3]により解析した。SiO₂ バッファ層の膜厚が 200 nm、1500 nm の時、伝搬損失はそれぞれ、0.0106 dB/μm、0 dB/μm と求められ、図 1 に示すようにリング共振器部に膜厚 200 nm の SiO₂ バッファ層を製膜すると、リング共振器の周回損失が 3.3 dB となり、問題なしと考えた。SOI 基板上に EB 描画と反応性イオンエッチングにより Si リング共振器を作製し、リング共振器上に膜厚 200 nm、入出力導波路上に膜厚 1500 nm の SiO₂ をスパッタリングで製膜した後に CVD 法で作製された単層グラフェンを転写した。転写後の光学顕微鏡写真を図 2 に示す。ラマン分光法によりグラフェン特有のラマンシフトを確認した。グラフェンが転写された図 2 の黒い四角で囲われたリング共振器について波長 1297~1303 nm の範囲で透過率を測定した結果を図 3 に示す。波長 1300.26 nm において Q 値が 4.3 x 10⁴ の共振を確認した。今後、六員環を持つガス分子と六員環を持たないガス分子を供給し、共振波長のシフトを比較しセンサ動作を検証する。

[謝辞] 本研究では、東京工業大学微細加工プラットフォームを利用させていただきました。関係者の皆様に御礼申し上げます。

[1] R. Kou et al., *Opt. Express* **27**, 32058 (2019). [2] R. Kou et al, *Jpn. J. Appl. Phys.* **52**, 060203 (2013).

[3] T. Kaihara et al., *Opt. Express* **25**, 730 (2017).

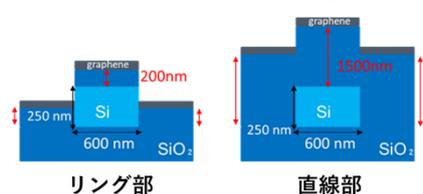


図 1 Si とグラフェンの間に SiO₂ バッファ層を挟んだ Si 細線導波路の模式図。左図はリング部、右図は直線部を示す。

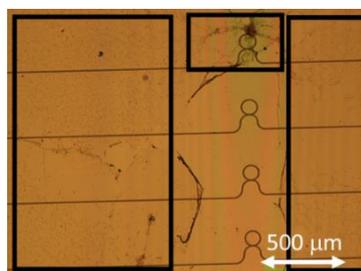


図 2 グラフェン転写後の光学顕微鏡写真。黒い四角で囲われている箇所にグラフェンが転写されている。

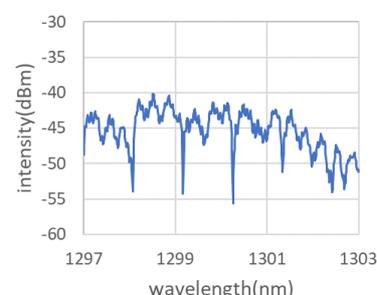


図 3 グラフェンを転写した Si リング共振器の共振特性の測定結果。