

CVD 法によるランダム多層グラフェン合成とその光学特性

Random stacked multi-layer graphene synthesized with chemical vapor deposition and its optical property

富士通研¹, 富士通² ○近藤 大雄^{1,2}, 林 賢二郎^{1,2}, 片岡 真沙子¹, 佐藤 信太郎^{1,2}

Fujitsu Labs.¹, Fujitsu² ○Daiyu Kondo^{1,2}, Kenjiro Hayashi^{1,2}, Masako Kataoka¹, Shintaro Sato^{1,2}

E-mail: kondo.daiyu@fujitsu.com

グラフェンはその高い電子移動度や電流密度耐性からシリコンや銅配線を置き換える次世代半導体材料として長年研究されてきているが、その特異性を利用した光学素子としても多くの注目を集めている[1]。我々は、グラフェンの特に赤外領域における光センサとしての可能性に着目し、グラフェン合成及びデバイス作製プロセス開発を行ってきた。1原子層の厚みしかないグラフェンを光センサとして用いるためには、ある程度の厚みを有する多層グラフェンを用いることが有効であるが、その場合本来の単層グラフェンの特性を保持し得るランダム積層多層グラフェンが適していると考えられる。そこで本研究では、化学気相成長法 (Chemical vapor deposition: CVD) により光学素子として適用可能なランダム多層グラフェン (Multi-layer graphene: MLG) の合成を行い、その光学特性について調査した。

実験には、熱酸化膜付きシリコン基板上に準備した触媒薄膜 (Fe) を用い、熱CVD法により設定温度700℃にて多層グラフェンを合成した。多層グラフェン合成にはアセチレン・アルゴンの混合ガスを用い、総圧は1kPaであった。合成後に評価した典型的なラマンスペクトルを図1に示す。G/D比は36程度であり、高品質な多層グラフェンであることを示唆している。続いて、光学評価のために、紫外から赤外領域まで透明であるフッ化カルシウム (CaF₂) 基板上に転写を行い、紫外可視分光光度計 (日本分光、V-770) 及びFT-IR (日本分光、FT/IR-6600typeA) を用いて、可視から赤外領域までの透過率スペクトルの測定を行った。図2に示す分光光度計 (UV-Vis-NIR) の結果によれば、250nm前後のグラフェンの炭素結合に由来するディップ以外には20%程度の一定の透過率スペクトルであることが分かる。図には、グラフェンを転写していないフッ化カルシウム基板のみの透過率スペクトルの結果も参照として示している。多層グラフェンの透過率スペクトルは波長1000nmでは20.5%であるが (フッ化カルシウム基板分を引くと21.8%)、単層では2.3%であることを参考に換算すると、およそ65層の多層構造を有していると求められる。図3はFT-IRの結果であるが、可視領域と同様にフッ化カルシウム基板の吸収領域までの赤外領域全体に渡って20%程度の透過率を示していることが分かった。以上の結果は、ランダム積層多層グラフェンが可視から赤外領域に渡って安定した光学特性を有することを示唆している。本研究の一部は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度の支援を受けたものである。

References: [1] X. Cai, A.B. Sushkov, R.J. Suess, M.M. Jadidi, G.S. Jenkins, L.O. Nyakiti, R.L. Myers-Ward, S. Li, J. Yan, D.K. Gaskill, T.E. Murphy, H.D. Drew and M.S. Fuhrer, Nat. Nanotechnol. **9** (2014) 814.

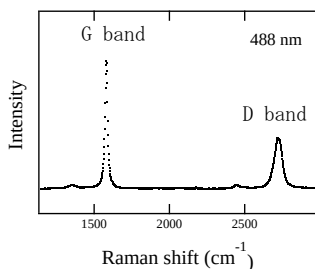


Fig. 1: Raman spectra of multi-layer graphene synthesized with CVD.

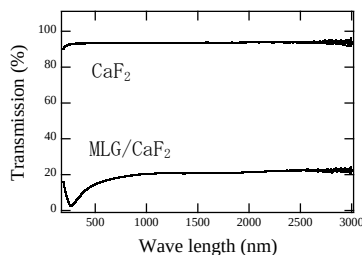


Fig. 2: Transmission spectra measured with UV-Vis-NIR.

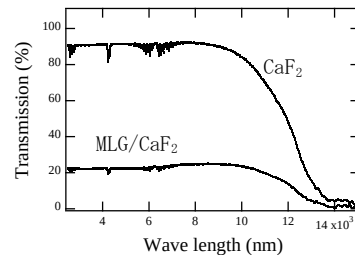


Fig. 3: Transmission spectra measured by FT-IR.