

光励起効果を用いたグラフェン膜の薄膜化

Laser thinning of graphene film by photoexcitation effects

大阪公立大院¹, 和歌山大院²

○鍋嶋 康起¹, 山名 貴広¹, 金崎 順一¹, 木曾田 賢治², 伊東 千尋²

Osaka Metropolitan Univ.¹, Wakayama Univ.²

°Koki Nabeshima¹, Takahiro Yamana, Jun'ichi Kanasaki¹, Kenji Kisoda², Chihiro Ito²

E-mail: sg22887i@st.omu.ac.jp

原子層 2 次元物質であるグラフェンの特異な物性は積層する原子層数に強く依存しており, 膜厚を原子層レベルで精密制御する技術の開発は, グラフェンの基礎研究やデバイス等への応用研究に向けた喫緊の課題となっている。我々は, フェムト秒レーザー光励起による SiC(0001)基盤上グラフェン薄膜の構造変化をラマン散乱分光法と内殻光電子分光法を用いて研究を行い, 1) p 偏光励起によりグラフェンの構造変化が誘起されること, 2) 繰り返し励起後により, 光励起に耐性のある安定構造相が形成されることを報告した[1]。しかしながら, これらの結果は, 照射領域における平均的な膜厚測定によるものであり, 照射領域内における膜厚分布に関する微視的知見については解明されていない。本講演では共焦点顕微鏡とラマン分光測定を融合してグラフェンの膜厚分布の測定を行い, レーザー光の照射領域内の局所的な励起強度と対応付けることにより, 実際に単層グラフェンの作成に必要な局所励起強度を決定した。

SiC 熱分解法で SiC(0001)基板上にエピタキシャル成長させたグラフェン多層膜にフェムト秒パルスレーザー光(800 nm, 100 fs)を 1 kHz で連続照射した。その後, 共焦点顕微鏡ラマン分光装置を用いてグラフェン由来の 2D 及び G ラマンピークイメージを測定して膜厚の空間分布を評価した。Fig1(a)は, レーザー出力 30 mW で 50000 s 照射した領域において 2D ピークの全面積強度の大きさをカラースケールで表したラマンイメージである。明るい領域は膜厚の厚い領域, 逆に暗い領域は膜厚が薄い領域に対応する。同一強度の連続的パルス照射及び励起強度を制御し, 照射後におけるグラフェン膜の空間分布を画像化した。

Fig.1 (b)はレーザー中心からの距離が 90.5 μm の位置で測定した 2D ピークのスペクトルを示す。ピーク位置及び半値幅より, 局所的に単層グラフェンに薄膜化されていることが分かった。レーザーのビームプロファイルから局所励起密度関数を作成し, 単層グラフェンが生成した領域における局所励起強度を決定した。この結果から, パルス光励起強度を 33 mJ/cm^2 で 50000 s 照射することで単層グラフェンが生成可能であることが分かった。講演では, 励起強度と実現される膜厚との相関について測定結果に基づいて議論する。

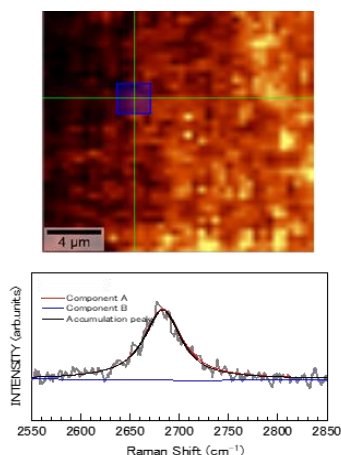


Fig.1(a) 20×20 μm Raman image of graphene after excitation with 30mW laser pulses for 50000s
(b) 2D Raman line measured at the spot of 90.5 μm away from the center of the laser

参考文献

1. R. Horie *et al.*, J. Phys.: Condens. Matter **35**, 195401 (2023).