

光電子分光法によるグラフェン薄膜の光励起効果に関する研究

Photoelectron spectroscopic studies of photoexcitation effects of graphene thin film

大阪公立大大学院¹, 佐賀大シンクロトロン光応用センター²

○廣末 龍一¹, 金崎 順一¹, 山本 勇², 東 純平², 高橋 和敏²

Osaka Metropolitan Univ.¹, Saga Univ.²

○Ryuichi Hirose¹, Jun'ichi Kanasaki¹, Isamu Yamamoto²,

Junpei Azuma², Kazutoshi Takahashi²

E-mail: sg22871b@st.omu.ac.jp

原子層 2 次元物質であるグラフェンの物性は、積層する原子層数に強く依存しており、原子層数を精密制御する手法の確立が急務となっている。我々は、レーザー光励起による SiC(0001)基板上グラフェン多層膜の構造変化をラマン散乱分光及び内殻光電子分光(core-level photoemission spectroscopy: CL-PES)により研究し、1) p 偏光励起によりグラフェンの薄膜化が誘起されること、2) 励起強度 $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ の繰り返し励起の場合、平均膜厚単層のグラフェンに薄膜化されることを報告した[1]。本研究では、励起強度及び照射回数を制御した励起前後におけるグラフェン層内炭素原子からの CL-PES 測定を実施し、励起条件と励起後のグラフェン膜厚との相関を明確にした。

異なる励起条件で光励起した SiC 基板上グラフェン薄膜からの C_{1s} 内殻光電子スペクトルを測定した。Fig.1(a)は、 $70\text{ mJ}/\text{cm}^2$ のパルス光(800 nm , 1 kHz , p 偏光) を繰り返し照射した結果である。照射回数が増大すると共に C_{1s} 強度が減少しており、この強度においても薄膜化が誘起されることがわかる。Fig.1(b) に示すように、得られた C_{1s} スペクトルを 4 つの成分に分解し、グラフェン膜内炭素原子からの光電子成分(赤線)の面積強度 I_G と SiC 基板内炭素原子からの光電子成分(青線)の面積強度 I_{SiC} を測定した。比 I_G/I_{SiC} の値は、 3.0×10^7 パルス照射により $244 \rightarrow 5.5$ まで減少した。測定により得られた I_G/I_{SiC} の値と電子の平均自由行程を用いてグラフェン膜の膜厚を評価した結果、励起強度 $70\text{ mJ}/\text{cm}^2$ により得られる安定構造相は 3 層であることが明確になった。また、励起強度 $100\text{ mJ}/\text{cm}^2$ で安定化するグラフェン層膜厚は 2.5 層であった。今回の結果は、励起強度を変化させることにより、グラフェン原子層数の制御が可能であることを強く示唆している。講演では、光パルスの励起強度及び照射回数とグラフェン膜厚との相関について議論する。

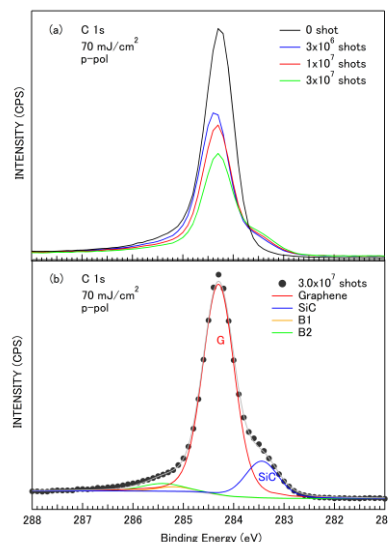


Fig.1 (a) C_{1s} CL-PES spectra for few-layer graphene on SiC(0001) acquired before and after iterative photoexcitation with p-polarized laser pulses (800 nm , 1 kHz , $70\text{ mJ}/\text{cm}^2$). (b) C_{1s} spectrum after excitation with 3.0×10^7 laser pulses together with its deconvolution into bulk (SiC), graphene (G) and buffer layer (B1&B2) components. The incident photon energy is 680 eV .

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