

CVD 法により形成した SiC (3x3) 界面層上グラフェンの電子状態

Electronic structure of Graphene on SiC (3x3) interface layer formed by CVD

○梶原 隆司¹, 林 真吾¹, Anton Visikovskiy¹, 飯盛 拓嗣², 小森 文夫², 田中 悟¹

(1. 九大院工, 2. 東大物性研)

○Takashi Kajiwara¹, Shingo Hayashi¹, Anton Visikovskiy¹, Takushi Iimori², Fumio Komori²,

Satoru Tanaka¹ (1. Kyushu Univ., 2. Univ. of Tokyo)

E-mail: kajiwara@nucl.kyushu-u.ac.jp

はじめに

SiC 表面熱分解によって成長するグラフェンには必ずバッファ層(6√3 構造)が形成し、電子ドーピングなどグラフェンに物性変調を与える要因となっている。その影響の排除などを目的として水素や酸素、窒素などの原子をインターカレートする研究が行われている[1, 2, 3]。また、グラフェンへの周期ポテンシャルの付与によりフェルミ速度に異質性が現れることなどが理論的に報告されており[4]、新たな界面層の形成は電子物性の観点からも興味深い。

我々は、C₂H₄ 添加 Ar ガス雰囲気を用いてグラフェン成長を行い、比較的低温(1400°C程度)において高温熱分解と同等のバッファ層(6√3 構造)が形成することを確認した。さらに成長を続けると、高温熱分解とは異なりバッファ層/グラフェン界面へ SiC に対して(3x3)周期を有する新たな界面層が形成することを確認した。本報告では新界面構造の形成過程および、グラフェンの電子状態の観察結果について報告する。

実験方法

コールドウォール赤外線加熱炉を用い、成長用基板として 6H-SiC(0001)面 on-axis 基板を用いた。初めに高温水素ガスエッチング(1400°C-15 分)を行い SiC 表面の平坦化を行った。引き続き、水素ガス雰囲気中で 500°Cまで温度を下げ、Ar ガスへの置換を行った。その後、Ar 雰囲気中で成長温度まで加熱し、成長温度到達後に C₂H₄ ガスを約 10ppm 添加してグラフェン成長を行った。

実験結果

C₂H₄/Ar ガス雰囲気中において(a)1400°C-15 分、(b)1400°C-20 分、(c)1400°C-10 分・1300°C-30 分間成長したサンプルについての結果を示す。図 1 に LEED 観察結果を示す。成長時間の増加とともに、バッファ層起因の回折強度が減少し、グラフェンの回折強度が増加する様子が観察された。さらに界面構造に起因する(3x3)構造の回折も成長時間の増加により鮮明に現れた。図 2 には(c)サンプルを角度分解光電子分光(ARPES)によって観察したグラフェンの K 点付近のエネルギー分散図を示す。直線的なスペクトルが観察され、ディラック点が観察できないことから p-type のドーピングが生じていることが示された。スペクトルの直線近似(図中の赤点線)から概算したディラック点はフェルミエネルギーより 0.4eV ほど上方にある。これは van der Pauw 法によって計測したキャリアタイプおよびキャリア密度と定性的に一致している。また、SiC 上のグラフェン[5](黒点線)に比べてフェルミ速度が大きくなっていた。

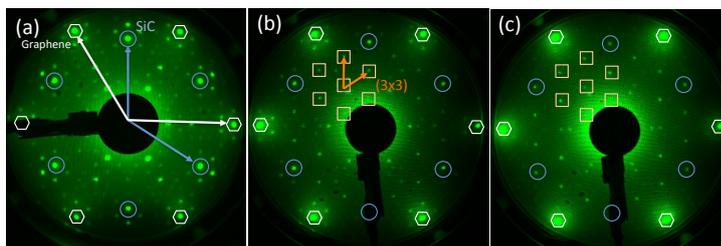


図 1. グラフェン成長後の LEED 像

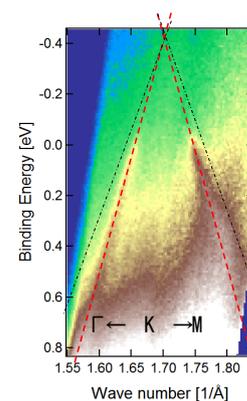


図 2. (c)サンプルの ARPES 観察結果

参考文献

- [1] C. Riedl *et al.*, Phys. Rev. Lett. **103**, 246804 (2009). [2] M. H. Oliveira *et al.*, Carbon N. Y. **52**, 83 (2013). [3] Y. Masuda *et al.*, Phys. Rev. B **91**, 7 (2015). [4] C.-H. Park *et al.*, Nat. Phys. **4**, 213 (2008). [5] S. Mammadov *et al.*, 2D Mater. **1**, 035003 (2014).