



エピタキシャルグラフェンの界面制御と電子状態

乗松 航

名古屋大学大学院工学研究科

キーワード：グラフェン、ARPES、エピタキシャル成長

1. 背景と研究目的

原子一層分の厚さを持つ炭素物質であるグラフェンは、キャリア移動度が極めて高いことから、次世代半導体材料として大いに期待されている。SiC 上エピタキシャルグラフェン成長は、ウェハースケールの単一方位グラフェンを、絶縁性基板上に形成できることから、エレクトロニクス応用に適している。一般に均一なグラフェンは、Si 原子により終端された SiC(0001)面上に形成されるが、C 原子終端である SiC(000-1)面からはより移動度の高いグラフェンが形成される。しかしながら、グラフェンの方位は SiC に対して不均一であり一義的に決まらないことが知られている。本研究では、SiC(000-1)面でのグラフェン方位および電子状態の成長条件依存性を調べることを目的として実験を行う。

2. 実験内容

実験に供した試料は、4H-SiC(000-1)基板を、Ar 雰囲気中 1625°C で 5 分加熱することにより得た。原子間力顕微鏡観察およびラマン分光測定の結果から、基板表面にグラフェンが形成されたことを確認した。この試料を、BL7U のチャンバーに導入し、角度分解光電子分光 (ARPES) 測定を行うことで、グラフェンの方位および電子状態を調べた。

3. 結果および考察

Fig.1 は、4H-SiC(000-1)基板上グラフェン試料から得られた ARPES イメージの一部である。まず、K 点付近での結果である(a)から、 $k=0.25 \text{ \AA}^{-1}$ 付近を中心とするディラックコーンが観察される。 $k=0$ からのずれについては、試料セッティング時の方位のずれによると考えられる。このコーンは、頂点をほぼフェルミエネルギー (E_F) 付近に持つことから、グラフェンが電氣的にほぼ中性であることがわかる。また、このコーン以外に、矢印で示すように複数のコーンが観察される。 E_F 付近での k_x - k_y マップである(b)から、シャープなスポットとして矢印で示す K および K' 点のバンドに加えて、その間に不鮮明ながら複数のスポットが観察される。シャープなスポットは、SiC 基板に対して 30°回転したグラフェン由来であるのに対し、これら不明瞭なスポットは、それ以外の方位を持つグラフェンが存在することを示している。このような結果は、過去にも報告されており[1]、グラフェンの方位及び電子状態を成長条件により制御していくことが今後の課題である。

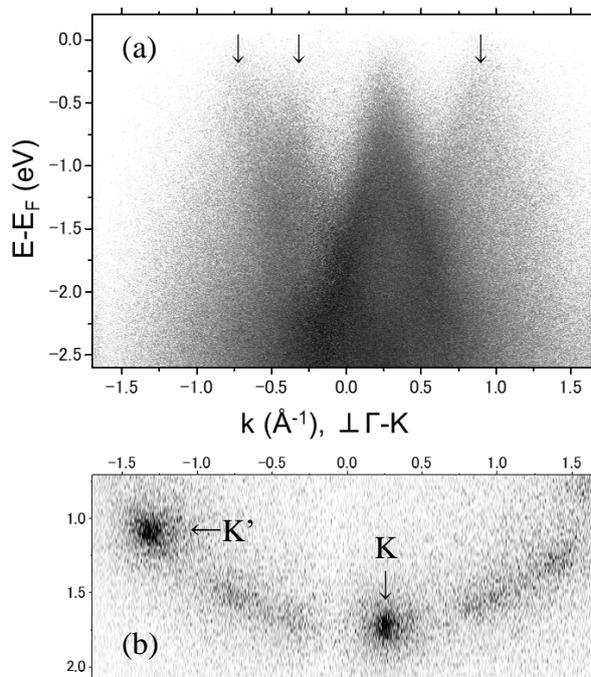


Fig. 1 4H-SiC(000-1)上グラフェン試料から得られた ARPES イメージ (a) K 点付近での E-K イメージ (b) E_F 付近での k_x - k_y イメージ

4. 参考文献

[1] L. I. Johansson, et al., Scientific Reports, 4, 4157 (2014).