



# 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

SiC 熱分解グラフェンでは、絶縁性基板上にウェハースケールの単一方位エピタキシャルグラフェンを得ることができる。これまでの実験で、SiC 上 2 層グラフェンを引き剥がし、SiC 上バッファ層上に転写してアニールすることで、互いに回転した **twisted bilayer graphene (TBG)** を得られることがわかった。一方で、TBG のバンド構造を詳細に比較検討するためには、回転していない 2 層グラフェンの電子状態の詳細を明らかにする必要がある。そこで本研究では、SiC(0001)面上に 2 層グラフェン試料を作製し、角度分解光電子分光 (ARPES) 測定によりその電子状態を調べた。

## 2. 実験内容

実験に供した試料としては、4H-SiC(0001)基板を大気圧 Ar 雰囲気中 1750 度で 30 分加熱することでグラフェンを成長したものを用いた。原子間力顕微鏡観察およびラマン分光測定を行った結果、広い面積で 2 層グラフェンが形成されていることを確認した。この試料に対して BL7U で ARPES 測定を行い、グラフェンの電子状態について調べた。

## 3. 結果および考察

Figure 1 に、K 点付近における ARPES 測定の結果を示す。図から、逆空間の K 点付近に明瞭なバンド分散が観察された。その特徴は、 $-0.29$  eV 付近に互いの頂点を持つ円錐状であり、グラフェンに特徴的な Dirac 型分散であった。また、Dirac エネルギー以下の分散は二重になっていることから、2 層グラフェンのバンドであること、Dirac コーンの頂点は離れておりギャップが開いていることがわかった。SiC 上 2 層グラフェンは、界面層に起因する層間相互作用によりギャップを開くことが理解されている。一方で、一般的な 2 層グラフェンでは、内側のコーンは Dirac エネルギーから  $0.45$  eV 程度低エネルギー側に頂点を持つ放物線的な形態を有している [1]。それに対して今回得られた結果では、内側のコーンは太く頂点まで直線的な形状である。これは、2 層グラフェンのバンドに加えて、 $-0.4$  eV 付近を Dirac エネルギーとする単層グラフェンが共存していることによって説明することができる。すなわち、測定に用いた約  $100\ \mu\text{m}$  のビーム径の中で、1 層と 2 層のグラフェンが混在していることが示唆される。2 層グラフェンの特徴を明らかにするためには、より均一性の高い 2 層グラフェンを作製する必要があることがわかった。

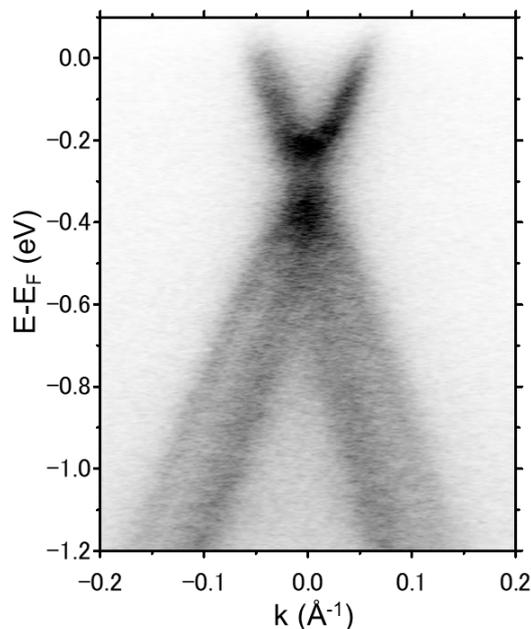


Figure 1 グラフェン試料の ARPES 像。逆空間の K 点付近における分散を示している。

[1] M. Kusunoki et al., J. Phys. Soc. Jpn. 84, 121014 (2015).