



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

グラフェンは原子1層分の厚さを持つ二次元炭素物質であり、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非常に期待されている。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、エレクトロニクス应用到している。SiC(000-1)面から成長したグラフェンは、(0001)面上グラフェンと比較して高い移動度を持ちうるということが知られている。本研究では、SiC の(000-1)面からの傾斜角を変えた試料における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、角度分解光電子分光測定による電子状態の観察を行う。

2. 実験内容

4H-SiC(000-1)基板を[11-20]方向に 2° 傾斜した表面を準備し、その表面にグラフェンを形成した。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。これらの試料に対して、BL7Uにて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

以前の実験において、on-axis (0°) の4H-SiC(000-1)基板を用いて成長したグラフェンは、明瞭なDirac コーンを有するものの、SiC 基板に対して 30° 回転した領域と、 $0 \pm 8^\circ$ 回転した領域からなることがわかった。Fig. 1 に、 2° オフ基板上に形成したグラフェンから得られた ARPES 測定の結果を示す。図には、 $E_F - 0.4$ eV 付近での k_x - k_y マップを示している。図から、矢印で示す位置に SiC 基板に対して 30° 回転したスポットが観察される。その特徴は、円周方向にわずかに分裂していることである。また、これらのスポットの間には、 $0 \pm 4^\circ$ 程度の広がりを持つスポットが観察される。従って、この試料においてもグラフェンは主に2種類の領域からなることがわかった。on-axis 基板から得られた試料では、 30° 回転グラフェンの分裂は観察されず、 0° 回転のグラフェンの広がりも大きかったことから、基板表面の傾斜によってグラフェンの方位が変化したことが示唆される。傾斜角を系統的に変えた試料を用いることで、SiC(000-1)表面上グラフェンの回転を制御できる可能性があることが示された。

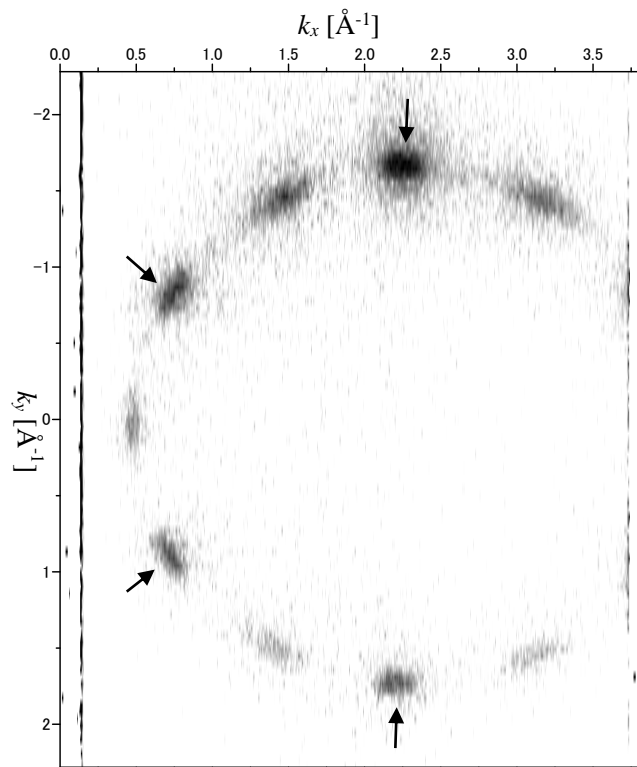


Fig. 1 4H-SiC(000-1)上グラフェン試料から得られた ARPES イメージ。(a) E_F 付近での k_x - k_y イメージ。(b) K 点付近での E-K イメージ。