



## 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1層分の厚さを持つ2次元炭素物質であるグラフェンは、キャリア移動度が非常に大きいことから、次世代半導体材料として期待されている。SiC上に成長したエピタキシャルグラフェンは、絶縁性基板上のウェハースケール単一方位グラフェンとして得ることができるため、エレクトロニクス応用に適している。SiC(000-1)面上グラフェンは、(0001)面上グラフェンと異なり、移動度は高いものの均一性が低いことが知られている。本研究では、SiC(000-1)面の基板オフ角および方位の異なる異なるグラフェンの電子状態を調べることを目的として、角度分解光電子分光 (ARPES) 測定を行った。

### 2. 実験内容

4H-SiC(000-1)基板を[11-20]方向から $2^\circ$ 傾斜した表面上にグラフェンを形成した。ここで、グラフェン形成前に水素エッチング処理を行うことで、平均テラス幅を制御した。BL7UにおいてARPES測定を行い、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

実験番号201904006において、同じ $2^\circ$ オフ基板上グラフェンのARPES測定を行ったところ、基板に対して $30^\circ$ 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。今回の試料では、グラフェン成長前に水素エッチング処理を行うことで、表面のテラス幅 (=  $1/\text{ステップ密度}$ ) を増大させた。具体的には、前回と今回の試料におけるステップ密度はそれぞれ、およそ4.1および2.9 steps/ $\mu\text{m}$ である。Figure 1に、今回の試料から得られたARPES像を示している。図からわかるように、SiCに対して $30^\circ$ 回転したグラフェン領域を表す矢印で示すスポットが、相対的に弱い。これは、ステップ密度が小さいことを考慮すると、 $30^\circ$ 回転グラフェンは、ステップに起因して成長したものであることを示唆している。言い換えれば、ステップ密度を制御することで、SiC(000-1)基板上グラフェンの回転角を制御できる可能性があることが示唆される。また、矢印で示すスポットは比較的シャープであり、ブロードであった前回の試料とは対照的である。一方、 $0^\circ$ を中心とする領域は、前回の試料よりも分布が広い。これらの違いは、SiC基板表面におけるステップ密度・方位・形状と密接に関係していることがわかった。

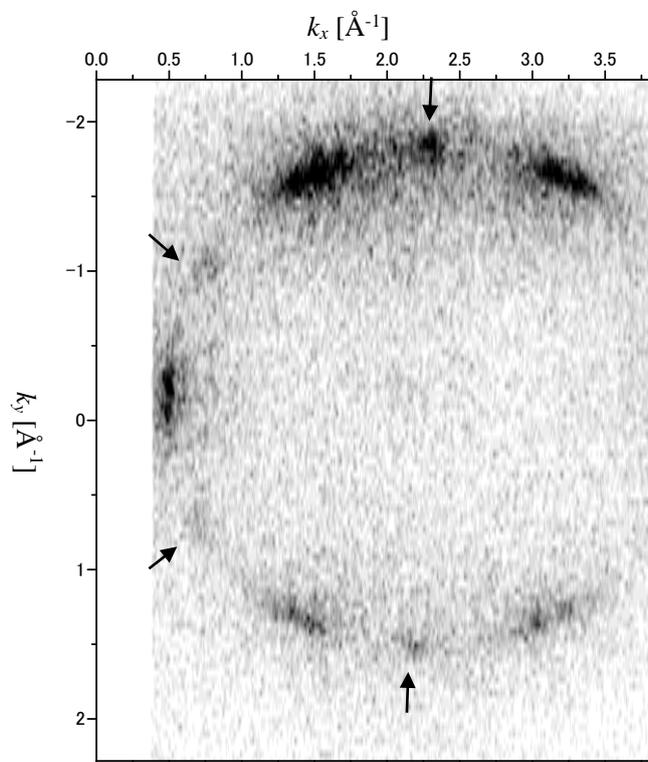


Fig. 1 4H-SiC(000-1)上グラフェン試料から得られた $E_F$ 近傍でのARPES像。