



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 熱分解グラフェン成長法は、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手法である。炭素原子終端である SiC(000-1)面上に成長するグラフェンは、シリコン原子終端の(0001)面上グラフェンとは異なり、移動度は高いものの均一性が低いことが知られている。これまで、(000-1)面の SiC 基板において、基板オフ角および方位の異なるグラフェンの電子状態について調べてきた。その結果、オフ角によってグラフェンの方位分布が異なることがわかってきた。本研究では、[1-100]方向に 0.5 および 1.0 度オフの基板を用いてグラフェンを作製し、その方位分布および電子状態を角度分解光電子分光 (ARPES) 測定により調べた。

2. 実験内容

4H-SiC(000-1)基板を、[1-100]方向に 0.5 および 1.0 度傾斜した表面にグラフェンを成長した。原子間力顕微鏡観察およびラマン分光測定によってグラフェンの形成を確認したあとで、BL7U において ARPES 測定を行い、グラフェンの方位分布およびその電子状態について調べた。

3. 結果および考察

Figure 1 に、0.5 度オフ基板上グラフェンの ARPES 測定の結果を示す。図に示す E-k 像から、ブロードながらも明瞭な線形バンド分散が観察される。ディラック点のエネルギーは、およそ $E_F - 0.1\text{eV}$ であり、わずかに電子ドーピングされていることがわかる。この電子ドーピングは、これまでの(000-1)面上グラフェンと類似している。バンドがブロードであるという事実は、グラフェン層数の不均一性を反映していると考えている。同時に測定した k_x - k_y 像からは、図に示したグラフェン方位の他に、30 度回転したグラフェンが比較的多く観察された。これは、過去に得られた 2 度オフ基板における結果と近い。一方で、同時に測定した 1 度オフ基板では、比較的方位の揃ったグラフェンが観察された。従って、[1-100]オフにおいては、グラフェン方位の均一性に関して、最適なオフ角が存在することが示唆される。これらの結果は、過去に行った[11-20]オフ基板上でのグラフェンとは異なっている。並行して行った測定の結果、グラフェン層数は 3 層程度であり、完全ではないものの比較的均一性の高い試料を得ることができたことがわかった。以上の結果から、SiC(000-1)面上に成長するグラフェンは、オフ方向やオフ角を含む基板表面形態によって大きく影響されることが理解される。

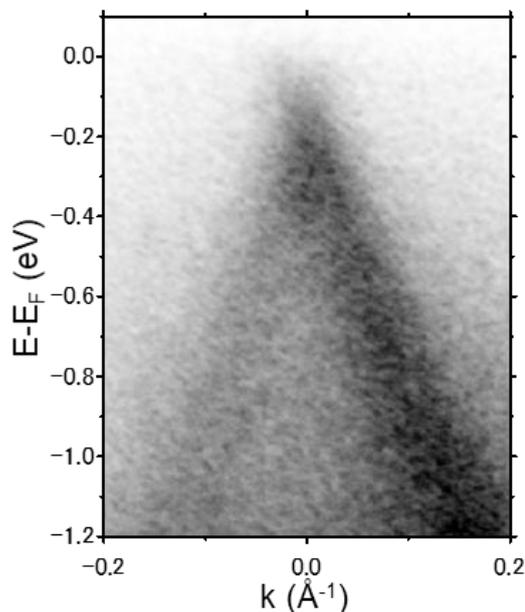


Fig.1 [1-100]0.5 度 オフ 4H-SiC(000-1)基板上グラフェン試料から得られたバンド構造。