



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

我々はこれまで、SiC 熱分解法により成長したグラフェンの電子状態について、角度分解光電子分光（ARPES）測定により調べてきた。SiC 上熱分解グラフェンの特徴は、ウェハースケールの単一方位グラフェンを形成できることである。そこで本研究では、SiC 上グラフェンを基板から引き剥がし、別の SiC 上グラフェン上に貼り付けることで 2 層グラフェンを作製し、その電子状態について調べた。SiC 上グラフェンを転写することで、グラフェンの電子状態に及ぼす界面および基板の影響を明らかにする一助にすると同時に、回転角を持つ 2 層グラフェンにおける層間相互作用について明らかにするために、角度分解光電子分光（ARPES）測定を行った。

2. 実験内容

4H-SiC(0001)基板を Ar 雰囲気中約 1700°C で加熱することで、単層グラフェンを作製した。このグラフェン上に Au 薄膜を蒸着し、熱剥離テープによってグラフェンを Au 薄膜ごと引き剥がし、別の SiC 上グラフェン試料の表面に貼り付け、熱剥離テープおよび Au を除去した。ここで転写の際、貼り付け先の基板に対して約 3° の回転角を持たせて転写を行った。得られた 2 層グラフェン/SiC 試料に対して、BL7U にて ARPES 測定を室温で行った。

3. 結果および考察

Figure 1 に、得られた 2 層グラフェン/SiC 試料の ARPES 像を示す。図から、逆空間の K 点近傍に 2 つのバンド分散が見られる。一方は、 $k_x = 0$ [\AA^{-1}] 付近において、 $E_D = -0.27$ [eV] を持つ強度の弱い線形分散であり、もう一方は $k_x = 0.094$ [\AA^{-1}] 付近において、 $E_D = -0.20$ [eV] で強度の強い線形分散である。光電子の脱出深さおよび基板由来の電子ドーピングの大きさを考慮すると、前者が貼り付け先に形成されていたグラフェンによるものであり、後者は転写したグラフェンによるものと考えられる。右側のバンドが波数 $k_x = 0.094$ [\AA^{-1}] に K 点を持つという事実は、2 層のグラフェンが約 3.2° の回転角を持つことを示している。ここで、エネルギーバンド構造における興味深い特徴は、矢印で示す位置にバンドの変調が観測されることである。これは、両者のバンドが交差する位置に対応しており、2 層のグラフェン間に顕著な相互作用が存在することを意味している。互いに回転した 2 層グラフェンはツイスト 2 層グラフェンと呼ばれ、近年その電子状態に興味が集まっている。ツイスト 2 層グラフェンにおける強い相関相互作用を観測した本実験の結果は、2 層グラフェンにおける新たな自由度としての回転角を利用した twistrionics 応用への重要な指針を与えるものである。

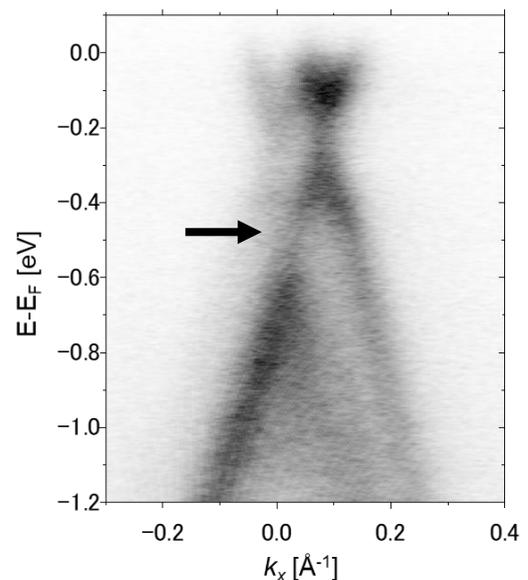


Figure 1 2 層グラフェン/SiC 試料の ARPES 像