

量子デバイス応用に向けたツイスト型 2 層グラフェンの作製と特性評価

Fabrication and characterization of twisted bilayer graphene for quantum device applications

千葉大物質¹, 物質・材料研究機構², 成均館大³, バッファロー大⁴ ○福島 僚¹, 坂梨 昂平¹,

和田 直人¹, 渡邊賢司², 谷口尚², Gil-Ho Kim³, Jonathan P. Bird⁴, 青木 伸之¹

Chiba Univ.¹, NIMS², SKKU³, SUNY Buffalo⁴, ○Ryo Fukushima¹, Kohei Sakanashi¹, Naoto Wada¹,

Kenji Watanabe², Takashi Taniguchi², Gil-Ho Kim³, Jonathan P. Bird⁴, and Nobuyuki Aoki¹

E-mail: n-aoki@faculty.chiba-u.jp

グラフェンをはじめとする 2 次元層状物質は、格子定数や角度の制限を受けることなくさまざまな物質を自由に積層させることができる。2 枚の異なる単原子層を特定の角度だけ回転させて重ねることで 2 層ヘテロ構造を作ると、層間に働く相互作用によってポテンシャルに空間的周期性（モアレパターン）が生じ、それまで層内を自由に動き回っていた電子が、こうした「モアレポテンシャル」に捕捉されて動けなくなる Mott 絶縁相の発現が報告されている[1]。なかでも単層グラフェン同士をおよそ 1.1° で積層させたマジックアングルツイスト型 2 層グラフェン(MATwBLG)は、Mott 絶縁体相の近傍において超伝導となる性質も報告されている[2]。本研究では、MATwBLG で期待される超伝導や Mott 絶縁体状態を閉じ込めた量子デバイスの実現を目指しており、まずは MATwBLG の再現を目標として実験を進めた。

本研究では、平坦性が高いグラファイトをバックゲートとし、その上に絶縁膜である六方晶窒化ホウ素(h-BN)でバックされた TwBLG を作製した。厚さ 25 nm の h-BN の端で単層グラフェンを 2 つにちぎり、それらの結晶角を揃った状態から積層後の角度緩和を考慮して 1.4° 回転させて積層した。その後、ゲート絶縁膜となる厚さ 60nm の下層の h-BN と、バックゲートのグラファイトを積層し、絶縁性基板上

に配置した。この 4 層スタックに対してエッジコンタクト法でソース-ドレイン電極(Cr/Pd/Au 5/15/70nm)を取り付け極低温下においてゲート電圧特性や磁場及び温度特性の観測を行った。図 1 に示すようにディラックポイントの左右に超格子によるギャップを観測した。またこの結果から、グラフェン同士の回転角は 1.36° であることが同定された。我々のグループではこれまでいくつかの TwBLG を作製してきたが、MATwBLG の作製には至っていない。その原因とこれまでに得られた特性について議論する。

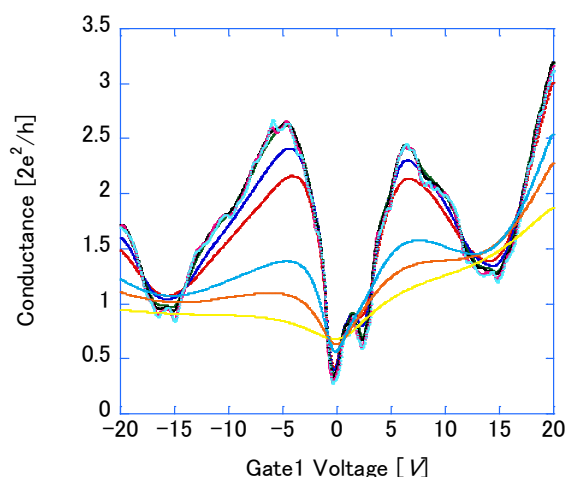


Fig. 1. Gate voltage characteristics for each temperature (0.3K~150K)

[1] C. Zhang, *et al.*, Sci. Adv. **3**, e1601459 (2017).

[2] Y. Cao, *et al.*, Nature **556**, 26160 (2018).