

微傾斜 SiC 上のグラフェン・ナノリボンの電子状態の幅依存性 Width-dependent band gap of graphene nanoribbons formed on vicinal SiC substrates

飯盛拓嗣¹, 中辻寛², 宮町俊生¹, 金聖憲¹, 梶原隆司³, 田中悟³, 間瀬一彦⁴, 小森文夫^{1,*}

¹東大物性研, 〒277-8581 柏市柏の葉 5-1-5

²東工大総理工, 〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259

³九大院工, 〒226-8502 福岡市西区大字元岡 744

⁴放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

T. Iimori¹, K. Nakatsuji², T. Miyamachi¹, S. Kim¹, T. Kajiwara³, S. Tanaka³, K. Mase⁴, F. Komori¹

¹ISSP, Univ. of Tokyo, Kashiwa, 277-8581, Japan

²Tokyo Institute of Technology, Yokohama, 226-8502, Japan

³Kyushu Univ., Ito, Fukuoka, 819-0395, Japan

⁴Photon Factory, Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

1 はじめに

グラフェンの電子状態は、固体基板上に作製された大面積のグラフェン試料を使った角度分解光電子分光(ARPES)をはじめとする様々な分光手法を用いた研究によって、理解が進んできた。このグラフェンの π バンドにバンドギャップがないことは、グラフェンの高速スイッチングデバイスへの応用における問題点である。その解決法の一つとして、グラフェンをナノリボン化することにより、ギャップを形成する試みがなされてきた。しかしながら、デバイス応用が可能となるリボン幅は、リソグラフにより作製されるものよりも狭く、有機分子から反応により構築するものよりも広い領域にある。そこで、我々は、周期ナノステップテラス構造をもつ SiC(0001)微傾斜面を基板として用いて、MBE によってグラフェンナノリボン列を作製する方法を開発し、ARPES によりバンドギャップ形成を確認した[1]。本研究では、SiC(0001)微傾斜面の表面構造を制御してテラス幅が異なる基板を作製し、MBE によって作製されたグラフェンナノリボンの幅とバンドギャップとの関係を調べた。

2 実験

まず、微傾斜 SiC(0001)基板(Si 面)を高温水素ガスエッチングすることにより周期的なステップテラス表面構造を作製した[2]。次に、超高真空中で Si フラックス下で基板をアニールした後に、Si フラックスを止めてアニールし、Si 終端された SiC 表面を作製した。この上に、超高真空中で炭素を蒸着して、SiC 上テラス上だけにリボン状の炭素バッファ層を形成した。最後に、水素処理によって、バッファ層を単層グラフェンに変換し、グラフェンナノリボン列を作製した。これを、BL-13B に持ち込み、超高真空中でアニールすることにより、グラフェン表面を清浄化し、室温にて ARPES 測定を行った。

3 結果および考察

図1に ARPES の結果を示した。6nm の試料はリボン幅の分布が広いので、スペクトルピーク幅が広がっている。水素処理によって作製されたグラフェンのディラックエネルギーは E_F 付近にあることが知られており、 π バンドトップと E_F とのエネルギー差の2倍が、バンドギャップと推測した。リボン幅が狭くなるほど、K 点でのバンドギャップは大きくなる。その値は、理論的予想に近い。

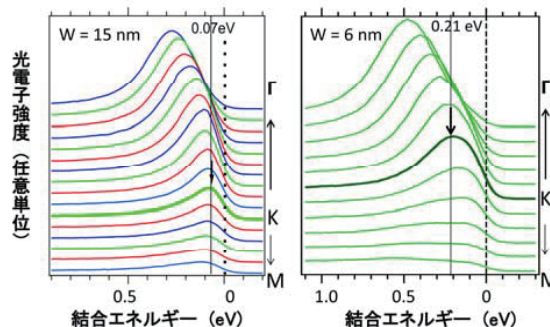


図1：平均幅 W が 15 nm と 6 nm のナノリボン列における π バンドK点付近のARPES強度のエネルギー分布カーブ。

4 まとめ

SiC(0001)微傾斜面上のグラフェンナノリボン列の ARPES を測定し、リボン幅が狭くなるほどバンドギャップが広がることを明らかにした。

参考文献

- [1] T. Kajiwara *et al.*, *Phys. Rev. B* **87**, 121407 (2013).
[2] M. Fujii and S. Tanaka, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 016102 (2007).

* komori@issp.u-tokyo.ac.jp