

コンダクティブ AFM を用いたグラフェン/SiC 界面特性評価

Evaluation of electrical properties of graphene/SiC interface by conductive-AFM measurement

富士電機 藤井 健志、瀧川 亜樹

Fuji Electric, Advanced Technology Laboratory, Takeshi Fujii and Aki Takigawa

E-mail: fujii-takesi@fujielectric.com

これまで金属/グラフェン/n-SiC 界面の水素インターカレーションによるオーミックからショットキーへの特性変化に関して[1]、金属/グラフェン/p-SiC 界面や水素の代わりに Pt のインターカレーションを用いるなど[2]、その界面状態の詳細な振る舞いを明らかにするために研究を行ってきた。しかし、Si 面 SiC を加熱しグラフェンを成長する際に形成されるバッファ層がグラフェンに電子ドープを行うなど界面を複雑にしており、本来の界面の振る舞いを明らかにすることが難しい。そこで、今回 SiC 上へのグラフェンの形成手法として CVD と転写によってグラフェン/SiC 界面を形成し、その界面をコンダクティブ AFM (以後 C-AFM) 評価することで、バッファ層の影響のない界面状態の考察を行った。

素子は下記の手順で作製した。まず Cu フォイル (100 μm 厚、CMP 処理) 上に CVD (H_2 : 20 sccm, CH_4 : 20 sccm, 50 Torr, 1050 $^\circ\text{C}$, 10 min) により単層+2層ドメインのグラフェンを成長した。このグラフェンを PMMA を基材として SiC 基板上に転写し、PMMA を除去するために水素雰囲気中アニール (H_2 : 50 sccm, 5 Torr, 400 $^\circ\text{C}$, 60 min) を行った。転写する SiC 基板は約 5 mm 角の 4 $^\circ$ off-n 型 4H-SiC(0001)であり、グラフェン転写前に加熱処理によるクリーニングと裏面 Ni シリサイド電極形成をしたものを用いた。このサンプルをロジウムコートした導電性プローブを用いた C-AFM により I-V 特性の空間分布の評価を行った。

CVD グラフェンの転写は Fig.1 に示す SEM 像から SiC 上におおむねサイズ通り転写できている。このグラフェンが転写されている境界を C-AFM で測定すると、Fig. 2(a)の形状像ではグラフェンの有無を明確に判断することはできない。しかし、同時に印加電圧 10 mV で測定した電流像では Fig. 2(b)に示す様にグラフェンで覆われている部分で大幅な電流の増加が確認された。電流が流れていない箇所 (Fig. 2(b)の黒の部分) の I-V 特性を測定すると、整流性が観測され、ロジウムと n-SiC 間でショットキー障壁が形成されていると考えられる。それに対してグラフェンで覆われている箇所は、線形の I-V 特性を示し、オーミック接合となっていることが分かった。

以上の結果より、グラフェン/n-SiC がバッファ層を介さず直接相互作用することにより n-SiC の電子親和力が深くなったように見え、ロジウムの仕事関数と近くなることでオーミック接合になったと考えられる。発表では詳細な界面の評価および熱処理の効果などについて考察する予定である。

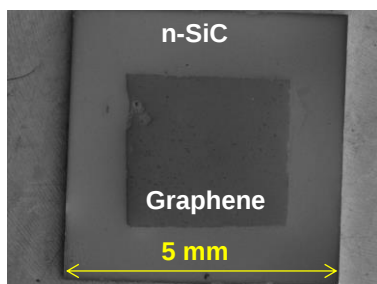


Fig. 1. SEM image of graphene transferred SiC sample

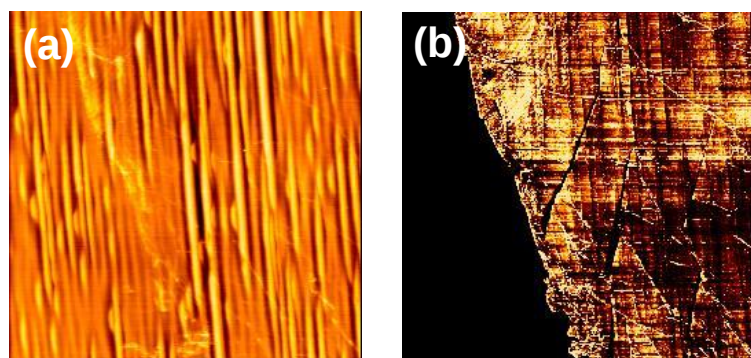


Fig. 2. C-AFM image of (a) Morphology and (b) current in n-SiC/graphene border (measurement size 10 μm).

引用文献

[1] S. Hertel *et al.*, Nature Communications **3**, 957 (2012)

[2] 藤井他、第 63 回 応用物理学会 春季学術講演会、21p-S011-13 ; 藤井 健志、第 65 回 応用物理学会 春季学術講演会、19a-P6-61.