

課題番号 : F-17-OS-0035
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : プラズマ援用処理により成長した SiC 上グラフェンの構造評価
Program Title (English) : Structural analysis of graphene on SiC assisted by plasma process
利用者名(日本語) : 南映希, 有馬健太
Username (English) : O. Minami, K. Arima
所属名(日本語) : 大阪大学 工学研究科 精密科学・応用物理学専攻
Affiliation (English) : Dept. Precision Sci. and Tech., Grad. School of Engineering, Osaka University
キーワード/Keyword : グラフェン, SiC, 真空加熱, C 層堆積, 成膜・膜堆積

1. 概要 (Summary)

グラフェンの形成法は数多く報告されており、中でも超高真空中での SiC 熱分解法は、膜質、結晶性が良く、転写の必要がない手法として注目されている。しかし、この手法によって形成したグラフェンには、ピットと呼ばれる欠陥が生成される。ピットを抑制するには、SiC 表面の C 原子濃度をモノレイヤレベルで増加させる必要がある。我々は既に、プラズマ酸化援用プロセスを用いて、SiC 上にモノレイヤレベルの C 層を形成することで、低ピット密度グラフェンの形成に成功している。本研究では、上記手法と比較するために、EB 蒸着を用いて C 層を SiC 上にモノレイヤレベルで形成した。そして、その後に SiC 熱分解法においてグラフェンを成長させた場合の表面モフォロジーを調査した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

EB 蒸着装置

【実験方法】

・ C 堆積層を持つ SiC 表面の形成

試料基板として、直径 3 インチの n 型 4H-SiC(0001) (抵抗率 0.018 Ωcm) を用いた。これを $2 \times 7 \text{ mm}^2$ に切り出した後、湿式洗浄を行った。次に、チャンバ内に導入し、 $2.0 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ まで真空排気を行った。その後、C 板 (純度 99.5%) を蒸着源として、10~50 mA の加速電流、10 秒の蒸着時間で EB 蒸着を行った。そして、X 線光電子分光法 (X-ray photoelectron spectroscopy : XPS) 測定を用いて、試料表面の C 堆積層の厚さを概算した。

・ SiC 熱分解法によるグラフェンの形成

上記の前処理を経た、C 堆積層を有する SiC 表面をチャンバ内に導入し、 $2.0 \times 10^{-8} \text{ Pa}$ 程度まで真空排気を行った。さらに、 1100°C で通電加熱を行い、グラフェンを形成した。その後、AFM を用いて表面モフォロジーを観察した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

EB 蒸着後の SiC 表面の AFM 像を Fig. 1 に示す。XPS により C 層の膜厚を概算し、(a)~10 nm、(b)4 nm、

(c)0.3 nm の値を得た。

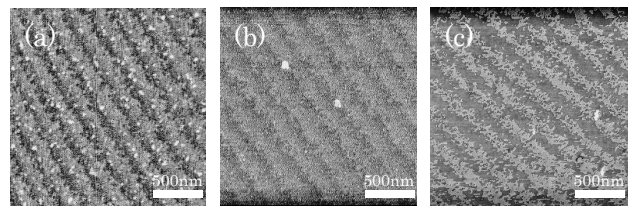


Fig. 1. AFM images of the SiC surfaces after the EB deposition. Estimated carbon thicknesses in (a), (b) and (c) were ~10 nm, 4 nm and 0.3 nm, respectively.

Fig. 2 は、Fig. 1 で得た C 層の膜厚が異なる SiC 表面をグラフェン化した際の AFM 像である。(a)、(b)では EB 蒸着による C 層が厚過ぎるためか、最表面がグラフェン化していない。また(c)では逆に、C 層が薄すぎるため、ピットの多いグラフェンが形成された。以上により、C 膜厚の最適化が課題であることを見出した。

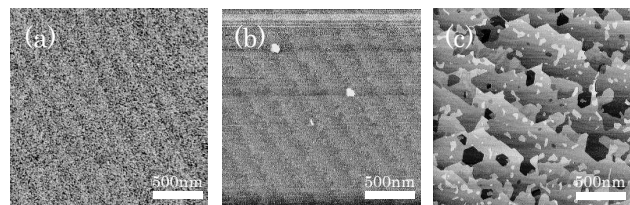


Fig. 2. AFM images of the SiC surfaces after the EB deposition followed by vacuum anneal at 1100°C . Estimated carbon thicknesses after the EB deposition in (a), (b) and (c) were ~10 nm, 4 nm and 0.3 nm, respectively.

4. その他・特記事項 (Others)

本成果は、科学研究費補助金 (No.15H03902) の支援を受けて実施されました。

関連する課題番号 : S-17-OS-0035

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1)南,有馬 他、2017 年度 精密工学会関西地方定期学術講演会 (平成 29 年 6 月 29 日)
- (2)南,有馬 他、2017 年度 精密工学会秋季大会学術講演会 (平成 29 年 9 月 20 日)
- (3)南,有馬 他、2017 年度 電子デバイス界面テクノロジー研究会 (平成 30 年 1 月 18 日)

6. 関連特許 (Patent)

なし