

RF-N₂プラズマ照射による4H-SiCポーラスエピタキシャルグラフェンの孔密度制御Control of Pore Density of Porous Epitaxial Graphene by RF-N₂ Plasma Exposure

福井大院工, ○竹田直喜、石丸大樹、今井宏友、橋本明弘

Graduate School of Electrical & Electronics Engineering, University of Fukui,

○Naoki Takeda, Daiki Ishimaru, Kosuke Imai and Akihiro Hashimoto

【背景】

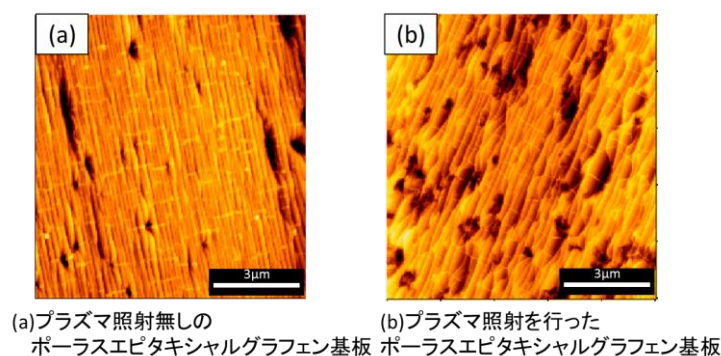
グラフェン/ポリアニリン(PANI)構造は高い静電容量を有し、電気 2 重層コンデンサの電極材としての応用が期待されている。しかしながら、現在のところグラフェンと PANI の結合率はグラフェンに PANI が最密で結合する理想状態と比較し 0.02%であり、結合率の改善が課題である。^[1]グラフェンと PANI を結合させる PFPA-NHS はグラフェンの欠陥(未結合手)に優先的に結合する性質を有していることから、陽極酸化法により作製したポーラス 4H-SiC(0001)表面に形成されるポーラスエピタキシャルグラフェンの孔径及び孔密度を制御することにより、PFPA-NHS の結合量の増加が期待される。前回、我々はパルス通電を用いた陽極酸化法により、孔径が最小で 20nm、孔密度が 2×10^9 個/cm² のポーラスエピタキシャルグラフェン基板の作製を報告した。^[2]今回、我々は RF-N₂ プラズマ照射によって基板の表面全体に孔の形成起点となる欠陥を導入した後、陽極酸化を行うことにより孔径の均一化及び孔密度の更なる増加を試み、陽極酸化後、Si 昇華法により形成したポーラスエピタキシャルグラフェンの孔径及び孔密度制御について RF-N₂ プラズマ照射の影響を検討したので報告する。

【実験方法】

RF-N₂ プラズマ照射後、パルス通電を用いた陽極酸化法により 4H-SiC(0001)表面に孔を形成した。陽極酸化条件は ON 時間 500 μ sec、OFF 時間 3sec のパルス通電サイクルを 400 回、電流密度 10mA/cm²、HF 濃度 10%である。その後、基板を Ar 雰囲気中 750Torr、1500℃で加熱することによりポーラスエピタキシャルグラフェンを形成した。作製したポーラスエピタキシャルグラフェンは AFM(原子間力顕微鏡)及びラマン散乱分光法を用いて表面形状及びグラフェン特性の評価を行った。

【結果・考察】

図 1 に(a)RF-N₂プラズマ照射無しで作製したポーラスエピタキシャルグラフェン表面の AFM 像、(b)RF パワー300W、N₂ 流量 1sccm の条件で発生させた N₂ プラズマを、3 分間照射した後に作製したポーラスエピタキシャルグラフェン表面の AFM 像をそれぞれ示す。プラズマを照射しなかったポーラスエピタキシャルグラフェンの孔密度が 2×10^7 個/cm² であるのに対し、プラズマを照射したポーラスエピタキシャルグラフェンの孔密度は 5×10^7 個/cm² となり、プラズマ照射による欠陥生成により、孔密度を増加させ得ることが分かった。また、孔密度の増加に伴い、孔径も大きくなる傾向があることも分かった。これらの結果は、適切なプラズマ照射により孔密度を制御することが可能であり、さらに陽極酸化条件を制御することで孔径も制御された孔を高密度に形成することが可能であることを示唆しているものと考えられる。



[1] 今井 宏友, 橋本 明弘, 第 76 回 応用物理学会秋季学術講演会 16a-PA2-10

[2] 今井 宏友, 石丸 大樹, 橋本 明弘, 第 64 回 応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-42