

4H-SiC(000-1) 上 TaC 薄膜のグラフェン化

Graphenization of TaC thin film on 4H-SiC (000-1)

名大工¹, 名大院工², 名大SRセ³ ○(B)清水 一矢¹, 林 直輝², 伊藤 孝寛³, 乗松 航²

Dept. Eng., Nagoya Univ.¹, Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ.², NUSR³

°Kazuya Shimizu¹, Naoki Hayashi², Takahiro Ito³, Wataru Norimatsu²

E-mail: shimizu.kazuya@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

グラフェンは炭素原子一層からなる二次元材料であり、高い機械強度、特異な電気的特性を有することから、次世代電子デバイス材料への応用が期待されている。グラフェン作製手法の一つであるSiC熱分解法では、分解後に残存した炭素がグラフェンを形成する。これは、SiC以外の炭化物からもグラフェン成長が可能であることを示唆している。そこで本研究では、トポロジカル物質としても期待される第三遷移金属炭化物である炭化タンタルに注目した。実際には、パルスレーザー堆積 (PLD) 法を用いて4H-SiC(000-1)基板上にTaC薄膜を作製し、そのグラフェン化を試みた。

基板には、CREE 社製 4H-SiC(000-1)単結晶ウェハを用いた。薄膜形成時の基板温度は室温、500℃、1000℃、および 1500℃である。ターゲットには純度 99%の TaC 焼結体を用いた。PLD 条件は、出力 1.2 kV、周波数 10 Hz、5 分である。得られた高結晶性 TaC 薄膜を大気圧 Ar 雰囲気下 1600 °C で 20 分間加熱することにより、グラフェンを作製した。これらグラフェン試料に対し、反射高速電子回折(RHEED)、原子間力顕微鏡(AFM)観察、ラマン分光測定、X 線光電子分光(XPS)測定、および角度分解光電子分光(ARPES)測定を行うことにより、その特徴を調べた。

Figure 1 に、得られたグラフェン/TaC/SiC 試料の XPS 測定の結果を示す。図から、Ta 4f 7/2 および 5/2 ピークがそれぞれ 23.7 eV および 25.8 eV に観測されていることがわかる。ここで、酸化タンタルの 4f 7/2 および 5/2 ピークに帰結される [1] 26.3 および 28.2 eV 付近にピークがほとんど観測されないことから、本試料において TaC 界面の酸化が抑制されていると考えられる。これは、グラフェンによる表面被覆の効果であると期待している。Figure 2 に、この試料の ARPES 測定の結果を示す。逆空間の K 点付近に明瞭な線形バンド分散が観察された。このことから、単一方位の大面積単層グラフェンが形成されたことがわかる。バンドを直線で外挿することで見積もったディラック点は約+0.09 eV であった。また、ARPES における方位関係は、グラフェンと TaC および SiC の間の (0001)_{Gr}//(111)_{TaC}//(000-1)_{SiC} および[1-100]_{Gr}//[1-10]_{TaC}//[11-20]_{SiC} という RHEED パターン解析結果と矛盾しないことが明らかになった。

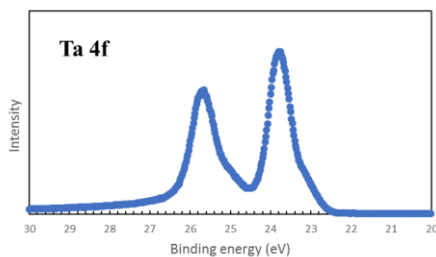


Figure 1 XPS spectrum of the graphene/TaC/SiC sample.

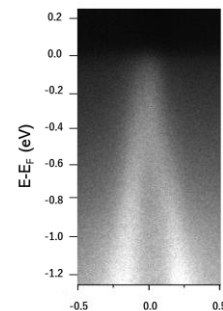


Figure 2 ARPES spectrum of the graphene/TaC/SiC sample.

[1] E. Atanassova and D. Spassov, Appl. Surf. Sci. 135, 71 (1998).