

グラフェン成長初期過程のレーザー偏光解析モニタリング

Ellipsometric Monitoring of Initial Stages of Graphene Growth

川野 正裕、山田 隼也、石徹白 智、[○]林 康明 (京都工繊大)

Masahiro Kawano, Shunya Yamada, Satoshi Ishidosiro, [○]Yasuaki Hayashi (Kyoto Inst. Technol.)

E-mail: hayashiy@kit.ac.jp

はじめに グラフェンには有用な用途が多数提案され、特に次世代の高速電子デバイス用材料としての期待が高い。しかし、結晶性の高い単層グラフェンを基板上均一かつ低温で作製する技術は未だ確立されていない。プラズマ CVD 法では熱 CVD 法に比較して低温での成長が可能であるが、ドメインサイズが小さく結晶性に課題がある。そこでまず、成長初期過程の表面状態を観察し、解析および制御することが重要であると考え。本研究では、グラフェン成長初期過程の解析に、表面を高い検出感度でその場測定ができる単色レーザー偏光解析モニタリングを用いた。

実験方法 グラフェンの成長には、RF マグネトロンプラズマ CVD 装置を用いた¹⁾。マグネトロンプラズマ電極と基板（接地電位）の間隔は 50mm で、基板表面を入射角約 70° の方向からエリプソメトリによるその場観測が可能である。基板には、シリコンウェーハ上にスパッタリング法で堆積した鏡面状の銅薄膜を用いた。原料ガスには C₂H₄、H₂ を使い、流量をそれぞれ 20、10 sccm とした。また、圧力を 200 Pa、基板温度を 680 °C、RF パワーを 100W とした。偏光解析モニタリング装置は回転波長板型で、光源には波長 532nm の半導体レーザーを用いた。

実験結果 成長後の試料をラマン分光分析し、2700cm⁻¹ 付近にグラフェン特有の 2D ピークが現れているのを確認した。Fig.1(a) に、20 分間成長したときの偏光解析パラメータ Ψ および Δ の変化を Ψ - Δ 座標上に示す。(Ψ , Δ) の変化をシミュレーションの結果 (Fig.1(b)) と比較すると、グラファイト均一成長（体積分率 1.00）のモデル（細い実線）とは一致せず、薄膜中のグラファイトの体積分率が減少して光学定数が小さくなっていったとしたモデル（太い実線）と良い一致を示した。

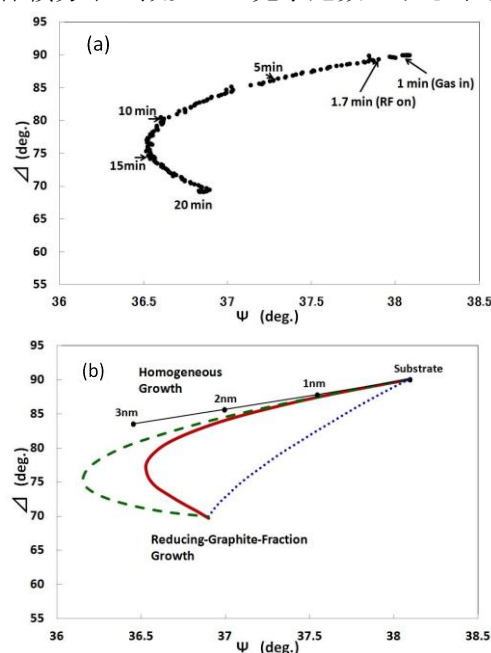


Fig.1 Evolutions of ellipsometric parameters during graphene growth for (a) experiment and (b) simulation for homogeneous and reducing-graphite-fraction growth.

なお、Fig.1(b)で、破線は体積分率が一定減少の場合、点線は 2nm 以降の体積分率を 0.46 一定としたモデルによる結果で、実験結果とは相違がある。良く一致したモデルをもとに、グラフェン成長過程を 1nm 毎の層に分けて各層における体積分率を求めると Fig.2 のようになった。この結果は、カーボンナノウォールの成長初期過程²⁾ に類似している。

- 1) 山田,川野,林: 応用物理学会 2015 秋季講演会 16a-2Q-6
- 2) M. Hiramatsu, et. al.: Appl. Phys. Lett. 23(2004)4708

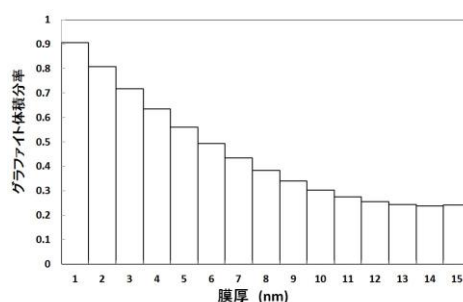


Fig.2 Variation of graphite volume fraction of each 1 nm layer.