プラズマ CVD によるグラフェン成長過程のその場偏光解析測定と解析

Ellipsometric Monitoring and Analysis of Graphene Growth in Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition

○ 林 康明、石徹白 智、山田 隼也、河村侑馬 （京都工繊大）

°Yasuaki Hayashi, Satoshi Ishidosiro, Shunya Yamada, Yuma Kawamura (Kyoto Inst. Technol.)

E-mail: hayashiy@kit.ac.jp

はじめに　グラフェンは、次世代の高速電子デバイス用などの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、デバイスプロセスに適した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。私達は、成長初期過程の表面状態をその場で観測し解析および制御することが重要であると考え、単色レーザーを光源とした偏光解析法によるモニタリングを行っている[1)]。今回は、圧力による成長形態の違いを比較した。

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（Fig.1）を用いた[1)]。基板表面を、入射角約 70° の方向から偏光解析によるその場測定ができる。マグネトロン電極と基板（接地電位）との間隔を 50mm とし、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 C_2H_4 と H_2 を用い、流量をそれぞれ 20、10 sccm とした。また、圧力を 200 Pa または 10 Pa、基板温度を 680 ℃、RF パワーを 100W とした。モニタリング用の偏光解析装置は、波長 532nm のレーザーを光源とした回転波長板型である。

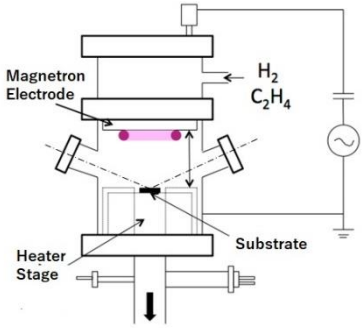

Fig.1 Schematic of RF magnetron plasma system.

実験結果　グラフェン成長過程における偏光解析パラメータの変化を、約 10 秒毎に（Ψ，Δ）座標上にプロットして、Fig.2(a) に示す。Fig.2(b)は、グラファイト（n=2.66-j1.33）の体積分率を 0.2～1.0 まで 0.2 ずつ変化させ、等価膜厚 1 nm 毎に（Ψ，Δ）を計算してプロットした図である。実験の結果（Fig.2(a)）をシミュレーションの結果（Fig.2(b)）と対応させると、成長初期においてはほぼグラファイト成長と同様の変化をしているが、その後、空隙を含むグラファイトが成長していることが分かる。特に圧力 10 Pa の条件では、空隙が 80%を占めている。SEM 表面観察の結果とも照し合せて、最初は基板面方向に、その後垂直方向に成長することが分かった。また、その成長方向の変化は、10 Pa の場合の方が遅い段階で起きることが分かった。なお、ラマン分光における 2D と G のピーク高さ比は、200 Pa で 0.5 以下、10 Pa で約 1 であった。

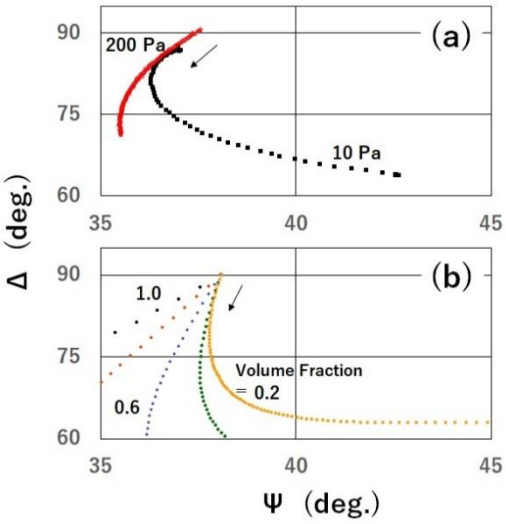

Fig.2 Evolutions of ellipsometric parameters, (Ψ, Δ), for experiments (a) and simulation (b).

1) M. Kawano,S. Yamada, and Y. Hayashi.: Jpn. J. Appl. Phys. 55 (2016) 06HC04

© 2017年 応用物理学会