ラジカル注入型プラズマ励起化学気相堆積法において ガス滞在時間がアモルファスカーボン膜の電子物性に及ぼす効果

The effect of gas residence time on electronic properties of amorphous carbon films grown by radical injection plasma enhanced chemical vapor deposition

名大院工 [1]，名大未来社会創造機構 [2]　○杉浦 啓嗣 [1]，賈 凌雲 [1]，近藤 博基 [1]，
石川 健治 [1]，竹田 圭吾 [1]，関根 誠 [1]，堀 勝 [2]

Nagoya Univ. Eng.[1], Nagoya Univ. Inst. of Innovation for Future Society [2], °Hirotsugu Sugiura[1], Lingyun Jia[1], Hiroki Kondo[1], Kenji Ishikawa[1], Keigo Takeda[1], Makoto Sekine[1], Masaru Hori[2]

E-mail: sugiura.hirotsugu@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

アモルファスカーボン(a-C)は、sp^2 混成炭素（sp^2-C）と sp^3 混成炭素（sp^3-C）から構成される非晶質炭素材料である。耐摩耗性や摺動性に優れており、コーティング膜などとして幅広く応用されている。また、エネルギーバンドギャップなどの電子物性・光学物性の多様性が高いことから、次世代太陽電池などのデバイス材料としても期待される。しかしながらプラズマ励起化学気相堆積(PECVD)法における a-C 膜の成膜機構は十分明らかになっていない。特に、その電子物性制御においては、気相領域から成膜表面までの包括的な反応機構、膜構造や電子物性との相関を明らかにすることが求められる。我々はこれまでに、ラジカル注入型(RI-)PECVD 法を用いた a-C 膜の成膜において、ガス滞在時間が a-C 膜の結合構造に及ぼす効果を報告した[2]。今回、光学的バンドギャップや導電率に対するガス滞在時間依存性を明らかにしたので報告する。

2. 実験内容

表面波励起プラズマ源(SWP, 2.45 GHz)と容量結合プラズマ源(CCP, 100 MHz)が上下に接続された RI-PECVD 装置を用い、550℃、1 Pa において合成石英基板上に a-C 膜を成膜した。基板ステージ(CCP 下部電極)には 50 W, 13.56 MHz の RF バイアスを印加した。400 W を印加した SWP に H_2 を、100 W を印加した CCP に CH_4 を 1：2 の割合で導入し、その総流量を変化させることでガス滞在時間を 2.2 から 17.7 ms まで変化させた。

3. 結果及び考察

Figure 1 は本実験で成膜した a-C 膜の光学的バンドギャップのガス滞在時間依存性である。E_g は Tauc バンドギャップ、E_{04} は光吸収係数が 10^4 cm^{-1} となる時のエネルギーである。ガス滞在時間の減少に伴い、E_g は 0.64 eV から 0.86 eV まで、E_{04} は 0.87 eV から 1.34 eV まで増大した。また成膜時のプラズマ発光において、ガス滞在時間の減少に対して CH の発光強度が増加することがわかっている。炭化水素分子の解離抑制によって相対的に CH_3 ラジカルが増加した結果、バンドギャップが増加したものと考えられる。発表では、導電率のガス滞在時間依存性などについても報告する。

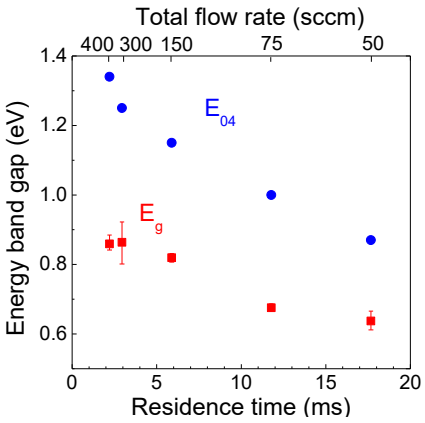

Figure 1 The dependence of energy band gap values on gas residence time. E_g (red) is tauc band gap and E_{04} (blue) is energy value at which optical absorption coefficient reaches 10^4 cm^{-1}.

参考文献

[1] H. Zhu, et al.: SOL EN MAT. 93, 1461 (2009)
[2] Xu Da, et al.: 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-C1-3 (2013)

© 2017年 応用物理学会