

ガス滞在時間に依存した成膜前駆体の生成に基づく アモルファスカーボン膜中の sp^2 炭素結合の制御

Control of sp^2 carbon bonds in amorphous carbon films

by formation of precursor radicals depending on a residence time

名大院工¹, 名城大², 名大未来社会創造機構³ [○]杉浦 啓嗣¹, 大橋 靖之¹, 賈 凌雲¹,

近藤 博基¹, 石川 健治¹, 堤 隆嘉¹, 竹田 圭吾², 関根 誠¹, 堀 勝³

Nagoya Univ. Eng.¹, Meijo Univ.², Nagoya Univ. Inst. of Innovation for Future Society³

[○]Hirotsugu Sugiura¹, Yasuyuki Ohashi¹, Lingyun Jia¹, Hiroki Kondo¹, Kenji Ishikawa¹,

Takayoshi Tsutsumi¹, Keigo Takeda², Makoto Sekine¹, Masaru Hori³

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。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^[1]。しかし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(τ)が a-C 膜の結合構造や電子物性に及ぼす効果を報告した^[2]。今回、ガス滞在時間が気相中の成膜種へ与える効果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°C、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 H₂ を、100 W を印加した CCP に CH₄ を 1 : 2 の割合で導入し、その総流量を変化させることで τ を 2.2 から 17.7 ms まで変化させた。四重極型質量分析器(EQP500, Hiden Analytical)を用い、出現質量分析を行った。 sp^2 含有量は、X 線吸収分光により測定した吸収端近傍 X 線吸収微細構造を用いて定量化した。

3. 結果及び考察 図 1 は、気相中における CH₃ 密度および CH₄ 解離度の τ 依存性である。 τ が 2.2 から 6 ms では、母ガスである CH₄ の解離に比例して、CH₃ 密度が増加することがわかる。一方、6 ms 以降では CH₃ 密度が減少しているのに対し、母ガスの解離は増加している。これは τ が長くなることで、電子衝突が複数回起きることや、他の分子との再結合によって CH₃ が減少していることが考えられる。一方、 sp^2 含有量は CH₃ 密度と逆相関を示した。CH₃ は膜表面の未結合手と結合すると sp^3 結合となるため、膜の sp^3 結合の形成を誘起しているものと考えられる。

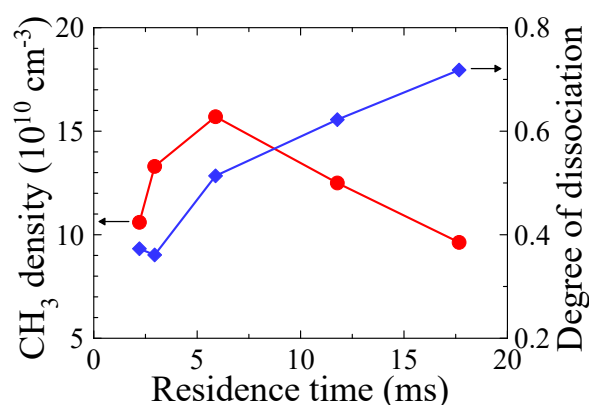


Figure 1 Dependence of CH₃ density (circles) and degree of dissociation (diamonds) on residence time.

参考文献

- [1] H. Zhu, et al.: SOL EN MAT. 93, 1461 (2009)
- [2] H. Sugiura, et al.: 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 15p-412-8 (2017)