

ベンゼン極低温凝縮層への低速電子線照射により合成した a-C:H の物性評価

Characterization of a-C: H Thin Films Fabricated by Low-energy Electron Beam Irradiation on
Solid Thin Films of Benzene at Cryogenic Temperature

山梨大学 大学院医学工学総合研究部

○齋藤登之, 曾我遥華, 小林直樹, 佐藤哲也

Univ. of Yamanashi, Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering

○T. Saito, H. Soga, N. Kobayashi, T. Sato

E-mail: tetsu-sato@yamanashi.ac.jp

【序】我々は、H 原子のトンネル反応と電子線誘起反応を組み合わせた薄膜合成法 (EBICVD-LTTR 法)により、種々の炭化水素を原料に用いて水素化アモルファスカーボン薄膜 (a-C:H)を合成している。これまでの研究からメタン (CH_4) やアセチレン (C_2H_2) の昇華温度よりやや低い温度で合成した場合、a-C:H は緻密性が高く、サブサーフェスの水素濃度の制御により薄膜の物性および構造の制御が可能であることが明らかとなっている¹⁻²⁾。今回はベンゼン (C_6H_6) を原料として a-C:H を合成し、各種分光計測により物性を評価し、 CH_4 や C_2H_2 を原料ガスとした場合の膜質と比較することにより、a-C:H の成長機構に関する知見を得た。

【実験】100K に冷却した Si 基板上に C_6H_6 を蒸着しながら He-DC 放電により生成した低速電子線および準安定励起種(He^*)を同時に照射することにより a-C:H を合成した。成長する薄膜表面は、高感度反射赤外分光法によりその場・実時間観察 (in-situ IR-RAS) を行った。また、a-C:H の大気圧下における赤外透過吸収法により観察した C-H_n 伸縮振動スペクトルの波形分離を行い、結合状態や結合水素濃度(C_H)を調べた。分光エリプソメトリにより膜厚および光学定数を、レーザーラマン散乱分光により D, G バンドの強度比 (I_D/I_G 比)を求め、 CH_4 や C_2H_2 を原料として 30K で合成した a-C:H の諸物性と比較した。

【結果】Fig. 1 に a-C:H の C-H_n 伸縮振動成分の波形分離解析の結果を示す。 CH_4 から合成した場合には、 sp^3 成分が約 95%と大部分を占めている。 C_6H_6 を原料とした場合、a-C:H の sp^2 成分は約 30%、 sp^3 成分は約 70%であり、 C_2H_2 より合成した場合と近い値であった。 sp^2 成分の内訳は、 C_6H_6 で製膜した a-C:H は芳香族、 C_2H_2 で製膜した a-C:H はオレフィン由来の割合が支配的であった。一方、結合水素濃度 (C_H) は、 C_6H_6 の場合には 2.4%と、 C_2H_2 の場合の

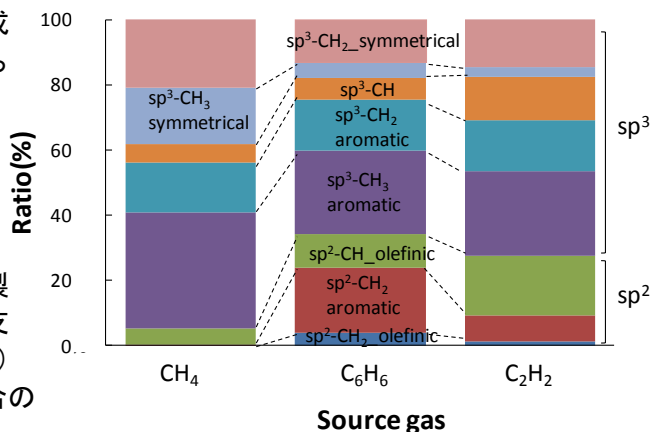


Fig.1 Comparison of the ratio of vibrational modes obtained by de-convolution of FT-IR absorption spectra of a-C:H films.

2.1%に近い値であるのに対して、 CH_4 の場合には 3.8%と比較的大きな値となった。以上の結果から、原料ガス凝集層および薄膜成長表面への電子衝撃により解離生成した水素原子は、炭素の三重結合や二重結合へ付加する (水添反応) 一方で、水素原子同士の再結合反応や、 $-\text{CH}_n$ サイトからの H 引き抜き反応により大部分が H_2 として真空へ脱離するものと考えられる。

【参考文献】[1] 佐藤哲也 他, New Diamond, **96**, pp.29-32 (2010). [2] 小林直樹 他, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 28p-PB3-10 (2013).