気相中での原子状水素とペンタセン分子との反応

Reaction between atomic hydrogen and pentacene molecule in gas phase

兵庫県立大工[1]，兵庫県立大高度研[2]，　○部家 彰[1]，新部 正人[2]，松尾 直人[1]
Univ. of Hyogo[1], LASTI Univ. of Hyogo[2], ○Akira Heya[1], Masato Niibe[2], Naoto Matsuo[1]
E-mail: heya@eng.u-hyogo.ac.jp

【背景】

我々は 6 員環構造を有するペンタセン（$C_{22}H_{14}$）を原料として用い、加熱触媒体上で分子構造をある程度維持した堆積前駆体を生成し、その堆積前駆体同士の反応を制御することで、ナノカーボン（ナノグラフェン）を石英基板上に大面積作製することを試みている[1]。これまで、ペンタセンは H_2 雰囲気において 1300℃程度の加熱金属線上で水素化反応によりジヒドロペンタセンが生成されると考えてきたが、加熱金属線上で H_2 が分解することで生成された原子状水素が水素化反応に関与していることも考えられる。そこで本研究では気相中でペンタセンと原子状水素が反応できる場を用意し、ペンタセンと原子状水素との反応を明らかにするとともに、本手法で作製したナノカーボン膜の電子状態を放射光施設 NewSUBARU の高輝度軟 X 線を用いて評価した。

【実験方法】

ホットメッシュ堆積（HMD）装置の概略図を Fig.1 に示す。ペンタセンの分解には W メッシュ（線径 0.03 mm、50 mesh/inch、サイズ 55 × 55 mm^2）を用いた。ペンタセン原料（60 mg）を石英管内の Mo ボート内にセットした。ペンタセン供給方向と原子状水素供給方向を直交するように配置し、気相中で反応が起こるようにした。石英基板を半円のシールドプレート内に設置し、W メッシュとの距離は 30 mm である。H_2 流量 100 sccm、ガス圧 30 Pa とした。触媒体温度（T_{mesh}）は RT もしくは 1400℃、成膜時間は 900 s、ペンタセン原料加熱用ヒータ温度は 315℃で行った。膜特性は X 線吸収分光法（XAS）により評価した。

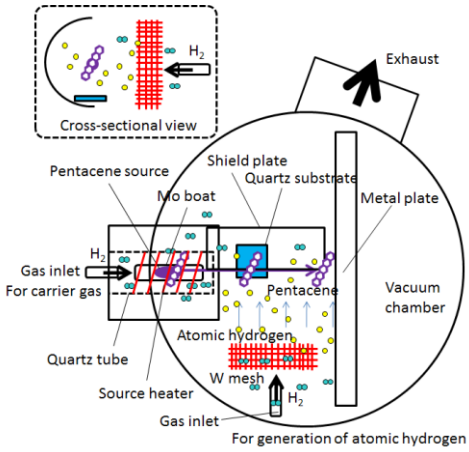

Fig. 1 Schematic diagram of apparatus for evaluation of reaction between atomic hydrogen generated on a heated W mesh and pentacene molecule supplied from Mo boat.

【結果と考察】

T_{mesh}=RT および 1400℃で作製したナノカーボン膜の XAS スペクトルを Fig. 2 に示す。T_{mesh}=RT では直入射（入射角 0° ）においてπ*電子に起因するピーク強度比が最も大きくなり、基板に c 軸配向したペンタセン膜が形成された。また、W メッシュ上にも紫色の膜が堆積されていたことから、Mo ボートから供給されたペンタセンの一部は W メッシュ上にも飛来していることが示された。

一方、T_{mesh}=1400℃で作製したナノカーボン膜ではπ*電子のピークが見られず、2 重結合が水素化により切断されたと考えられる。ペンタセンの水素化反応は W メッシュ上でも起こってはいるものの、ペンタセンと原子状水素が気相中で反応していることが示唆された。ペンタセン膜を原子状水素処理した場合、水素化は起こらず、ペンタセン分子がエッチングされることが明らかになっている[2]。固体表面と気相中でペンタセンと原子状水素の反応が異なることが示唆された。

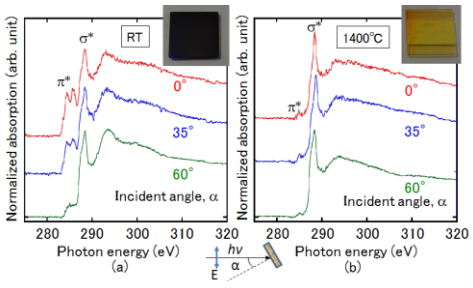

Fig. 2 XAS spectra of the nanocarbon films prepared at T_{mesh} of RT (a) and 1400℃ (b).

[1] A. Heya et al., Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 110204.
[2] A. Heya et al., Jpn. J. Appl. Phys. **53** (2014) 058002.

© 2019年 応用物理学会