

ホットメッシュ堆積法で作製したナノカーボン膜の分子配向評価 Evaluation of molecular orientation for nanocarbon film fabricated by hot mesh deposition

兵庫県立大工¹, 兵庫県立大高度研², トーカロ³

○部家 彰¹, 新部 正人², 山崎 良³, 松尾 直人¹

Univ. of Hyogo¹, LASTI Univ. of Hyogo², Tocalo Co., Ltd.³

°Akira Heya¹, Masato Niibe², Ryo Yamasaki³, Naoto Matsuo¹

E-mail: heyaa@eng.u-hyogo.ac.jp

【背景】

我々は6員環構造を有するペンタセン (Pn, $C_{22}H_{14}$) を原料として用い、ナノカーボン (グラフェンナノリボン (GNR)) を石英基板上に大面積作製するホットメッシュ堆積 (HMD) 法を検討している[1]。Pn を原料として GNR を合成するには Pn とその Pn を水素化したジヒドロペンタセン (DHP) が 1.57eV 以上のエネルギーを得ることが必要であると考えている。また、Pn と DHP が反応するには分子の配向性 (立体障害の影響) を考慮する必要がある。さらに、ペンタセン分解種の配向性はペンタセンとの反応や合成されるナノグラフェンの配向性を決定する要因となる。そこで本研究では、放射光施設 NewSUBARU の高輝度軟 X 線を用いて HMD 法で作製したナノカーボン膜の配向性評価を行った。

【実験方法】

W メッシュ (線径 0.1 mm、30 mesh/inch、サイズ $10 \times 100 \text{ mm}^2$) に大気プラズマ溶射法により Ni 粒子を溶射し、Ni 担持率 3% の W メッシュ ($W_{Ni(3\%)}$) メッシュを作製した。ペンタセン原料 (30 mg) を石英管内の Mo ボートにセットした。触媒体と石英基板との距離は 100 mm である。H₂ 流量 400 sccm、ガス圧 30 Pa とした。触媒体温度は 1450°C とした。成膜時間は 300 s、ペンタセン原料加熱用ヒータ温度は 315°C で行った。膜特性はレーザー脱離イオン化質量分析 (LDI-MS)、X 線回折 (XRD)、放射光施設 NewSUBARU での X 線吸収分光 (XAS) により評価した。

【結果と考察】

HMD 法で作製した膜の LDI-MS スペクトルを Fig. 1(a) に示す。Pn と DHP の割合は 0.6:0.4 であり、わずかなではあるが、ペンタセン多量体 (PM) の生成が確認された。XRD パターンでは $2\theta=21.5^\circ$ に半値幅 7° のブロードなピークが確認された。分解していないペンタセンも半数程含まれるものの、 $2\theta=5.7^\circ$ (薄膜相)、 6.1° (バルク相) にペンタセン起因の回折ピークは観測されず、DHP、PM を含む場合、分子配列の規則性が弱くなることが示された。

XAS スペクトルから得た π^*/σ^* 強度比を Fig. 1(b) に示す。比較のためにペンタセン膜の強度比も示す。ペンタセンでは直入射 (入射角 0°) において強度比が高く、c 軸配向していることが分かる。一方、HMD 法で作製した Pn, DHP, PM が混在する膜では入射角 10° 付近で最も強度比が高く、堆積種の変化により、分子パッキングが変化し、分子の傾斜角が変化したと考えられる。

[1] A. Heya et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57 (2018) 04FL03.

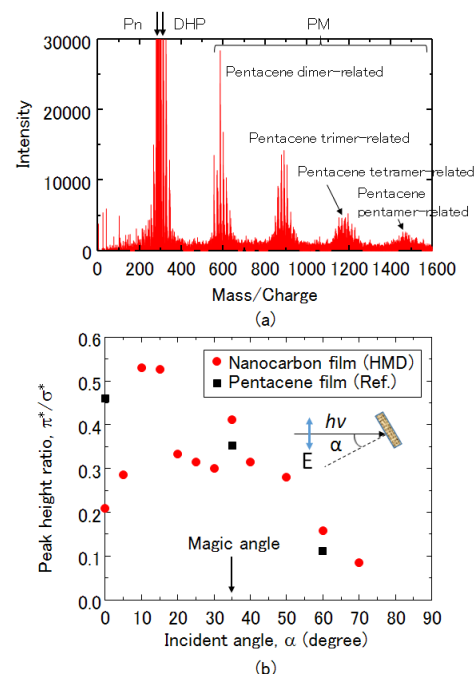


Fig. 1 LDI-MS spectra (a) and peak height ratio, π^*/σ^* (b) of nanocarbon film fabricated on a quartz substrate using a $W_{Ni(3\%)}$ mesh by HMD.