アモルファス炭素膜中の sp^2 結合炭素の秩序

Order of sp^2 hybridized carbons in amorphous carbon film

神田 一浩 [1], 新部 正人 [1], 馬田 直樹 [2], 平田 祐樹 [2], 大竹 尚登 [2], °赤坂 大樹 [2]
([1] 兵庫県立大学, [2] 東京工業大学)
Kazuhiro Kanda[1], Masato Niibe[1], Naoki Umada[2], Yuki Hirata[2], Naoto Ohtake[2], °Hiroki Akasaka[2]
([1]University of Hyogo, [2]Tokyo Institute of Technology)
E-mail: akasaka@mech.titech.ac.jp

1. 緒言

アモルファス炭素膜は sp^2 と sp^3 結合性炭素と水素から成る非晶質物質で膜内の構造はランダムであると考えられてきた. 一方で, $sp^2/(sp^2+sp^3)=0.69$, 水素量 22 at.%の同じ構造を有する異なる原料から作製した 2 つの膜の電気伝導率が 1 桁異なる等, 炭素結合比と水素量以外の構造因子が特性に影響する事が報告されている [1]. 2021 年の本講演会で X 線吸収分光(XAS)において X 線入射角依存性を示す膜, 即ち, 配向した sp^2 結合炭素構造を有する膜の存在が指摘された [2]. 本研究は異なる原料から膜を作製し, XAS スペクトルの入射角度依存性を評価し, sp^2 結合炭素の秩序が異なるか等を評価した.

2. 実験方法

アモルファス炭素膜は CH_4, C_2H_2, C_2H_4 からパルスプラズマ CVD 法で圧力 3 Pa, 電圧約 4 kV で Si(100)上に約 1 μm 合成した. これらの膜を放射光施設 New SUBARU の BL09A で 275-320 eV の X 線を用い, 全電子収量法での XAS, 及び X 線発光分光(XES)測定を X 線入射角度:0-75°で行った.

3. 実験結果・考察

X 線入射角:0-75°で測定した 3 種類のアモルファス炭素膜の 295 eV で規格化した XAS スペクトルを Fig. 1 に示す. X 線の光子エネルギー285 eV 付近に π*C=C の吸収が観測された. σ*C=C のピークも 292-295 eV 付近に観測された. この結果, 何れのアモルファス炭素膜も π*の強度が角度依存性を示した事から, 配向した sp^2 結合炭素が構造を含む事が示された. 更に原料により, π*ピーク強度の X 線入射角度変化に対する強度の変化量が異なることから, sp^2 結合炭素の配向分布に差がある事が示唆された.

4. 結言

3 種の原料からアモルファス炭素膜を作製し, XAS スペクトルの入射角度依存性を評価した結果, 膜内に sp^2 結合炭素の構造秩序が存在し, 原料により, その分布が変化する事が示唆された.

[1] M. Tomidokoro *et. al.*, Materials, 14 (2021) 1, [2] 新部ら., 2020 年秋季応用物理学会講演会

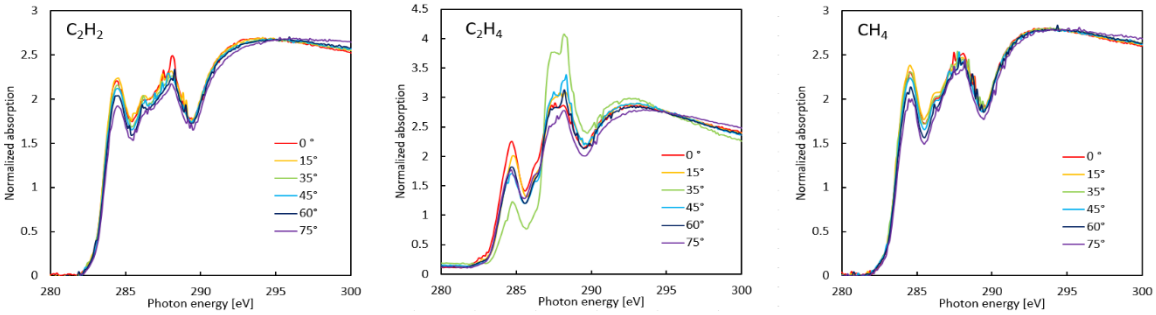

Fig. 1. X 線入射：0-75°で測定した 3 種類のアモルファス炭素膜の XAS スペクトル