



プラズマ励起化学気相堆積法で成長した アモルファスカーボン薄膜の結合構造分析

近藤博基、杉浦啓嗣
名古屋大学大学院工学研究科

1. 背景と研究目的

アモルファスカーボン(a-C)は、Cの sp^2 結合と sp^3 結合、Hの組成比によって多様な構造と物性を示すため、組成比の制御が非常に重要である。またこの特性から次世代の太陽電池材料としても期待されるが、光起電力効果は実現されておらず^[1]、組成比の制御が不十分と考えられる。a-Cの組成比を分析する方法としてXPS、NMR、EELS、そしてXASが存在するが、その中で最も薄膜の評価に適しているのがXASである。本研究ではPECVD法におけるa-C薄膜の組成比の制御及び成膜機構から膜構造や電気的特性などの膜特性までの包括的な関係の解明を目指し、NEXAFSを解析しa-C薄膜の組成比の分析を行った。

2. 実験内容

表面波励起プラズマ源(SWP, 2.45 GHz)とCCP(100 MHz)の2つのプラズマ源が上下に接続されたラジカル注入型PECVD装置を用い、ガス滞在時間と窒素添加割合を変化させて合成石英基板上に成長させたa-C薄膜のC-Kエッジ(270–390 eV)のXAS測定を行った。分割したサンプルをカーボンテープにより試料ホルダーに固定した。X線照射による分極の影響をなくすため、X線入射角度はサンプル面から 54.7° (Magic Angle)で行った。コンタミネーションの少ない装置内のSiフォトフォトダイオードの測定結果を放射光強度分布として用いた。 sp^2 結合100%のリファレンスサンプルとして、アニール処理したHOPGの測定も行った。

3. 結果および考察

Figure 1は各ガス滞在時間においてプラズマ中に添加する窒素の割合を変化させて成膜したa-C:N薄膜の sp^2 含有量の窒素添加量依存性である。スペクトルは320–340 eVの強度で規格化し、それぞれ $\pi^*C=C$ 、 σ^*C-H 、 $\pi^*C\equiv C$ 、 σ^*C-C 、 $\sigma^*C=C$ 、 $\sigma^*C\equiv C$ が確認された^[2]。また sp^2 含有量は(1)式を用いて求めた^[3]。

$$f_{sp^2} = \frac{I_{sam}^{\pi^*} I_{ref}(\Delta E)}{I_{ref}^{\pi^*} I_{sam}(\Delta E)} \quad (1)$$

$I_{sam}^{\pi^*}$ と $I_{ref}^{\pi^*}$ は測定サンプルとリファレンスとして測定したHOPGの $\pi^*C=C$ のピーク面積であり、 $I(\Delta E)$ はスペクトルの ΔE の範囲における面積で、 ΔE は280–320 eVの範囲で計算した。その結果、 sp^2 含有量はプラズマ中への窒素添加割合の増加に伴って減少する傾向が確認された。

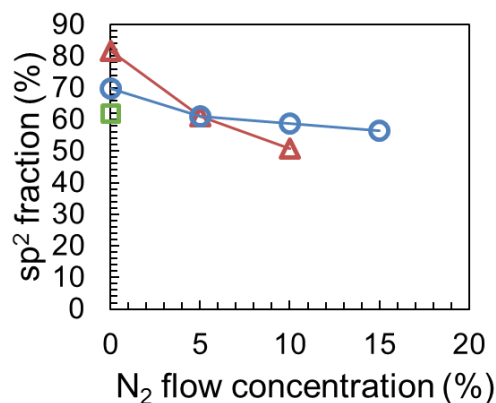


Figure 1. sp^2 fraction of a-C films grown with different N_2 flow concentration and residence time. The residence times are \circ 2.2 ms, \triangle 4.5 ms, \square 11.3 ms.

4. 参考文献

- [1] H. Zhu, et al.: *SOL EN MAT.* 93, 1461 (2009).
- [2] S. Ohmagari et al.: *J. NANOMAT.* 876561 (2009).
- [3] S. D. Berger et al.: *PHIL MAG LETT.* 57, 6, 285 (1988).