



# プラズマ励起化学気相堆積法で成膜した a-C 膜における $sp^2$ 含有量の成膜温度依存性

近藤 博基<sup>1</sup>、杉浦 啓嗣<sup>1</sup>、堀 勝<sup>2</sup>

1 名古屋大学大学院工学研究科、2 名古屋大学未来社会創造機構

キーワード：アモルファスカーボン、NEXAFS

## 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<sup>[1]</sup>、組成比の制御が不十分と考えられる。本研究ではプラズマ励起化学気相堆積 (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、今回は NEXAFS 測定を用いて a-C 薄膜の組成比の成膜温度依存性を調査した。

## 2. 実験内容

表面波励起プラズマ源(SWP, 2.45 GHz)と容量結合型プラズマ源(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、成膜時のヒーター温度を 300 度から 550 度まで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、アニール処理した高配向性熱分解グラファイト (HOPG) の測定も行った。 $sp^2$  含有量は(1)式を用いて求めた<sup>[2]</sup>。

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

$I_{sam}^{\pi^*}$  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  $\Delta E$  の範囲における面積で、 $\Delta E$  は 280 – 320 eV の範囲で計算した。

## 3. 結果および考察

Figure 1 は各成膜温度で成膜した a-C:H 膜の C1s NEXAFS スペクトルである。スペクトルは 320 – 340 eV の強度で規格化し、それぞれ  $\pi^*C=C$ 、 $\sigma^*C-H$ 、 $\pi^*C\equiv C$ 、 $\sigma^*C-C$ 、 $\sigma^*C=C$ 、 $\sigma^*C\equiv C$  が確認された<sup>[3]</sup>。Sp2 含有量は 300 度において 93%、400・550 度で 69% となった。一般に、成膜温度を高くすることで、水素の脱離促進と、グラファイト化が起きるといわれている。また、これまでの NEXAFS 測定の結果から、ポリマーライクな a-C 膜では、 $\pi^*C=C$  が強くみられることが分かっており、今回の結果では成膜温度の増加に伴い、 $\pi^*C=C$  が減少したことから、成膜温度の増加により水素脱離が促進され、ポリマー化の抑制が起きたものと考えられる。

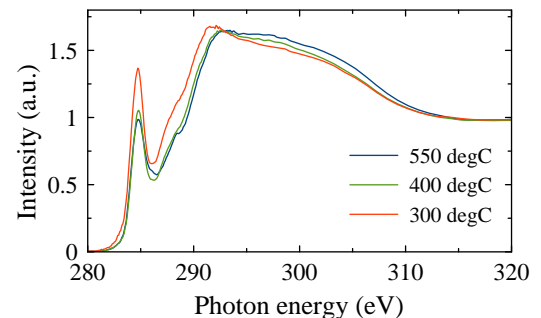


Figure1. C1s NEXAFS spectra of a-C films grown at different stage temperature.

## 4. 参考文献

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