



マグネトロンスパッタで成膜した a-C 膜において Ar 大気圧プラズマ処理が sp² 含有量に与える効果

近藤 博基¹、杉浦 啓嗣¹、堀 勝²

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、C k-edge NEXAFS、大気圧プラズマ

1. 背景と研究目的

アモルファスカーボン(a-C)はCのsp²結合とsp³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]、結合構造の制御が不十分と考えられる。本研究では、マグネトロンスパッタ法により成膜したa-C薄膜に対し、大気圧プラズマ処理を行うことで結合構造の制御を試みた。

2. 実験内容

マグネトロンスパッタ法によりガラス基板上に180 nmのa-C薄膜を成膜した。放電ガスにはArを用い、1200 WのRF電力を投入した。成膜されたa-C膜に対し、Ar大気圧プラズマ処理を3分間行った。大気圧プラズマ処理には、AC励起非平衡大気圧Arプラズマ源を用いた。大気圧プラズマ処理なしとありの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減らすため、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。sp²含有量は(1)式を用いて求めた^[2]。

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

$I_{sam}^{\pi^*}$ 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。

3. 結果および考察

Figure 1は、大気圧プラズマ処理を行っていないa-C薄膜と大気圧プラズマ処理を行ったa-C薄膜のC1s NEXAFSスペクトルである。スペクトルはPre-edgeを270 – 280 eVの範囲で引き、320 – 340 eVの強度で規格化した。大気圧プラズマ処理により、288 eVのCO由来のピークが増加し、284.8 eVの $\pi^*C=C$ の強度が減少した。本研究に用いた大気圧プラズマ源は大気の巻き込みが多いため、大気中のO₂やH₂OからO原子やOHラジカルが生成されることが報告されている^[3]。O原子やOHラジカルによりa-C膜表面が酸化されCOの結合が増加したものと考えられる。また、sp²含有量は、48%から46%に僅かに減少した。

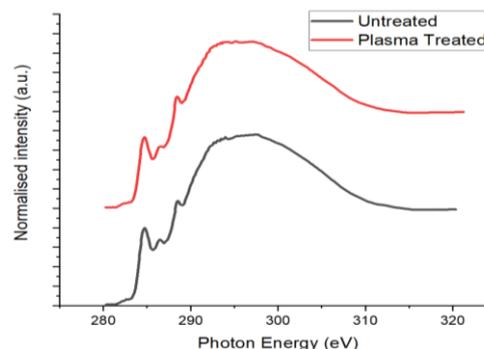


Figure1. C1s NEXAFS spectra of a-C films before and after Atmospheric Pressure Plasma treatment

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. K. Takeda et al.: *J. Phys. D: Appl. Phys.* 50 195202 (2017)