

軟 X 線照射による水素化 DLC 膜のグラファイト化

The graphitization of hydrogenated DLC films by the soft X-ray irradiation

兵庫県立大高度研 °今井亮, 新部正人, 神田一浩

LASTI, Univ. of Hyogo, °Ryo Imai, Masahito Niibe, Kazuhiro Kanda

E-mail: shio@lasti.u-hyogo.ac.jp

1. はじめに

Diamond-Like Carbon(DLC) 膜は高硬度・低摩擦係数・高耐磨耗性・ガスバリア性といった様々な優れた特徴に加え、高い X 線耐性を持つことが知られている。しかし近年開発された DLC 膜の中には軟 X 線照射により膜中の水素が脱離するものが存在することが明らかになってきた。そこで本研究では軟 X 線照射を行った水素化 DLC 膜の構造変化を調べるため、X 線吸収端近傍微細構造 (NEXAFS) スペクトルを測定した。NEXAFS スペクトルから求めた DLC 膜の $sp^2/(sp^2+sp^3)$ 比の照射量依存性を調べることで、軟 X 線照射による DLC 膜の構造の変化を明らかにした。

2. 実験方法

実験ではプラズマエンハンスド CVD 法により成膜した水素化 DLC 膜を使用した。試料はシリコン基板上に膜厚 200 nm で製膜を行い、未照射時の DLC 膜の水素含有量は ≈ 50 at% である。軟 X 線照射は NewSUBARU の BL06 にて行った。BL06 では赤外線領域から 1000 eV までの連続白色光が照射され、この範囲にはカーボンの K 端のイオン化エネルギーである 300 eV が含まれる。照射中のリングの蓄積電子エネルギーは 1.0 GeV であり、実験チャンバー内は 10^{-5} Pa 程度の真空下である。照射量はリングの蓄積電流 [mA] と照射時間 [h] との積 [mA・h] で表す。軟 X 線照射を行った DLC 膜の C-K 端 X 線吸収端近傍微細構造 (NEXAFS) スペクトルは NewSUBARU の BL09A にて全電子収量法を用いて測定した。測定した NEXAFS スペクトルより $sp^2/(sp^2+sp^3)$ 比を算出し、軟 X 線照射の照射量依存性を調べた。

3. 結果

NEXAFS スペクトルより算出した $sp^2/(sp^2+sp^3)$ 比の照射量依存性を Fig.1 に示す。図中の○は、未照射時の $sp^2/(sp^2+sp^3)$ 比, ≈ 0.33 を示す。軟 X 線照射を行うことで、照射量 200 mA・h 程度までの領域では $sp^2/(sp^2+sp^3)$ 比は急激に増加し、 ≈ 0.5 程度となり、その後は照射量を増加しても ≈ 0.5 に近い値を保つことが確認できた。これは軟 X 線照射により膜中の水素が脱離することで炭素-炭素二重結合が構築され、その結果、 $sp^2/(sp^2+sp^3)$ 比が上昇したと考えられる。以上より軟 X 線照射により水素化 DLC 膜のグラファイト化が進むことが明らかとなった。

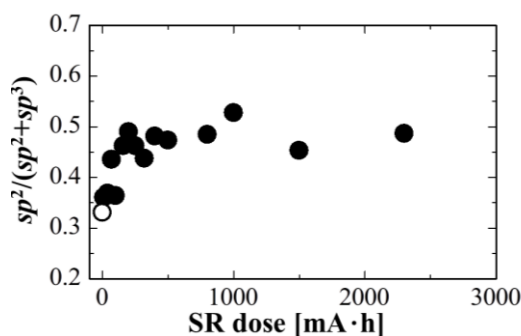


Fig.1. SR dose dependence of $sp^2/(sp^2+sp^3)$ ratio of H-DLC exposed to the soft X-rays