

軟 X 線照射による水素化 DLC 膜の改質過程

The modification process 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、高い軟 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 DLC 膜へ軟 X 線を照射した時に放出される化学種を、四重極型質量分析計(QMS)を用いて測定し、軟 X 線照射による DLC 膜の改質過程について議論した。

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 (H-DLC) 膜、および対照試料としてイオンプレーティング法により成膜した IP-DLC 膜の 2 種類の DLC 膜を用いた。両試料は共にシリコン基板上に膜厚 200 nm で成膜された市販の DLC 膜であり、未照射時の水素含有量は H-DLC 膜は ≈ 50 at%、IP-DLC 膜は ≈ 20 at%である。軟 X 線照射は NewSUBARU の BL06 にて行った。BL06 では赤外から 1000 eV までの連続白色光が照射され、これはカーボンの 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、実験チャンパー内は 10^{-5} Pa 程度の真空下であった。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。BL06 のチャンパーに取り付けた QMS(ANNELVA M-400QA-M)を用いて、DLC 膜に軟 X 線照射を行った時のマスピークの測定を行った。

3. 結果

QMS 測定による H_2^+ (質量数: 2) の照射量依存性を Fig.1 に示す。なお Fig.1 はブランクの値を差し引いて示している。Fig.1 より H-DLC 膜に照射を行うと照射量 200 mA・h 程度までは急激に水素の脱離が生じており、その後は IP-DLC と同様に非常に小さな値でほぼ一定となっていることがわかる。これまでの成果から H-DLC 膜は、照射量 200 mA・h 程度までは密度・硬度・ $sp^2/(sp^2+sp^3)$ 比が急激に増加し、膜厚および水素含有量は急激に減少するという結果が得られており、今回の測定はそれらを裏付ける結果となった。IP-DLC 膜では、ほとんど水素の放出は観測されず、照射によって上記のような変化はほとんど生じていない。また 200 mA・h 以上の照射量領域では水素の脱離は終了し、その後は膜のエッチングによりゆっくりと膜厚の減少が生じると考えているが、今回の測定ではエッチングによる炭化水素等のピーク増加は大きくなく、我々の予想と一致している。

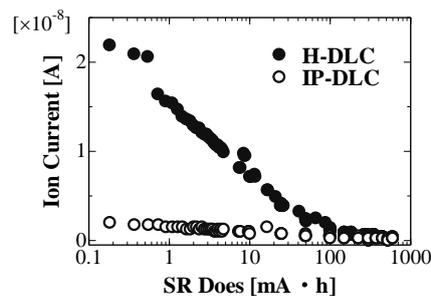


Fig.1. SR does dependence of H_2^+ of H-DLC and IP-DLC exposed to the soft X-rays