

単色化軟 X 線照射による DLC 膜の体積変化

Volume changes of DLC films by monochromatized soft X-ray irradiation

兵庫県高度研¹, 東工大², 長岡技科大³

○(M1)三嶋友博¹, 森田恭司¹, 中西康次¹, 赤坂大樹², 鈴木常生³, 神田一浩¹

LASTI, Univ. Hyogo¹, Tokyo Inst. Tech.², Nagaoka Univ. Tech.³ ○Tomohiro Mishima¹, Kyoji Morita¹,

Koji Nakanishi¹, Hiroki Akasaka², Tsuneo Suzuki³, Kazuhiro Kanda¹

E-mail: yu244736@lasti.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】我々のグループでは水素を 40 at.%以上含む高水素化 DLC 膜 (H-DLC 膜) について、1000 eV までの白色光照射によって水素が脱離して体積が減少すること、さらに、H-DLC 膜に Si を含有させることで軟 X 線照射による水素脱離を抑えられることなど、軟 X 線領域の光化学反応について報告してきた¹⁾。さらに光化学反応メカニズムの詳細を明らかにするため、単色化した軟 X 線を Si 含有高水素化 DLC 膜 (Si-H-DLC 膜) と H-DLC 膜に照射し、C の K 吸収端の X 線吸収端近傍構造 (XANES) スペクトルを測定して、H-DLC 膜は 80 eV の軟 X 線照射で価電子、300 eV で C の K 殻電子が励起され、Si-H-DLC 膜は 80 eV で価電子、155 eV で Si の L 殻電子の励起、300 eV で C の K 殻電子が励起されて C=C 結合が増加することを報告した²⁾。

本研究では、C=C 結合が大きく増加した 80 eV、300 eV の軟 X 線を H-DLC 膜と Si-H-DLC 膜に照射し、体積変化を観測して、H-DLC 膜と Si-H-DLC 膜の軟 X 線照射効果について考察した。

【実験】H-DLC 膜 (膜厚 100 nm, 水素含有量 55 at.%) と Si-H-DLC 膜 (膜厚 475 nm, 組成比 C : Si = 7 : 3) は Si ウエハー上にプラズマエンハンスド CVD 法で製膜した。ニュースバル放射光施設 BL07A で、80 eV、300 eV の単色化軟 X 線を DLC 膜に照射した。照射量は積算光量 2.69×10^{17} photons/cm² を基準として、積算光量を 5 倍、10 倍にした試料を作製した。DLC 膜には Au メッシュをかぶせて、照射領域と未照射領域を作り、両者の段差を触針式段差計 (DEKTAK 6M 垂直方向分解能 0.1 nm) で測定した。

【結果】図に H-DLC 膜の段差測定結果を示す。80 eV 光の照射と 300 eV 光照射のどちらも少ない照射量から体積減少が進行し、最終的に 50 nm 以上も体積が減少している。また、300 eV 光の照射の方が早く体積減少が進行することが分かった。Si-H-DLC 膜は、80 eV 照射、300 eV 照射のどちらも体積はほとんど減少していなかった。すなわち、Si を含有させることで、光化学反応が表面に限定されることが明らかになった。

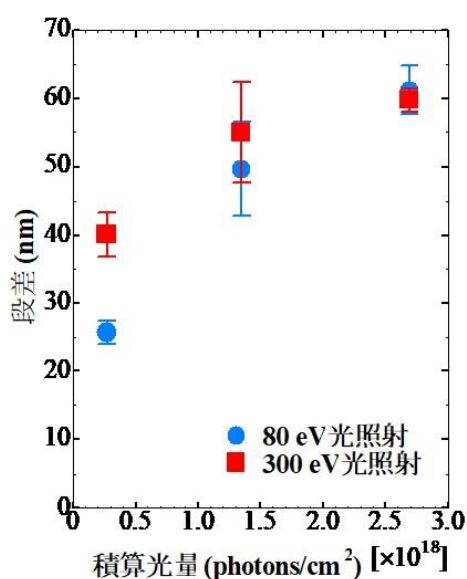


図. H-DLC 膜の軟 X 線照射による体積減少

1) K. Kanda et al., *Materials* **14** (2021) 924.

2) 三嶋友博 他, 第 70 回応用物理学会春季学術講演会, 15p-A408-7, (2023).