

## 軟 X 線照射による水素化 DLC 膜中の自由体積の変化

Change of free volume in hydrogenated DLC film by the irradiation of soft X-rays

兵庫県高度研<sup>1</sup>, 東工大工<sup>2</sup>, 大阪府大工<sup>3</sup>, 京大複合研<sup>4</sup>

○神田 一浩<sup>1</sup>, 田村 辰弥<sup>1</sup>, 赤坂 大樹<sup>2</sup>, 堀 史説<sup>3</sup>, 藪内 敦<sup>4</sup>, 木野村 淳<sup>4</sup>

LASTI, Univ. Hyogo<sup>1</sup>, Eng., Tokyo Inst. Tech.<sup>2</sup>, Eng., Osaka Pref. Univ.<sup>3</sup>, KURNS, Kyoto Univ.<sup>4</sup>

○Kazuhiro Kanda<sup>1</sup>, Tatsuya Tamura<sup>1</sup>, Hiroki Akasaka<sup>2</sup>, Fuminobu Hori<sup>3</sup>, Atsushi Yabuuchi<sup>4</sup>,  
Atsushi Kinomura<sup>4</sup>

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

**【はじめに】** ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜は真空下での X 線照射に対しては物性変化を起こさないと思われていたが、水素含有率の多い DLC 膜では水素を脱離して体積の減少や密度・硬度の増加が起きることが判明し、ナノスケールでのパターン形成による機能性獲得が期待されている。しかし、アモルファス物質の特有の物質質量である DLC 膜中の自由体積が、軟 X 線照射によりどのように変わるかに関しては、これまで全く調査が行われていなかった。本研究では低速陽電子線を用いて、水素化 DLC 膜への軟 X 線照射により、膜中の自由体積がどのように変化するかを観測し、水素の脱離によって起きる水素化 DLC 膜の構造変化について議論した。

**【実験】** 試料とする水素化 DLC 膜は PE-CVD 法を用いて Si ウェハ上に膜厚 200 nm で製膜した。軟 X 線の照射はニュースバル放射光施設のビームライン 06 (BL06)で行った。BL06 では 2 枚のミラーにより集光された 1000 eV までの連続光軟 X 線が照射される。陽電子寿命測定(PAS)法は物質に陽電子を入射し、対消滅時に生成される  $\gamma$  線を測定する手法である。陽電子は正の電荷を持つために物質中のイオン芯を避け、膜中に存在する自由体積に捕獲される。DLC 膜は数百 nm の薄膜であるため、測定には低速の陽電子線が必要であり、京大研究炉(KUR)の B-1 孔に設置された低速陽電子ビームシステムを用いて測定を行った。

**【結果と考察】** 図に消滅  $\gamma$  線のドップラー広がり (S parameter) と陽電子寿命の軟 X 線照射量依存性を示す。4000 mA·h の照射により、膜中の水素含有量は  $\approx 50\%$  から  $\approx 30\%$  に減少することがわかっている。軟 X 線照射量を増加させると陽電子寿命が増加し、膜中の自由体積が増加していることを示している。一方、S parameter は減少し、空隙の自由電子密度が増加していることを示している。これは軟 X 線照射による水素の脱離により、空隙周辺の元素組成が変化していることに由来すると考えられる。

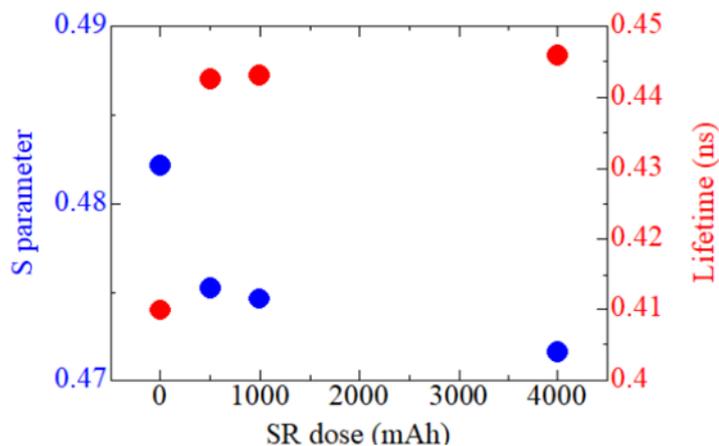


図 S parameter と陽電子寿命の軟 X 線照射量依存性