

PFC ガスの極低温凝縮層への低速電子線照射により合成した a-C:F 薄膜の物性評価

Characterization of Fluorinated Amorphous Carbon Films Fabricated by Low-energy Electron Beam Irradiation on Solid Thin Films Formed from PFC gas Condensed at Cryogenic Temperature

山梨大学 大学院医学工学総合研究部 和光賢司、曾我遥華、森川恭兵、佐藤哲也、中川清和

Univ. of Yamanashi, Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering

K. Wako, H. Soga, K. Morikawa, T. Sato, K. Nakagawa

e-mail: tetsu-sato@yamanashi.ac.jp

【諸言】我々は、H 原子の極低温トンネル反応 (Low-Temperature Tunneling reaction : LTTR) と、電子線誘起化学気相堆積法 (Electron-Beam-Induced-Chemical Vapor Deposition : EBICVD) とを組み合わせた新規成膜法 (EBICVD-LTTR) を開発した¹⁾。この成膜法を用いて、フッ素含有非晶質カーボン薄膜 (a-C:F) の合成プロセスに関する基礎研究を行い、表面処理やデバイスへの応用を目指している。これまでに CF_4 、 C_3F_8 および $\text{c-C}_4\text{F}_8$ を用いて a-C:F 薄膜を合成してきた²⁻³⁾。本講演では、 $\text{c-C}_4\text{F}_8$ を用いて、窒素放電 DC プラズマで生成した低速電子および活性種を照射することにより極低温合成した a-C:F の物性について報告する。

【実験】高真空中 (1×10^{-6} Pa) にて、極低温 (10~100K) に冷却した Si 基板に、キャピラリー法を用いて $\text{c-C}_4\text{F}_8$ を一定の流量で蒸着しながら、放電ガス (N_2) の直流放電により生成した低速電子および活性種を同時照射 (spray) することにより a-C:F を成膜した。放電電圧は約 2.4kV、放電電流は 2.4mA とし、基板温度は 11~100K、 $\text{c-C}_4\text{F}_8$ 蒸着速度は 12~120ML/min (ML: monolayer) とした。FT-IR を用いて極低温成膜時および昇温時の反応性生成物の in-situ 観察を行った。また、分光エリプソメトリー (SE) から光学定数および膜厚を、X 線光電子分光法 (XPS) により化学結合状態や組成を、I-V 測定および C-V 測定による電気特性の評価を行い、それらの成膜温度依存性などについて調べた。

【実験結果と考察】基板温度 30K で N_2 放電成膜によって合成した薄膜の表面約 10nm を Ar クラスターイオンエッチング処理した後の C1s スペクトルを Fig.1 に示す。-CF-結合のピークが強くみられた。Table 1 に C-V 測定から求めた誘電率の結果を示す。最大静電容量は成膜温度が高い程小さくなり、誘電率もまた小さくなった。Fig.2 に SE で求めた屈折率 n と消衰係数 k を示す。 n , k 共に成膜温度が低くなるに連れて増大することから、低温ほど C-C ネットワークが成長し緻密性が高くなったと考えられる。講演では CF_4 、 C_3F_8 の結果と併せ、低温合成プロセスについて考察する。

【参考文献】

- [1] T. Sato et al., Thin solid films, **508**, pp.61-64 (2006).
- [2] 胡雪冰 他, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会, 16a-ND-10(2010).
- [3] 和光賢司 他, 第 26 回ダイヤモンドシンポジウム, P1-24(2012).

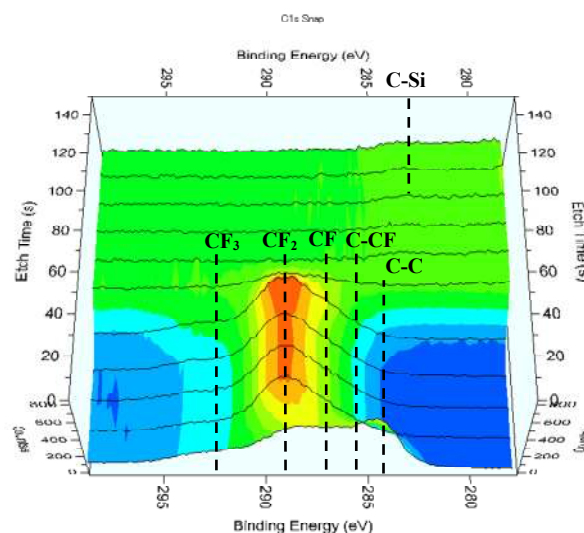
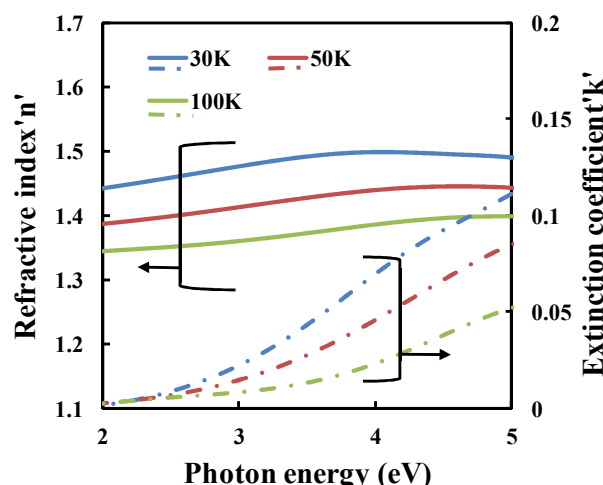


Fig.1 Time evolution of C1s XPS spectra of a-C:F film by Ar cluster ion etching.

Table 1. Permittivity of a-C:F films.

	30K	50K	100K
Permittivity	2.54	1.17	0.83

Fig.2 Optical constants (n , k) of a-C:F films.