

極低温で合成したフルオロカーボン薄膜の NEXAFS 解析

NEXAFS analysis of fluorocarbon thin films synthesized at cryogenic temperature.

山梨大工¹, 山梨県産技センター² ◯(M1) 北原 広貴¹, 菅野 拓海¹, 塩澤 佑一朗², 佐藤 哲也¹

Univ. of Yamanashi¹, Yamanashi Industrial Technology Center²

◯Hiroki Kitahara¹, Takumi Kanno¹, Yuichiro Shiozawa², Tetsuya Sato¹

E-mail: g24tz007@yamanashi.ac.jp

【目的】我々は水素化非晶質カーボン (a-C:H)やフッ素含有非晶質カーボン (a-C:F)を極低温下で成膜し、化学結合状態、光学定数等および NEXAFS 測定から得られた $sp^2 / (sp^2 + sp^3)$ 値の相関等の諸物性を明らかにしてきた^{1,2)}。今回、ジフルオロメタン (CH_2F_2)に TMS (テトラメルシラン、 $Si(CH_3)_4$)を添加し、a-C:F の $sp^2 / (sp^2 + sp^3)$ 値の Si 濃度依存性について検討した。C-K 吸収端および Si-L 吸収端全電子収量法 (TEY)、全蛍光収量法 (TFY)およびオージェ電子収法(AEY)により測定した。

【実験】クライオ冷凍機により 77 K に冷却した Si 基板に CH_2F_2 を真空蒸着しながら He や H_2 の直流 (DC)放電生起による低速電子や He^* を照射することにより成膜する“低速電子線誘起堆積法” (EBI-CVD)により、a-C:F を成膜した。同様に CH_4 , C_2H_2 を試料ガスとして用い a-C:H を堆積し、物性を比較した。XAFS は、あいちシンクロトロン光センター (BL7U)にて C-K、Si-L 吸収端を全電子収量法 (TEY)、全蛍光収量法 (TFY)およびオージェ電子収量法 (AEY)により測定した。XPS (NEXSA G2 (FEI 製))は、ワイドレンジおよび C 1s を測定した。

【結果と考察】 Fig. 1 に a-C:F C-K 吸収端 NEXAFS スペクトル (TEY、TFY)を示す。ピークエネルギーの低い順から① $\pi^*(C=C)$ 、② $\pi^*(C-OH)$ 、③ $\sigma^*(C-H)$ 、④ $\pi^*(C=O)$ 、⑤ $\sigma^*(C-C)$ 、⑥ $\sigma^*(C=C)$ 、⑦ $\sigma^*(C\equiv C)$ の 7 本のピークで波形分離して面積積分を行い、 π^* 成分 / (σ^* 成分 + π^* 成分)値 (%)を算出した (Table 1)。ジフルオロメタン単体に比べ TMS 混合した場合、280~310 eV 付近の TEY 強度は TMS の濃度が高くなるにつれて減少し、 $sp^2 / (sp^2 + sp^3)$ 値は増大している。TFY の場合にも同様な傾向が認められた。

【参考文献】

- 北原広貴, 秋山恒樹, 佐藤哲也, 塩澤佑一朗, 第 71 回応物春季 24p-P02-6 (2024)
秋山恒樹 他, 第 70 回応物春季 15p-A408-11 (2023), 第 69 回応物春季 25p-E104-15 (2022)
- あいちシンクロトロン成果報告書 - 実験番号: 202306125, 202206107, 202205099

Table 1. A-C:F films obtained by EBI-CVD at 77K.

Sample	A	B	C	D
P(Torr)	30	100		130
CH_2F_2 :TMS	1:0	7:1	4:1	
t(min)	120	30		
thickness(nm)	145	880	556	503
TEY(%)	15.9	28.1	-	33.0
TFY(%)	29.2	30.9	-	35.7

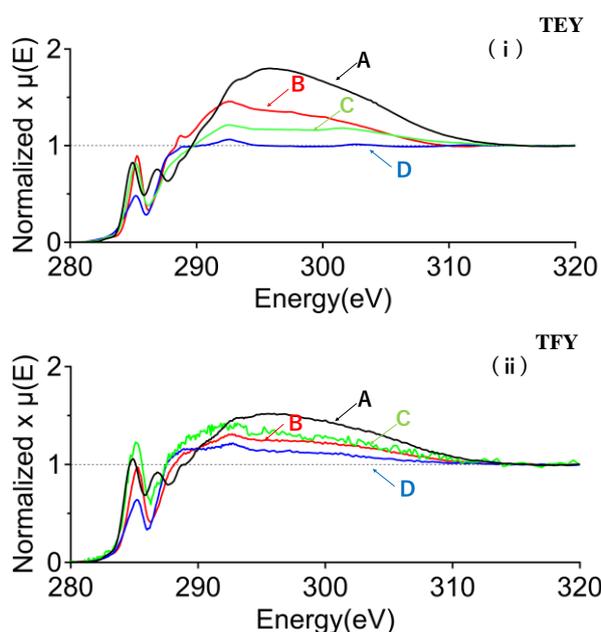


Fig.1 C-K absorption edge spectra of a-C:F films. (TEY (i), TFY (ii))