



極低温合成 a-C:F 薄膜の化学結合状態評価 (II)

北原 広貴¹, 佐藤 哲也¹, 塩澤 佑一朗²
¹ 山梨大学, ² 山梨県産業技術センター

キーワード：低温, 電子線誘起堆積, DLC, 放射光 XAFS

1. 背景と研究目的

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 $sp^2 / (sp^2 + sp^3)$ 値との相関から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 (テトラメチルシラン、 $Si(CH_3)_4$) を添加し、 $sp^2 / (sp^2 + sp^3)$ 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。

表 1 製膜条件、膜厚、化学組成、 $sp^2 / (sp^2 + sp^3)$ (%)

サンプル名	A	B	C	D
P(Torr)	30	100		130
CH_2F_2 :TMS	1:0	7:1	4:1	
t(min)	120	30		
膜厚(nm)	145	880	556	503
全電子収量(%)	15.9	28.1	-	33.0
蛍光収量(%)	29.2	30.9	-	35.7

2. 実験

クライオ冷凍機により 77 K に冷却した Si 基板に C_2H_2 と TMS の混合ガスを真空蒸着しながら He の直流 (DC) 放電により生じた低速電子と He^* を照射する、“低速電子線誘起堆積法”により、a-C:H を成膜した。化学組成は XPS (NEXSA G2 (FEI)) から求めた。

3. 結果および考察

図 1 に 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 (表 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 の場合にも同様の傾向が認められた。今回、膜厚が厚く帯電の影響によりサンプル C は解析が困難であった。今後、帯電を抑制して再測定を行う予定である。

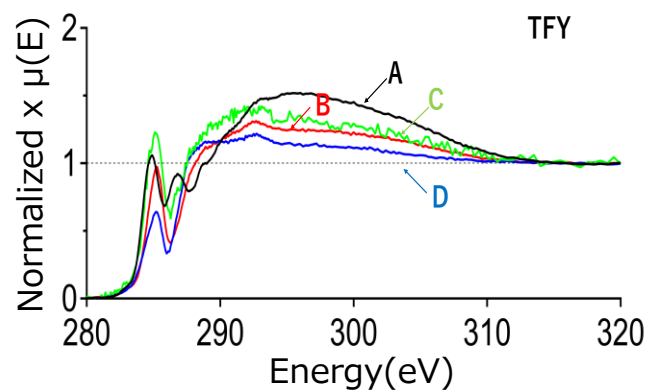
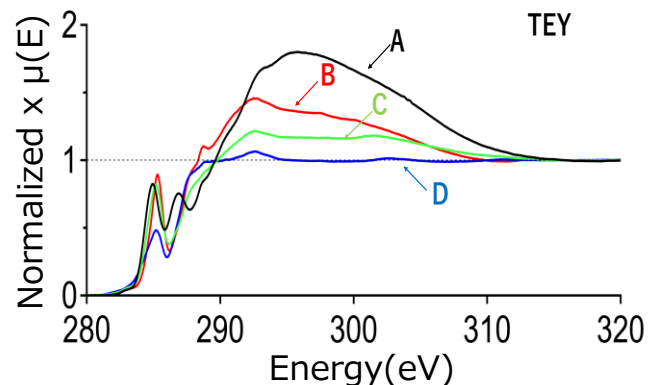


図 1：C-K 吸収端スペクトル (TEY、TFY)

4. 参考文献

- 北原広貴, 秋山恒樹, 佐藤哲也, 塩澤佑一朗
第 71 回応用物理学会春季学術講演会 24p-P02-6 (2024)
- あいちシンクロトロン成果報告書—実験番号：202306125, 202206107, 202205099