



## 極低温合成 a-C:F 薄膜の化学結合状態評価

北原 広貴<sup>1</sup>、佐藤 哲也<sup>1</sup>、塩澤 佑一朗<sup>2</sup>  
 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、水素化アモルファスカーボン (a-C:H) やフッ素含有アモルファスカーボン (a-C:F) を極低温下で成膜し、化学結合状態、光学定数等の物性を明らかにしてきた。今回、試料ガスとしてジフルオロメタン (CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>) を用い a-C:F の NEXAFS 測定を行い、これまでに得られた (実験番号 202205099、202206107) 種々の a-C:H、a-C:F の sp<sup>2</sup>/(sp<sup>2</sup>+sp<sup>3</sup>) 値の試料ガス種依存性について比較検討した。

### 2. 実験

クライオ冷凍機により極低温 (30~80 K) に冷却した Si 基板に CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub> を真空蒸着しながら He 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”により、a-C:F を成膜した。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。

### 3. 結果および考察

図 1 に CH<sub>4</sub>、CF<sub>4</sub>、c-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub> を用いて成膜した a-C:F、a-C:H の C-K 吸収端 NEXAFS スペクトル (TEY) を示す。ピークエネルギーの低い順から ①π\*(C=C)、②π\*(C-OH)、③σ\*(C-H)、④π\*(C=O)、⑤σ\*(C-C)、⑥σ\*(C=C)、⑦σ\*(C≡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 TEY、TFY および AEY について各々算出した (表 1)。

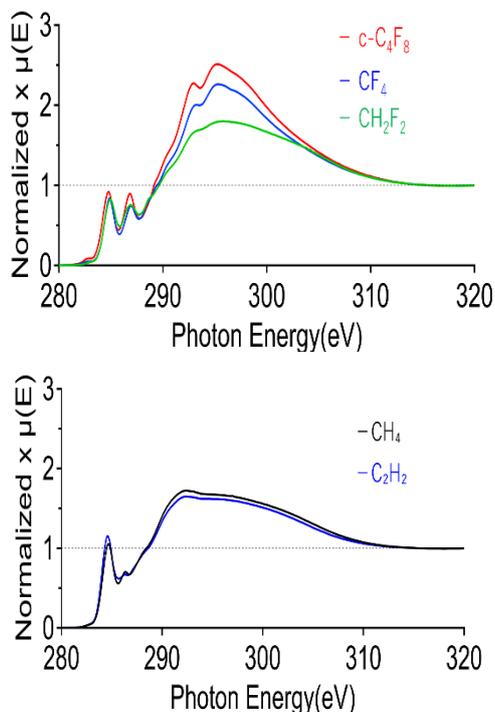


図 1. 全電子収量 (TEY)  
 上：a-C:F, 下：a-C:H

表 1. a-C:F、a-C:H の sp<sup>2</sup>/(sp<sup>2</sup>+sp<sup>3</sup>) (%)

原料ガス(Torr)	CF <sub>4</sub> (30Torr)	CH <sub>4</sub> (30Torr)	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> (25Torr)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (10%)/He (100)	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (30Torr)
放電ガス (Torr)	He (800Torr)				
基板温度	30K	30K	80K	30K	77K
成膜時間 (min)	240	240	3	30	60
膜厚(nm)	47	16	13	18	145
全電子収量(%)	14.1	12.9	9.5	20.3	15.9
蛍光収量(%)	14.2	14.0	13.6	19.8	29.2
オージェ電子収量 (%)	11.2	13.0	15.0	17.1	8.9

本研究で 77 K 近傍で成膜した a-C:H、a-C:F は他の成膜法で合成した場合に比べ、sp<sup>3</sup>の割合が 80~90%と高い傾向であることが明らかになった。c-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> や CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub> の場合、TEY が TFY に比べ顕著に小さいことから、薄膜成長表面に近傍において H、F のマイグレーション効果により sp<sup>3</sup> が支配的となると推測される。C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> の TEY と CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub> の TFY については sp<sup>2</sup>/(sp<sup>2</sup>+sp<sup>3</sup>) 値が大きいため、再現性を含めより詳細に検討する必要がある。