

BL07B を用いたフッ素含有自己組織化膜の評価

兵庫県立大学高度産業科学技術研究所

春山 雄一

ナノインプリント技術は、ナノメートルオーダーのパターンを有した金型をレジストに押し付け、パターンを転写する技術であり、ナノパターンを安価でかつ大量に作成できる。ナノインプリントプロセスでは金型をレジストから引きはがすため、金型表面への離型処理が必要である。また、転写パターンの微細化により、より薄く、より耐久性を持った離型膜が必要となってきた。現在は、離型膜としてフッ素含有分子による自己組織化膜が主に用いられている。

CF_2 鎖の長さが異なる 4 種類のフルオロアルキルシラン系の離型剤からフッ素含有自己組織化膜を成膜し、光電子分光により離型膜と基板との界面の情報を、分子の配向性の情報を吸収端近傍 X 線吸収微細構造 (NEXAFS) スペクトルにより評価した。

離型剤として、 $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_n-(\text{CH}_2)_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ ($n=0, 3, 5, 7$: FAS-3, 9, 13, 17) の 4 種類を用意した。 $12 \times 12 \text{ mm}^2$ の Si 基板上に成膜した。Fig.1 には成膜される自己組織化膜の 1 分子を模式的に示してある。また、それぞれの分子の長さの計算値を図中に示した。

光電子分光および NEXAFS による評価は兵庫県立大学ニュースバル放射光施設のビームライン BL07B にて行った。BL07B では $50 \sim 800 \text{ eV}$ のエネルギーをもつ励起光が利用可能である。

CF_2 鎖の長さが異なる 4 種類のフッ素含有自己組織化膜に対する光電子スペクトルを Fig.2 に示す。Si 基板の光電子スペクトルと比較して見られる自己組織化膜の各ピークの強

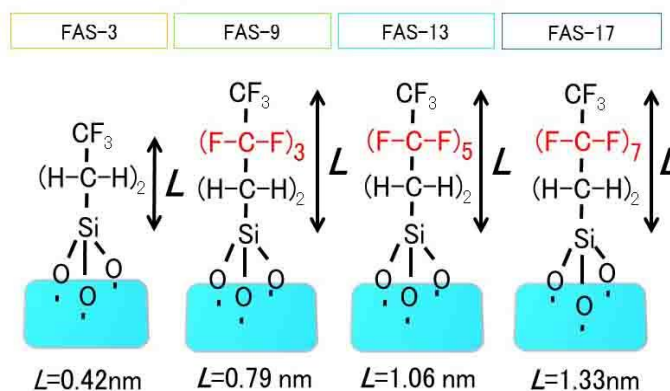


Fig.1. Four types of F-SAMs with different chain length

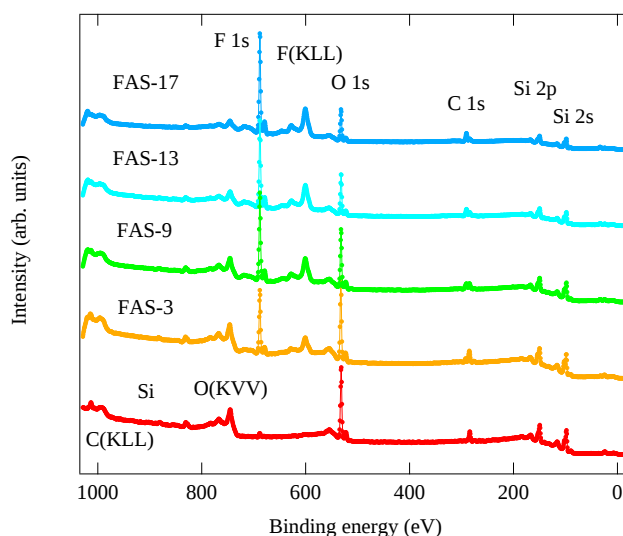
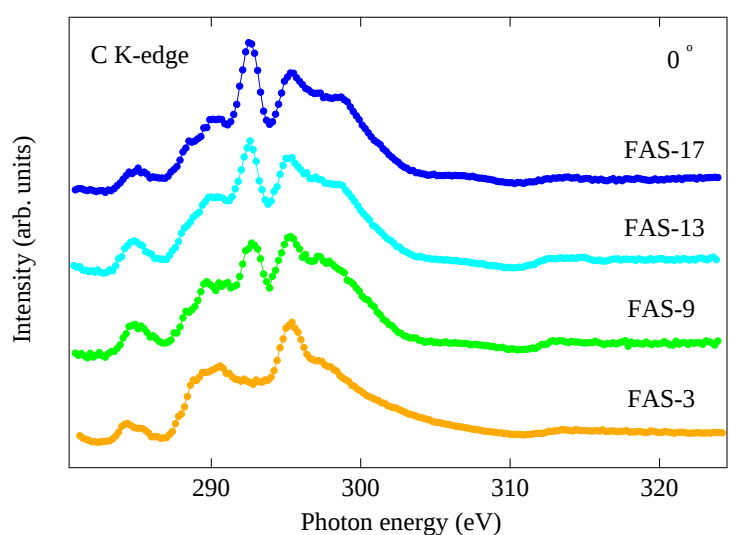


Fig.2. Wide scan of the photoelectron spectra in the four types of F-SAMs with different chain length and in Si substrate.

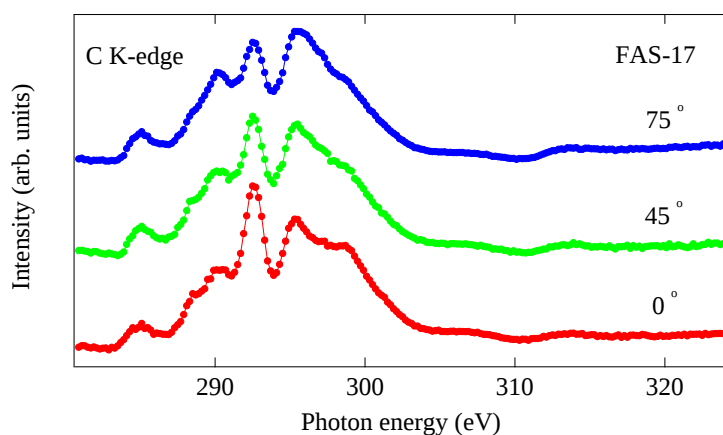
度変化は、 CF_2 鎖が長くなるにつれて、F 由来のピーク強度が増加し、加えて自己組織化膜の膜厚も増加したため、Si 基板からの強度が減少したことを示している。

Fig.3(a)は、 CF_2 鎖の長さが異なる 4 種類のフッ素含有自己組織化膜に対する C-K 端 NEXAFS スペクトルである。励起光は成膜された Si 基板に対し垂直に入射した。 CF_2 鎖の長さにより、NEXAFS スペクトルが変化することを観測した。FAS-17 に対し NEXAFS スペクトルの入射角依存性を測定した結果を Fig.3(b)に示す。表面垂直からの入射角を図中のスペクトルの上に示している。 CF_2 鎖に起因するピークが入射角依存性を示したことから、自己組織化膜の CF_2 鎖を構成している C-C 鎖が平均して基板に垂直になっていることを示す。

以上の結果や詳細な解析により、表面が CF_3 サイトにおける末端のフッ素で覆われており、フッ素含有自己組織化膜が離型膜として適していることを表している。



(a) C K-edge NEXAFS spectra in four types of F-SAMs with different chain length



(b) C K-edge NEXAFS spectra in FAS-17 as a function of the incidence angle of the photon to the surface normal

Fig.4. C K-edge NEXAFS spectra of F-SAMs.