



フッ素樹脂コーティング薄膜の X 線反射率測定

ダイキン工業株式会社
テクノロジー・イノベーションセンター
能美 政男

1. 背景と研究目的

ポリマー（高分子）材料は、近年、多分野でますます利用されている。それに伴い、それぞれの分野に応じて、マトリクスとしてのポリマーの性状とともに、その表面や界面の特性が重要となっている。例えば、表面エネルギーの低いフッ素系化合物を表面改質剤として用いることにより、撥水撥油性、防汚性、非粘着性、剥離性、離型性、滑り性、耐磨耗性、反射防止特性、耐薬品性などの表面・界面制御に関する特性の向上が期待され、種々提案されている。

近年では、タブレット PC やスマートフォンといった情報端末の市況が旺盛であることから、その表面機能が脚光を浴びている。各種ディスプレイの表面には、傷付き防止のためのハードコート層を具備する各種プラスチックフィルムが使用されている。しかし、ハードコート層は指紋痕や汚れが付着しやすく、付着した指紋痕や汚れが簡単に除去できなかった。そのため、ディスプレイの画像の視認性が著しく損なわれたり、ディスプレイの美観が損なわれたりするという問題がある。特に、タッチパネル表面は、直に人が手で触れるものであるため、とりわけ指紋痕が付着しにくく、指で繰り返し摩擦されても撥水撥油性が低下しにくく、拭き取りによって指紋を容易に除去できる性能が長期間維持されることが訴求される。

弊社では、これらの課題を解決すべく、フッ素樹脂コーティング剤の機能向上を誠意研究中である。今回、X 線反射率測定の知見を適用することで、フッ素樹脂コーティング薄膜の分析・評価技術の高度化を図る。

2. 実験内容

シンクロトロン光利用者研究会実地研修に参加し、試料準備から測定、取得データの解析まで一貫して実習した。実施研修はあいちシンクロトロン光センター BL8S1（薄膜 X 線回折ビームライン）で行った。フッ素樹脂をガラス基板上に塗布した簡易サンプルを準備した。専用の試料ホルダーにサンプルをマグネットで固定し、ホルダーを BL8S1：薄膜 X 線回折装置にセットした。X 線反射率スペクトルを取得し、付帯の専用解析ソフトにて薄膜の構造パラメーター（各層の密度、膜厚、ラフネス）を解析した。

3. 結果および考察

試料の X 線散乱パターンを Fig.1 に示す。フッ素樹脂コーティング薄膜に帰属すると思われる明瞭なスペクトルを観測することができた。解析に資する十分な強度を有しており、臨界角から密度情報（約 1.4 g/cm^3 ）、並びに干渉縞の周期から膜厚情報（参考値ながら膜厚：約 7 nm 、ラフネス： 0.9 nm ）が得られた。

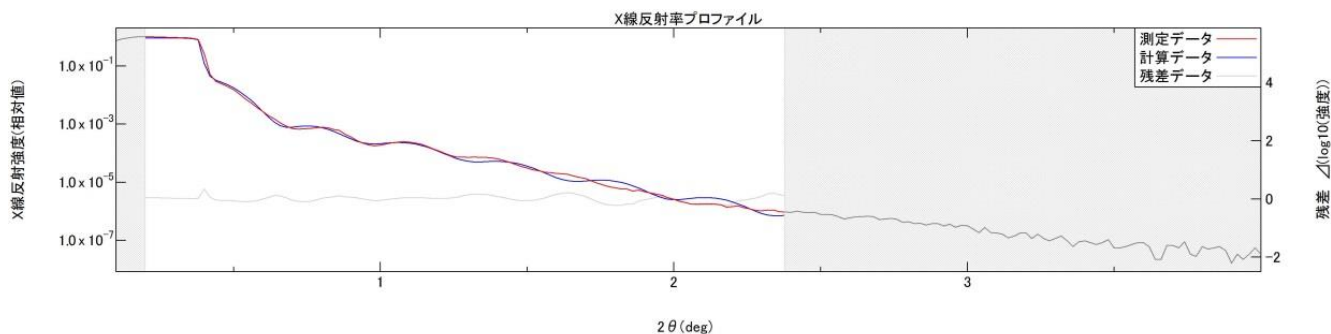


Fig.1 フッ素樹脂コーティング薄膜試料の X 線散乱パターン

フッ素樹脂コーティング薄膜の諸特性は、薄膜の膜厚、膜密度、表面や界面のラフネスなどといった膜構造パラメータに依存している場合が多くある。X 線反射率法は、これら重要因子を“定量的”に評価することができ、加えて、表面の下にある接着界面の情報を非破壊的に得られる特徴を有しており、諸特性との相関を多元的に評価することで材料設計の最適化を具現化したい。

4. 今後の課題

今回の解析には、フッ素樹脂-ガラス基板の単純な 2 層モデルを適用したが、厳密には極界面の架橋接着層での多重反射による干渉効果も懸念されることを把握できたことは非常に有意義であった。これらの構造情報も考慮することで、X 線反射率スペクトルのフィッティング精度が一層高まると期待される。