



GI-SAXS によるナノ粒子ミストデポジション機構の解明

蟹江 澄志¹, 西 康孝², 奥井 公太郎²

¹東北大学, ²株式会社ニコン

キーワード：ナノ粒子, ミストデポジション, 透明導電性薄膜, 小角放射光散乱

1. 背景と研究目的

液晶ディスプレイ等に用いられる透明電極性薄膜の製造プロセスでは、現在、高温真空中におけるスパッタ製膜法が採用されている。この際、低抵抗性・光透過率や化学的安定性の観点から ITO (スズドープ酸化インジウム) が広く採用されている。一方で、スパッタ法に置き換わる根本的な技術革新が強く求められている。東北大学と株式会社ニコンは、ニコン社が独自に開発してきた「ミストデポジション法」による ITO 薄膜を含めた機能性薄膜の調製法に関する研究を行っている。「ミストデポジション法」は、機能性粉体を含む親水性溶媒を超音波によりミスト化し、基板上へ噴霧する手法であり、常温・常圧において機能性薄膜を構築する優れた手法である。本研究では、様々な ITO ナノ粒子からなる水分散液を「ミストデポジション法」により基板上に堆積調製する過程について、あいちシンクロトロン光センター BL8S3 において、すれすれ入射小角および超小角放射光散乱測定を行う。得られる結果と ITO 薄膜の状態とを評価することにより、「ミストデポジション法」の実用化を推し進める。このことは、スパッタ法に置き換わる機能性薄膜の常温・常圧製造法となり、省エネルギーの視点から、カーボンニュートラルや SDGs の実現に直結する重要な課題となる。

2. 実験内容

先に報告した手法^{1,2)}に基づき、水分散性に優れた ITO ナノ粒子を合成し、本実験に用いた。得られた ITO ナノ粒子の水分散液 (粒子濃度 1.0 から 20 wt.%) を霧化させたミストをガラス基板上に噴霧することにより得られる ITO ナノ粒子薄膜について、すれすれ入射小角放射光散乱 (GI-SAXS) 測定により、薄膜生成過程の *in-situ* 観察を行った。この際、測定条件は、波長: 1.5 Å, カメラ長: 4.0 m, アパーチャー: 2.0 mm, 検出器: PILATUS 2M とした。前回の測定 (実験番号: 202202122) の結果、散乱パターンに対し、Yoneda peak の影響がかんがえられたことから、今回の測定では、0.14 から 0.22° まで入射角を変更し、最適な散乱パターンの取得を試みることにした。

3. 結果および考察

Figure 1 に、入射角度を (a) 0.18° および (b) 0.22° としたときの ITO 薄膜の GI-SAXS パターンをそれぞれ示す。入射角度を臨界角度以下の 0.18° とすることで、粒子由来の散乱が適切に取得できることが明らかとなった。今後、散乱パターンをさらに解析することで、薄膜形成過程の繋がることが期待できる。すなわち、*in situ*

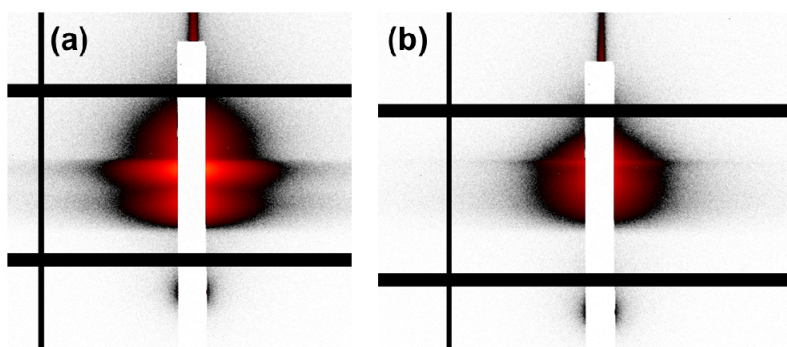


Figure 1. *in situ* GI-SAXS profiles of ITO thin films obtained by different incident angle with (a) 0.18 deg. and (b) 0.22 deg. on a glass substrate.

GI-SAXS 測定が「ミストデポジション法」の評価を行ううえで有効な手法であることが示された。

4. 参考文献

- 1) R. Suzuki, Y. Nishi, M. Matsubara, A. Muramatsu, K. Kanie, *ACS Appl. Nano Mater.*, **3**, 4870-4879 (2020).
- 2) R. Suzuki, Y. Nishi, M. Matsubara, A. Muramatsu, K. Kanie, *Sci. Rep.*, **11**, 10584 (2021).