Research Center for Photovoltaics

コンバーチブルPVDによる ITOフィルム膜の作製と比較検証

廣瀬伸吾・江塚幸敏
産業技術総合研究所　製造技術研究部門　積層加工システム研究グループ

研究の背景

色素増感太陽電池の開発においては、ロール・ツー・ロール法を用いて有機フィルム上に構成することが望まれている。我々は、積水化学工業株式会社と共同で、変換効率が高いフィルム型色素増感太陽電池の研究開発に取り組んできた [1]。

本研究では、有機フィルム上の透明導電膜ITOフィルム膜に対して、PVD・CVDデータベースの活用や、コンバーチブルPVDによる複数の成膜手法で成膜したITO/PENフィルムに対して、市販ITOフィルム膜とともに、その性能を比較検証し、ITOフィルム膜のPVD成膜に関する知見を得ることを目指した。

研究の目的

透明導電性ITO膜の成膜については、各種PVD法による多数の報告例がある。PVD・CVDデータベースを用いることで、PVD法で得られた膜の特性を把握するとともに、その成膜条件に関する技術知識情報も得ることとした [2,3]。

一方で、PVD膜の特性評価による実験検証も必ず必要な工程であり、特に、複数の成膜法を比較検証していくことが製造技術を見極める上で重要であると考えており、複数のPVD成膜実験を可能とするコンバーチブルPVD法の開発に取り組み、PVD成膜の知見や経験を素早く獲得可能となる技術手法を研究開発することに取り組んでいる。

実験方法および検証方法

PVD・CVDデータベースを用いることで、PVD法の各種膜機能と成膜法、成膜条件のデータ事例を豊富に提示することが可能となる。

これにより、技術知識情報による成膜法の比較検証や成膜法の選定が可能になる。

また、PVD成膜法を各構成要素に分解し、コンポ―ネント化することで、それらの選択、組み変えることを可能とした。これをコンバーチブルPVDと呼び、同一チャンバーにて複数のPVD法が実現可能となり、ラボレベルにおいてPVD法の比較検証に効果的といえる。

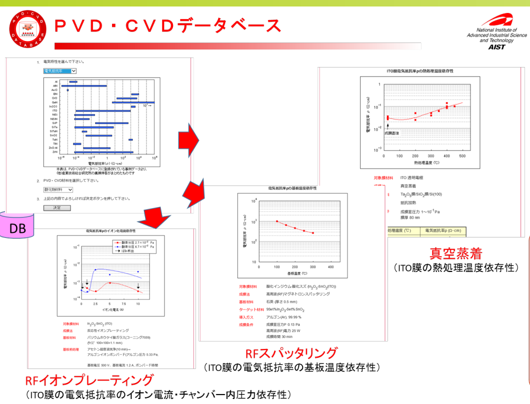

Fig. 1　機能別加工条件・加工事例 (PVD・CVDデータベース)

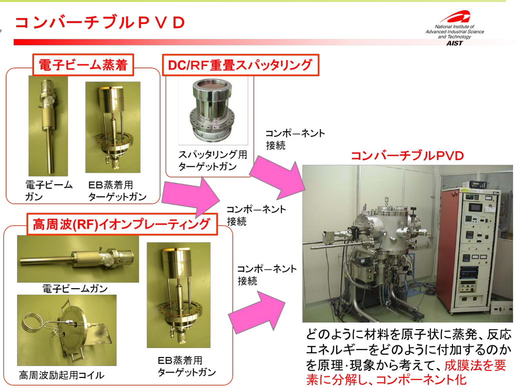

Fig. 2　コンバーチブルPVDの概念と構成要素

結果および考察

コンバーチブルPVDを用いた一つの事例として、RFイオンプレーティングとRF/DC重畳マグネトロンスパッタリングの二つのモードにより、基板加熱無しで膜厚を変化させた場合の電気抵抗率の変化を示す（Fig. 3）。

膜厚が薄い領域では電気抵抗率（比抵抗）が高い数値となっているが、150 nm以上の膜厚では急激な低抵抗率化が見られており、RF/DC重畳マグネトロンスパッタリングにおいて、市販ITOフィルムと同等の電気抵抗率が得られた。

フィルム上のITO膜のPVD成膜において、ラボレベルの試行錯誤を通して、機能を発現させるための所望の膜厚がどの程度であるのかを複数のPVD法により知ることができた。

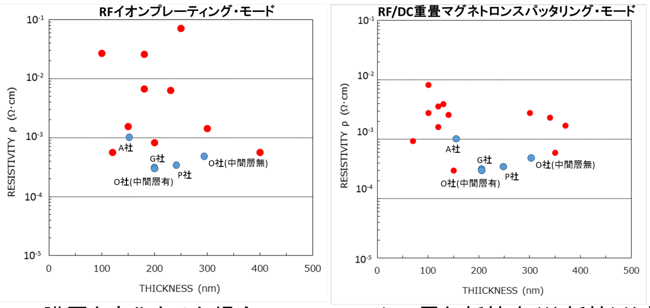

Fig. 3　膜厚を変化させた場合のITOフィルムの電気抵抗率（比抵抗）比較

結論

PVD法による試作検証を素早くするための技術手法として、PVD・CVDデータベース、コンバーチブルPVDの開発に取り組んでおり、今回は、有機フィルム上のITO膜について、実験検証を行った。

これらの手法は、PVD製造工程を用いた研究開発時において時間短縮と効率化につながると考えており、こうした試みを継続的に実践していく中で、より活用される技術となっていくと確信している。

参考文献

[1]　廣瀬伸吾 *et. al.*, 世界初！室温プロセスでフィルム型色素増感太陽電池の試作に成功, 産総研プレスリリース, 2013/12/06.
[2]　廣瀬伸吾, PVD･CVDデータベース, http://www.monozukuri.org/mono/db-dmrc/pvdcvddb/index.html
[3]　例えば、廣瀬伸吾,「ものづくり技術インフラストラクチャー」の構築 －PVD･CVDデータベース(1)-(3) －,　真空ジャーナル, **124** (2009) 34-37, **125** (2009) 30-33, **128** (2010) 36-39.