

ペロブスカイト型太陽電池の評価

ペロブスカイト型太陽電池の製造工程と評価装置



概要

ペロブスカイト型太陽電池は、ペロブスカイト結晶（ ABX_3 ）と酸化チタン（ TiO_2 ）を組み合わせた太陽電池の一種です。

発電層が結晶シリコン太陽電池の1/100程度と薄く製造できるため、建物壁面への設置や窓への適用が期待されています。

次世代の太陽電池として世界中で注目されており、日夜エネルギー変換効率を増すための基礎研究や、実用大型化の開発が進められています。

本カタログでは、ペロブスカイト太陽電池の製造工程における物性評価に使用できる装置を紹介します。

分野



粘度
粘弾性



水分測定



接触角
動的接触角



表面張力
動的表面張力



強度評価



温度制御

洗浄・表面評価

ペロブスカイト型太陽電池セルを作成するには、ガラス基板などに酸化チタンなどの緻密層／多孔質層、ペロブスカイト層、ホール輸送層を積層します。これらの層は塗装・印刷技術を用いて塗布されるため、基板表面の状態が塗布特性に大きく寄与します。そこで、基板の洗浄性や表面の状態を確認するためのツールを紹介します。

酸化チタン層とペロブスカイトインキのぬれ性評価

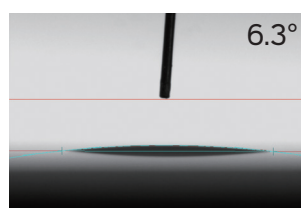
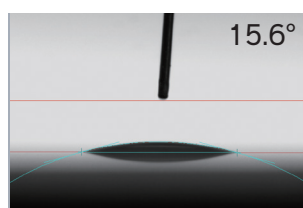
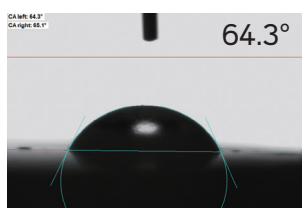
酸化チタン層表面の化学的性質を制御することで、ペロブスカイト層との界面の作用が変わるため、発電効率の向上が期待できます。

自動接触角測定装置 OCA シリーズ

被塗装面とインキとの“ぬれ”を評価するためには、低い接触角精度良く測定することが重要です。OCA シリーズでは、測定が難しい低接触角の測定を精度よく行うことができます。

特徴

- 高精度で接触角を自動測定
- ナノ・ピコリットルでの評価
- 動的接触角測定（前進/後退角）
- 温度、湿度、雰囲気をコントロール



OCA25

基板の洗浄度を確認

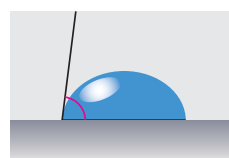
基板の洗浄性を確認するためには上記の接触角測定が最適ですが、生産スケールで簡易的に洗浄性評価を行う場合、以下の2種の装置が使用できます。どちらもバッテリーを搭載しているポータブルタイプなので、生産現場でPCなしで使用することができます。

迅速表面状態テスター サーファスペクター

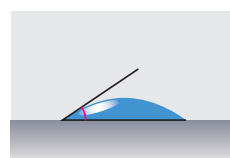
SITA サーファスペクターは、水の液滴を射出し、その形状から対象との接触角を簡易的に計測します。接触角の大きさから酸化チタン層を塗布する基板表面の洗浄度の簡易評価を行えるので、OK/NGの判定試験に使用できます。

特徴

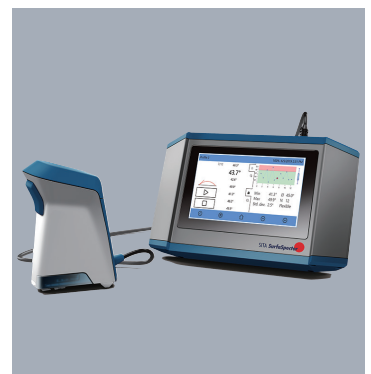
- ワンクリックの簡単操作
- OK/NGの自動判定
- ポータブル



接触角が大きい
→汚れがある



接触角が小さい
→汚れが無い



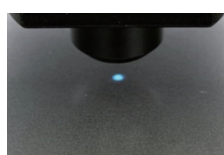
サーファスペクター

表面クリーン度テスター クリノスペクター

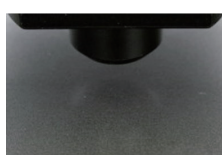
SITA クリノスペクターは、UV光を照射し油膜などの汚れを蛍光発光させます。汚れ度合いが光強度の差として現れるため、基板など塗装面の洗浄性を簡易的にチェックすることができます。

特徴

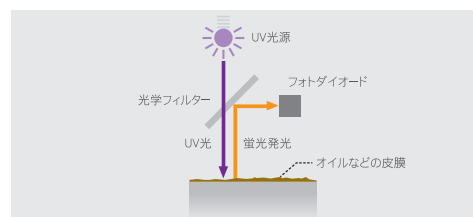
- 光を使った高速測定
- 非接触で測定可能
- 汚れ度合いを数値化
- ポータブル



汚れている場合



汚れていない場合



原理



クリノスペクター

インクの塗装性評価

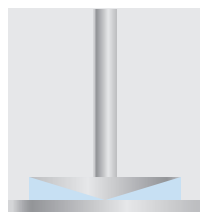
ペロブスカイト型太陽電池は、多孔質層・ペロブスカイト層・ホール輸送層などを種々の塗布技術を用いて製造することが検討されています。各層の塗装性を評価するためには、塗液の塗装特性を支配する物性を評価する必要があります。

ペロブスカイトインキの粘度調整

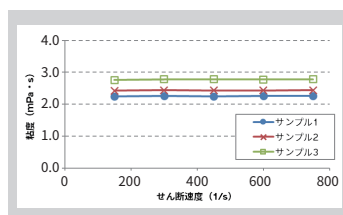
コーンプレート型粘度計

スピコートやディップコーティングなど液体の流動を用いて塗布を行う塗布工程では、膜厚をコントロールするためにペロブスカイトインキの粘度を制御することが重要です。

Brookfield は種々の回転粘度計を取り扱っています。コーンプレート型粘度計では、低粘度のペロブスカイトインキを精度よく測定できます。



コーンプレート



低粘度測定例



DVNextCP

特徴

- 低粘度サンプルを高精度に測定
- 最少 0.5 mL で測定可能
- 世界標準の B 型粘度計 論文掲載多数

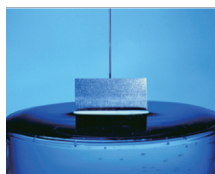
ペロブスカイトインキの表面張力調整

動的接触角測定装置 DCAT シリーズ

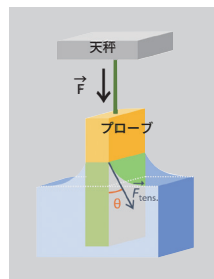
ペロブスカイト型太陽電池は、セルの製造過程でスピコートやインクジェット、ダイコートなど種々の印刷技術を用いて積層することが検討されており、表面張力は印刷・塗布工程においてインクの濡れ性や膜厚制御に大きく寄与します。DCAT シリーズは、自動校正可能な高精度電子天秤と上下に稼働するステージを搭載しており、固体と液体が接触した際の重量変化を測定します。計量システムの高い分解能により、ウィルヘルミプレート法 (Wilhelmy method) やデュニユリング法 (du Noüy method) で正確な表面張力測定を行うことができます。また、実際の印刷基材と塗布液を使用することで動的界面での濡れ性を評価できます。

特徴

- 高精度計測
- 液膜伸長挙動
- 表面 / 界面張力・動的接触角・ラメラ長
- 温調機能 (min:-15°C、max:300°C)



ウィルヘルミプレート法



原理



DCAT25

動的表面張力の簡易評価

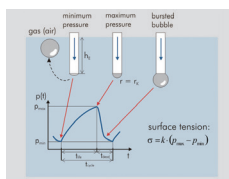
ポータブル表面張力計 SITA t100

シータ t100 は、液中に沈めたキャピラリーから気泡を発生させ、気泡発生時の最大圧力と最小圧力の圧力差から表面張力を算出する最大泡圧法を用いています。バッテリー駆動も可能なので、実験室から持ち出してペロブスカイトインキの製造現場で表面張力検査に使用できます。

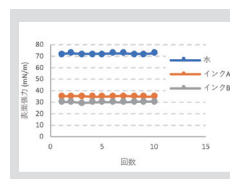
装置単体でも使用できます。また、専用のソフトウェアを用いて表面張力の連続測定やモニタリングに使用することもできます。シンプルな操作性で誰でも簡単に再現良く測定を行うことができます。

特徴

- 簡単操作
- 最大泡圧法
- バッテリー駆動



原理



表面張力の経時変化



t100

セル・モジュールの評価

太陽電池セル、モジュールの物性や発電特性を評価する際に使用できる装置を紹介します。

セル・モジュールの温度特性評価

循環恒温槽

屋外に設置される太陽電池パネルは、その環境温度によって発電効率が変化します。セルやモジュールの温度を変化させ、発電効率の変化を把握するためには温調機器が必要になります。

Ministat シリーズは外部循環と漬け込み温調の両方ができるコンパクトな循環恒温槽です。ラボでの使用や装置への組込みに最適です。ユーザーのアプリケーションに合わせて、様々なサイズ・能力の循環恒温槽を取り揃えています。

温調プレートと組み合わせることで、セルモジュールの温度を変化させて発電性能を確認することができます。

Ministat125 であれば、 -25°C ～ 150°C の範囲であれば $\pm 0.02\text{K}$ の精度で温調可能です。

モデル	温調範囲	温調精度
ministat125	$-25 \sim +150^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.02\text{K}$
ministat230	$-40 \sim +200^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.02\text{K}$
KISS-K6	$-25 \sim +200^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.05\text{K}$



ministat125

太陽電池セルの水分測定

水分量測定装置

太陽電池セルに水分が含まれていると、ペロブスカイト層の結晶構造に支障をきたし、太陽光エネルギーを効率よく電気へ変換することができなくなると言われています。そこで、セルを作成する塗液の段階や、パッケージ化する前のセルの水分量を測定する必要があります。

VaporPro XL は、水分のみを検出する静電容量式の高感度センサーを搭載しています。加熱して気化した蒸気をセンサーに送り込み、水分値を算出するため、試薬や溶媒を使用せずに高精度で水分計測ができます。

サンプル形態は液体、粉体、固体を問わないため、ペロブスカイトインキや太陽電池セルの水分をそのまま測定できます。



VaporPro XL

太陽電池セルの強度評価

テクスチャーアナライザー (万能試験機)

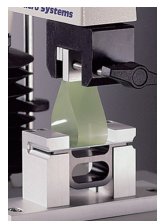
折り曲げることが可能な太陽電池と言われるペロブスカイト太陽電池モジュールですが、実用化する上でモジュールの耐久性を評価する必要があります。

TA.XT は圧縮・引張を行う小型の万能試験機です。測定対象に合わせて測定治具を変更することで、セル・モジュールの圧縮強度や引張強度、曲げ試験を行うことができます。

ソフトウェア制御により、測定や解析のプログラムを自由に組むことができます。歪みを繰り返し与えるサイクル試験を行わせて耐久性を評価することも可能です。



セルの圧縮強度



フィルムの曲げ強度



フィルム・セルの引張強度



TA/XT Plus C

QR

QRコードを使って、EKO ホームページにアクセスすることができます。また、お問い合わせいただくことも可能です。さらに詳しい製品情報や、関連製品、そのほかイベント情報などもご覧いただけます。



英弘精機株式会社

物性・分析機器事業部

〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8

TEL 03-3469-6715

FAX 03-3469-6719

関西営業所

〒532-0012 大阪市淀川区木川東 3-1-31

TEL 06-6307-3830

FAX 06-6307-3860

eko.co.jp