

薄膜太陽電池用TCO膜付きガラス基板における透過率の入射角依存性評価

Incident Angle Dependence of Transmittance of Glass Plate Coated with TCO Film Used for Thin Film Solar Cell

アプリケーションニュースA418では、薄膜太陽電池用TCO(Transparent Conductive Oxide、透光性導電酸化物)膜付きガラス基板に光を垂直に入射して測定した面内透過率分布を紹介しました。今回は、太陽電池では様々な

角度で太陽光が入射することを鑑み、紫外可視近赤外分光光度計SolidSpec-3700を使用し、六つの異なる角度(0°/10°/20°/30°/40°/50°)で光を入射させた場合の透過測定を行いましたのでご紹介します。

M. Sugioka

測定に使用した付属装置，試料

Attachment and Sample Used for the Measurement

測定には可変角絶対反射測定装置を使用しました。実験の模式図をFig.1に、同装置にTCO膜付きガラス基板(5×5 cm, 1.1 mm厚)を設置した写真をFig.2に示します。

可変角絶対反射測定装置は任意の入射角度の絶対反射率を測定する装置ですが、透過率を測定することも可能です。特に試料厚が薄い場合は屈折による光軸のずれがほとんど無視できるため、様々な入射角度(Fig.1の 相当)の透過測定を行うことができます。その場合、検出器を初期位置に固定しサンプルホルダの角度を変えることにより測定を行います。本システムでは試料と検出器が離れているため得られる透過率は直線透過率となります。

透過率は試料の吸収と反射に依存しますが、反射率が偏光の状態と入射角度に依存するため、今回は偏光子を使用してs偏光、p偏光に分けて実験を行いました。Fig.3に示すようにs偏光は入射面に対して垂直な振動成分の光を表し、p偏光は入射面に対し平行な振動成分の光を表します。偏光と可変角絶対反射測定装置の詳細に関しては、それぞれアプリケーションニュースA394、A390をご参照ください。

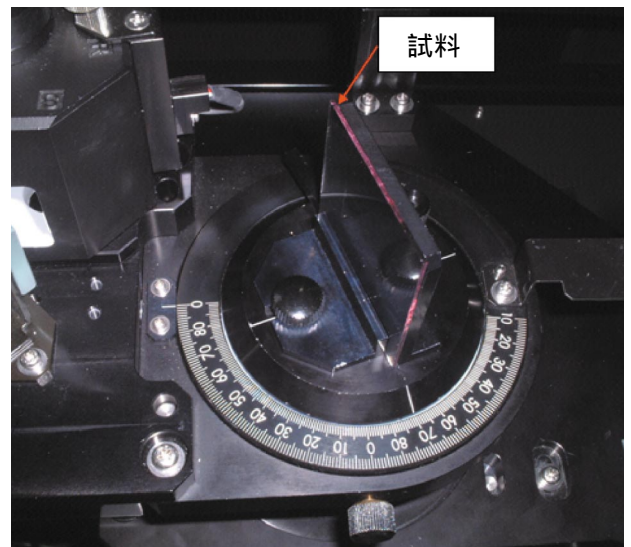


Fig.2 可変角絶対反射測定装置に試料を設置した状態
Sample Set on Variable Angle Absolute Reflectance Attachment

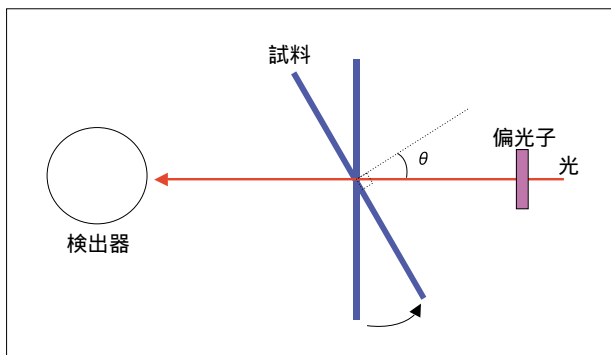


Fig.1 実験の模式図
Schematic Diagram of Experiment

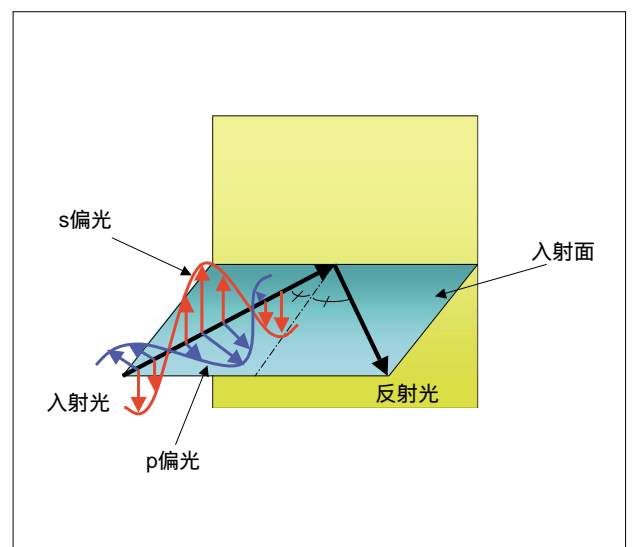


Fig.3 s偏光とp偏光
s Polarized Light and p Polarized Light

薄膜太陽電池用TCO膜付きガラス基板における透過率の入射角依存性評価

Incident Angle Dependence of Transmittance of Glass Plate Coated with TCO Film Used for Thin Film Solar Cell

TCO膜付きガラス基板の直線透過率を六つの異なる入射角度($0^\circ/10^\circ/20^\circ/30^\circ/40^\circ/50^\circ$)で測定しました。光は膜面とは反対側から照射しました。s偏光で測定した結果をFig.4に、p偏光で測定した結果をFig.5に示します。s偏光とp偏光の各入射角度における反射率が異なるため、それぞれの偏光において異なる変動を示しています。可視域に見える波打った波形は、膜での光の干渉により生じる干渉波形です。測定条件をTable.1に表示します。

太陽光は無偏光(自然光)であることを考慮し、s偏光とp偏光のデータの平均をとって無偏光を照射した場合に相当する透過率を算出しました。この結果をFig.6に示し、さらに350 nm ~ 900 nmの領域を拡大したものをFig.7に表示します。

入射角度が変わると膜中での光路長が変化して干渉波形におけるピーク位置の移動が起こります。Fig.7を見ると、その移動によって各データ間での透過率の差が大きい領域と小さい領域が交互に現れていることがわかります。例えば、650 nm付近では各データ間での透過率の差は大きく、760 nm付近では差は小さくなっています。

650 nmと760 nmの透過率をTable.2に示します。太陽電池の基板材料評価では様々な角度における透過率を調べることが重要ですが、本実験では各データ間のスペクトルの違いが捉えられていると言えます。

このように本システムを用いることで、透光性を持つ導電膜、光吸収層、基板材料等への様々な入射角度の透過特性を把握することができます。

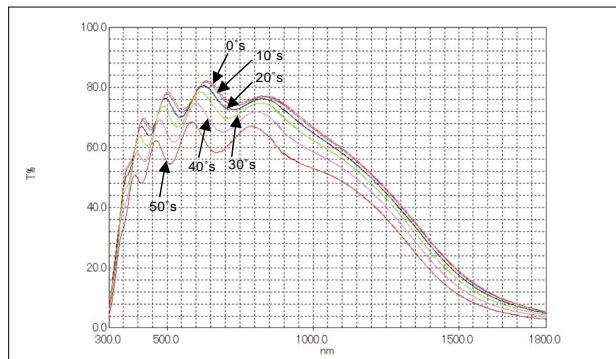


Fig.4 $0^\circ/10^\circ/20^\circ/30^\circ/40^\circ/50^\circ$ の透過率 (s偏光)
Transmittance Spectra Measured with s Polarized Light at 0, 10, 20, 30, 40 and 50 Degrees

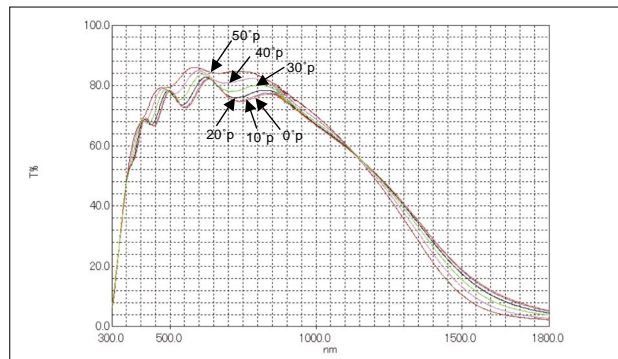


Fig.5 $0^\circ/10^\circ/20^\circ/30^\circ/40^\circ/50^\circ$ の透過率 (p偏光)
Transmittance Spectra Measured with p Polarized Light at 0, 10, 20, 30, 40 and 50 Degrees

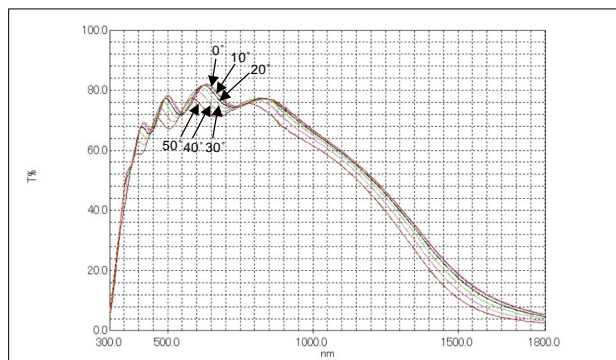


Fig.6 $0^\circ/10^\circ/20^\circ/30^\circ/40^\circ/50^\circ$ の透過率 (無偏光)
Transmittance Spectra of Non Polarized Light Calculated with s Polarized-Spectra and p Polarized-Spectra at 0, 10, 20, 30, 40 and 50 Degrees

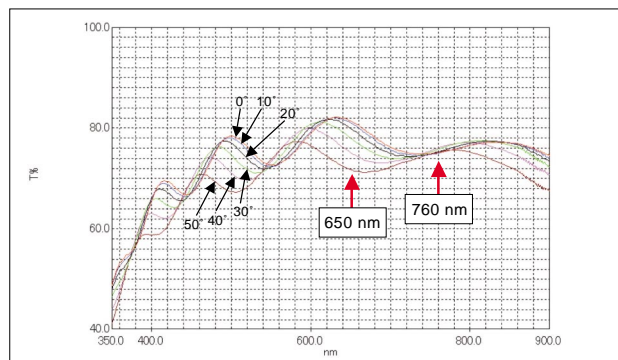


Fig.7 Fig.6の拡大図
Expanded Spectra of Fig.6

Table 1 測定条件
Measurement Parameters

測定波長範囲	: 300 nm ~ 1800 nm
スキャンスピード	: 中速
サンプリングピッチ	: 1.0 nm
測光値	: 透過率
スリット幅	: (20) nm
光源切替波長	: 290 nm
グレーティング切替波長	: 720 nm
検出器切替波長	: 870 nm, 1650 nm

Table 2 650 nmと760 nmの透過率
Transmittance Data at 650 nm and 760 nm

	650 nmの透過率	760 nmの透過率
入射角 0°	81.4	75.1
入射角 10°	81.0	75.0
入射角 20°	79.9	75.2
入射角 30°	78.0	75.7
入射角 40°	75.0	76.0
入射角 50°	71.7	75.2

初版発行：2009年12月

 島津製作所 分析計測事業部 応用技術部

島津分析コールセンター

☎ 0120-131691(携帯電話不可)
● 携帯電話専用番号(075)13-1691

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。改訂版は下記の会員制Web Solutions Navigatorで閲覧できます。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>
会員制Webの閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。