

# ペロブスカイト太陽電池のインピーダンススペクトル解析

村上拓郎<sup>1</sup>・Kim Myoung<sup>2</sup>・古郷敦史<sup>1</sup>・近松真之<sup>1</sup>・瀬川浩司<sup>2,3</sup>

1. 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 有機系薄膜チーム

2. 東京大学 大学院総合文化研究科

3. 東京大学 先端科学技術研究センター

## 研究の目的

**背景:**  
セル作製条件が同じでも生じる、性能差の原因について簡便に明らかにする手法が必要。

**大目的:** インピーダンススペクトル法を用いたセル解析技術の確立

**産業応用:**  
ペロブスカイト太陽電池の出荷前検査等、品質管理に応用可能

**本研究の目的:**  
各材料厚さを変えたモデルセルを用いたスペクトルの帰属の検討

## 実験

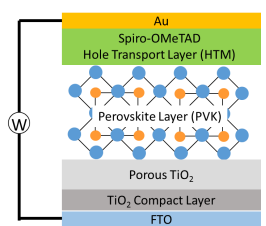


図1. ペロブスカイト太陽電池の構造

- 光バイアスで800 mV付近から1100 mV付近まで変化
- 測定周波数: 1 MHz – 500 mHz
- 変調電圧: ±10 mV
- Z-View 3.5aによりシミュレーションとカーブフィッティングを行い各種インピーダンスパラメータを得た

## 結果と考察

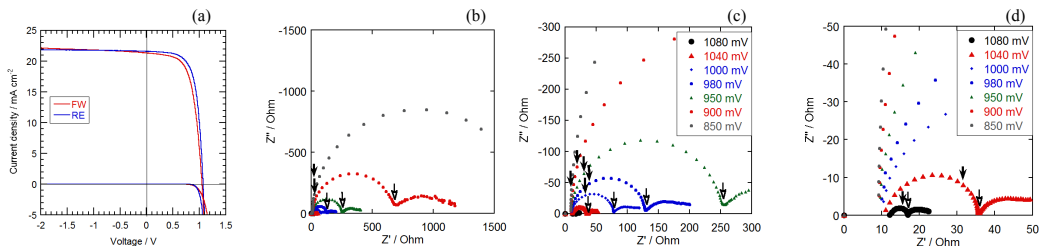


図2. 標準セルのI-V特性とインピーダンススペクトル. (a)はIV特性、(b, c, d)はスケールの異なるインピーダンススペクトル 黒の矢印は100 kHz、白抜き矢印は1 kHzの点を表す。

図2に示すインピーダンススペクトルからは2つの異なるアークが確認された。また図2(d)から高バイアス印加時に高周波側のアーク形状に変化が見られた。

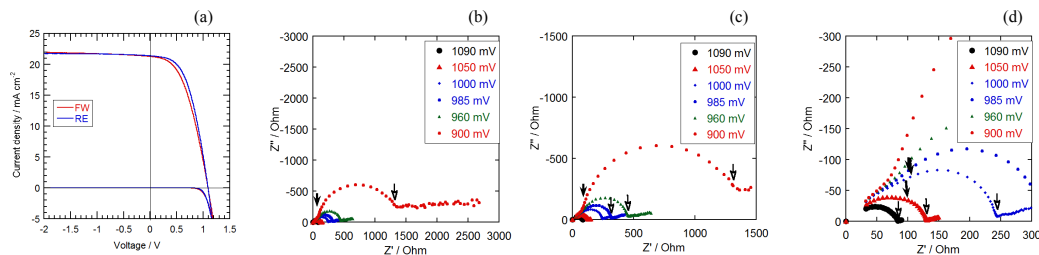


図3. HTMを厚くしたセルのI-V特性とインピーダンススペクトル. (a)はIV特性、(b, c, d)はスケールの異なるインピーダンススペクトル 黒の矢印は100 kHz、白抜き矢印は1 kHzの点を表す。

図3に示すインピーダンススペクトルでは100 kHz周辺のアークに2つのアークが含まれているように見られた。図2と図3のインピーダンススペクトルの形状から図4に示す等価回路を設定した。

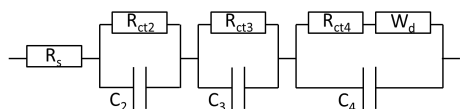


図4. インピーダンススペクトルのフィッティングに用いた等価回路.  $R_s$  はシリーズ抵抗、 $C$  はキャパシタンス、 $R_{ct}$  は電荷移動抵抗、 $W_d$  は拡散抵抗(ワブルグインピーダンス)を表す。

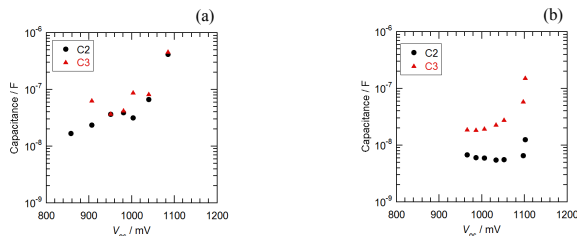


図5. 標準セル(a)とHTMを厚くしたセル(b)のキャパシタとバイアス電圧の関係

図4に示す等価回路を用いて各種インピーダンスパラメータを求めた。低容量のキャパシタンスから $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ とし、 $C_2$ と $C_3$ についてバイアス電圧との関係を図5に示す。厚膜HTMを有するセルでは $C_2$ と $C_3$ で異なる傾向を示した。一方、標準セルは $C_2$ と $C_3$ でほぼ同じ傾向である。したがってHTMのインピーダンスは $C_2$ に現れることがわかった。

## 結論

ペロブスカイト太陽電池におけるインピーダンススペクトルの帰属を検討する為、標準型セルと厚膜HTMを用いたセルのインピーダンススペクトルを測定し比較した。等価回路から得られたキャパシタンスと電圧の関係から、HTMはスペクトルの高周波側に現れることがわかった。

## 謝辞

技術協力をしていただいた産総研 知見 操氏、東京大学先端科学技術研究センター 准教授 別所 毅隆 先生、多田圭志氏に謝意を表す。  
本研究は(国研)新エネルギー・産業技術開発機構(NEDO)の委託事業  
高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発/革新的新構造太陽電池の研究開発/ペロブスカイト系革新的低製造コスト太陽電池の研究開発(新素材と新構造による高性能化技術の開発)により遂行された。