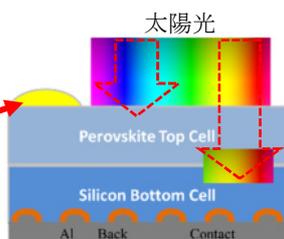


ペロブスカイトタンデム太陽電池用 低温硬化銀ペースト



東洋アルミニウム株式会社
CTCユニット 電子機能材料ラボチーム
鈴木 紹太



ソーラー

2022年6月

ペロブスカイト太陽電池向け銀ペースト(TPA シリーズ) (左)
ペロブスカイトタンデムセル構造例(右)

【1. はじめに】

ペロブスカイト太陽電池は近年開発が進み、研究レベルでは現在主流である結晶シリコン太陽電池に近い変換効率を実現している。ペロブスカイト太陽電池は薄膜で高い変換効率を得られるとともに、安価で簡単に製造できる太陽電池として注目されている。さらに結晶シリコン太陽電池と積層したタンデム構造とすることによりそれぞれ単体では実現の難しい変換効率 30%以上の太陽電池が実現可能であることが見込まれている。変換効率が 30%以上で安価な太陽電池が実現できれば車載や狭小地での発電等によりこれまで困難であった用途での利用が可能となりさらなるクリーンエネルギーの普及が見込まれる。

ペロブスカイト太陽電池の研究レベルでの高効率化は進んでいるが、実用化に向けては大面積化や長期信頼性の向上が課題となっている。大面積化のための課題の一つとして発電した電気を集電する電極形成があげられる。研究レベルでは金属蒸着等のプロセスで形成されており、量産化に適した簡便で短時間のプロセスを検討する必要がある。

弊社では、結晶シリコン太陽電池で一般的に使

用されており量産に適したスクリーン印刷法による電極形成を目的としてペロブスカイト太陽電池向けの電極ペーストを開発している。

【2.】ペロブスカイト太陽電池向け導電ペースト

ペロブスカイト太陽電池の光入射側は透明導電膜(TCO)とグリッド金属電極により集電されている。グリッド電極は入射光を遮らないように細線であること、抵抗によるロスを低減させるために低い線抵抗及び透明導電膜との低い接触抵抗が求められる。さらに 150℃以上の熱では、ペロブスカイト太陽電池層が劣化するため、150℃以下の温度で硬化し、かつ接触抵抗とグリッド線抵抗が十分低い導電ペーストが必要となる。弊社ではこれまで、シリコンヘテロジャンクション(SHJ)太陽電池向けに 200℃前後の温度で硬化し透明導電膜への接触抵抗と細線抵抗の低い低温硬化導電ペーストを開発してきた。その技術をベースとして、熱硬化性樹脂や添加剤、導電フィラーの材料や比率を変更することによりペロブスカイト太陽電池に適用可能なペースト開発を進めてきた。結果として、細線印刷が可能かつ 120℃から 150℃の低温域での硬化にて、低接触抵抗・線抵抗を実現するペーストを開発した。

【3. ペロブスカイトタンデム太陽電池】

ペロブスカイト太陽電池向けに開発した低温硬化銀ペーストは、ペロブスカイトタンデム太陽電池の研究で世界最高効率の記録を有している研究機関 Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) にて、量産プロセスの適用に向けた評価が行われた (SiliconPV 2022 にて発表[1])。

SHJ 太陽電池をボトムセルとし、その上にペロブスカイト太陽電池を形成した構造 (図 1) であり、量産に適したプロセスによりペロブスカイト層と TCO 膜が形成され、低温硬化銀ペーストのスクリーン印刷と 150°C・20 分での硬化により電極が形成された。TCO 形成時の酸素/水素のガスフロー比によって TCO の結晶質が異なることから、接触抵抗は変化することが確認され (図 2)、スクリーン印刷用 Ag ペーストに適した TCO 膜にてタンデムセル作製が行われた。

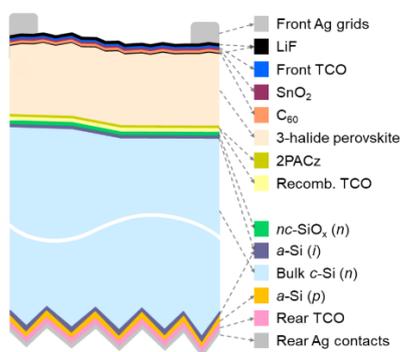


図 1. ペロブスカイトタンデム太陽電池構造[1]
(Front Ag が弊社低温硬化銀ペースト)

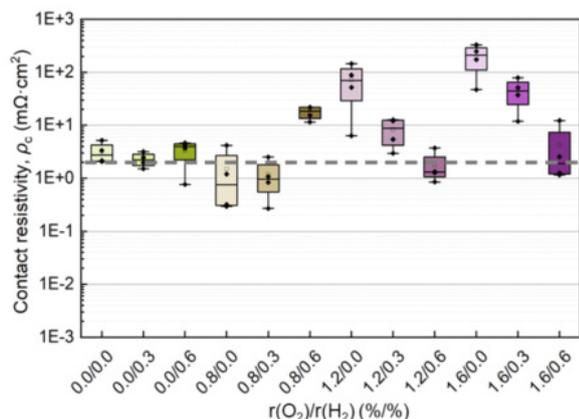


図 2. TCO 形成条件と Ag 電極との接触抵抗値[1]

量産に適した製造プロセスで試作されたペロブスカイトタンデム太陽電池にて変換効率 24.1% が確認された (図 3)。ペロブスカイト層とシリコン層の電流整合も確認され (図 4)、さらなる最適化の検討により、量産プロセスにて 26% を超えるタンデム太陽電池の可能性が示された。

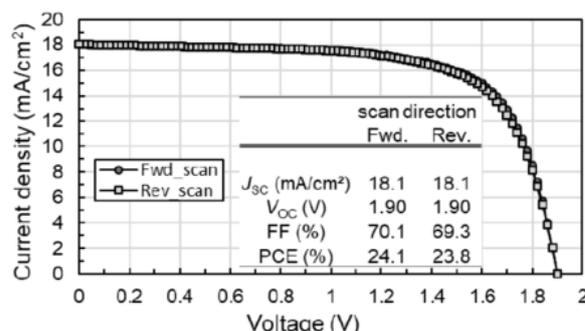


図 3. タンデムセルの J-V 特性[1]

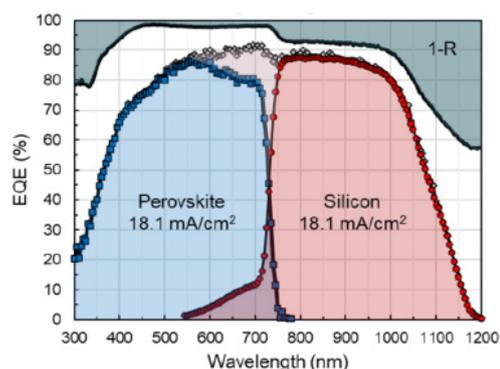


図 4. タンデムセルの EQE と反射率測定結果[1]

【4. おわりに】

ペロブスカイト太陽電池の表面電極として低温硬化銀ペーストを開発した。さらなる改良及び、弊社で開発した金属コート導電性フィラー (トータルテックファイター® TFM シリーズ) との組合せにより、ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けて産業プロセスに適した電極材料の開発を進めていく。

参考

[1] Zih-Wei Peng, et al., “Upscaling of Perovskite / c-Si Tandem Solar Cells by Using Industrial Adaptable Processes”, presented at SiliconPV 2022.