

ペロブスカイト太陽電池における電子輸送層の成膜温度の検討
Study on deposition temperature of electron transport layer in perovskite solar cell

1200230 田中大貴
Tanaka Daiki

【背景】ペロブスカイト(PVK)太陽電池は、近年、変換効率の急速な上昇が見られ、使用場所の多様化を目的とし、フレキシブルで軽量な太陽電池の作製を目的とした研究が活発化している。PVK太陽電池は主に、PVK層が電子輸送層と正孔輸送層に挟まれた構造をとっている。電子輸送層には、PVK層に、より多くの光を届ける為高い透過性と電荷輸送の妨げにならないように材料同士のバンドギャップのミスマッチの小さいことが求められ、それらの特性を持つ酸化チタンは電子輸送層に適している。しかし、酸化チタン緻密層、多孔質層とともに成膜時に500°C程度の熱処理が必要とされ、プラスチックフィルムのような熱耐久性の低い基板への成膜の妨げとなるため、150°C以下の低温での成膜が求められる。本研究では多孔質層における熱処理温度の低減により膜物性および太陽電池特性に与える影響を評価した。

【実験方法】石英基板に、酸化チタンのペースト(PST-18NR)にエタノールを混合した溶液をスピンドルによる塗布製膜後、電気炉を用いて大気雰囲気下30分間の熱処理を実施した。その際の熱処理温度を最大500°Cから100°Cまで変化させサンプルを形成し、各熱処理温度で作製した多孔質層の光学特性測定を分光光度計、イオン化エネルギー測定(PYS測定)を光電子収量分光装置により行った。また、PVK太陽電池を作製し、多孔質層の成膜温度が太陽電池特性に与える影響を評価した。

【結果】光学測定において多孔質層の熱処理温度が200°C以下のサンプルに関して透過率の減少と反射率の増大、さらに、500°Cで作製したサンプルと比較し、波長300nm～800nmの範囲で約300cm⁻¹吸収係数の増大が見られた。これらは、熱処理温度の低減により溶液中のバインダーが気化しきらないことが原因と考えられる。このことから、太陽電池作製の結果においてもバインダーが電子輸送の妨げとなり、200°C以下のサンプルでは太陽電池特性を示さなかった。また、熱処理温度500°Cでは20mA/cm²だった短絡電流密度が、350°Cでは6mA/cm²に減少し、変換効率においても、500°Cから350°Cに減少することで、8%から2%に大幅に減少した。これらは、PYS測定において500°Cから350°Cにおけるペロブスカイト層と多孔質層の伝導帯オフセットの減少により、層界面でのキャリア再結合が増加していることが原因であると考えられる。しかし、熱処理温度400°C以下で、450°C以上と比較し短絡電流密度と変換効率の大きな低下が確認できることに関しては、本研究での解明に至らなかつたため、今後、400°C以下の多孔質層の更なる詳細な物性評価により、400°C以下の太陽電池特性の急速な低下原因の解明と対策により、低温プロセスでの変換効率の向上を目指す。

