

調査・研究報告の要旨

1. 研究の目的と背景

鉛ハライド系ペロブスカイト (図 1) を活性層として利用した太陽電池の発電効率向上は目覚ましく、20.1%の変換効率が報告されている^[1]。また、結晶 Si 太陽電池とのタンデムモジュール (図 2) にも有望視されている^[2]。本研究では、タンデムモジュールのトップセルとして必要な透明電極膜をペロブスカイト太陽電池に適用することを目的とし、透明電極膜の堆積が薄膜構造や素子特性に与える影響について調べた。

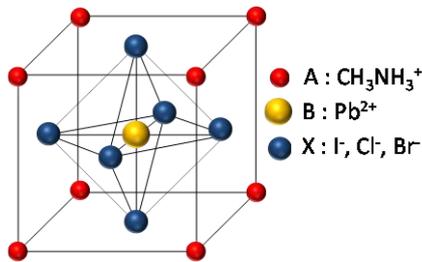


図 1 鉛ハライド系ペロブスカイト

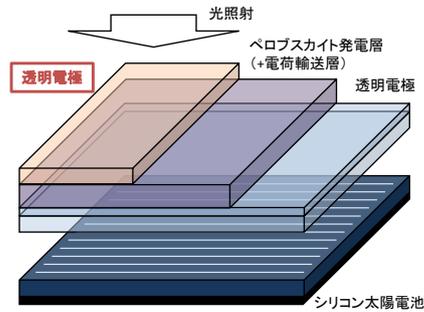


図 2 ペロブスカイト太陽電池の構造

2. 研究方法・成果

Compact TiO₂膜およびscaffolding TiO₂層 (~600 nm) を堆積したFTO基板の上に、2-step法によりCH₃NH₃PbI₃光吸収層を積層した。さらに正孔輸送層として、4-tBPおよびLi-TFSIをドーピングしたSpiro-OMeTAD層をスピコート法により成膜した。この一般的なペロブスカイト素子構造にAu電極を真空蒸着した場合の素子においては、約11.6%の光起電力特性が得られることを確認した (図3)。Au電極に替わる透明電極としてITO膜をスパッタリング法により100-150 nm堆積した。スパッタリングの際のSpiro-OMeTAD正孔輸送層へのダメージ付与が懸念されたため、10 nmのMoO₃を保護層として導入する効果を検証した。以上のプロセスで作製したデバイスの構造を図4に示す。また、図5に示す通り、MoO₃層の有無にかかわらず良好な整流性が得られることが確認された。さらに、MoO₃層がない場合にも光照射時の起電力効果に違いはあるものの、この正孔輸送層膜厚 (~200 nm) においては、スパッタリングによるダメージは素子特性に大きく影響しないものと考えられる。また、光照射する方向をFTO基板側からITO電極側に変えることで、光電流は低下する傾向が見られた。これには、Spiro-OMeTAD層へのドーピングによる着色効果や試料表面での反射ロスの違い、ペロブスカイト層内からのキャリア捕集効率の変化などが原因として考えられる。

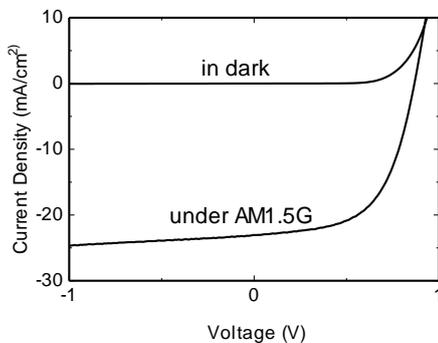


図 3 鉛ハライドペロブスカイト太陽電池の光起電力特性 (Au 電極)

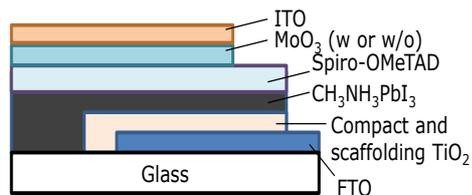


図 4 ITO 電極ペロブスカイト太陽電池の構造

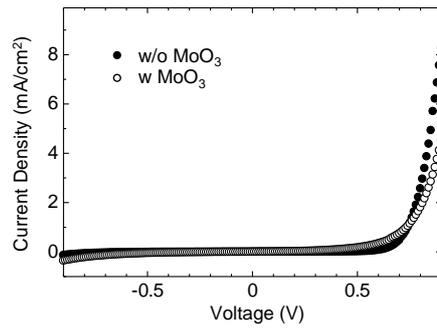


図 5 ITO 電極ペロブスカイト太陽電池の整流性

3. 参考文献

- [1] M. A. Green, *et al.*, *Progress in Photovoltaics : Res. Appl.*, **23**,1-9 (2015)
- [2] Philipp Löper, *et al.*, *IEEE Journal of Photovoltaics* **4**, 6, 1545-1551 (2014)