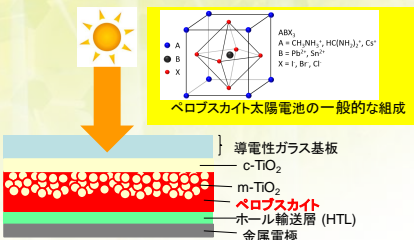


ペロブスカイト太陽電池における正孔輸送層 / ペロブスカイト層の界面制御

○小野澤 伸子¹、村上 拓郎¹、船木 敬¹、KAZAOUI Said¹、近松 真之¹、反保 衆志²、WANG Wei-Wei^{3,4}、杉本 学^{3,4}
 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター¹有機系薄膜チーム、²化合物薄膜チーム、³熊本大学、⁴東京大学

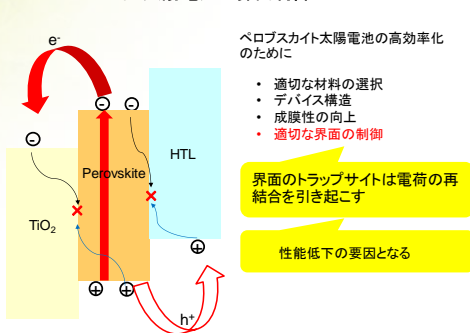
Introduction

ペロブスカイト型太陽電池



変換効率はこの数年で急激に伸びている。
 塗布プロセスで作製可能、低コストかつ高効率な新しい太陽電池として大きな期待

ペロブスカイト太陽電池の界面制御について



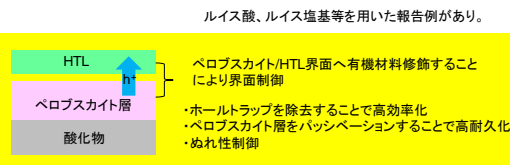
ペロブスカイト/正孔輸送層 (HTL) の界面制御

報告例 1

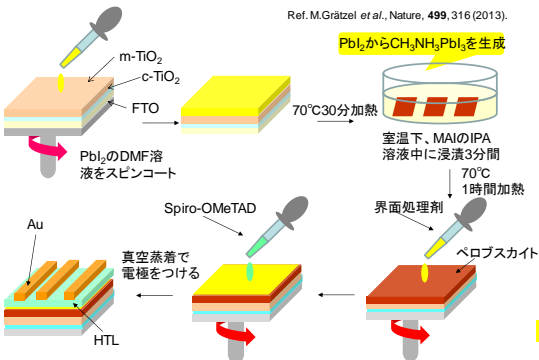
D. W. deQuilletes et al., Science, 348, 683 (2015).

報告例 2

ヨードペンタフルオロベンゼン (IPFB)
 A. Abate, H. J. Snaith et al., Nano Lett. 14, 3247 (2014).



Cell fabrication by 2 step method

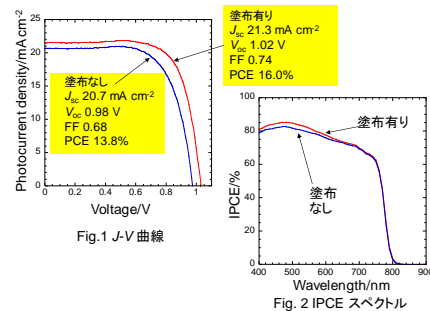


3種類の芳香族N-ヘテロ環化合物を界面処理剤として用いたセルの電池性能 (9個のセルの平均値)

| Treatment | $J_{sc}/mA\ cm^{-2}$ | V_{oc}/V | FF | PCE/% |
|------------|----------------------|------------|-----------|----------|
| Blank | 20.6±0.6 | 0.97±0.02 | 0.62±0.03 | 12.4±0.9 |
| Pyridine | 19.2±1.0 | 0.99±0.01 | 0.65±0.01 | 12.6±0.8 |
| Pyrimidine | 21.1±0.2 | 1.00±0.02 | 0.68±0.02 | 14.2±0.9 |
| Triazine | 21.3±0.4 | 1.01±0.01 | 0.69±0.03 | 14.8±0.6 |

芳香族N-ヘテロ環化合物を中心に検討を行ったところ窒素数の増加に伴い電圧向上。

トリアジン塗布による電池性能の比較



SEM image

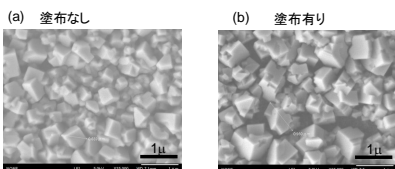
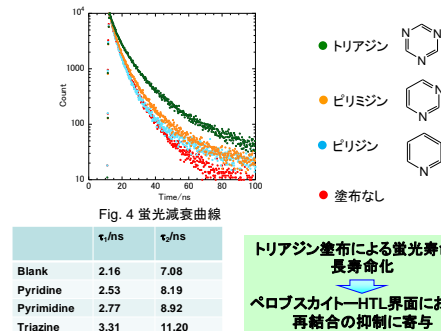


Fig. 3 トリアジン塗布なし(a)と塗布有り(b)のペロブスカイト表面のSEM画像

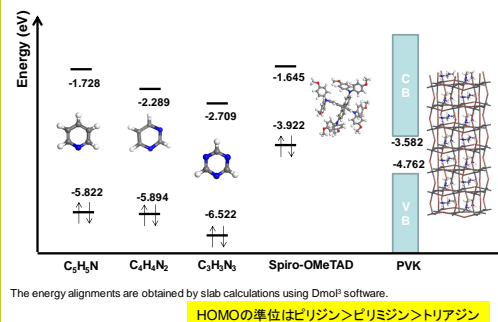
トリアジン塗布によるペロブスカイト表面の変化はあまり見られない。
 1.5 cm x 1.5 cm
 Active area 0.119 cm²

TRPL measurement

蛍光寿命測定結果

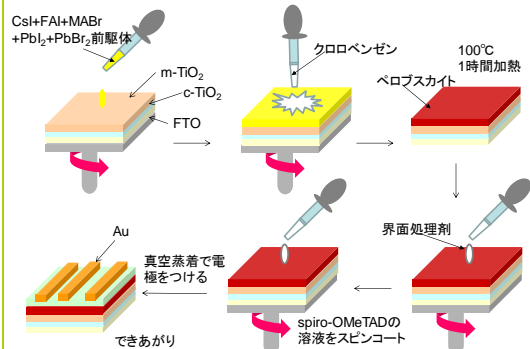


Energy alignment

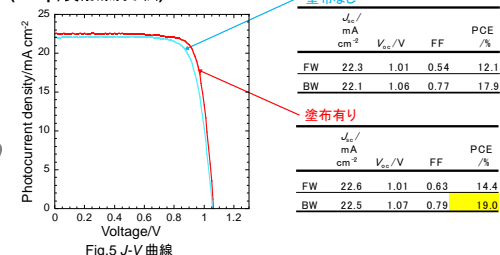


Cell fabrication by 1 step method

1液(貧溶液滴下法)によるペロブスカイト太陽電池の作製方法



CsI+FAI+MABr+ PbI_2+PbBr_2 前駆体、m-TiO₂電極構造 Perovskite/HTM界面にトリアジン処理したセルのJ-V曲線 (1step, 貧溶液滴下法)



2液法で作製したセルの方がトリアジン塗布による効果は大きかった。ペロブスカイトの種類、膜質により効果の程度は差があることがわかった。

Summary

- 芳香族N-ヘテロ環化合物をペロブスカイト/HTLの界面処理剤として作製したセルは窒素数が増加することにより、 V_{oc} が向上し、トリアジンでは50 mV程度上昇することがわかった。
- 蛍光寿命測定からトリアジンを塗布したものが塗布していないものよりも蛍光寿命が長いことがわかった。界面での再結合の抑制に寄与していると考えられる。
- 計算結果からHOMOの準位はピリジン>ピリミジン>トリアジンの順で負になることがわかった。この順にHTLに移動したホールはペロブスカイトの電子と再結合しにくくなっていると推定される。