

エレクトロルミネッセンス発光強度の回復に対するホール輸送層の影響

Influence of hole transport layer in perovskite solar cells on the recovery of EL intensity

東海大院工¹, 東海大理² ○山本 智妃呂¹, 前田 勝典¹, 山川 ジョエル¹, 金子 哲也¹, 勝又 哲裕², 功刀 義人¹, 磯村 雅夫¹

Tokai Univ, ○Chihiro Yamamoto, Katsunori Maeda, Joel Yamakawa, Tetsuya Kaneko, Tetsuhiro Katsumata, Yoshihito Kunugi and Masao Isomura
E-mail: 5bdpm028@mail.u-tokai.ac.jp

【緒言】近年、ペロブスカイト太陽電池が注目されており、様々な研究が盛んに行われている。本太陽電池特性を評価する手段として電界発光 (Electro Luminescence : EL) が有用であるが、EL 測定時の電圧印加が太陽電池特性に影響を与えることが分かっている。電圧印加により EL の発光強度が低下し、再度発光強度が回復するという現象が確認された。そこで本研究では、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 太陽電池の電界発光強度の回復に対するホール輸送層の影響を調査した。

【実験方法】本研究では、FTO 基板上的のメソポーラス TiO_2 に PbI_2 溶液をスピコート塗布し、ヨウ化メチルアンモニウムに浸漬させてペロブスカイト膜を作製した。その上に、ホール輸送層 (HTL) を成膜したものと成膜していない試料を作製した。ホール輸送層があるセルの構造は、Glass/FTO/Compact TiO_2 /Mesoporous TiO_2 / $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ /spiroOMeTAD/Au 型の太陽電池である。太陽電池特性を評価するために、ソーラーシミュレータ下で -0.1 V から 1.0 V まで電圧を掃引し、J-V 特性を測定した。次に、EL 画像を撮影するため金電極側を正に 1.0 V を印加し、発光の様子を暗所にて撮影した。EL 画像は波長 680 nm 以上を透過する赤外透過フィルターを通して撮影した。定電圧 1.0 V を 15 分印加し続け、印加中に EL 画像の撮影を 30 秒ごとに連続して行った (EL 測定)。シャッタースピードは 20 秒とした。その後、時間経過と共に EL 画像を再度撮影した。

【実験結果】図 1 は EL 測定により得た画像である。(a) は HTL が有る試料の定電圧印加直後の EL 測定開始時であり、(b) は終了時 (15 分後)、(c) は終了時からさらに 10 分後の画像である。開始時 (a) よりも終了時 (b) の方が発光強度は低下しており、そして (c) では発光強度が回復している。また、図 1 (d) は HTL が無い試料の定電圧印加直後の EL 測定開始時であり、(e) は終了時 (15 分後)、(f) は終了時からさらに 10 分後の画像である。HTL が有る試料と同様に発光強度が低下しているが、その後 (f) では回復せず発光強度が低下したままである。これらから HTL 有りと HTL 無しのどちらも 15 分間の電圧印加により発光強度が低下する。しかし、HTL 有りではその後すぐに発光強度が回復するのに対し HTL 無しにおいては回復が見られないことが分かる。図 2 は、HTL 有りと HTL 無しのセルにおける EL 測定後からの発光強度の時間変化を示す。なお、EL 測定開始時 (図 1 (a) 及び (d)) の発光強度を平均化した数値で正規化している。図 2 より、HTL 有りは EL 測定終了後よりすぐに回復し、その強度を時間が経過してもほとんど保っている。一方で HTL 無しでは EL 測定終了後からすぐに回復せず、その強度は時間経過と共に徐々に回復している。これらから、EL 測定を行って発光強度が低下してから発光強度の回復が HTL 有りの方が HTL 無しよりも早いと言える。この現象の原因として EL 強度の回復速度の差からイオンの移動の差があると考えられる。イオンの移動に関しては多くの報告例があるが、HTL が有る場合においてはイオンの移動が小さいために素早く回復するが、HTL が無い場合においてはイオンが大きく移動した可能性がある。なお、どちらの試料においても発光強度が完全に回復しないのは、今回の試料はシールしておらず経時劣化が影響したと考えられる。

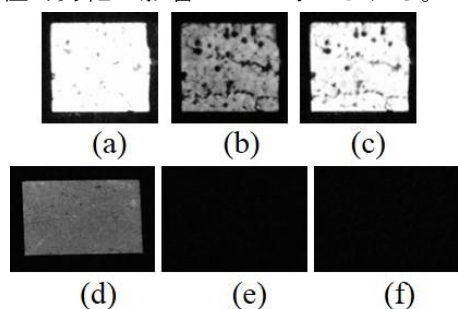


Figure 1. Images of EL measurement. (a) start point of EL measurement with HTL, (b) finish point, (c) the image of 10 minutes later after EL measurement, (d) start point of EL measurement without HTL, (e) finish point, (f) the image of 10 minutes later after EL measurement

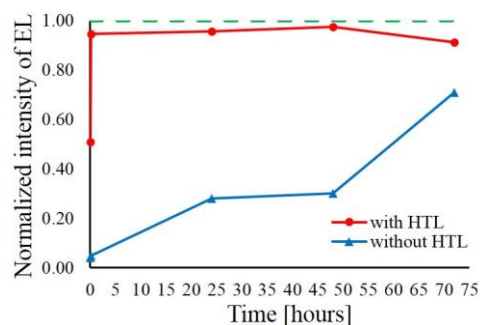


Figure 2. Normalized intensity of EL of the cells with HTL and without HTL as a function of time.