

太陽電池の電荷蓄積による履歴の特徴

関 和彦

産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門 ナノ薄膜デバイスグループ

研究の目的

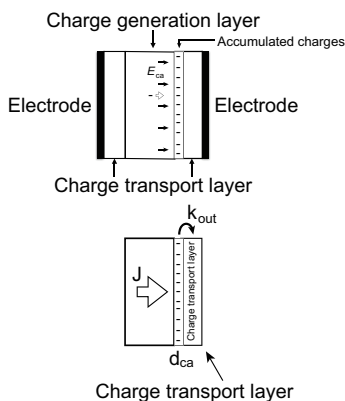
有機無機ハイブリッド型ペロブスカイト(ペロブスカイト太陽電池)では、電荷生成層で光生成された電荷を、効率良く電子輸送層とホール輸送層へ電荷分離させることにより電荷再結合を抑制していると考えられている。しかし、問題点の1つに電流電圧曲線の履歴がある。履歴があると、最大の電力を正確に知る事ができない。

本研究の目的は蓄積電荷による過渡応答のために発生する電流電圧曲線の履歴の特徴を理論的に明らかにすることである。

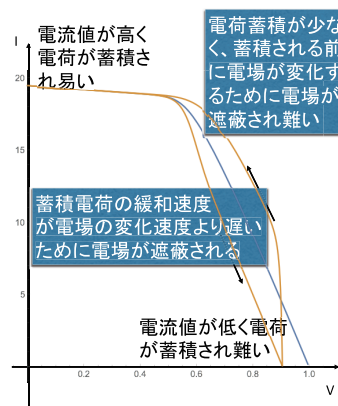
研究の背景

電荷輸送層での内部電場は、Kelvin probe force microscopy法で観測されており、電荷蓄積として解釈されている。[1] 電荷蓄積の原因としては、電荷生成層の電荷キャリアが輸送層へ電荷移動する際に、界面でトラップされ電荷が蓄積する場合と、界面トラップがなくても、電荷輸送層から電極への電荷抽出速度が電荷輸送層への電荷移動の速度よりも遅く、電荷が電荷輸送層全体で蓄積される場合が考えられる。どちらの場合でも同様の現象が起こると考えられる。

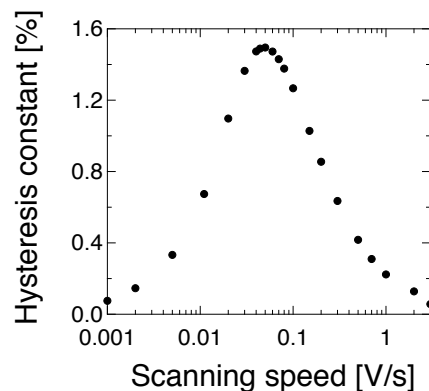
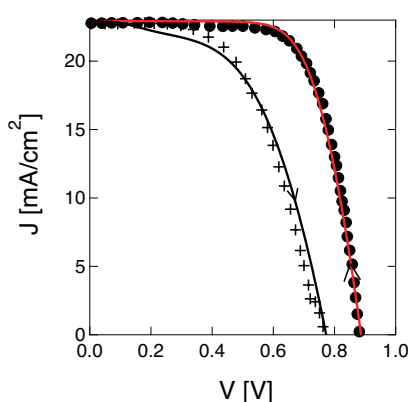
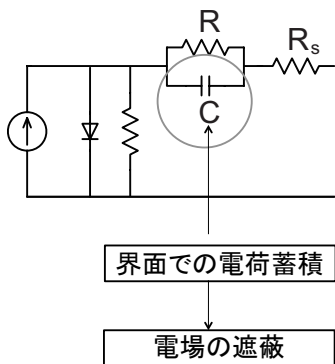
理論



- 蓄積電荷からの電場は電荷がさらに蓄積することを阻害する向きに働く
- 電流が多く流れている方が蓄積電荷の量は多い
- 短絡電流側から開放端電圧側へ挿引した方が、開放端電圧側から短絡電流側へ挿引するよりも、同じ電圧では電荷が蓄積している。
- 短絡電流側から開放端電圧側へ挿引した方が、蓄積電荷からの電荷の流れを阻害する電場の影響のために電流値が下がる。



結果と考察



結論

本研究では、電荷蓄積がある場合の履歴の特徴として、
 1. 短絡から開放端への掃引の方が開放端から短絡への掃引よりも電流値が下がる点
 2. 開放端側での履歴が短絡側での履歴よりも大きい点を示した。[2]
 電荷輸送層での電荷蓄積は劣化と関連しているという報告もある。[3] 電荷蓄積は、電流電圧曲線に対する履歴のみならず、劣化機構とも関係している可能性がある。
 履歴と電荷蓄積との相関についての理解が進むことにより、劣化機構についての理解も進む事が期待される。

参考文献

- V. W. Bergmann *et al.*, Real-space observation of unbalanced charge distribution inside a perovskite-sensitized solar cell, *Nat. Commun.* **5** 5001 (2014).
- K. Seki, Equivalent circuit representation of hysteresis in solar cells that considers interface charge accumulation: Potential cause of hysteresis in perovskite solar cells, *Appl. Phys. Lett.* **109** 033905 (2016).
- N. Ahn *et al.*, Trapped charge-driven degradation of perovskite solar cells, *Nat. Commun.* **7** 13422 (2016).