赤外光電変換ペロブスカイト太陽電池の効率向上について

Enhancement of efficiency for SnPb binary perovskite solar cells with photoelectron conversion in IR region

早瀬修二（九州工大）

°**Shuzi Hayase (Kyushu Institute of Technology)**

E-mail: hayase@life.kyutech.ac.jp

ハロゲン化 Pb ペロブスカイト太陽電池は可視光から 800nm までを光電変換でき、小面積ではあるがプリンタブル太陽電池としては非常に高い効率 20.1%(0.1cm^2)[1] が報告されている。我々は Pb フリー化、および赤外光電変換可能な Sn を有するペロブスカイト太陽電池を報告してきた [2]。

Pb ペロブスカイトの Pb イオンの一部を Sn イオンに置換した SnPb 混合ペロブスカイトは空気中での安定性が改善されること、および 1050nm 程度までの光電変換が可能で、その内部量子収率は 1000nm で 70-80%に達すること、太陽光光電変換効率が 4-5%であることを報告してきた [2]。太陽電池特性から混合ペロブスカイト太陽電池のシャント抵抗が低く電荷再結合が起こりやすくなっていると考えられた。キャリアダイナミックスを検討したところ、チタニア中の電子とホール輸送層の間の電荷再結合が非常に早く、電荷収集効率は Pb ペロブスカイトの 100%に対し、67%にとどまっていることが分かった。混合ペロブスカイト層の欠陥を通して接触したチタニア・ホール輸送層間での電荷再結合を抑制することが性能向上のために必要である。Urbach energy の steepness factor (σ)は、Pb ペロブスカイトが 1.0 以上であるのに対し、SnPb 混合ペロブスカイト、および Sn ペロブスカイトの σ は 0.4 から 0.7 と小さくペロブスカイト結晶の欠陥、不規則性が多いことが分かった。混合ペロブスカイトの中では Sn:Pb が 1:1 の場合、最も高い σ 値(0.7)を示し、これは混合ペロブスカイトの中で最も効率が高い比(Sn:Pb=1:1)と一致していた。結晶の不規則性を抑制することが性能向上のために必要である。一方、混合ペロブスカイトの Sn と Pb の表面から深部に至る元素比率を測定したところ、Au 電極に近い表面層で Pb が多く、内部では Sn が若干多いという傾斜構造を有していることが分かった。この傾斜構造のためペロブスカイト層のバンドの傾斜が生じ、チタニア/混合ペロブスカイト層の電荷再結合は 1msec と長く、ホール輸送層がなくても十分発電することが分かった。本講演では Pb-free ペロブスカイト太陽電池の他の研究を含め赤外光電変換ペロブスカイト太陽電池研究をレビューする。

謝辞：尾込祐平助教、Teresa S. Ripolles 助教（九州工業大学）、沈青准教授、豊田太郎教授　（電気通信大学）、吉野賢二准教授（宮崎大学）に感謝する

参照文献　1. Martin A.; Green, Emery K.; Hishikawa, Y.; Warta, W.; Dunlop, D. E. Prog. Photovolt: Res. Appl. 2015; 23:1-9. 2. Ogomi, Y.; Morita, A.; Tsukamoto, S.; Saitho, T.; Fujikawa, N.; Shen, Q.; Toyoda, T.; Yoshino, K.; Pandey, S. S.; Ma, T.; Shuzi Hayase S.; J. Phys. Chem. Lett., 2014, 5, 1004-1011.

© 2015年 応用物理学会