

銀ナノ粒子を導入したペロブスカイト太陽電池の特性

Characteristics of perovskite solar cells with Ag nanoparticles

広島大先端研 °天田寛人, 鈴木仁, 坂上弘之

Hiroshima Univ. °Hiroto Amada, Hitoshi Suzuki, Hiroyuki Sakaue

E-mail: hiro-amada@hiroshima-u.ac.jp

[はじめに] ペロブスカイト太陽電池は、塗布による作製が可能であるという特徴を持ち、高い変換効率の期待から注目を集めている。[1][2]本研究では、ペロブスカイト太陽電池に銀ナノ粒子を導入し、金属ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴の光吸収・散乱の特性を利用することにより、ペロブスカイト太陽電池の光吸収の増加、それによる効率向上を目的としている。

[実験方法] 導入する銀ナノ粒子は、クエン酸・タンニン酸還元法により水コロイドとして作製した。それを凍結乾燥した銀ナノ粒子乾燥粉末と PbI_2 粉末を混合後、DMF に溶解することにより、銀ナノ粒子を含む PbI_2 溶液を作製した。ペロブスカイト太陽電池の作製方法は、まず TiO_2 層を成膜した FTO 基板の上に、 PbI_2 の DMF 溶液(40wt%)をスピン塗布し、 100°C で加熱を行った。その後、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ の IPA 溶液(630mM)に 20 秒間浸漬させ、 70°C で加熱することで $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ のペロブスカイト結晶を作製した。そして、正孔輸送層として CuSCN 層を成膜したのち、金電極を真空蒸着した。作製した試料の I-V 特性、XRD 評価を行った。

[結果・考察] 図 1 に導入した銀ナノ粒子密度と試料の変換効率特性の関係を示す。銀ナノ粒子密度は、原料から算出したペロブスカイト結晶膜内部の値である。変換効率の特性では、粒子密度 $10 \text{ 個}/\mu\text{m}^3$ の条件で粒子を入れていないものに比べて性能が向上したが、それ以上入れた場合には性能が低下することが確認された。図 2 に銀ナノ粒子を導入した試料の XRD パターンを示す。粒子密度が多くなるほど、ペロブスカイト結晶($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$)の成分よりも PbI_2 の成分が支配的になることが確認された。これらの結果から、粒子を導入することによって吸収量が向上するが、粒子導入量を増やすと、ペロブスカイト結晶化が妨げられるため、導入量を多くしすぎると全体としての吸収が低下すると考えられる。

[参考文献]

[1] A.Kojima et al., J.Am.Chem.Soc., 131, 6050 (2009)

[2] P.Qin et al., Nature Communications, 5:3834, DOI:10.1038/ncomms4834 (2014)

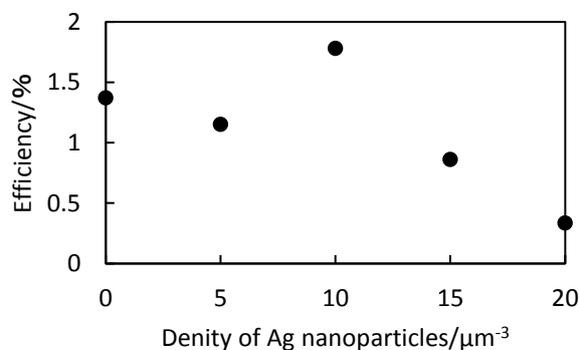


Fig 1: Efficiency of perovskite solar cells with various density of Ag nanoparticles

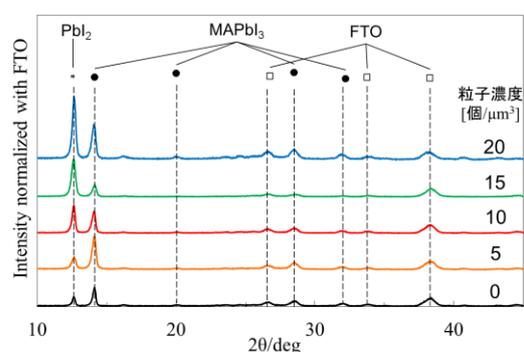


Fig 2: XRD patterns of perovskite solar cells with various density of Ag nanoparticles