Si 太陽電池に対する Mn ドープ半導体ナノ粒子の堆積効果

Effects of layered Mn-doped semiconductor nanoparticles on Si Solar Cells

大阪市大工, ○ 井筒由紀, 田中駿, 梁剣波, 楢崎友城, 西村悠陽, 金大貴, 重川直輝
Osaka City Univ, ○Y. Idutsu, S. Tanaka, J. Liang, T. Narazaki, H. Nishimura, D.G. Kim, and N. Shigekawa
E-mail: m19tb002@vx.osaka-cu.ac.jp

【はじめに】 我々は波長変換機能 [1] を有する半導体ナノ粒子を堆積することによりプロセス後の太陽電池の特性向上を目指している。既にレイヤバイレイヤ法 [2] によって ZnSe ナノ粒子を Si 太陽電池表面へ堆積し、その特性向上を報告している [3]。今回我々は、ポリビニルアルコール (PVA) を用いて Mn を発光中心とする ZnSe:Mn、ZnSe:Mn/ZnS ナノ粒子を堆積し、これらナノ粒子による波長変換機能の効果を評価した。

【実験方法】 高抵抗 p-Si 基板 (抵抗率 5-10 Ω・cm) へのイオン注入、金属電極の形成、ダイシングによって簡易的な太陽電池を作成した。その後試料を水熱合成法によって作成した ZnSe, ZnSe:Mn, ZnSe:Mn/ZnS ナノ粒子を PVA に分散させた溶液に浸漬し、AM1.5G・1SUN の条件のもとでの電流電圧特性と量子効率の、堆積前後での変化を評価した。

【実験結果】 Fig. 1 に各ナノ粒子堆積前後の電流電圧特性を示す。ナノ粒子の堆積により短絡電流が増加し、変換効率の向上が見られた。(Table.1)

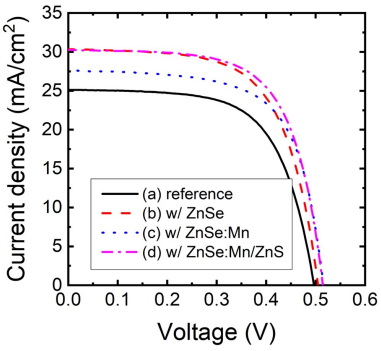

Fig. 1: I-V characteristics of Si cells without and with ZnSe, ZnSe:Mn, ZnSe:Mn/ZnS nanoparticles under the solar irradiance with the AM 1.5G / 1SUN.

Table. 1: Parameters of Si cell characteristics.

	(a)	(b)	(c)	(d)
短絡電流 (mA/cm2)	25.1	30.3	27.6	30.3
開放電圧 (V)	0.50	0.51	0.52	0.51
変換効率 (%)	7.99	9.76	9.59	10.2

Fig. 2 に各太陽電池の (a) 反射率と (b) 外部量子効率 (EQE) を示す。ナノ粒子の種類に拘わらず、反射率の低減と EQE の増加が確認された。

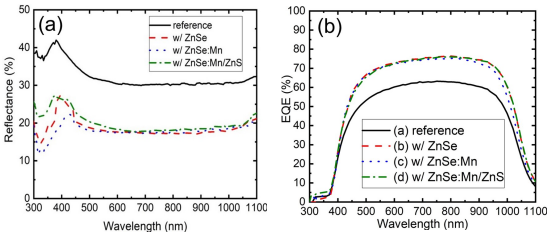

Fig. 2: (a)Reflectance and (b)EQE spectra of Si cells without and with nanoparticles.

波長変換の効果が期待される 300-400nm における、各ナノ粒子の吸収スペクトルと内部量子効率 (IQE) を Fig. 3 に示す。ZnSe ナノ粒子を堆積させても IQE は増加しなかった一方、ZnSe:Mn ナノ粒子を堆積させると、短波長域での IQE の増加が見られた。より発光効率の高い ZnSe:Mn/ZnS ナノ粒子を用いることで、更なる IQE の増加が見られた。

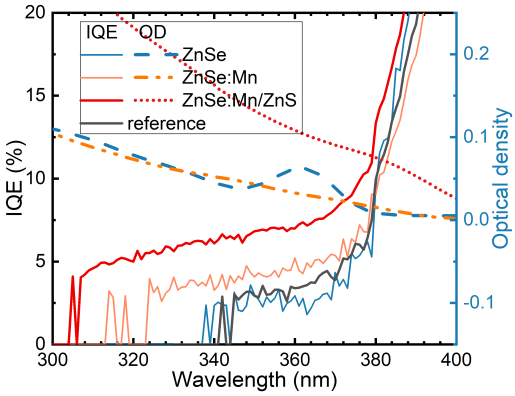

Fig. 3: Absorption of nanoparticles and quantum efficiency of Si cell without and with nanoparticles.

【謝辞】 本研究の実施にあたり、平成 29 年度科研費基盤研究 (B)(課題番号 17H03538) の支援を受けた。

【参考文献】

[1] A. Aboulaich and R. Schneider, Inorg. Chem., 49,10940 (2010).
[2] D. Kim, S. Tomita, K. Ohshiro, T. Watanabe, T. Sakai, I. Chang, and H. Kim Nano Lett., 15, 4343 (2015).
[3] 田中 等 第 79 回応用物理学会春季学術講演会 21a-133-5(2018).

© 2019年 応用物理学会