

酸化亜鉛積層型ハイブリッド太陽電池の電子状態制御

Control electronic state of hybrid photovoltaic device

with layered Zinc Oxide

豊橋技術科学大学大学院¹, 大阪市立工業研究所², JST CREST³○知崎 亮¹, 笹野 順司¹, 品川 勉², 渡瀬 星児², 伊崎 昌伸^{1,3}Toyohashi University of Technology,¹ Osaka Municipal Technical Research Institute,² JST CREST.³○Ryo Chizaki¹, Junji Sasano¹, Tsutomu Shinagawa²Seiji Watase², Masanobu Izaki^{1,3}E-mail: chizaki@tf.me.tut.ac.jp

1. 背景

無機系と有機系の半導体材料で構成されるハイブリッド型太陽電池は、次世代太陽電池として期待され、積極的な研究が展開されている¹⁾。ハイブリッド太陽電池では、有機半導体において光吸収によって生成したエキシトンが無機半導体とのヘテロ界面で乖離し、フリーキャリアを生成することによって光電変換機能が発現すると考えられる。しかし、現時点では、ZnO 系ハイブリッド太陽電池の変換効率は極めて低く⁽¹⁾、これは Cu₂O/C₆₀ 系ハイブリッドダイオード⁽²⁾で指摘したヘテロ界面でのバンド接続が不十分であることに由来する。本研究では無機半導体として n 型半導体酸化亜鉛(ZnO)、有機半導体としてドナーであるメタルフリーフタロシアニン(H₂Pc)を用いたハイブリッド型太陽電池を作製し、ZnO/H₂Pc ならびに H₂Pc/Au ヘテロ界面の電子状態制御を行い、バンド接続に基づくハイブリッド太陽電池高効率化の指針を明確にすることを試みる。

2. 実験方法

ZnO 薄膜は、0.08 M の硝酸亜鉛水溶液から対極として白金板、参照電極として銀-塩化銀(Ag/AgCl)電極を用い、FTO 基板を作用極として浴温 60℃の条件で作製した。n-ZnO および i-ZnO 薄膜は、定電流電解することで作製した。抵抗加熱式真空蒸着装置(ULVAC VTS-350M/RHS)を用いて、室温において ZnO 薄膜上に H₂Pc 薄膜および酸化モリブデン(MoO₃)の製膜を行った。真空度は 10⁻³ Pa 以下とし、製膜速度と膜厚は水晶発振式膜厚計によって制御した。MoO₃ 上に真空蒸着法により金電極を製膜し、ハイブリッド太陽電池を作製した。

3. 結果及び考察

MoO₃ の膜厚を 0-200 nm と変化させた n-ZnO/i-ZnO/H₂Pc/MoO₃ ハイブリッド太陽電池の AM1.5G 基準太陽光照射時の電流密度-電圧曲線を Fig. 1 に示す。MoO₃ の挿入により、太陽電池特性の向上を確認することができた。開放電圧は、MoO₃ 膜厚の増加に伴い増加し、膜厚 200 nm で 0.44 V を得た。また、短絡電流密度は MoO₃ 膜厚と共に増加し、50 nm で最大値となったが、200 nm では逆に低下した。FF はわずかであるが、MoO₃ 膜厚と共に増加した。その結果、変換効率は MoO₃ 膜厚と共に増加し、50 nm において挿入しない場合の約 23 倍となり、MoO₃ 層の導入によって、短絡電流密度、開放電圧、変換効率は著しく増加した。

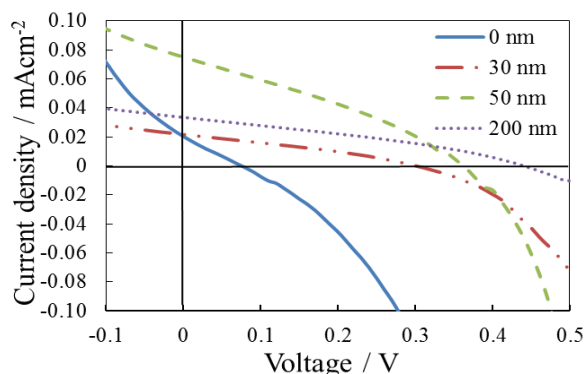


Figure 1 Current density-voltage curves for n-ZnO/i-ZnO/H₂PC/0-200-nm-thick-MoO₃ hybrid photovoltaic devices.

4. 参考文献

- 1) P. I. Stakhira, et al., Central Eur. J. Phys., 8, 798(2010).
- 2) M. Izaki, et al., ACS, Appl. Mater. Interface, 4(2012), 3558.