19a-D7-11

Ag(In,Ga)Se_2 薄膜太陽電池の高効率化に向けた研究

Development of High Efficiency Ag(In,Ga)Se_2 Solar Cells

東工大院理工 [1]，東工大 PVREC[2]，°梅原 猛 [1]，飯沼祥平 [1]，黒川康良 [1]，山田 明 [1,2]

Dept. Physical Electronics, Tokyo Tech.[1], Photovoltaics Research Center (PVREC), Tokyo Tech[2]

°Takashi Umehara[1], Shohei Iinuma[1], Yasuyoshi Kurokawa[1], Akira Yamada[1,2]

E-mail: umehara.t.aa@m.titech.ac.jp

1. 緒言

Cu(In,Ga)Se_2 (CIGS)太陽電池は現在、20%を超える変換効率を達成しており、今後の変換効率の目標として変換効率 30%を超える太陽電池の開発が求められている。更なる高効率化には、多接合構造が不可欠である。Ag(In,Ga)Se_2 (AIGS)は、In と Ga の組成比を制御することでバンドギャップを 1.23～1.82 eV と変化させることが出来るため、多接合太陽電池のトップセル材料候補である。しかし、多接合化に利用するためにはまだ変換効率が低く、特に AIGS 太陽電池の開放電圧と曲線因子の大幅な向上が必要となる。開放電圧と曲線因子が低い 1 つの原因として、Fig.1 に示すような I-V 特性に S 字カーブが現れることが挙げられる。本研究では、この原因を AIGS/裏面電極界面特性評価及び、デバイス解析により明らかにした。

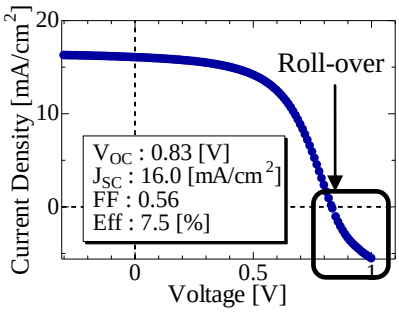

Fig.1. Typical I-V curve of AIGS solar cell

2. 実験方法

ZnO:B/ZnO/CdS/AIGS/Mo/SLG 構造を有する AIGS 太陽電池を評価に用いた。AIGS/Mo 界面評価には、透過型電子顕微鏡および暗電流測定を行った。デバイス解析には、1 次元デバイスシミュレータ wxAMPS を用い、各層の特性は Table 1 に示す値を用いた。

Table 1. Materials parameters

	ZnO	CdS	AIGS
Electron affinity [eV]	4.4	4.2	4.6
Band-gap [eV]	3.3	2.4	1.75
Carrier density [cm^{-3}]	n type: 1×10^{20}	n type: 1×10^{18}	p type: 3×10^{14}

3. 結果及び考察

AIGS/Mo 界面には、20 nm 程度の $MoSe_2$ 層が確認でき、暗電流測定から AIGS/Mo 界面はオーミック接触であった。つまり、I-V 特性に現れる S 字カーブとは無関係である。

デバイス解析により、S 字カーブの原因は AIGS のキャリア濃度が低いことに起因していることが分かった。C-V 測定では、AIGS のキャリア濃度は 10^{14} cm^{-3} 台であった。順方向バイアス下での電子注入により、裏面電極付近で AIGS が n^-型化することが、AIGS 太陽電池の開放電圧と曲線因子の低下の原因である。

さらにその改善方法として、AIGS/Mo 間に p^+型半導体層を挿入することで、開放電圧と曲線因子が大幅に向上することを明らかにした。

謝辞

本研究の一部は、NEDO 革新的太陽光発電技術研究開発の支援を受けている。

© 2014 年　応用物理学会