スパッタ成膜した n 形酸化物半導体薄膜の Cu_2O 系ヘテロ接合太陽電池への応用

Preparation of Cu_2O heterojunction solar cells using sputtered n-type oxide semiconductor thin films

金沢工大　OEDS R&D センター　○渡辺恭輔，山崎丞路，宮田俊弘，南 内嗣
OEDS R&D Center, K I T　°K. Watanabe, J. Yamazaki, T. Miyata and T. Minami
E-mail : tmiyata@neptune.kanazawa-it.ac.jp

【はじめに】

我々は，Cu_2O 系ヘテロ接合太陽電池において，低ダメージ成膜が可能なパルスレーザー蒸着(PLD)法を用いて n 形半導体薄膜層を形成し，約 8%の高変換効率を実現している.しかし，PLD 法は成膜レートが低く,大面積成膜が困難といった欠点があり実用的な形成法とは言い難い．そこで今回は，半導体薄膜形成技術として広く実用されているマグネトロンスパッタ成膜(MSD)法を用いる Cu_2O 系ヘテロ接合太陽電池の作製技術の確立を目的として，n 形酸化物半導体薄膜層のスパッタ成膜条件と光起電力特性との関係について詳細に検討したので報告する.

【実験方法】

Al 添加 ZnO(AZO)薄膜及び各種 n 形酸化物半導体薄膜は，直流(dc)，高周波(rf)及び高周波重畳直流(rf +dc) MSD 法を用いて p 形 Cu_2O シート上に作製された．今回は成膜室と準備室を有するマルチチャンバー型の MSD 装置を使用した．光起電力特性は太陽光シュミレーターを用いて AM1.5G(100[mW/cm^2])光照射下でセル温度 25[℃]として測定した.

【結果と考察】

一例として, 図 1 に dc-MSD 法を用いて純 Ar ガス雰囲気中，室温でターゲットに対して平行に配置した p 形 Cu_2O シート上に dc-75[W]で AZO 薄膜をプレスパッタリング時間を 0, 15 及び 60[min]と変化させて形成して作製した AZO 薄膜/p-Cu_2O シートヘテロ接合太陽電池の電流密度(J)–電圧(V)特性を示す．なお，プレスパッタリングは Cu_2O シートを準備室に配置して実施した．同図に示すように，プレスパッタリング時間が増加すると開放端電圧(Voc)が低下した.また，図 2 にプレスパッタリング時間 0 及び 60[min]で作製した太陽電池の暗時の J-V 特性を示す．同図に示すように，逆バイアス電圧側でプレスパッタリングを 60min 行った太陽電池の漏れ電流がわずかに増加した．これは，プレスパッタリングを行ったことでターゲットから酸素が過度に除去され，AZO 薄膜/p-Cu_2O シートの界面状態が悪化したためと考えられる．次に，図 3 にプレスパッタリング等の成膜条件を最適化した dc-MSD で作製した AZO 薄膜/p-Cu_2O ヘテロ太陽電池の J-V 特性を示す．また，同図には比較のために PLD 法を用いて作製した同様の構造の太陽電池の J-V 特性も示している．同図から分かるように dc-MSD 法で作製された AZO 薄膜/p-Cu_2O ヘテロ接合太陽電池において PLD 法で作製した素子を上回る 3.1[%]の高変換効率を実現できた.

【まとめ】

dc-MSD 法により作製した AZO 薄膜を用いる AZO 薄膜/p-Cu_2O シートヘテロ太陽電池において, プレスパッタリング等の成膜条件が J-V 特性に大きく影響することを明らかにできた．また，dc-MSD 法による AZO 薄膜の成膜条件を最適化することにより PLD 法以上の高変換効率を実現できた.

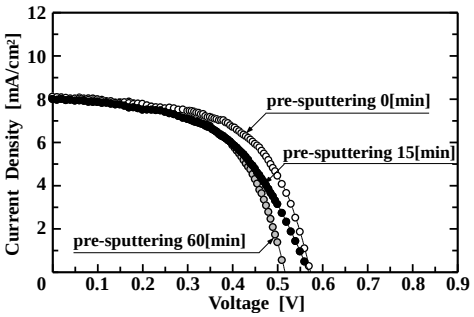

図 1 異なるプレスパッタリング時間でそれぞれ作製した太陽電池の J-V 特性

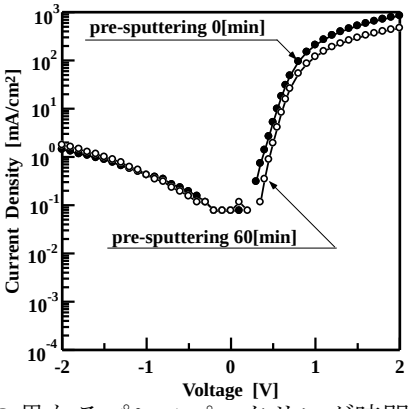

図 2 異なるプレスパッタリング時間でそれぞれ作製した太陽電池の暗時の J-V 特性

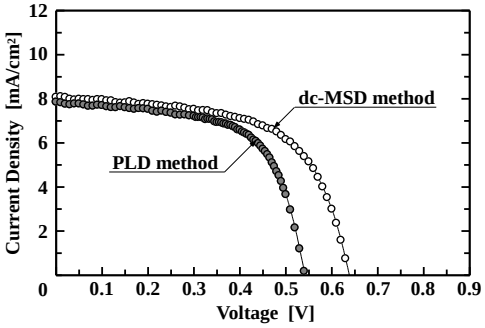

図 3　dc-MSD 法及び PLD 法で AZO 薄膜を形成して作製した太陽電池の J-V 特性

© 2017年 応用物理学会