シリコン系太陽電池正孔選択層向け酸化タングステンの低ダメージ堆積時における酸素分圧の影響

Effect of Oxygen Partial Pressure for Low-damage Deposition of WO_3 Films as Hole Transport Layer for Silicon Heterojunction Solar Cell

東京工芸大工 [1]，東工大工 [2]　○安田 洋司 [1]、宮島 晋介 [2]、白取 優大 [2]、星 陽一 [1]

Tokyo Polytechnic Univ.[1], School of Engineering, Tokyo Tech.[2], °Yoji Yasuda[1], Shinsuke Miyajima[2], Yuta Shiratori[2], Yoichi Hoshi[1],

E-mail: yyasuda@em.t-kougei.ac.jp

1.　研究背景

良好なガスクロミック特性を有する酸化タングステン(WO_3)膜は水素ガスセンサーに有用であるため、我々の研究室では数年前からスパッタによる堆積技術の開発に取り組んできた。一方、シリコンヘテロ接合(SHJ)太陽電池の正孔選択層である p-a-Si:H の代替材料としても WO_3 膜が注目されはじめたことから、その応用へ向け検討を始めた。しかしながら、通常のマグネトロンスパッタ法ではターゲットから放出される酸素負イオンや二次電子による基板衝撃によって下地層の a-Si:H にダメージを与える可能性が示唆されていた[1]。そこで、我々は対向ターゲット式スパッタ法を用いて高エネルギー粒子による衝撃を抑制し、正孔選択層向けの WO_3 膜を堆積し、その諸特性を評価したので結果を報告する。

2.　実験方法

直径 5 cm のタングステンターゲット有する対向ターゲット式スパッタ装置を用いて、Ar-O_2 混合ガス雰囲気で反応性 DC スパッタ法により無アルカリガラス基板(EAGLE XG)上に WO_x 膜を堆積した。スパッタガス圧は 4 および 40 mTorr としその時の Ar ガス流量は 6 sccm、O_2 ガス流量は 2～6 sccm とした。膜厚は約 30 nm と 170 nm とした。スパッタ電流は 200 mA および 400 mA で行った。仕事関数の評価には光電子分光装置 AC-2(理研計器)を用いた。

3.　実験結果

Figure 1 に堆積した WO_x 膜の仕事関数の O_2 ガス流量依存性を示す。O_2 ガス流量が 3 sccm 以上の完全に酸化された透明な膜が得られる条件では仕事関数が 5.72 eV 程度に増加していた。シリコンの仕事関数は4.2 eV 程度であり、酸素リッチの膜がより正孔選択層への可能性を示唆しているが、検討が必要である。膜表面の平均粗さRaは膜厚の増加に伴い約0.4 nm から約 1.6 nm に増加していた(Fig.2)。光学的特性や電気的特性等詳細については当日報告する。

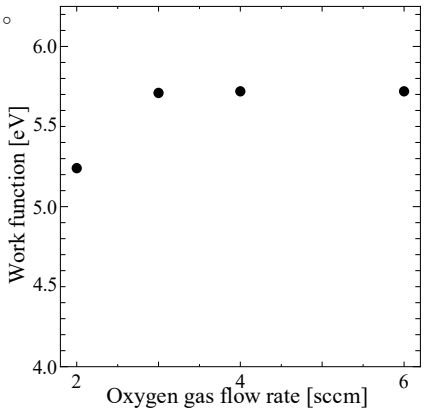

Fig.1 Changes of Work function at various oxygen gas flow rate.

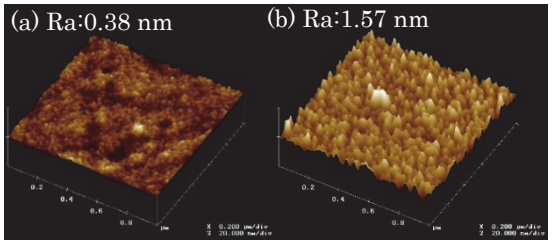

Fig.2 Typical AFM images of WO_3 films with thickness of (a) 30 nm and (b) 170 nm.

参考文献

[1] M. Mews, et.al., IEEE Journal of Photovoltaics, 7, No.5, 1209–1215, Sep, 2017.