CIGS 薄膜太陽電池セルの KF-PDT が PID に与える影響

Effect of KF-PDT on PID in CIGS Thin-Film Photovoltaic Cells

北陸先端大 [1]，産総研 [2] ○(DC) 山口 世力 [1]，西永 慈郎 [2]，柴田 肇 [2]，大平 圭介 [1]，増田 淳 [2]
JAIST[1], AIST[2] ○(DC)S. Yamaguchi[1], J. Nishinaga[2], H. Shibata[2], K. Ohdaira[1], A. Masuda[2]
E-mail: s-yamaguchi@jaist.ac.jp

近年，大規模太陽光発電システムにおいて，フレーム／セル間の高電位差が原因で生じる電圧誘起劣化（potential-induced degradation: PID）と呼ばれる劣化現象が問題となっている．これまでに CIGS 薄膜太陽電池の PID 挙動に関する報告があり，初期の開放電圧 V_{oc} の低下とその後の曲線因子 FF の低下によって特徴づけられることが知られている [1]．しかしながら，CIGS 太陽電池セルの作製プロセスが PID に与える影響は調査されていない．本研究では，KF post-deposition treatment（KF-PDT）[2] が CIGS 薄膜太陽電池セルの PID に与える影響を調査した．

本研究にて使用した CIGS 薄膜太陽電池セルの作製プロセスは文献 [3] と同様である．光吸収層として 3 段階法によって作製された膜厚 2 μm の CIGS 層を有し，緩衝層として溶液成長による 50 nm の n-CdS 薄膜（KF-PDT ありのものについては 30 nm），緩衝層および透明電極としてスパッタ i-ZnO/n-ZnO 薄膜（60 nm/350 nm）を有する．また，表面には Al グリッド電極を，裏面にはスパッタ Mo 電極（800 nm）を有する．KF-PDT を，CIGS 薄膜の成膜後に CIGS 上に KF を蒸着した後 350 °C で熱処理することにより行った．PID 試験を，セルレベルの PID 試験法 [4] を用いて −2000 V，65°C という条件で実施した．

図 1 には初期値で規格化した V_{oc}（$V_{oc}/V_{oc,0}$）の変化を PID 試験時間の関数としてプロットしたものを示す．なお，それぞれのプロット点は，KF-PDT なしのものは 7 つの試料から，KF-PDT ありのものは 6 つの試料から得られた値の平均値として示してあり，エラーバーは標準偏差を示している．KF-PDT の有無にかかわらず，PID 試験によって V_{oc} のみが低下した．暗電流特性から，この V_{oc} の低下は，ダイオードの拡散電流の増加に起因することがわかった．この低下は，過去の研究 [1] で観察された初期の V_{oc} の低下に相当するものと考えられる．一方で，図 1 より，KF-PDT を行ったセルのほうが KF-PDT を行わなかったものと比較して V_{oc} の低下が小さい．28 日間の PID 試験後で比較すると，KF-PDT ありのセルの V_{oc} の低下は，KF-PDT を行わなかったものの 3 分の 1 以下に抑制されていることがわかる．以上より，KF-PDT が CIGS 薄膜太陽電池セルの PID 耐性を向上させる効果を持つことを示唆する．PID 抑止効果のメカニズムの仮説については当日議論する．

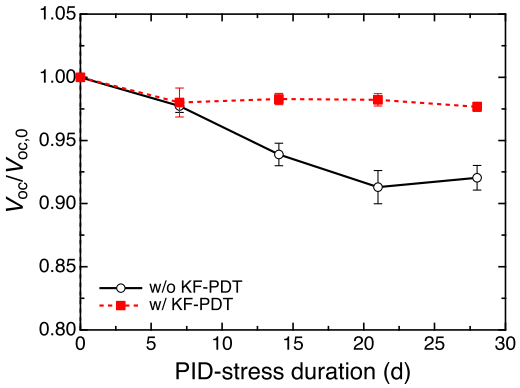

Fig. 1: Normalized V_{oc} ($V_{oc}/V_{oc,0}$) of the CIGS photovoltaic cells without and with the KF-PDT *vs.* PID-stress duration.

謝辞：本研究は NEDO の委託により実施された．

参考文献:[1] S. Yamaguchi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 08KC13 (2015), [2] A. Chirilă *et al.*, Nat. Mater. **12**, 1107 (2013). [3] J. Nishinaga *et al.*, Appl. Phys. Express **10**, 092301 (2017), [4] S. Yamaguchi and K. Ohdaira, Sol. Energy **155**, 739 (2017).

© 2019年 応用物理学会