KF 処理 CIGS 太陽電池の電流注入による高効率化

Effects of positive bias at high temperature on CIGS solar cells with KF-PDT

産総研　○西永慈郎，鯉田崇，Kim Shinho，石塚尚吾，上川由紀子，柴田肇，仁木栄

AIST, ○J. Nishinaga, T. Koida, S. Kim, S. Ishizuka, Y. Kamikawa, H. Shibata, S. Niki

E-mail: jiro.nishinaga@aist.go.jp

はじめに：CIGS 太陽電池の高効率化技術として KF post deposition treatment (KF-PDT、KF 処理)が知られている[1]。我々は KF 処理された CIGS 太陽電池に Heat-light Soaking (HLS)を行うと、準安定アクセプタ濃度が増大し、開放電圧(V_{oc})と曲線因子(FF)が大きく改善されることを報告している[2]。準安定アクセプタ濃度を増大させる方法として、高温下における順バイアスによる電流注入も知られており、今回、KF 処理された CIGS 太陽電池に電流注入を行ったところ、短時間にて準安定アクセプタ濃度を増大させ、V_{oc} と FF の改善に成功した。

実験結果と考察：三段階法により Mo/SLG 基板上に CIGS 吸収層を堆積した後、KF・NaF 処理を行った。その後、MgF_2 / Al grid / Al-doped ZnO / i-ZnO / CdS を積層させ太陽電池構造とした。露点-50℃、酸素濃度 100ppm 以下の窒素中にて、試料温度 90℃にて電流注入を行った。図 1 に試料温度プロファイルを示す。Type 1 は冷却過程まで電流注入を行うが、Type 2 は冷却過程に端子間を開放状態にした。図 2 に電流密度 38 mA/cm^2 にて電流注入を行った試料の変換効率を示す。Type 1、Type 2 共にアクセプタ濃度が増大することで、開放電圧は向上するが、Type 1 は 2 時間以降に短絡電流密度が減少し、変換効率が減少した。一方、Type 2 は短絡電流密度を維持しながら、開放電圧が向上し、変換効率 21.2%を達成した。図 3 に電流注入 5 時間後のアクセプタ濃度(N_{cv})プロファイルを示す。Type 1 の場合、0 V bias 時の N_{cv} が 2x10^{17}cm^{-3} を超え、空乏層幅が減少し、短絡電流密度が減少する。一方、Type 2 では冷却過程にて pn 接合の準安定アクセプタが減少し、空乏層幅が回復する。そのため、短絡電流密度を維持でき、高効率化を達成できる。

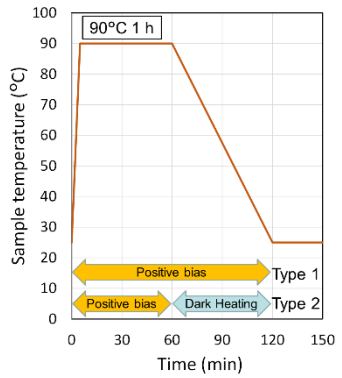

図 1.試料温度プロファイル

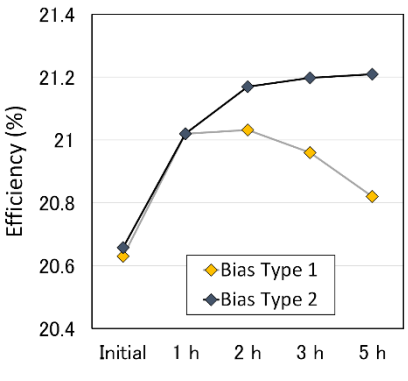

図 2. CIGS 太陽電池の変換効率

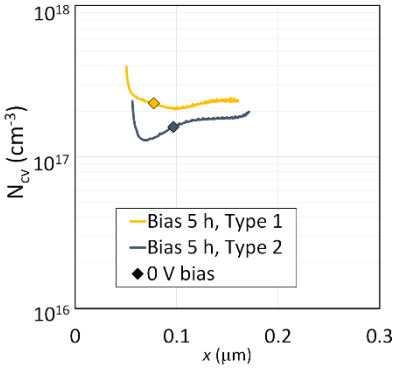

図 3. N_{cv} プロファイル

謝辞：本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の支援により実施されたものである。関係各位に感謝致します。

参考文献：[1] A. Chirilă, et al., Nat. Mater. 12, 1107 (2013). [2] J. Nishinaga, et al., APEX, 10, 092301(2017).

© 2018年 応用物理学会