

蒸着法による CIGS 太陽電池の光照射下 Dry Heat 試験

Dry heat testing under irradiation of CIGS solar cells fabricated by a three-stage process

産総研太陽光発電研究センター ○西永慈郎, 上川由紀子, 石塚尚吾, 柴田肇

AIST, °Jiro Nishinaga, Yukiko Kamikawa, Shogo Ishizuka, Hajime Shibata

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

はじめに: 2030年に太陽光発電の発電コスト7円/kWhを達成するためには、モジュール原価を下げつつ、運転年数をさらに延長させることが必須である。CIGSモジュールは光照射下において劣化が起り難いと報告されているが、その光照射効果および劣化機構などは不明な点が多い。今回、蒸着法により作製した青板ガラス基板上 CIGS 太陽電池の加速劣化試験を行い、光照射効果の検証および太陽電池・ダイオードパラメータの測定を行い、変換効率劣化の機構を調査した。

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、Al grid / Al-doped ZnO / i-ZnO / CdS を積層させ太陽電池とした。変換効率が同程度のグループを2つ作り（試料数はそれぞれ18個）、露点-50°C、酸素濃度100ppm以下の乾燥室素雰囲気、加熱温度95°Cにて、白色光5万lx照射(Light Dry Heat)、および暗状態(Dark Dry Heat)での加速劣化試験を行った。図1にLight Dry Heat後の変換効率の結果を示す。光照射乾燥加熱下では並列抵抗・飽和電流密度・理想因子が改善され、開放電圧(V_{oc})が上昇することがわかった。一方、曲線因子(FF)は減少するため、変換効率は少し減少する。図2にDark Dry Heat後の変換効率を示す。この場合、FFと共に V_{oc} の減少も起こり、変換効率は大きく減少する。図3にDark Dry Heat後のCV測定から求めたキャリア濃度分布を示す。横軸はCdS/CIGS界面からの距離を表す。初期値ではキャリア濃度 $5 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 程度であるが、1000時間以降ではキャリア濃度が減少し、 10^{14}cm^{-3} 代となった。2000時間経過後にLight soakingを行うと、変換効率が改善されるが、これはキャリア濃度が回復したためである。以上より、変換効率劣化のモデルを以下のように提案する。光照射加熱下において、CdS/CIGS界面における欠陥等が不活化され、飽和電流密度・理想因子が改善される。そのため、 $V_{oc} \cdot FF$ が改善される。一方、加熱によってCIGS中のアクセプタイオンが補償され、CdS/CIGS界面の電界強度が弱まり、電子がCdS/CIGS界面を越えることができず、 $V_{oc} \cdot FF$ が低下する。この二つの事象は同時に発生しており、キャリア濃度減少を抑制できれば、CIGS太陽電池の長期信頼性は向上する。

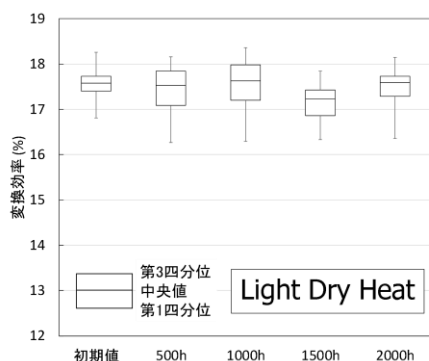


図1. Light Dry Heat 後の変換効率

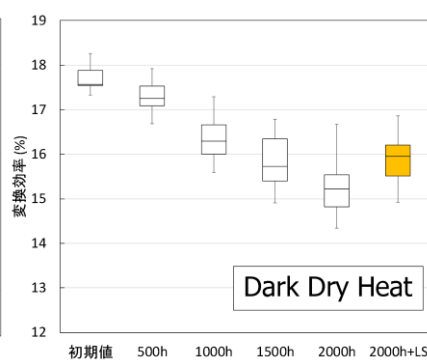


図2. Dark Dry Heat 後の変換効率

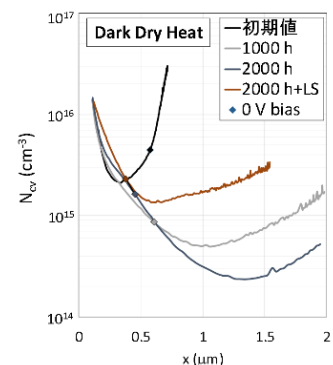


図3. N_{cv} プロファイル