

Cu(In,Ga)Se₂ 太陽電池のエッチング素子分離による高効率化

High efficiency CIGS solar cells with cell separation by wet chemical etching

産総研 ○西永 慈郎, 上川 由紀子, 柴田 肇, 石塚 尚吾

AIST, ○J. Nishinaga, Y. Kamikawa, H. Shibata, S. Ishizuka

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

はじめに : Cu(In,Ga)Se₂ (CIGS)太陽電池は光吸収係数・変換効率が共に高く、低コスト・高効率太陽電池として既に実用化されている。CIGS 太陽電池は青板ガラス基板上に形成されたのち、主に Mechanical scribing (MS)によって素子分離・直列接続される。この MS によって pn 接合、CIGS 層端面が大気暴露され、再結合中心やリーク電流の原因となることが知られている。今回、Photolithography (PhL) 法、化学エッチングによる素子分離を行ったところ、並列抵抗の増大および、光照射下における再結合電流発生の抑制に成功し、曲線因子(FF)の増大に成功した。

実験結果と考察 : 三段階法により Mo/SLG 基板上に CIGS 光吸収層を堆積した後、KF・NaF 処理を行った。その後、MgF₂/Al grid/Al-doped ZnO/i-ZnO/CdS を積層させ太陽電池構造とした。PhL によってレジストパターンを形成し、酢酸によって ZnO 層を除去した後、窒素雰囲気下にて白色光 3.5 万 lx (0.35 Sun)を照射しながら、温度 95℃の Heat-light soaking を 50 時間行った。

表 1 に MS および PhL によって作製した CIGS セルの太陽電池パラメータを示す。MS によって形成される端面には、MS 時のダメージによりリークパスが発生し、並列抵抗が低下する。化学エッチングによる素子分離の場合、並列抵抗は $1 \times 10^7 \Omega \text{cm}^2$ を示した。暗状態の電流電圧特性から、CIGS セルの飽和電流密度($J_{0,\text{dark}}$)および理想因子(n_{dark})を求めたところ、素子分離プロセスによる違いは少ないことがわかった。一方、光照射下における CIGS セルの理想因子(n_{light})を求めたところ、MS による CIGS セルは理想因子がおおきく増大することがわかった。光照射下において発生する少数キャリア (電子) は、CIGS 層から CdS 層へと注入される。この光電流は電圧依存性を有し、MS によって発生する再結合中心によって、減少すると考えられる。そのため、MS による CIGS セルは FF および V_{oc} の低下を示す。PhL による CIGS セルは、高い FF を示し、FF : 0.820、および変換効率 : 22.4%を達成した。

表 1. MS および PhL によって作製した CIGS セルの太陽電池パラメータ

	Eff.	V_{oc}	J_{sc}	FF	$R_{\text{sh, dark}}$	$R_{\text{Ser, dark}}$	$J_{0, \text{dark}}$	n_{dark}	n_{light}
	(%)	(V)	(mA/cm ²)		(Ωcm^2)	(Ωcm^2)	(mA/cm ²)		
MS	22.0	0.783	34.9	0.803	2×10^4	0.4	2.5×10^{-9}	1.30	1.50
PhL	22.4	0.784	34.8	0.820	1×10^7	0.3	2.2×10^{-9}	1.28	1.38

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。