

CdTe 太陽電池におけるカーボン電極を用いない CdTe 層への Cu ドーピング法の検討

Cu doping of CdTe layer in polycrystalline CdTe thin-film solar cells without using Cu-doped carbon electrode

木更津工業高等専門学校 電気電子工学科
岡本 保, 林 亮二, 原 茂樹, 小川 洋平

Tamotsu Okamoto, Ryoji Hayashi, Shigeki Hara and Yohei Ogawa
Kisarazu National College of Technology

従来の CdTe 太陽電池では一般的に、裏面電極に Cu を添加したカーボン電極を用い、これを熱処理することで、CdTe 層へ Cu 拡散を行っていた。CdTe 層への Cu ドーピングは CdTe 太陽電池の特性に大きな影響を及ぼすことが明らかになっている。しかし、CdTe 太陽電池を多接合型太陽電池に応用するために透明裏面電極を用いる場合や、サブストレート型 CdTe 太陽電池の場合には、このカーボン裏面電極を用いた CdTe 層への Cu 拡散を行うことができない。本研究では、Cu 添加カーボン裏面電極を用いない新たな Cu ドーピング法の検討を行ったので報告する。

従来の CdTe 太陽電池では、CdCl₂ 処理後に Cu ドープしたカーボン電極をスクリーン印刷により形成し、Cu を CdTe 層に拡散させるために熱処理を行っていた。今回、Cu ドープカーボン電極からの拡散に替わる CdTe 層への Cu 添加方法として、Cu を添加したジエチレングリコールモノブチルエーテル(DEGBE : C₈H₁₈O₃) を CdCl₂ 処理後の CdTe 層へ適量塗布し、熱処理を行った。DEGBE は電極形成用のカーボンペーストの希釈剤である。DEGBE 中の Cu 原料の濃度は 25 ~ 200 ppm の範囲で変化させ、Cu 拡散のための熱処理条件は従来の Cu ドープカーボン電極形成後の熱処理と同条件 (325°C、15 分) とした。さらに、従来の Cu ドープカーボン電極を有する CdTe 太陽電池との比較を行うために、Cu を添加していないカーボン裏面電極および Ag 電極を形成して CdTe 太陽電池を作製した。

図 1 に Cu ドープ DEGBE (Cu 濃度 : 50 ppm) による Cu ドーピングを用いて作製した太陽電池の *I-V* 特性を示す。この図には、従来の Cu ドープカーボン電極を有する CdTe 太陽電池および Cu ドープを行っていない CdTe 太陽電池の *I-V* 特性も併せて示した。Cu を添加していない場合と従来の方法により Cu ドープした場合を比較すると、短絡電流密度 J_{sc} および開放電圧 V_{oc} が大幅に改善している。また、Cu ドープ DEGBE を用いた場合にも、Cu を添加していない場合と比較すると短絡電流密度 J_{sc} および開放電圧 V_{oc} が大幅に改善している。この結果は Cu ドープ DEGBE を塗布して熱処理を施すことにより Cu が CdTe 層にドーピングされたためと考えられる。しかし、Cu ドープ DEGBE を用いた場合の *I-V* カーブの形状より、オーミック接触が取れていないことがわかる。これは裏面電極に Cu を添加していないカーボン電極をスクリーン印刷し、大気中で乾燥 (120°C、60 分) したのみであることによりオーミック接触が取れていないためと考えられる。

Cu ドープ DEGBE による Cu ドーピング法の効果を明らかにするために、PL 法による評価を行った。Cu ドープ DEGBE による Cu ドーピングを試みた CdTe 層の PL スペクトルは、Cu ドーピングを行わなかったものと比べ、欠陥に関連した 1.47 eV 発光帯 (~840 nm) の強度が減少し、1.42 eV 発光帯 (~870 nm) のが支配的となった。

また、*C-V* 法によりアクセプタ密度分布を測定したところ、DEGBE 中の Cu 濃度が増加すると、アクセプタ密度が増加することが明らかになった。この結果は、Cu ドープ DEGBE を塗布して熱処理を施すことにより Cu が CdTe 層にアクセプタとしてドーピングされたことを示していると考えられる。

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託 (東京工業大学より再委託) を受けて実施した。

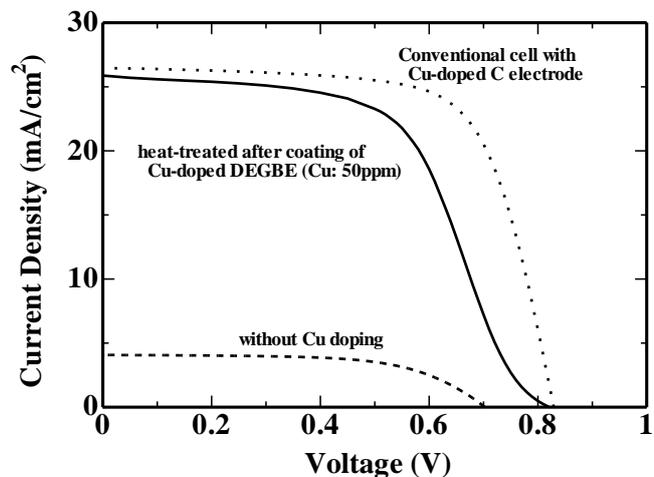


図 1. Cu ドープ DEGBE による Cu ドーピングを用いて作製した太陽電池の *I-V* 特性