鹿児島大学工学部研究報告　第 52 号（2010 年）

鹿児島大学大学院理工学研究科　学位論文　博士（工学）　理工研第 326 号

カルコゲナイド系太陽電池における界面電子構造の評価に関する研究

Characterization of Electronic Structure at Hetero-interface in Chalcogenide Based Solar Cells

柏原 博豪

Hirotake KASHIWABARA

１．緒言

近年、地球温暖化に伴い、従来の化石燃料を使用しない新エネルギーの実用化と特性の向上が課題となっている。その中で期待されている一つに太陽電池がある。本研究は、太陽電池の中でも低コスト・高効率を達成している $Cu(In_{1-x}Ga_x)Se_2$[CIGS]太陽電池に注目し、さらなる効率向上のために電池特性に影響を与えている要因の一つであるバッファ/CIGS 界面電子構造の直接評価を行い電子構造と電池特性の関係を明らかにすることで最適な電子構造の提案、バッファ材料の探索と電子構造の制御に関するものである。

２．実験方法及び結果

本研究では価電子帯上端、伝導帯下端をそれぞれ独立かつ直接評価できる正・逆光電子分光法を用いてバッファ/CIGS 界面電子構造の評価を行った。CIGS 系太陽電池の基本構造である CBD-CdS/CIGS 界面が Ga 置換率の増加にともなって Type I 型から Type II 型に変化するという界面電子構造の Ga 置換率依存性を明らかにし、最も高い効率を達成している試料では界面でフラットな伝導帯接続が形成されているというバンド接続と電池特性の相関性を見出した。また、CIGS 製膜時に水蒸気導入した高効率CIGS 太陽電池のCdS/CIGS 界面電子構造ではフラットな電子構造が形成される Ga 置換率の上限が従来の Ga 置換率の 40 %から 60 %へシフトすることを明らかにした。続いて、CdS に代わる新バッファ材料として CBD-Zn(S,O,OH)を用いた高効率を達成している試料では従来の CBD-CdS/CIGS 同様にフラットな伝導帯接続が形成されていることを明らかにした。また CBD-Zn(S,O,OH)層の電子構造は S/(S+O)比の変化によって $ZnO_{1-x}S_x$ のスパッタ膜で報告されている S/(S+O)比による band gap bowing、モデル計算によるバンド端の変化に対応していることを見出した。

３．結論

本研究は高効率を達成している CIGS 系太陽電池の電池特性に起因するバッファ/CIGS 界面電子構造を正・逆光電子分光法を用いた直接評価を行い、CIGS 系太陽電池の基本構造である CBD-CdS/CIGS 界面電池構造の Ga 置換率依存性を初めて明らかにし、バンド接続と電池特性の関係を見出した。またワイドギャップ CIGS 太陽電池の電池特性の向上のために有望なバッファ材料である CBD-Zn(S,O,OH)の電子構造の評価を行いアニオン比によるバンド端の制御が必要であることを示唆している。

学位授与日　2010 年 3 月 25 日

フジプレアム株式会社新規生産技術開発センター