

CsPbX₃ を用いた全無機型太陽電池の研究

Study of all-inorganic solar cells using CsPbX₃

岩手大大学院, [○]高橋 憲太郎, 阿部貴美, 千葉茂樹, 叶榮彬, 三浦健司, 柏葉安兵衛, 長田洋
 Grad. Sch. of Sci. and Eng., Iwate Univ., K. Takahashi, T. Abe, S. Chiba, Y. Rongbin, K. Miura,
 Y. Kashiwaba, H. Osada
 Email: tabe@iwate-u.ac.jp

1. はじめに

現在, 新しい太陽電池材料としてハロゲン化鉛ペロブスカイト結晶(CH₃NH₃PbX₃[X=Cl, Br, I])が注目されている. しかし, このペロブスカイト結晶は有機基である[CH₃NH₃-]を含むため吸湿などにより劣化が発生する. 一方, [CH₃NH₃-]を無機材料であるセシウム(Cs)に置き換えた無機系ハロゲン化セシウム鉛結晶(CsPbX₃)を作製することで劣化を抑えることができると考えられる.

本研究では光電変換層に CsPbX₃, また電子輸送層と正孔輸送層には無機材料である酸化亜鉛(ZnO)と亜酸化銅(Cu₂O)をそれぞれ用いて, 高効率かつ耐久性に優れた全無機型太陽電池を作製することを目的とした.

2. 太陽電池作製と評価

石英ガラス基板上に真空蒸着法により p 形用電極の Ni/Au を成膜した. 次に Cu を成膜し酸素雰囲気中で熱処理することで Cu₂O 層を作製し正孔輸送層とした. 続いて光電変換層の CsPbX₃ ペロブスカイト結晶層を作製した. 作製にはヨウ化鉛(PbI₂), ヨウ化セシウム(CsI), 臭化セシウム(CsBr)を用い, CsPbI₃ 層は PbI₂ 膜/CsI 膜 を, CsPbI₂Br 層は PbI₂ 膜/CsBr 膜をそれぞれ真空蒸着法により成膜し, 熱処理することで作製した. その後, 電子輸送層の ZnO, n 形用電極の Ti/Au を成膜することで Ni/Au/Cu₂O/ CsPbX₃/ZnO/Ti/Au 構造の太陽電池を作製した.

CsPbX₃ ペロブスカイト結晶は, 熱処理によって光電変換層に適した結晶構造(α -CsPbI₃)に転移することが知られている^[1]. 今回は CsPbX₃ 層の熱処理温度と熱処理雰囲気について検討し, CsPbX₃ 層として CsPbI₃ と CsPbI₂Br をそれぞれ用いた太陽電池の特性を比較検討した. なお, 太陽電池特性の評価にはハロゲンランプ(40 mW/cm²)を光源として用いた.

3. 結果と考察

3.1 CsPbI₃ 及び CsPbI₂Br 太陽電池の特性

図 1 に大気中で熱処理を行った CsPbI₃ 及び CsPbI₂Br 太陽電池の IV 特性を示した. エネルギー変換効率(PCE)は CsPbI₃ 太陽電池が 0.007%, CsPbI₂Br 太陽電池が 0.204%であった. CsPbI₃ 太陽電池の PCE が著しく低いのは, 300°Cの熱処理によって得られた α -CsPbI₃ の結晶構造が室温ですぐに元の δ -CsPbI₃ に相転移してしまったためと考えられる. 一方で, ハロゲン部分に

Br が加わった CsPbI₂Br 太陽電池では PCE が上昇しており, CsPbI₃ に比べて α 相から δ 相への相転移は少なかったと考えられる.

3.2 CsPbI₂Br 太陽電池の熱処理雰囲気の影響

表 1 に CsPbI₂Br 太陽電池の熱処理雰囲気とパラメータの関係を示した. 熱処理時の雰囲気により, 特に J_{sc} の値に変化が確認され, 窒素雰囲気の条件において J_{sc} が最も高く PCE が最大の値を示した.

4. おわりに

CsPbI₂Br 太陽電池の更なる効率向上を目指し, 熱処理時間や温度, 輸送層の材料について検討を行う.

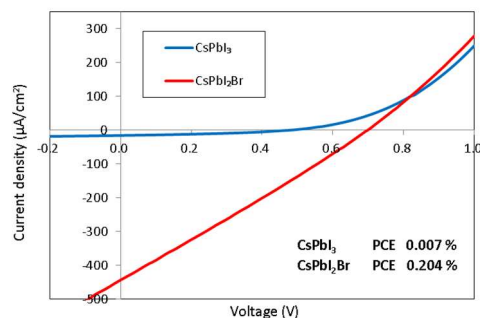


Figure 1. I-V characteristics of CsPbI₃ and CsPbI₂Br solar cells

Table 1. Characteristics of CsPbI₂Br solar cells annealed in various atmospheres

| Parameters | J _{sc} (µA/cm ²) | V _{oc} (V) | FF | PCE |
|----------------------|--|------------------------|------|-------|
| Annealing atmosphere | | | | |
| Air | 443 | 0.70 | 0.26 | 0.204 |
| Vacuum | 2683 | 0.79 | 0.33 | 1.74 |
| N ₂ gas | 4859 | 0.77 | 0.34 | 3.17 |

謝辞

本研究の遂行にあたり, シチズン時計株式会社の中川玲氏には多大なるご協力をいただきました. この場をかりて御礼申し上げます.

参考文献

[1] 山本晃平, 「ペロブスカイト太陽電池の高性能化に向けた新規作製手法の研究開発」, 金沢大学大学院自然科学研究科修士論文 (2018).