

FTPS 法を用いたカルコパライト系太陽電池の光吸収層評価

Evaluation of Photoabsorption Layer for Chalcopyrite Solar Cells by FTPS

岐阜大工¹, 東京科学大工² ○市川 智揮¹, 上田 光秀¹, 山田 繁¹, 伊藤 貴司¹,
西村 昂人², 山田 明²

Gifu Univ.¹, Science Tokyo² ○Tomoki Ichikawa¹, Mitsuhide Ueda¹, Shigeru Yamada¹, Takashi Itoh¹,
Takahito Nishimura², Akira Yamada²

E-mail: ichikawa.tomoki.v6@s.gifu-u.ac.jp

1. はじめに

カルコパライト系太陽電池では、量子効率スペクトルの低エネルギー領域で指数関数データが観測され、その傾きが小さいほど変換効率が低くなる傾向がある。フーリエ変換光電流分光 (FTPS)法は量子効率スペクトルを高感度に評価可能であり、指数関数データの評価が可能な手法である。本研究では、FTPS 法を用いて、Cu(In,Ga)Se₂ (CIGSe) 太陽電池、および (Ag,Cu)(In,Ga)Se₂ (ACIGSe)太陽電池について指数関数データの評価を行った。

2. 実験方法

評価には、ACIGSe 太陽電池試料と CIGSe 太陽電池試料を用いた。各太陽電池試料に対して、FTPS 法により、試料温度を 160 K から 310 K の範囲で変化させて外部量子効率(EQE)スペクトルを測定した。また、指数関数データを評価するため、各試料温度における EQE スペクトルからアーバックエネルギー(E_u)を算出した。

3. 実験結果および考察

図 1 に ACIGSe 太陽電池試料と CIGSe 太陽電池試料における E_u の温度依存性を示す。なお、EQE スペクトルから推定した ACIGSe 光吸収層と CIGSe 光吸収層の室温におけるバンドギャップエネルギーは、それぞれ 1.14 eV と 1.16 eV であった。カルコパライト系光吸収層の E_u には、温度に依存するフォノンによるポテンシャル揺らぎに関する成分 (動的成分) と、温度に依存しない結晶構造乱れの成分 (静的成分) が含まれている。Wasim らは、これらの成分を分離した E_u の温度依存性の式を提案した[1]。

$$E_u(T, P, N) = \frac{K\theta}{\sigma_0} \left(\frac{1+P}{2} + \frac{N}{\exp(\theta/T) - 1} \right) \quad (1)$$

ここで、 P および N は、それぞれ温度に依存しない成分および温度に依存する成分を表すパラメータである。式(1)によって E_u の温度依存性のフィッティングを行い、図 1 に実線で示

す。得られた ACIGSe の E_u の静的成分および動的成分はそれぞれ 9.26 meV および 3.86 meV、CIGSe の E_u の静的成分および動的成分はそれぞれ 12.3 meV および 4.65 meV となり、CIGSe に比べて ACIGSe の方が静的成分、動的成分ともに小さいことがわかった。この結果は、CIGSe に比べて ACIGSe の方が高い結晶性を持っていることを示しており、CIGSe に微量の Ag を添加することによって結晶性が向上するという報告に一致している[2]。

4. 結論

FTPS 法により、カルコパライト系太陽電池の光吸収層の温度依存性を評価することによって、光吸収層の結晶性を評価することが可能であることを示した。

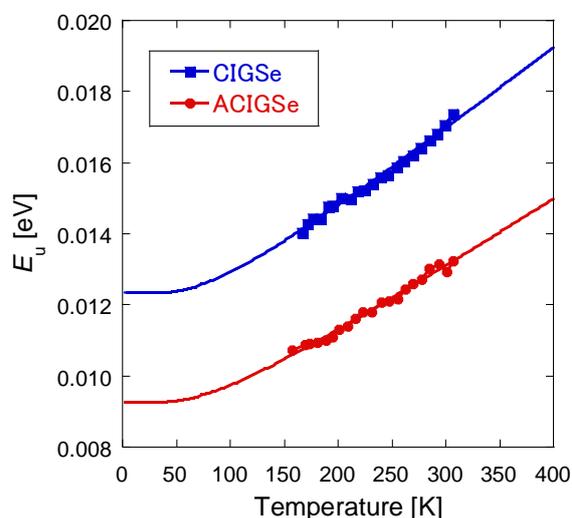


Fig. 1. Temperature dependence of E_u for CIGSe and ACIGSe solar cells.

参考文献

- [1] S. M. Wasim et al., Phys. Rev. B **64** (2001) 195101.
- [2] P. T. Erslev et al., Thin Solid Films **519** (2011) 7296.