

光学データベースを利用した Cu(In,Ga)Se₂ 系半導体の組成・構造解析 Characterization of the composition and structure of Cu(In,Ga)Se₂-based semiconductors using optical database

岐阜大学 未来型太陽光発電システム研究センター¹, ローム フォトニクス研究開発センター²,
産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター³

箕浦 翔太¹, 前川 拓滋², 仁木 栄³, ○藤原 裕之¹

Gifu University, CIPS¹, ROHM, Photonics R&D Center², AIST³

Shota Minoura¹, Takuji Maekawa², Shigeru Niki³, and ○Hiroyuki Fujiwara¹

E-mail: fujiwara@gifu-u.ac.jp

【はじめに】これまでに我々は、Cu(In,Ga)Se₂(CIGS)太陽電池の非破壊評価法の確立を目的として、CIGS 層の誘電関数を異なる Ga 組成 $x=\text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga})$ および Cu 組成 $y=\text{Cu}/(\text{In}+\text{Ga})$ に対して計算可能な光学データベースを構築した¹⁾。特にこのデータベースでは、分光エリプソメトリー(SE)から得られた CIGS 層の誘電関数を用いることにより、CIGS 系半導体の光学特性を Ga および Cu 組成の (x, y) を変数として計算可能である。今回はこの CIGS 光学データベースを適用することにより、さらに CIGS 層の組成・構造評価を行った。

【計算手法】図1は、確立した光学データベースによるCIGS誘電関数の計算方法を示している。特に図1では、光吸収特性を示す ϵ_2 スペクトルを例に(a) x および (b) y に対する計算法が示されている。誘電関数の x に対する変化は、エネルギーシフトモデル²⁾と呼ばれる方法からモデル化されている。このモデルでは、図1(a)に示す様に、計算するGa組成 x_t の ϵ_2 スペクトルを x_1 および x_2 ($x_1 < x_t < x_2$) のスペクトルから決定する。この場合、 x_1 および x_2 それぞれの臨界点(Critical point)が x_t の臨界点と一致する様に、2つのスペクトルをエネルギー方向にシフトさせて合成する。一方、 y に対する計算では、図1(b)に示す様に、計算するCu組成 y_t を y_1 と y_2 ($y_1 < y_t < y_2$) の単純平均として計算する。

【結果および考察】図2は、SE測定によって得られたCIGS誘電関数の実験スペクトル(白丸)と光学データベースを用いた計算スペクトル(実線)の比較を示している。図2に示す様に、実験・計算スペクトルには非常に良い一致が見られ、 (x, y) を変数としてCIGS光学定数が正確に計算できることが確認された。本研究では、この光学データベースを適用したSE解析により、CIGS層の組成・構造解析が高精度で行えることを確認した。

1) 箕浦翔太 他：第73回秋季応用物理学会 (2012)

12p-H8-13. 2) Snyder et al., *J. Appl. Phys.* **68** (1990) 5925.

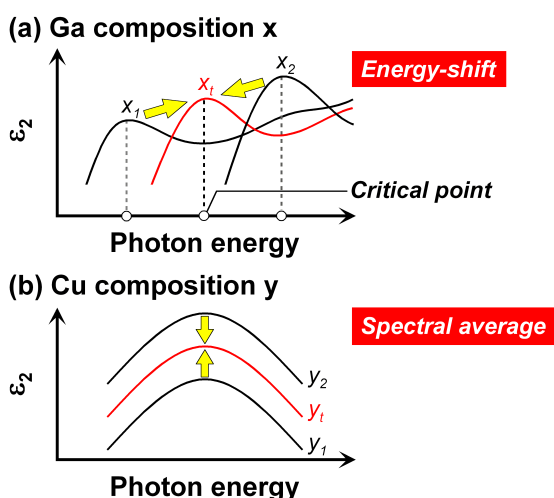


Figure 1. Calculation method for the CIGS dielectric function with different (a) Ga composition x and (b) Cu composition y .

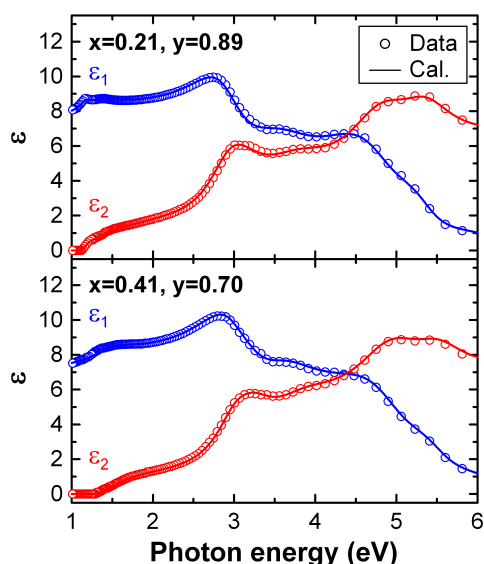


Figure 2. Dielectric functions of CIGS layers obtained from the SE measurement (open circle) and the calculation using the optical database (solid line).