

バンド傾斜構造による $\text{Cu}_2\text{Sn}_{1-x}\text{Ge}_x\text{S}_3$ (CTGS)太陽電池の高効率化

Improvement of conversion efficiency of $\text{Cu}_2\text{Sn}_{1-x}\text{Ge}_x\text{S}_3$ (CTGS) solar cells using graded-bandgap structures

○梅原 密太郎、田島 伸、竹田 康彦、元廣 友美 (豊田中研)

○Mitsutaro Umehara, Shin Tajima, Yasuhiko Takeda, Tomoyoshi Motohiro
(Toyota Central R&D Labs.)

E-mail: umehara@mosk.tytlabs.co.jp

$\text{Cu}_2\text{Sn}_{1-x}\text{Ge}_x\text{S}_3$ (CTGS)太陽電池は、非毒性・非希少元素からなる太陽電池材料として、注目されている[1-3]。我々はこれまでに、 $x=0.17$ の組成で変換効率6.0%を報告するなど、主に多接合太陽電池のボトムセル用途として、そのポテンシャルを明らかにしてきた。CTGSの特長のひとつは、Ge/Sn比を制御することによって、バンドギャップを調整することが可能な点である。本研究では、太陽電池の膜厚方向にGe/Sn比を制御し、 $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ 太陽電池で用いられているようなバンド傾斜構造を形成することにより、変換効率を更新した。

我々は、Ge/Sn比に傾斜をつけるため、新たに2段階成膜法を開発した(FIG. 1)。まず、Mo付アルカリガラス上に、CuとSnを同時スパッタ成膜し、第1のプリカーサを作製した。次に、 GeS_2 とSの雰囲気下で熱処理し第1のCTGS膜を作製した。この上に、Sn含有量を増加させた第2のプリカーサを作製し、 GeS_2 蒸気の発生量を減少させて熱処理することで、第1のCTGS膜よりもGe含有量の少ない第2のCTGS膜を作製した。続いて、バッファ層CdS、窓層ZnO:Ga、Alグリッド電極を形成し、太陽電池を完成させた。

Secondary Ion Mass Spectrometry分析の結果、Ge/Sn比が表面では低く、Mo電極側で高くなっていることを確認した。AM1.5疑似太陽照射下の変換効率は6.7%となり、これまでの変換効率を更新した。CTGSの価電子帯はCuとSの軌道から成るのに対して、伝導帯はSnまたはGeとSの軌道から成る。したがって、Ge/Sn比が変化したことにより、伝導帯に傾斜がついたので、キャリア収集効率が向上したと考えられる。

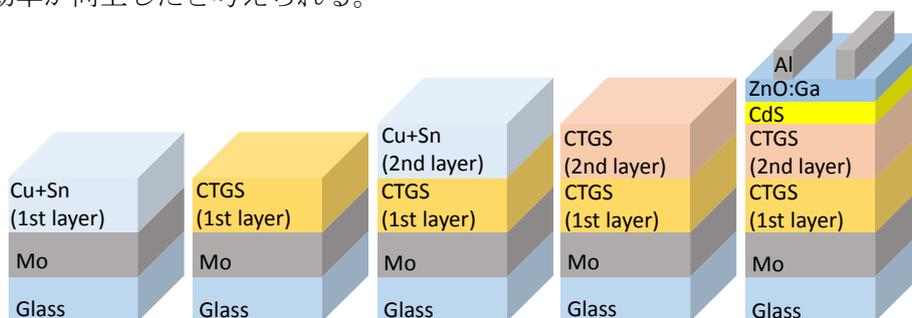


FIG. 1. Schematic of two-step fabrication method to form graded band structures.

謝辞 小川俊輔博士と青木裕子氏に感謝します。

[1] Umehara et al., Appl. Phys. Express, 6 (2013) 045501. [2] Umehara et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cell, 134 (2015) 1. [3] Umehara et al., J. Appl. Phys., 118 (2015) 154502.