

研究タイトル：

汎用材料を用いた CZTS 薄膜太陽電池



氏名：片桐裕則 / KATAGIRI Hironori E-mail: hiro@nagaoka-ct.ac.jp

職名：教授 学位：博士(工学)

所属学会・協会：電気学会, 電子情報通信学会, 応用物理学会

キーワード：太陽電池, 太陽光発電, 薄膜, 脱希少元素, 環境対策

技術相談提供可能技術：真空成膜(蒸着、スパッタ), 薄膜の構造/光学/電気的評価

研究内容：希少元素を含まない新しい薄膜太陽電池の研究開発

エネルギー消費大国・資源小国である我が国にとって、脱希少元素を目指した太陽電池、すなわち、将来における持続的な生産可能性を視野に入れた太陽電池の研究開発には大きな意義があります。我々は、光吸収層に希少元素を含まない、汎用原料だけで構成できる $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (以下 CZTS) 系薄膜太陽電池の研究開発を世界に先駆けて行ってきました。

CZTS は $\text{I}_2\text{-II-IV-VI}_4$ の 4 元化合物半導体で、カルコパイライト $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$ (以下 CIGS) の Se を S で置換し、希少元素の III 族(In, Ga)を II 族 Zn と IV 族 Sn で半分ずつ置換して構成できる材料です。CZTS の各構成元素は地殻中に豊富に存在し(Cu:50 ppm, Zn:75 ppm, Sn:2.2 ppm, S:260 ppm)、毒性が低い特徴を持っています。一方、CIGS 中の In および Se の地殻中の含有量は 0.05ppm 以下で希少元素と呼ばれています。

図 1 に、本研究室で作製している CZTS 薄膜太陽電池の構造模式図を示します。ソーダライムガラス(SLG)を基板とした合計膜厚 $4\mu\text{m}$ 程度の SLG/Mo/CZTS/CdS/ZnO:Al/Al 構造で太陽電池を構成しています。これは、既に量産化が開始されている CIGS 太陽電池の光吸収層 CIGS を CZTS に置き換えた構造です。

図 2 に、本材料系による変換効率の推移を示します。CZTS 太陽電池は、1996 年に本研究室で 0.66% の変換効率で誕生しました。以後、作製手法の改善および作製条件の最適化を通して変換効率の向上に務めてきました。本材料系のポテンシャルの高さに触発されて、2007 年以降、世界各国の研究機関での報告が急激に増加しています。特に、2009 年に我々が変換効率マップを用いて組成比上の活性領域を公表したことにより、各国で高効率セルの報告がなされるようになってきました。

現在では、CZTS が世界的にもポピュラーな研究対象となりました。前述したように、CZTS は日本発の高専発の太陽電池なのです。本校では、JST の CREST 研究として更なる変換効率の向上に向けた研究開発を実施しています。

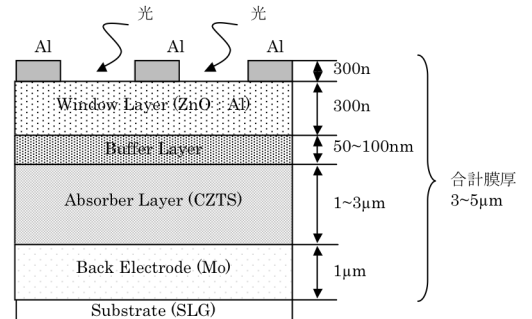


図 1 CZTS 薄膜太陽電池構造模式図

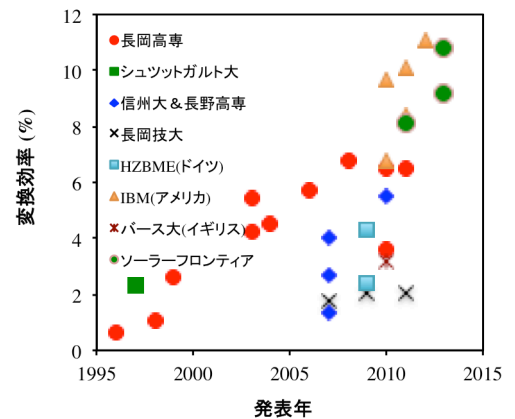


図 2 CZTS 系薄膜太陽電池の変換効率の推移

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	
極低加速電圧走査電子顕微鏡:ULTRA55 (Carl Zeiss)	波長分散型蛍光 X 線分析装置:ZSX-mini (Rigaku)
高周波グロー放電表面分析装置:GD-OES (Horiba)	触針式プロファイリングシステム:Dektak150 (ULVAC)
光電子分光測定装置:JPS-9010 (JEOL)	ダブルラマン分光装置:U-1000 (Horiba)
ICP 発光分析装置:ICPS7510 (Shimadzu)	Hall 測定システム:ResiTest8300(DC-Type) (東陽テクニカ)
UV-Vis-IR 分光光度計:SolidSpec3700 (Shimadzu)	太陽電池出力特性評価システム:J-V, EQE (日本分光)