

高開放電圧 CIGS 薄膜太陽電池の研究開発

研究代表者

J. Sites (コロラド州立大学:アメリカ)

共同研究者

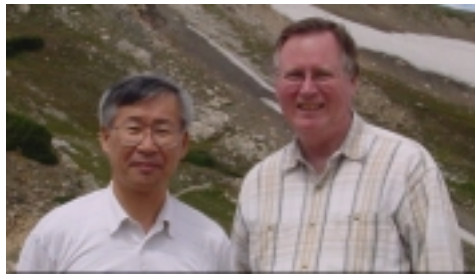
中田 時夫 (青山学院大学:日本)

H. W. Schock (シュツットガルト大学:ドイツ)

M. Contreras (国立再生可能エネルギー研究所、NREL:アメリカ)

山田 明 (東京工業大学:日本)

仁木 栄 (産業技術総合研究所:日本)



T. Nakada

J. Sites



A. Yamada



H. W. Schock



M. Contreras



S. Niki

1. 研究の概要

CuInSe₂ (以下 CIS)系太陽電池は、薄膜太陽電池の中では最も変換効率が高く、小規模ながら試験的市販も行われるようになった。しかしながら、現状の性能は十分に CIS 系太陽電池のポテンシャルを引き出しているとは言いがたい。とくに開放電圧 V_{oc} は理論値に比べて低く、高 V_{oc} 化が CIS 太陽電池の実用化のために極めて重要な課題となっている。そこで、本研究プロジェクトでは、将来の CIS 系太陽電池の本格的市場参入に向けて最も重要となる高い開放電圧を有する CIS 太陽電池製造への指針を提供することを目標とする。さらにプロジェクト終了までに小面積で変換効率 20%以上の達成を目指す。このため、開放電圧を制限している要因を抽出し、これを踏まえた光吸収層の最適化を行う。また、表面・界面制御を実施し、これらを用いた高 V_{oc} 化 CIS 系太陽電池の高性能化を行う。この際、薄膜の結晶学的、電気的評価が必要となる。さらに、太陽電池のセル特性評価や、新規デバイス構造をもった太陽電池を設計する上での基盤技術として、デバイスシミュレーションの開発が極めて重要である。

本研究プロジェクトでは、これらの要素技術開発を、現在 CIS 太陽電池の分野で世界をリードする米国、ドイツ、日本の研究機関が各々得意とする分野を分担し、有機的に研究を推進する。

2. 将来への展望

本研究により CIS 系太陽電池の開放電圧の改善と、それに伴う高効率化が達成されれば、太陽電池の普及が促進され、CIS 系太陽電池を中心とした産業創成、および雇用の創出が期待できる。また、分散型電力網として災害等に強い電力供給網の構築や、発展途上国および離島など、電力網の未整備な地域における分散型電力システムの構築が考えられる。さらに、将来的には、CIS 太陽電池が放射線に強い特長を生かし、大規模宇宙発電への応用が期待できる。これらの実現により、石油代替エネルギー源の確保と、クリーンなエネルギー源として、CO₂ ガス削減および地球温暖化現象の抑制に貢献できると思われる。

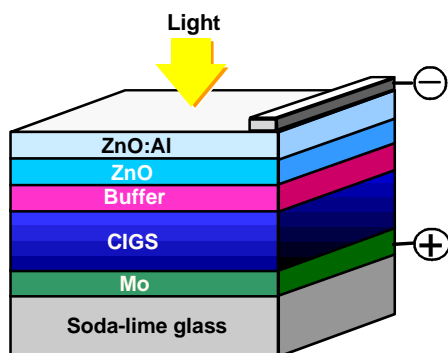


図1 CIS系薄膜太陽電池の構造

Fig. 1 Schematic of CIS-based thin film solar cell

Research and Development of High-Voltage CIS-Based Thin Film Solar Cells for Industrial Technology

Research Coordinator

J. Sites (Colorado State University: USA)

Research Team Members

Tokio Nakada (Aoyama Gakuin University: Japan)

H. W. Schock (Stuttgart University: Germany)

M. Contreras (National Renewable Energy Laboratory: USA)

Akira Yamada (Tokyo Institute of Technology)

Sigeru Niki (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology: Japan)

1. Outline of the Research

In recent years, solar cells have become one of the most promising candidates for new and clean energy sources and thus provided an alternative to oil. Among these solar cells the CIS-based thin film solar cells have attracted much attention as one of the most promising photovoltaic devices since these devices show the highest efficiency among low-cost thin film solar cells and exhibit long-term stability. However, the open-circuit voltage (V_{oc}) is still relatively low compared to its theoretical value. The improvement in the V_{oc} is the most important issue for practical manufacturing of CIS thin film solar cells from the viewpoint of reducing loss at the cell level and improving the efficiency of modules. The main objective of this project is to offer guidelines for manufacturing high-voltage CIS-based thin film solar cells. A second objective is to realize CIS-based thin film solar cells with more than 20% efficiency by the end of this project.

For this purpose, we will investigate new wide-gap absorber materials and devices. We will develop techniques for controlling bulk and surface properties of these absorber layers and absorber/buffer interfaces to reduce carrier recombination. The structural and optical properties of buffer and ZnO/CIGS interface will be pursued using extended X-ray absorption fine structure (EXAFS), photoluminescence, positron annihilation, etc. The defect analysis by admittance spectroscopy, and extensive device characterization and simulation will also be carried out in order to support above investigations. In this research project leading institutes working on CIS thin film solar cells in Japan, USA, and Germany will share the above issues, and will carry out the research and development for the common objectives.

2. Future Development

If the open-circuit voltage related to the cell efficiency can be significantly improved by this joint research, it will advance the practical use of the CIS-based thin film solar cells not only for a terrestrial

power generation due to low-cost high-efficiency devices but also large-scale power generation in space due to its radiation resistive properties. Furthermore, the results of this project have a possibility of leading to a new market for the solar cell industries and to an increase in employments opportunities.