



第179回GMSI公開セミナー

CuInSe<sub>2</sub>系化合物薄膜太陽電池  
～私たちは何を研究・開発し、残された課題は何か～

和田 隆博

龍谷大学理工学部 教授



日時: 2015年11月6日(金) 10:30～12:00

場所: 東京大学工学部2号館 3F 31A会議室

大きな変革を余儀なくされている国内外のエネルギー政策と関連して、ナノテクノロジーを用いたポストシリコン太陽電池の研究開発の動向からは目を離せない。ポストシリコン太陽電池の一つとして注目される化合物薄膜太陽電池の開発の歴史と現状について、この分野の第一人者の和田教授に解説を頂く。

CuInSe<sub>2</sub>(CIS)太陽電池の変換効率の推移と用いられたキーテクノロジーを見るとほとんどの技術が2000年までに開発されたが、最近再び、新しいイノベーションの時を迎えていることがわかる。それで、本講演ではCIS太陽電池が生まれてから1990年まで、1991年から2000年、2001年から2010年、そして2011年から現在と10年ごとに区切って開発状況について述べる。【1991年まで】1975年に米国ベル研のShayらがCuInSe<sub>2</sub>単結晶と蒸着CdS膜を用いてCdS/CuInSe<sub>2</sub>太陽電池を作製し、変換効率=12%を報告した。翌年にはMaine大学のKazmerskiらが全薄膜型のCdS/CuInSe<sub>2</sub>太陽電池を作製した。その後、Boeing Aerospace Co.が蒸着法によるCIS太陽電池の開発を推進した。彼らは、裏面電極にMoを用い、「Bilayer法」を用いてCIS膜の品質を高めて、10%以上の変換効率を達成した。1980年代にはARCO Solar Inc.は大量生産を目指してCIS太陽電池の開発を行った。ARCO Solarは現在ソーラーフロンティアが大量生産で用いている「セレン化法」によるCIS膜の作製技術を開発し、ソーダライムガラス基板やChemical Bath Deposition(CBD)法によるCdS膜の使用等、現在CIS太陽電池の作製で標準的に用いられている基本技術を開発した。彼らは1990年には0.4m<sup>2</sup>の大面积CIS太陽電池モジュールを試作できるレベルまで技術を高めた。これにより、NRELでの屋外暴露試験が可能になり、開発の早い時期からCIS太陽電池の性能の安定性が確認された。また、1980年代から現在までNRELのZungerを中心とした理論グループは基礎的な面からCIS太陽電池の開発を支えた。1990年までのCIS太陽電池の研究開発の状況についてはRockettや櫛屋勝巳氏の解説に詳しい。【1991年～2000年】米国、欧州、日本の研究機関が高効率化を競った時期である。Euro-CISグループでは「Bilayer法」と基板温度の高温化によりCIS膜の品質を高めて、米国よりも早く変換効率15%を達成した。今日Na効果として知られている現象も彼らが見いだした。彼らのアプローチの特徴は基礎研究と技術開発を組み合わせたとある。米国ではNRELが「3-stage Process」を開発して高効率化を加速し、10年以上にわたって最高変換効率を更新し続けた。日本の研究グループは、欧米のキャッチアップからスタートしたが、1995年以降は独自技術を開発し、基礎および応用の両面で貢献した。その中で松下電器の「組成モニター技術(End point detection)」と昭和シェル石油のZn-O-S系バッファ層の開発が特筆される。【2001年～2010年】CIS太陽電池の大量生産技術の開発が活発化し、世界中でたくさんのベンチャー企業がパイロット生産に移行した。その中で、昭和シェル石油の子会社であるソーラーフロンティアが1GW/年の生産規模まで成長した。【2011年～現在】CIS太陽電池の新たなイノベーションの時期を迎え変換効率は21.7%に達している。しかし、KF post-depositionの科学的背景には不明のことも多い。この技術を含めてCIS太陽電池の界面を中心とした理解がさらに進むことから、さらなる変換効率の向上が期待できる。

主催: 東京大学大学院工学系研究科「機械システム・イノベーション」プログラム(GMSI)  
「最先端融合科学イノベーション教育研究コンソーシアム」(CIAiS)  
本件連絡先: 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 教授 丸山 茂夫  
GMSIプログラム事務局 E-mail: [office@gmsi.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:office@gmsi.t.u-tokyo.ac.jp) Phone: 03-5841-0696