

PVSEC18 ショート速報[CIGS 薄膜太陽電池]

山田 明、藤田 稔之 (東京工業大学)

会議名 : The 18th International Photovoltaic Science and Engineering Conference

開催期間 : 2009年1月19日-23日

開催場所 : Science City Convention Center Kolkata, (Kolkata, インド)

*****要 約*****

2009年1月19日-23日、インドのコルカタ市において、第18回太陽光発電国際会議(PVSEC18)が開催された。今回CIGS太陽電池に関しては、最高効率の更新、企業からのモジュール等に関する発表は無く、製膜ならびに評価がメインの発表であった。また、興味もたれた発表は、招待講演に集中していた。招待講演の中で最も興味もたれた発表は、IBMのMitziによるスピコート法を用いたCIGS薄膜の製膜である。溶液から合成した粒子をスピコート、アニールすることで変換効率 12.8%(面積 0.45cm²)が得られていることが報告された。

1. はじめに

第18回のPVSECがインドのコルカタ市で開催された。今回CIGS薄膜太陽電池の発表は、最高効率、モジュールの進展に関するものが無く、製膜手法および評価に関する発表が主であった。但し招待講演者は、韓国KAISTのAhn教授、米国デラウェア大学のShafarman教授など、この分野の主要メンバーが集まる会議であった。本報告では、招待講演を中心に会議の内容を簡単にまとめる。

2. 米国での研究開発

米国からは、Shafarman教授およびUllal教授が招待講演を行った。Ullal教授は、様々な研究機関の太陽電池に関してまとめを行い、CIGS太陽電池の研究テーマとして、1 μ m以下の薄膜化、フレキシブル基板、モジュール化した時の膜の均一性を挙げていた。Shafarman教授は、CIGS薄膜の薄膜化ならびに基板温度の低減について報告を行った。Shafarman教授の発表の基板温度の低減はフレキシブル基板を目指したものであり、両者の発表から、米国での研究のトレンドがCIGS太陽電池の原料問題を見据えた薄膜化、フレキシブル太陽電池にあることが感じられた。基板温度400 $^{\circ}$ Cにおいて製膜したCIGS太陽電池の変換効率は低いものの、550 $^{\circ}$ C 1分間のアニールにより変換効率が向上することが報告された。1分間のアニールでは粒径の増大は認められず、FFおよびVocの回復が認められた。さらに60分間のアニールにおいて粒径の増大が認められ、基板温度550 $^{\circ}$ Cで製膜したものと同程度の粒径、変換効率が得られることが示された。アニールは、製膜後にそのままチャンバー内で行っているが、Se蒸気圧など詳細は不明である。

3. 新製膜手法

東京工業大学からは、タンデム太陽電池のミドルセル材料である禁制帯幅1.4eV帯材料の高品質製膜手法として、アクティブ・ソース法が提案された。高Ga組成のCIGSの場合、高Ga化に伴い得られた膜の粒

径が縮小することなどが報告されている。このため高効率太陽電池は得られていない。そこで、基板温度を上昇させることなく高品質な CIGS 薄膜を得る手法として、蒸着時の高分子 Se を熱クラッキングすることで低分子 Se を生成して製膜する手法、蒸着時の Ga をイオン化して高エネルギーを与え製膜を行う手法が提案された。Ga 量 30%弱の 1.1eV 帯の太陽電池であるが、Se クラッキングにより 16.9%、Ga イオン化において 15.4%の変換効率が得られていた。

IBMからは、ヒドラジンを還元剤に用いて粒子を生成し、スピコートおよびアニールにより CIGS 薄膜を製膜する手法が報告された。還元により作製する粒子は、CuS, InSe, Ga+Se, Se/Sである。この粒子をスピコート、250°C以上 350 以下で膜を乾燥、その後 400°C以上 550 以下でアニールして CIGS 薄膜を得ている。所望の膜厚を得るためには、スピコート・乾燥・アニール工程を繰り返す。アニール温度 490°Cにおいては、酸素アニールの効果が認められ、変換効率が 8.1%から 10.0%に向上することが示された。現状、0.45cm²と言う小面積ながら変換効率 12.8%(Voc: 0.63V, Jsc: 28.2mA/cm², FF: 0.715)が達成されている。また面積 1.1cm²においては、11.6%が得られている。

4. その他

東京工業大学からは、タンデム太陽電池トップ層への応用を目指したAg(InGa)Se₂薄膜の成長および太陽電池への応用が報告された。Ag(InGa)Se₂薄膜は3段階法により作製されており、変換効率 5.3%が報告された。

CIGS 太陽電池は、n 形 CdS バッファ層を CIGS 上に溶液成長法により堆積させる際、Cd が拡散することで変換効率が向上すると言われている。東京理科大学からは、Cd の拡散に変わる手法として有機金属であるジメチル亜鉛による Zn ドーピングが報告された。

テキサス大学（アーリントン）からは、S化によるCuInS₂製膜時のH₂Sに替わる材料として、チオアセトアミドが提案された。Cu/Inの2層構造のS化が報告されたものの、変換効率は示されなかった。

スイス連邦工科大学(ETH)からは、新しいバッファ層としてIn₂S₃が報告された。得られた変換効率は14.4%であり、In₂S₃製膜前にCIGS表面を処理しているとのことだが、詳細は不明である。同じくETHのTiwari教授は、招待講演を行った。現在彼は、ETHよりEMPAの薄膜および光起電力研究所に移動したとのことである。Tiwari教授のグループでは、インクによるCIGS製膜手法の開発、In₂S₃バッファ層の開発、色素増感およびCdTe太陽電池とのタンデム太陽電池の開発等、多岐にわたる研究開発を行っている。ITO/Mo(10nm)基板を用いたbi-facial太陽電池で変換効率 13.5%が得られていること、インク手法を用いたCIGS太陽電池において変換効率 6.7%が得られていることが報告された。

5. おわりに

今回は、CIGS 薄膜太陽電池の変換効率の更新、モジュール効率の更新等は特に無く、若干寂しい感じがする国際会議であった。会議を通しての感想は、日本は高効率化を目指した新製膜手法の開発、欧州は評価技術および技術移転によるベンチャー企業の育成、米国はフレキシブルあるいは非真空プロセスなどによるベンチャー企業の創成にそれぞれ力を入れていると感じられた。また、キャンセルも多くあったが、韓国ならびに台湾からの登録も多く、これらの国々が太陽電池開発に注力している様子が伺えた。但しオリジナルなアイデアと言うよりも、キャッチアップ的な研究が多いのも事実である。しかし、今後大きな脅威と成ることは間違いが無いと感じられた。