

スマートエネルギーWeek : PV EXPO 2014

(株) 科研テック 中上明光

[1] PV EXPO 2014 の展示会の概要

2014年2月26日から28日までの3日間にわたり東京ビッグサイトで開催されたスマートエネルギーWeekの複数展の一つPV EXPO 2014 第7回国際太陽電池展と併設の専門技術セミナーに参加した。今年のスマートエネルギーWeekの全参加者は主催者発表によると67,371人(昨年は76,340人)と昨年より少ないが、太陽電池展は盛況であった。

3.11の東日本大震災後、2012年7月から始まった再生可能エネルギーの固定価格買取制度の実施が契機となり、日本に大きな市場が発生した。昨年はヨーロッパ、日本、中国に大きな市場ありとの期待があったが、今年はヨーロッパの市場は縮小気味である一方、日本と中国には大きな市場ありと、今年の展示会には海外からの出展が目立った。中国からの出展の勢いは昨年以上であり、Yingli Solar, JA Solar, Canadian Solar, Up Solar 他多数の出展があった。韓国からHanwha-Q.CELLS, LG Electronics, HYUNDAI 他、米国からMAXEON SOLAR(米国Sunpower)の出展があった。日本の出展はシャープ、京セラ、ソーラーフロンティア、カネカ等常連の展示のほか施工・システムで新規性を打ち出すJX SolarやLoopは昨年以上に大きなブースで展示していた。

パナソニック、東芝、三菱電機、日立はスマートグリッドEXPOで展示があり、太陽電池パネル～スマートグリッド、エネルギーシステム領域に展開している。

[2] PV EXPO 2014 専門技術セミナー参加報告

同時開催の専門技術セミナーに出席した。太陽電池関係では10の分野についてセミナーが開催された。全世界の太陽電池の出荷額ではシリコン系が約85%を占めている中、今回のセミナーで注目されたのは薄膜太陽電池の分野で化合物CIGS系、有機無機ペロブスカイト型ハイブリッド太陽電池と高効率多接合集光型太陽電池であった。

(1) 薄膜太陽電池

II-IV-VI₂族化合物から成るCIGS(CuInGaSeS:カルコパイライト型構造)太陽電池が小面積ながら光電変換効率が20.4%を超えたことで注目を集めた。この変換効率は多結晶Siの小面積セルと肩を並べた値である。多結晶Siに追いつき、追い越す勢いで今回講演のあったCIGS太陽電池メーカー3社は研究開発を加速していることが伺えた。

①EMPA(スイス)

EMPA社から「低コスト太陽光発電を可能とするCIGS太陽電池技術の進歩と展望」と題して講演があった。EMPA社はこれまでガラス基板(ソーダライムガラス)の他にプラスチック基板(ポリイミド樹脂)の上に3段階法で製膜し、世界最大の変換効率20.4%(2013年1月)を達成した。これまでCIGS太陽電池の高効率化にNaの添加が効果的であることが種々の研究機関から報告されてきたが、今回EMPA社はNaに加えKの添加によりさらに変換効率が1~2%増加することを報告した。Kの添加(実際にはKFを蒸着する)にはNa添加後の逐次的添加が良いこと、NaとKを混合したり、Kだけの添加では効果が上がらない事が報告された。SIMS(二次イオン質量分析)法を用いた深さ方向分析によると表



PV EXPO 2014 会議・展示会場

面からの K の添加により膜中にそれまで分布していた Na は極端に減少し、その代わりに K が膜中に存在する。効率向上の原因追究がさらに進むものと思われる。

②ZSW (ドイツ)

ZSW 社から「高効率 CIGS 太陽電池とモジュールの最新開発成果」と題して講演があった。ZSW 社はソーダライムガラス基板の上に三段階法で CIGS を製膜しバッファ層に CdS を用いて小面積ながら(0.5cm²)変換効率 20.8%(2013 年 10 月)の世界最高値を達成した。変換効率の良いセルと良くないセルの CIGS 層(約 2μm 厚)の断面 SEM(走査電子顕微鏡)観察を行った。その結果、高効率のセルの CIGS 層は 1~2μm の粒子からなるが、効率の良いセルでは成長初期に 0.2μm 程度の微小粒とボイドが形成されている。CIGS の結晶粒の生成状況が変換効率向上に影響しているとの事であった。ZSW 社はプラスチック基板や金属薄膜基板の上にロールツーロール法で CIGS 膜を製膜する技術を開発した。ZSW 社は次世代の環境に優しい薄膜太陽電池と言われているケステライト型 CZTS(CuZnSnSeS)系太陽電池の試作で変換効率 10.34%(面積 0.5cm²)を発表した。

③ソーラーフロンティア (S.F: 日本)

S.F 社から「CIS 系薄膜太陽電池技術の現状と将来展望」と題して講演があった。S.F 社はソーダライムガラス基板上に主成分 CIS(CuInSe)とその上にバッファ層として CdS ではなく環境に優しい Zn(O,H,OH)₂を用いてセルを作製し、819cm²の大面积で変換効率 17.8%を達成した(モジュール効率では 14.6%(1.228m²))。S.F 社は 2013 年度初めて黒字化(営業利益 175 億円)を達成し、2015 年 1Q に宮城県に新工場が稼働し、年産 1GW の生産能力を持つと発表した。

(2) 有機無機ペロブスカイト型ハイブリッド太陽電池の高効率化開発: 桐蔭横浜大学・宮坂 力氏

有機系太陽電池としては、多孔質酸化チタン層表面に色素を塗布し、電界液に浸漬して光電気化学的に電気を取り出す色素増感太陽電池が有名である。変換効率は 11%程度である。最近、有機無機ペロブスカイト型ハイブリッド膜を用いた太陽電池を試作し、変換効率 15~16%の研究報告が現れている。この太陽電池は光吸収層分子内の光による電子・ホール生成を利用したものである。一例として、緻密層(TiO₂)/多孔質 TiO₂の表面に塗布により CH₃NH₃PbI₂Cl のペロブスカイト型有機無機ハイブリッド膜の光吸収層を堆積し、有機正孔輸送層/Ag 電極を付けて太陽電池を形成している。米国 NREL が発表している“Best Research-Cell Efficiencies”の年ごとの研究開発チャートに「ペロブスカイトセル」が太陽電池の構造に登録されたとの事である。ペロブスカイト型有機無機ハイブリッド膜は塗布により 1 分で乾燥製膜が可能である。

(3) 高効率ウエハ接合による 4 接合集光型太陽電池: Soitec (ドイツ)

III-V 族化合物系太陽電池は単一層セルで高い変換効率を上げており、2 層、3 層(2 接合、3 接合)の太陽電池では多接合にすることによりさらに変換効率は向上する。またこの多接合太陽電池は集光して太陽電池に照射することによりさらに変換効率を向上させることができる。この多接合集光型太陽電池の主要市場は宇宙用と地上高集光型太陽光発電であり、2012 年の市場はそれぞれ約 0.8MW 及び約 50MW であった。Soitec 社は集光型太陽電池モジュールにおいてフレネルレンズを用いて 500 倍に太陽光を集光して多接合太陽電池上に照射して、モジュール変換効率 31.8%を達成している。地上高集光型太陽光発電は追尾システムを搭載しており、太陽光が常に垂直にモジュール面に照射するように 2 軸駆動で追尾している。Soitec 社は Fraunhofer ISE 等と共同で 4 接合型太陽電池を開発している。太

陽光の全波長域を有効に利用し、変換効率を上げるためには現在多用されている3接合型から4接合にセルを増やしていく必要がある。接合数を増やすと工程が複雑になり、積層数も増える。転位など結晶欠陥も急増し、かえって変換効率が低下する。そこで、Soitec社のグループは2接合セルと2接合セルをウエハボンディング技術により接合して4接合太陽電池を作製した。GaInP/GaAs//GaInAsP/GaInAsの構造、セル面積5.2mm²、集光297.3sunsで世界最高の変換効率44.7%を達成した(2013年9月)。2接合のウエハボンディング技術の採用によりセルの歩留まりが向上し、良好な生産の可能性、低コスト化への道が拓けたとの事であった。

(4) 高効率Siヘテロ接合太陽電池

基調講演の一つにパナソニック社より「パナソニックにおける太陽光発電の取り組みと今後の展望」と題して講演があった。パナソニック社はHIT^{*1}型のSi太陽電池を開発し、2013年2月変換効率24.7%を達成し、Si結晶太陽電池では最高の変換効率を上げている。この背景には効率を損なう要因：光学損失、キャリア再結合損失、抵抗損失を改善してきた。HIT太陽電池の変換効率の温度特性が多結晶Si型太陽電池の-0.5%/°Cに比べ-0.29%/°Cと低く、夏場など、高温環境でも大きな発電量が得られるのが特徴の一つである。狭小屋根や複雑な形状の屋根にも通常サイズのマジュールとハーフサイズを組み合わせ、限られた屋根の面積からより多くの発電量を確保できる量産マジュールを製造している。

(パナソニック社はPV EXPO 2014後、2014年4月にIBC^{*2}-HIT型太陽電池で変換効率25.6%(143.7cm²)を達成したと発表した。)

HIT^{*1} : Heterojunction with Intrinsic Thin-layer Solar Cell

IBC^{*2} : Interdigitated Back Contact

以上