

## EU PVSEC 2014

(株) 科研テック 中上 明光

2014年9月22日から5日間にわたりオランダ・アムステルダムで開催された第29回標記国際学会及び展示会に参加した。

本国際学会は展示会を併設した実質世界最大の太陽電池に関する国際学会であり、今年は76か国から3000人を超す参加者(昨年と同程度)があった。国別ではドイツが最も多く26%、次いで開催国オランダの7%、日本の127人7%、米国6%、フランス5%、イタリア、韓国、スイス、ベルギー、スペイン、中国、台湾の4%と続く。併設の展示会の国別出展社数の割合では開催地オランダの24%、ドイツの22%、フランス7%、中国、イギリス、ベルギー、イタリアが4%、日本からは1%であった。出展者ではSOLLIANCE(オランダ、薄膜太陽電池のヨーロッパ研究組合)、imec(ベルギー)、Fraunhofer ISE(ドイツ)、ECN Solar Energy(オランダ)といった公的研究機関の大規模出展が目立っており、企業ではSINGULUS(ドイツ)、TEMPRESS(オランダ)といった装置メーカー、SCHMID(ドイツ)、EGING(中国)、SOLIBRO(中国)、Hanergy(中国)などの太陽電池メーカーが出展している学会期間中、連日5つのパラレルセッションが開催され、活発な発表・議論が展開された。今回の会議ではいくつかのタイプの太陽電池で大きな進歩が報告された。今回の会議のハイライトを上げると以下のものであった。



EU PVSEC 2014 国際学会会場

### 〈トピックス 1〉太陽電池とモジュールの新材料とコンセプト

有機無機ハイブリッドのペロブスカイトを光吸収層に使用したペロブスカイト太陽電池が報告された。この1年間で変換効率が19%まで向上し(世界最高はKRICT:韓国化学研究所)、注目に値する新参者として話題を集めた。

### 〈トピックス 2〉ウエバベースのシリコン太陽電池と材料技術

高効率太陽電池として単結晶Si太陽電池で世界新記録が達成された。結晶Si太陽電池(単結晶)が理論限界と言われてきた変換効率25%を超えた。日本のシャープ(明治大学と共同研究)がヘテロ接合—バックコンタクト型太陽電池で変換効率25.1%(面積:19.3×19.3mm<sup>2</sup>)を本学会で発表した。この変換効率は単結晶Si太陽電池で25%を超えた世界で初めての成果として注目を集めた。シャープのプレスリリース(2014年4月)後まもなくパナソニックから同様なタイプの太陽電池で変換効率25.6%(面積:143.7cm<sup>2</sup>)が発表され、現在世界最高記録を達成しているが、本学会での発表はなかった。

### 〈トピックス 3〉薄膜太陽電池

微結晶Si太陽電池ではEPFL(ローザンヌ大学、スイス)より小面積セル(1cm<sup>2</sup>)で変換効率12.63%が報告され、世界記録を更新した。

化合物薄膜CIGS系太陽電池ではソーラーフロンティア(日本)が2014年4月変換効率20.9%を報告し、当時世界最高値を達成した。本学会で、ZSW(ドイツ)が変換効率21.7%を報告し、世界新を更新した。

化合物薄膜CZTS太陽電池は低コスト・資源節約型太陽電池として研究開発が多くの大学・企業等で行われている。昭和シェル石油・ソーラーフロンティア・IBM・東京応化の

グループがこの CZTS 太陽電池で変換効率 12.3%を発表し、世界新記録を達成した。

#### 〈トピックス 4〉多接合と集光型太陽電池

集光型多接合化合物太陽電池において Fraunhofer ISE(ドイツ)は 4 接合太陽電池の 324 倍集光で変換効率 46.5% (予備試験) を発表し、高い変換効率の可能性を示唆した。

#### 〈トピックス 5〉PV アプリケーション

薄膜太陽電池の応用として、軽量、半透明性を取り入れた BIPV (建材一体型太陽電池) のアプリケーションが種々報告された。

#### 〈トピックス 6〉PV-主要電源

国際エネルギー機関によると、次のように予測している。世界の電力供給の 2%が 2019 年には PV で賄われる。国際エネルギー機関の PV ロードマップでは、世界の電力供給の 16%までが 2050 年までには PV で賄われるであろう。PV システム市場は 2015 年には 50GW を超えるであろう。PV 電力は、ヨーロッパ市民の 79%には住宅用電気料金よりも安くなる。

今回の学会で注目を集めた発表のなかで、ペロブスカイト太陽電池とヘテロ接合バックコンタクト型 Si 太陽電池及び CIGS 薄膜太陽電池について以下に紹介する。

#### (1) ペロブスカイト太陽電池

“High Performance Perovskite Based Solar Cells”と題してスペイン・バレンシア大学から基調講演でペロブスカイト太陽電池の現状報告があった。有機無機ハイブリッド膜のペロブスカイトを光吸収層 (p 型) に用いたペロブスカイトは、桐蔭横浜大学・宮坂力教授により初めて紹介された。ペロブスカイト太陽電池では 2014 年の 1 年間で変換効率が 10% から 19%にまで達した。

ペロブスカイト太陽電池は色素増感型有機太陽電池を基本に研究され、有機金属ハロゲン化物ペロブスカイト結晶のナノ構造を用いている。太陽電池の構成例として Ag(Au) (電極) /有機正孔輸送層/CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>/メソポーラス TiO<sub>2</sub>/緻密 TiO<sub>2</sub>/SnO<sub>2</sub>:F/ガラス基板が報告されている。ペロブスカイト層はスピン塗布により短時間で製膜される。ペロブスカイト層の膜厚、ハロゲン化合物の組成、正孔輸送層の材料等の最適化を図っており、現在 19% の変換効率が得られている (韓国 KRICT)。世界各国で研究が進められており、激しい研究開発競争が展開されている。

#### (2) ヘテロ接合バックコンタクト型 Si 太陽電池

“Development of Heterojunction Back Contact Si Solar Cells”と題してシャープから講演があった (明治大学との共同研究)。高効率単結晶 Si 太陽電池には pn 接合に異種の材料を用いたヘテロ接合型と、太陽光の陰となる電極を表面から無くし裏面に配置したバックコンタクト型がある。今回のシャープの発表ではこの 2 つのタイプの言わばいいとこどりをしたヘテロ接合バックコンタクト(HBC)型 Si 太陽電池で変換効率 25.1%を達成し、Si 系太陽電池の理論限界と言われてきた 25%の壁を超えたことで注目を集めた。

シャープが今回発表した太陽電池はセル側の表面テクスチャ構造、ヘテロ接合技術、裏面のバックコンタクト形成技術、パターニング技術などの要素技術を含んでいる。特にパターニング技術は HBC 構造のセル作製には不可欠であり、またヘテロ界面のパシベーションの品質に強く影響するため重点的に取り組んだ。シャープのバックコンタクトの特長は HBC セルを FPC (フレキシブル印刷回路) 上に直接実装される。この技術は既にモジュール技術として開発・経験があり、HBC セルの開発には不可欠な技術との事であった。今回の発表ではこれらの要素技術を結集し、19.3mm×19.3mm のセル面積で変換効率 25.1%

(JETで認証)を開始から3.5年で目標を達成したとの事であった。

### (3) 化合物薄膜 CIGS 太陽電池

“CIGS Thin-Film Solar Cells with an Improved Efficiency of 20.8% …and Higher ”と題して ZSW (ドイツ) から講演があった。これまで、CIGS 系薄膜太陽電池では、ZSW (ドイツ) がガラス基板上に面積  $0.5\text{cm}^2$  のセルを作製し変換効率 20.8%を報告した(2013年 10月)。EMPA (スイス) がポリイミド基板上に面積  $0.5\text{cm}^2$  のセルを作製し変換効率 20.4%を報告した(2014年 2月)。ソーラーフロンティア (日本) が 30cm 角ガラス基板から切り出した約  $0.5\text{cm}^2$  のセルで変換効率 20.9%を発表し(2014年 4月)、世界新記録を達成した。

ZSW の CIGS 太陽電池の構成は  $\text{MgF}_2$  (反射防止膜) / $\text{Ni}/\text{NiAl}$  (グリッド電極) / $\text{ZnO}:\text{Al}$  (透明導電膜) / $i\text{-ZnO}$  (透明導電膜) / $\text{CdS}$  (バッファ層) / $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$  (光吸収層) / $\text{Mo}$  (裏面電極) /ソーダライムガラス基板である。ZSW は基板からの Na の拡散をこれまで利用してきた。ZSW は最近、 $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$  (光吸収層) 製膜後、KF の添加・熱処理 (所謂ポストデポジション処理:PDT) により変換効率が向上することを見出した。セル作製パラメータとして KF 有りまたは無し、Ga/(Ga+In)比、KF の含有量等を最適化し、面積  $0.497\text{cm}^2$  のセルで、変換効率 21.7%を報告し(認証済)、世界新記録を更新した。

ZSW によると、高効率化には Na は必要であり、Na の導入 (ガラス基板からの拡散等) の後 KF の PDT により K を導入すると変換効率向上に効果がある。しかし、その逆(K→Na)では効果は無いとの事であった。

以上