

## EU PVSEC 2015

(株) 科研テック 中上 明光

2015年9月14日から5日間にわたりドイツ・ハンブルグで開催された第31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79か国から2538人の参加者(昨年は3000人超)があった。国別ではドイツが最も多く30.2%、次いで日本が第2位で5.7%(145人)、フランス5.4%、オランダ4.8%、中国、韓国4.1%、スイス3.8%、米国3.6%、イタリア3.8%、スペイン3.2%と続く。太陽光発電における東アジアの進出が本学会でも注目された。学会での発表数では日本は第4位(1位はドイツ)であり、日本からの高効率・新規太陽電池の研究開発の発表に期待が高い。



EU PVSEC 2015 国際学会会場

併設の展示会についてはこのところ回を重ねるごとに規模が縮小し、来場者数が減少しており、ここ3年間(フランス・パリ、オランダ・アムステルダム、今年のドイツ・ハンブルグ)でも太陽電池メーカーや装置メーカー、研究組合の出展数の減少が著しい。今年の開催国ドイツでもFraunhofer研究所(ドイツ)からの出展がなかったこと、中国系の企業の出展が減少しているのも特徴的である。

学会の方は期間中、連日5つの平行セッションが開催され、活発な発表・議論が展開された。今年の会議では、昨年のようないくつかの太陽電池で効率の世界新記録が更新され、賑わったのに比べ、効率が向上した太陽電池の再現性、現象の理論的検討、セル特性・デバイス解析、材料分析など地道な研究が多くみられた。

今回の会議のハイライトを上げると以下のようであった。

### 〈トピックス1〉有機無機ハイブリッドの薄膜ペロブスカイト太陽電池の進捗

初日、“New Materials and Concepts for Solar Cells and Modules”のセッションの冒頭“Perovskite based PV modules for stand-alone and mechanically stacked applications”と題してimec(ベルギー)から招待講演があった。

昨年、彗星のごとく現れ、変換効率20.1%(KRIKT、韓国)の世界新記録をわずか数年で達成したこの新規太陽電池は久々に現れた期待の星と言われた。今年の発表では変換効率20.1%を超える新たな発表は見られなかった。この招待講演で、ペロブスカイト太陽電池のimecでの研究開発状況が紹介された。塗布法の単層セルで変換効率16.5%(面積:4cm<sup>2</sup>、開口部)が報告された。ペロブスカイト層の組成を変えたり、焼成温度を変えたりして結晶相、組成、ヒステリシスなどの基礎的な研究状況が紹介された。

このワイドバンドギャップのペロブスカイトセルと狭バンドギャップのSi単結晶セルとのタンデム(2セル積層)の可能性についてシミュレーションが行われた。太陽光スペクトル全域をカバーした2種類の太陽電池によるタンデムセルで25%の変換効率の可能性を予想した。

## 〈トピックス 2〉切り代の無い n 型エピタキシャル Si ウエハ上に高効率ヘテロ接合太陽電池を形成

“Efficient Heterojunction Solar Cells on n-type Epitaxial Kerfless Silicon Wafers”と題して長州産業（日本）から講演があった。

単結晶 Si イングットから切り出し、表面研磨して太陽電池用ウエハに加工し、その上にヘテロ接合太陽電池を形成する従来方法では、ウエハ状にワイヤソーで切り出す際にかかなりの厚みが切り代として捨てられる。長州産業では米国 CRYSTAL SOLAR 社の CVD プロセスにより気相成長させたエピ Si ウエハを用いて、同社のヘテロ接合太陽電池技術でセルを形成した。この方法ではカープレスで薄いウエハを用いるのでコスト低減が期待される。同社は 150  $\mu$  m 厚 n 型エピ Si ウエハを用いて、裏面エミッタヘテロ接合太陽電池を作製し、変換効率 23.0% (セル面積：243.3cm<sup>2</sup>、全面積) を達成した。同社によると、今後ウエハ中の積層欠陥の低減などの品質の改良により変換効率 24% まで向上できるとのことであった。

## 〈トピックス 3〉薄膜 Si 太陽電池の進歩と挑戦：ヘテロ接合と多接合

“Progress & Challenges in Thin-Film Silicon Photovoltaics : Heterojunctions & Multijunctions” と題してカネカ（日本）から講演があった。

カネカは産総研との共同研究により非晶質 Si (a-Si) / 微結晶 Si ( $\mu$ c-Si) / 微結晶 Si ( $\mu$ c-Si) の 3 接合薄膜 Si 太陽電池を作製し、世界記録の安定化効率 13.6% を達成した。カネカは薄膜 Si の大面積多接合モジュール (1.5m<sup>2</sup>) の量産も行っている。この薄膜 Si 太陽電池モジュールは BIPV (建物と一体化した太陽電池) モジュールとして屋根材に使用されている。

薄膜 Si の技術はヘテロ接合 Si 太陽電池の基本構成膜として適用されている。a-Si 膜は結晶 Si 表面のパッシベーション膜として薄く堆積することにより Voc, FF の向上をもたらし、高効率 Si 太陽電池には不可欠の膜となっている。カネカはさらに今回、銅めっき電極の改良により変換効率 25.1% (面積：>150cm<sup>2</sup>、開口部) を達成したと発表した。これはパナソニックの発表した世界最高の変換効率 25.6% に次ぐもので、数値的にはシャープと肩を並べたことになる (シャープのセルの面積は 19.3mm<sup>2</sup>、開口部)。カネカはこの 6 インチヘテロ接合単結晶 Si と量産規模の Cu メタライゼーション電極を用いて 300w (Pmax) のモジュールを作製し、モジュール効率 20.8% (全面積) を達成した。

## 〈トピックス 4〉全スパッタによる高速製膜フレキシブル CIGS 太陽電池

“All Sputtered Flexible CIGS Cells at High Speed” と題して Midsummer 社 (スウェーデン) から講演があった。

同社はオプティカルディスクの装置メーカーであるが、この装置を太陽電池用に改良し、CIGS 太陽電池を作製した。同社は基板にウエハ状に加工したフェライト系フレキシブルステンレスを使用し、全スパッタ法で Cd フリーの CIGS 膜や電極を製膜できる装置機構のターンキー製造ラインを製造した。

太陽電池のサイズは 156mm × 156mm (全面積)、変換効率は 14.25% であった。組成の異なるターゲットのチャンバーをいくつか採用することにより CIGS 層の Ga の濃度勾配をつけることが可能である。耐久性試験 (DH: 高温多湿試験) では 1000 時間経過でも劣化は見られなかった。

## 〈トピックス5〉自転車専用道に設置した太陽電池モジュールの太陽電池道路:Solar Road

### “Solar Road Operating Efficiency and Energy Yield –a Case Study”

と題してオランダのデルフト工科大学から講演があった。

太陽電池モジュールの応用として、オランダの自転車専用道にモジュールを設置し、その有効性を評価した実験例が紹介された。デルフト工科大学は多結晶 Si 太陽電池モジュールを用いて耐荷重対応、自転車の滑りを防止した構造のプレハブモジュールを自転車専用道の上に設置した。今回の実験のためレーン幅 1.7m、長さ 70m の太陽電池道路が作製された。発電した電気は送電系統に接続された。オランダの自転車道は歩道、自動車道と明

瞭に区別されており、確実に太陽光発電に利用できるスペースである。同大学は Solar Road を公道に利用した新しい道路、持続可能な電源として構想を描いた。道路にかかる荷重は自転車+人であり、自動車のそれとは大きく異なる。狭い国土、自転車の普及しているオランダならではの太陽電池利用技術として今学会でも一押しの特ピックスとして評価された。

自転車専用道に設置した太陽電池モジュールの変換効率とエネルギー生産量を実験道路で解析・評価した今回の実験から、道路監督局は実用化できそうと評価した。同大学は使用太陽電池の種類を検討・専用モジュールとしての改良を加え、さらに実験距離を伸ばしていくとのことであった。



太陽電池道路 : Solar Road の実験道路

以上