

## PV EXPO 2013

(株) コベルコ科研 中上 明光

### [1]PV EXPO 2013 の展示会の概要

2013年2月27日から3月1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標記太陽電池の専門セミナー及び展示会に参加した。PV EXPO 2013 は世界スマートエネルギーウィーク 2013 のひとつとして開催された。3.11 の東日本大震災以降のエネルギー事情の急変から再生可能エネルギー、中でも太陽光発電に寄せる期待が大きく、さらに昨年7月から始まった再生可能



PV EXPO 2013 会議・展示会場

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。ヨーロッパで先行した FIT のかげりが見えてきた中での日本市場への期待から韓国、中国、台湾のアジア諸国のみならず欧米諸国も加わり、PV EXPO では久々の活況を呈していた。今回の PV EXPO 2013 には過去最多の 590 社の出展（主催者側発表）があり、世界スマートエネルギーウィーク 2013 全展示会参加者は 76340 人（主催者側発表）であった。

展示会には国内から太陽電池・システムメーカーのシャープ、京セラ、パナソニック、ソーラーフロンティア、カネカ、大同特殊鋼、グリーンテック、JA ソーラー、長州産業など、韓国から SAMSUNG, HYUNDAI, LG Electronics, Hanwha Q.Cells、中国から Suntech, Yingli, GREEN ENERGY, Up Solar, Canadian Solar などが出展していた。国内重電機メーカーの三菱電機、東芝、日立は「スマートグリッド EXPO」の展示会に大規模なブースを構え、太陽光発電、蓄電池などとエネルギーシステムとして展示していた。

太陽電池の展示にはキーワード「PID：電圧誘起出力低下」が多く見られた。

2011年には34.8GWの太陽電池が世界で生産され、前年比約1.5倍の伸びであった。内訳は結晶系 Si が 86.8%を占め、低価格・軽量・建材としての用途を求め薄膜系の CdTe が 5.9%、Si 薄膜 4.7%、CIGS 系 2.5%となっている。

屋根上発電に加えメガソーラー発電、太陽電池と蓄電池のエネルギーシステムなど日本市場に多くの期待が有る中で開催された PV EXPO 2013 展示会と専門技術セミナーに参加した。今回は生産の殆どを占める結晶系 Si 太陽電池の中でも更に高効率化を目指す「高効率シリコン太陽電池の最新技術動向」と太陽電池・モジュールの長期信頼性評価に関わる「信頼性評価に関する最新の動き」のセミナーに参加した。

### [2]PV EXPO 2013 専門技術セミナー参加報告

#### (1) 高効率結晶シリコン太陽電池の最新技術開発動向

・パナソニックグループ エナジー社 ソーラービジネスユニット 技術グループから「高効率結晶系シリコン太陽電池の最新技術動向」と題して講演があった。

太陽電池（モジュール）の材料別生産シェアを見ると、2011年では結晶系 Si の占める割合は 86.8%であるが、そのうち高効率 Si 太陽電池の割合は 4.3%に過ぎず、今後高効率化に加え低価格化が必要とされる。高効率 Si 太陽電池として①HIT：ヘテロ接合型太陽電池と②IBC：バックコンタクト型太陽電池の2種類が代表として上げられる。

①HIT は基板となる結晶 Si とその上にアモルファス Si 薄膜を堆積したヘテロ（異種）接合型太陽電池であり、講演者のパナソニック（旧三洋電機）が開発したメイドインジャパンの高効率太陽電池である。一方、②の IBC は太陽電池の表面から電極すべて無くして、

p 型、n 型層電極を裏面に形成し、電極による太陽光の陰をなくして発電ロスを低減した構造であり、米国 Sunpower 社が開発・量産化している。

世界の太陽電池モジュール(パネル)の生産量は 2011 年 34.8GW であり、2010 年比 146% の増加を示している。そのうち 21.3GW が中国と台湾で生産され、ヨーロッパ 4.8GW、日本 1.6GW、米国 1.3GW であった。実際の設置容量は 23GW であり、12GW 程度が未使用となっている。高出力化技術として BSF 構造、選択エミッタ構造、バックコンタクト構造などが開発されている。さらに高率化への動きとして p 型単結晶から n 型単結晶への移行が進むものと見られている。n 型ウエハはキャリア寿命が長い、光誘起劣化耐性が高いので高効率太陽電池基板として現在 10%程度の使用が 2020 年には 65%になるものと予想されている。多結晶では p 型が依然主流と見られている。

①のヘテロ接合型には両面利用のダブルヘテロ型、片面利用のシングルヘテロ型、バックコンタクトとヘテロ接合を組み合わせた型があり、それぞれの型で高効率化の研究開発が進められており、厳しい開発競争時代に突入している。現時点でのヘテロ接合型の最高変換効率はパナソニックの HIT の 23.9%(102cm<sup>2</sup>、R&D、2012 年 2 月)である。

HIT 太陽電池の特徴は高い変換効率、高温時での出力が高い(出力の温度係数が Si 結晶太陽電池に比べ低い)、両面発電が可能(両面对称構造)、ウエハの薄型化が可能(両面对称構造のためそり、たわみに強い)である。HIT 構造は昨年来大きな問題となっている PID に強い。HIT の最表面には絶縁膜を用いていないので構造上帯電は起こらない、市場からの PID 報告は無い、PID 耐性試験を社外の第三者機関で実施し、PID 問題は起こっていないとのことである。高効率化へのアプローチとして、キャリア再結合損失の低減、光学損失の低減、抵抗損失の低減に取り組んでいる。

②の IBC 型太陽電池では表面電極をすべて裏面に配置し、電極による太陽光のシャードロス無くして光電流増加を図り、更に n 型基板の特徴を利用して高効率化を進めている。

## (2) 信頼性評価に関する最新の動き

(独)産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター 太陽電池モジュール信頼性評価連携研究体より「太陽電池モジュールの新規信頼性試験法開発」と題して講演があった。太陽電池モジュールの信頼性・寿命の支配的要因となるモジュール周辺部材として太陽電池セル、インタコネクタ、白板強化ガラス、バックシート、充填封止材(EVA等)、アルミフレーム・周辺シール材、端子箱、ポッティング材などがある。

太陽電池モジュールの信頼性に関して、水蒸気バリア性(バックシート、周辺シール材、ポッティング材)がある。DH 試験(高温多湿試験、IEC 規格では 85°C、85%RH×1000h)に関して、結晶系の DH 試験 4000h 後ではバリア性付きバックシートを用いた場合  $\Delta P_{max}$ (太陽電池出力の低下)は 10%の出力低下であるのに比べ、バリア性なしのバックシートでは 40%近く低下している。薄膜系の DH 試験 1000h 後ではバリア性付きバックシートを用いると  $\Delta P_{max}$  の低下は 10%程度であるに比べ、バリア性なしのバックシートでは 50%も低下する。結晶系の EL 像を見ると、DH3500h ではモジュール内の各セルの周辺の EL 像が暗くなり、DH4000h ではセルの周辺が殆ど暗い。中にはモジュール内で全く発光しないセルもある。DH 試験 4000h 後の EL 暗部に位置するフィンガー電極の断面観察・元素マッピングを見ると、電極厚みの減少、電極上への粒子の生成、電極上ならびに電極/Si 界面への Pb の偏析、Na 濃度の増加が見られる。裏面材の水蒸気透過性とモジュール特性の相関を見ると、水蒸気透過率の高い裏面材、水蒸気侵入を遮断した裏面材(ガラス、Al 入りバックシート)で出力維持。水蒸気透過率の低い裏面材で  $P_{max}$  の低下が顕著である。

モジュール内の酢酸について、出力を維持しているモジュールで酢酸の検出量が少ない。このことは水蒸気透過率が低くても発生した酢酸が留まりやすいと劣化が進行しやすいことを示唆している。

TC 試験（温度サイクル試験：-40℃～80℃）と HF 試験（結露凍結試験：85℃・85%RH の高温多湿条件から-40℃間で変化させ結露、凍結に対する耐久性評価）からフィンガー電極のダメージ、はんだ接合部を調べた。フィンガー電極のダメージでは TC50HF10 試験後の FF 変化率は-1.35%、TC400 試験後の FF の変化率は-4.67%であった。

太陽電池モジュールの劣化要因の解析では、長期暴露モジュールの概観で白濁部を解析すると、Si と EVA 界面で剥離が生じている。剥離部ではカバーガラスに起因するナトリウムが析出することを見出した。

これまでの取り組みで、以下のように総括している。

- ・ 太陽電池モジュールの信頼性向上・長寿命化は発電コスト低減のための緊急の課題である。同時に、太陽電池モジュールの長期信頼性を担保し、寿命を正しく判定可能な信頼性試験法の開発も重要である。
- ・ DH 試験や TC 試験を IEC 規格相当よりも延長することで、モジュールの信頼性の差異を明確化できる。
- ・ DH6000 や TC800 の試験後にも、性能劣化を示さない信頼性の高いモジュールも試作できた。
- ・ 太陽電池モジュールの信頼性試験時間の短縮に繋がる高加速度試験法をはじめとする新規信頼性試験法を開発したとのこと。

以上