

太陽能電池模組組裝與 測試驗證

劉建惟

Chien-Wei Liu

Tel: 05-5342601 ext.4152

E-mail: liucw@yuntech.edu.tw

1

National Yunlin University of Science & Technology
Department of Mechanical Engineering

Micro & Nano
Opto-Mechatronics Lab.

太陽光發電(光伏發電, Photovoltaic, PV)之特點

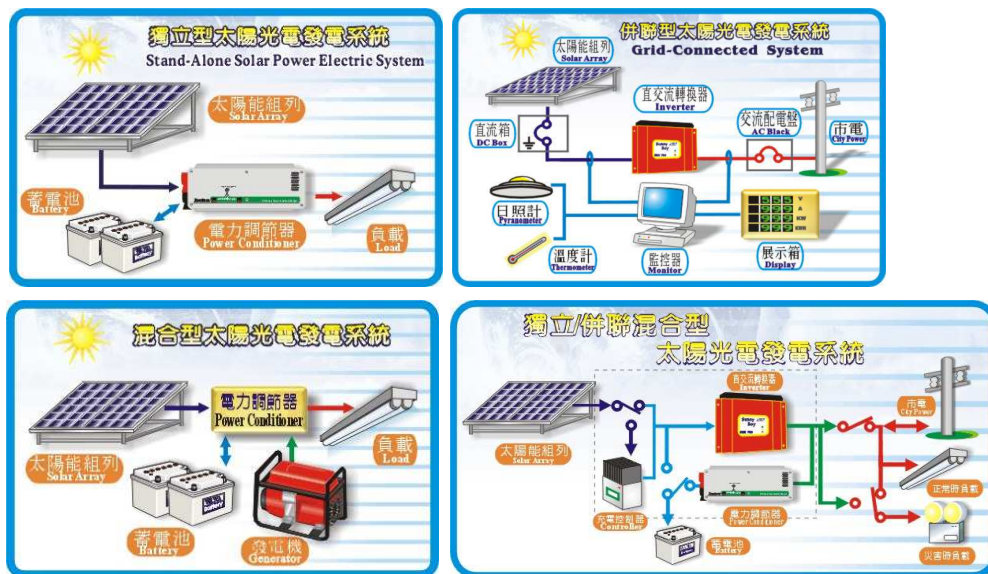
- 太陽電池通常為一種固態半導體元件，將光能直接轉換為(直流)電能，但本身不儲存能量。
- 太陽電池使用方便、無廢棄物、無污染、無轉動部份、無噪音、可阻隔輻射熱、或可設計為半透光。
- 太陽電池模板壽命長久，可達二十年以上。
- 太陽電池外型尺寸可隨意變化，應用廣泛(小至消費性產品，如: 計算機，大至發電廠皆實用)。
- 發電量大小隨日光強度而變，可以輔助尖峰電力之不足(併聯型)。
- 太陽電池未來與建築物結合，將可普及化。

2

National Yunlin University of Science & Technology
Department of Mechanical Engineering

Micro & Nano
Opto-Mechatronics Lab.

太陽光電發電系統種類

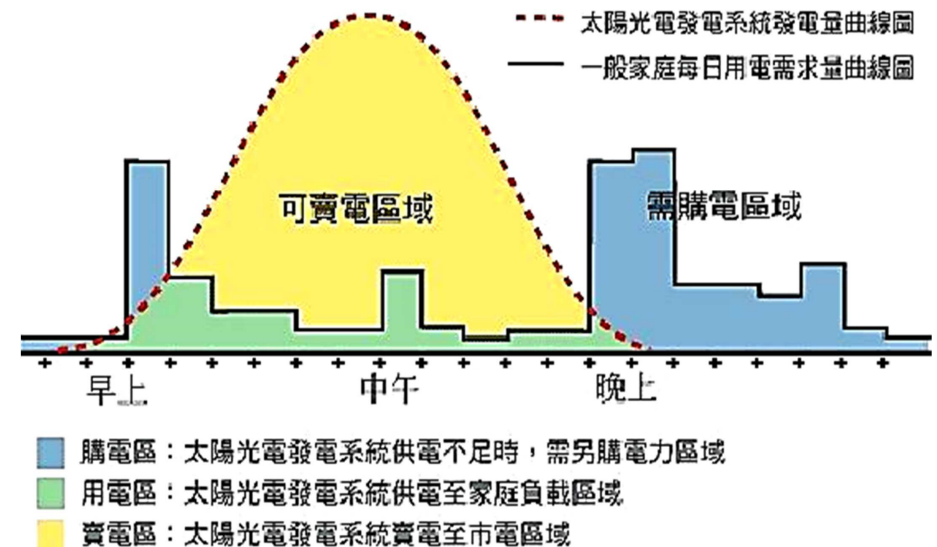


3

National Yunlin University of Science & Technology
Department of Mechanical Engineering

Micro & Nano
Opto-Mechatronics Lab.

太陽光電發電系統發電及負載用電對時間之關係



4

National Yunlin University of Science & Technology
Department of Mechanical Engineering

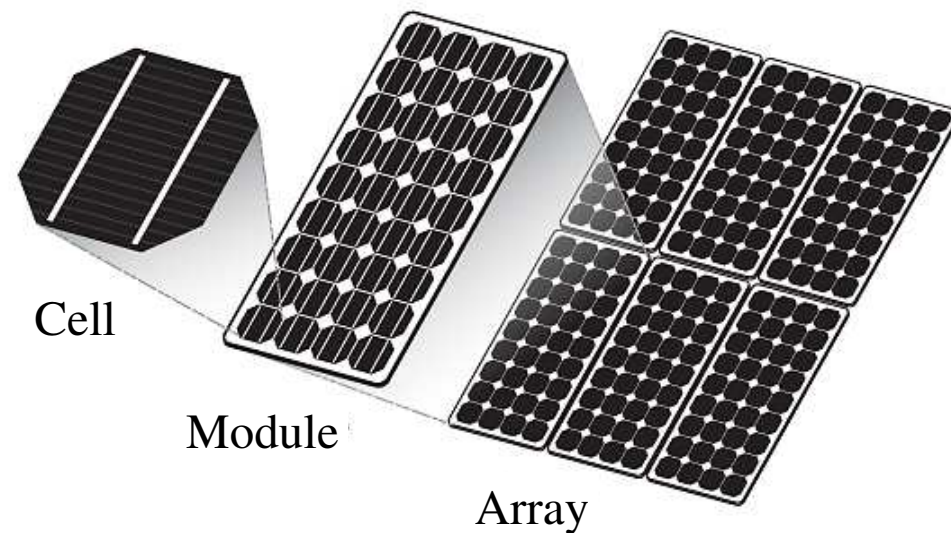
Micro & Nano
Opto-Mechatronics Lab.

結晶矽太陽電池模組製造

- ◆ 太陽電池模板封裝設備
- ◆ 太陽電池模板封裝種類介紹
 - Glass/EVA/Cell/EVA/Tedlar
 - Tefzel/EVA/Cell/EVA/Metal
 - Glass/EVA/Cell/EVA/Glass (BIPV)
- ◆ 太陽電池模板封裝製程介紹
- ◆ 模組特性量測、測試驗證與分析

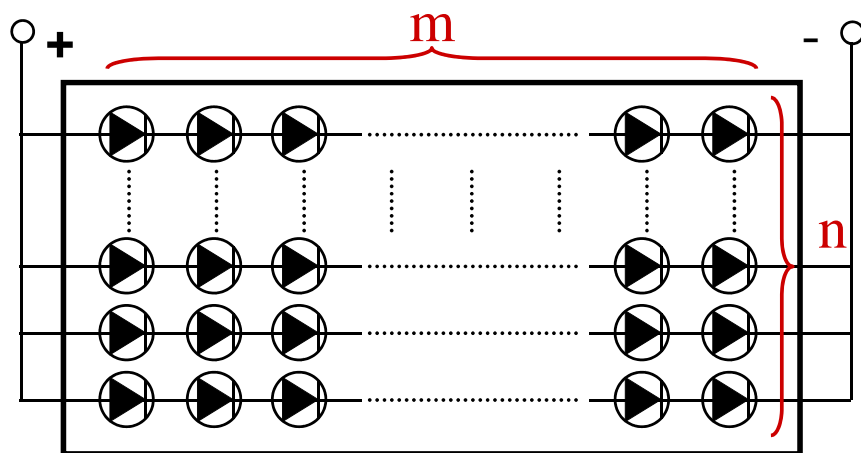
5

太陽電池模組之構成

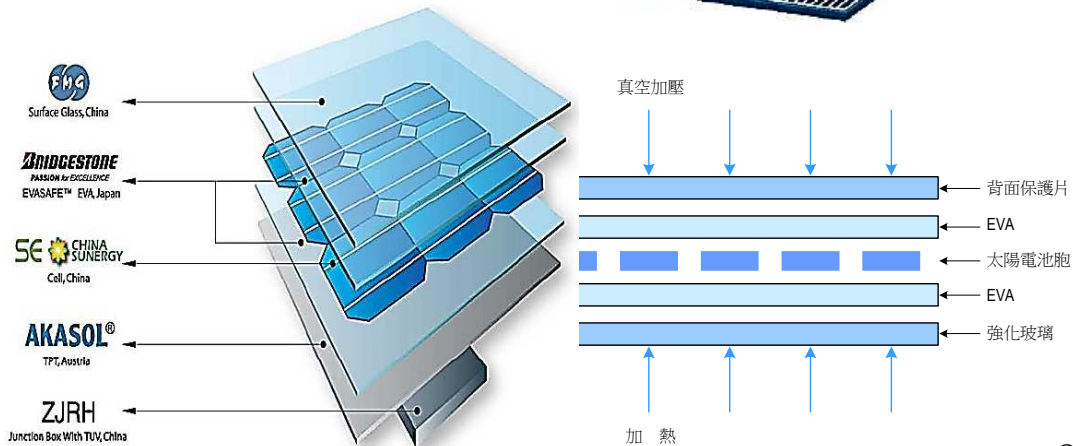
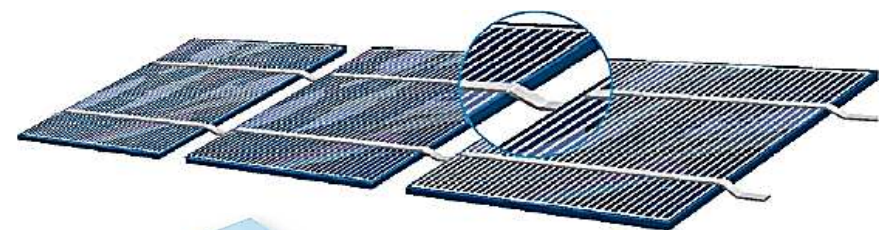


6

串聯增加電壓，並聯增加電流。
若每顆單位電池為 V, I ，
則模組總電壓及總電流為 mV, nI



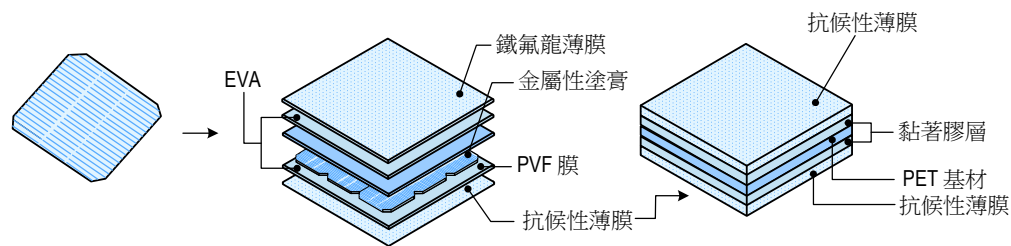
7



8

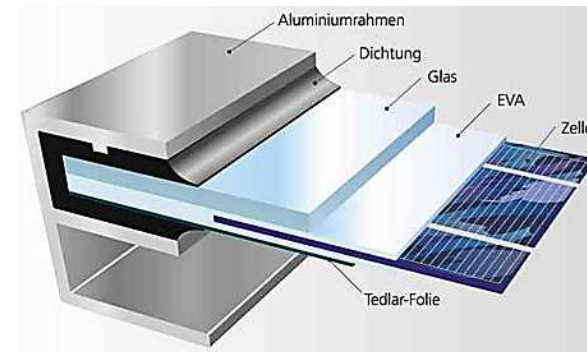
保護性背面板(Back sheet)的特性：

- 良好的耐候性
- 良好的水氣阻絕性
- 良好的抗紫外光線性
- 良好的抗老化性
- 良好的電絕緣性與耐電壓性



9

結晶矽太陽電池模組製造



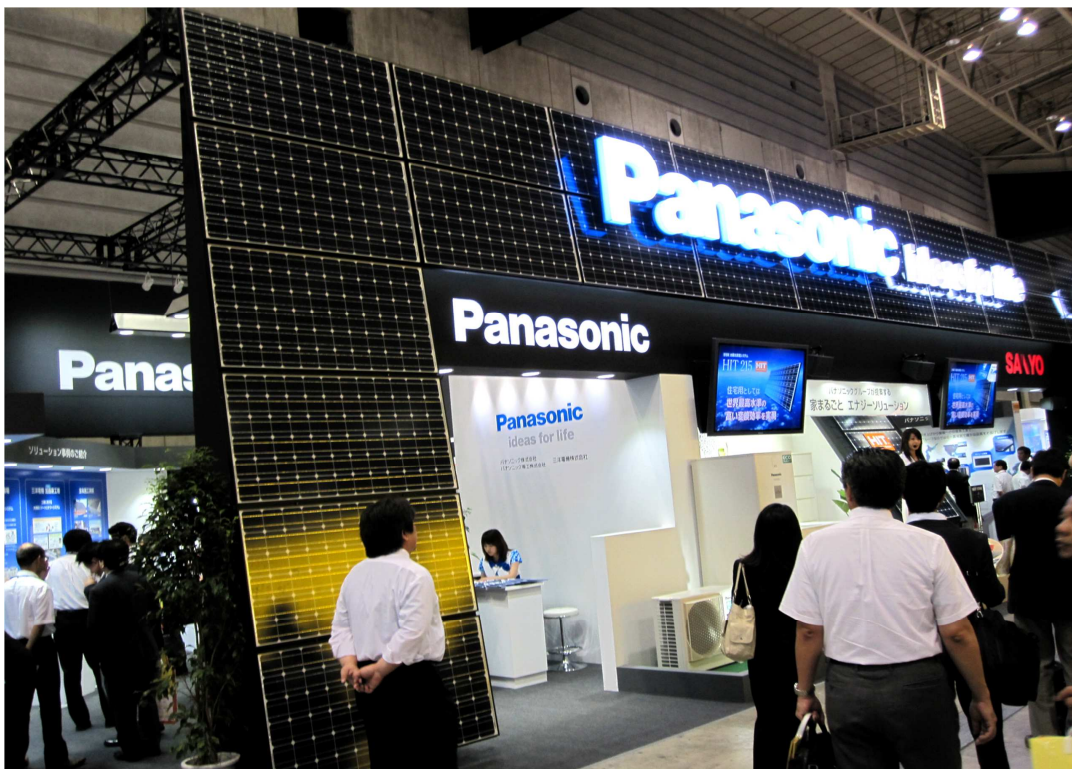
Production of Solar Module

1. Glass Preparation
2. Cell Testing
3. Cell Tapping + Stringing
4. Circuit Formation
5. Module Preparation
6. Module Lamination
7. Framing
8. Performance Test

EQUIPMENT

- Wash Station
- Cell Tester
- Tabber/Stringer
- Bussing Station
- Layup Station
- Laminator
- Final Assembly Station
- Module Tester

12



Glass Preparation

- 以中性清潔劑清洗玻璃，將上面之油污清洗乾淨，並防止中性清潔劑殘留在上面，所以必須以清水清洗乾淨。

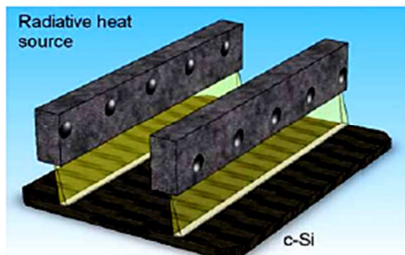
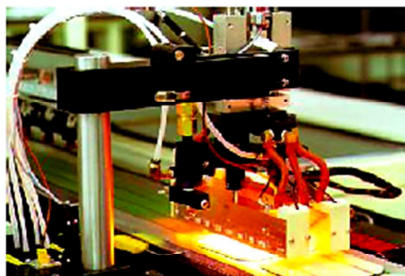
13

Cell Tabbing & Stringing and Circuit Formation

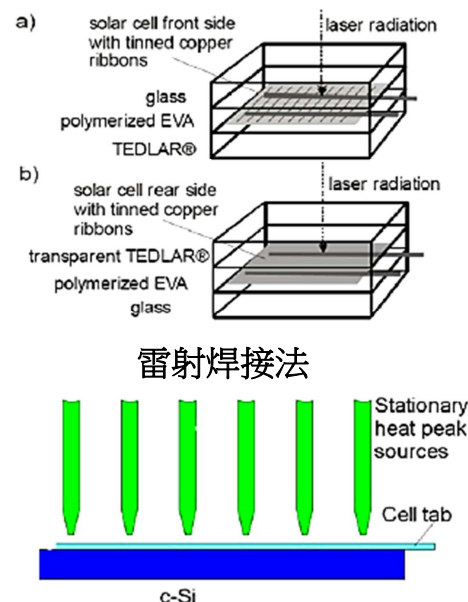
- 晶片之焊接採用串聯方式。焊接必須防止錫之高點、尖點、假焊，焊線要直，所以焊接溫度、速度及施力大小非常重要。焊接所使用之助焊劑非常重要，必須為No Clean(免清洗)，且模板在太陽下長期使用並不產生黃變(Yellowing)。

14

各種的連線方式



紅外線加熱法



多接頭焊接法

15

Module Preparation

- 疊層之次序由下而上為強化玻璃，EVA，已焊接之晶片、EVA，Tedlar (Tedlar必須注意那一面為處理，處理面朝EVA)。玻璃若採用太陽電池模板專用玻璃，亦必須注意其正反面。所以整體由下而上之次序為：強化玻璃 /EVA/CELL/EVA/Tedlar。

16

Module Lamination

- 壓合工作在Laminator之機器上進行，其步驟為上下Chamber設定溫度為120°C，上下Chamber抽真空9分鐘，上Chamber放真空，再抽2分鐘，其目的為將疊層之材料予以貼合在一起，且材料間完全沒有氣泡之產生。硬化之製程在烘爐中進行25分鐘x150°C。
- 硬化目的為將EVA材料硬化成型，EVA會產生架橋作用，且會與玻璃及Tedlar完成黏著作用，玻璃間之接著，靠著Coupling Agent間之反應成型。本製程EVA之硬化不可超過170°C。

17

Framing

- 將成型模板四週之Tedlar予以沿著玻璃裁切整齊，然後在寬之焊線上將Tedlar挖孔，將焊線接出，以電線及錫焊方式予以焊接。
- Module周圍貼雙面膠帶，再以螺絲鎖框完成組裝工作。
- 將模板接出來之電線接在線盒上。

19

真空熱壓封裝機

NISSHINBO日製Laminator 350S型封裝機，最高溫度可達180°C，具可程式之電腦，將製程數據輸入電腦中即可單鍵啟動並完成所有步驟。



18

Performance Test

- 模板裝完線盒後，在模板效率模擬測試機上進行效率測試。
- 測試後包裝出貨。

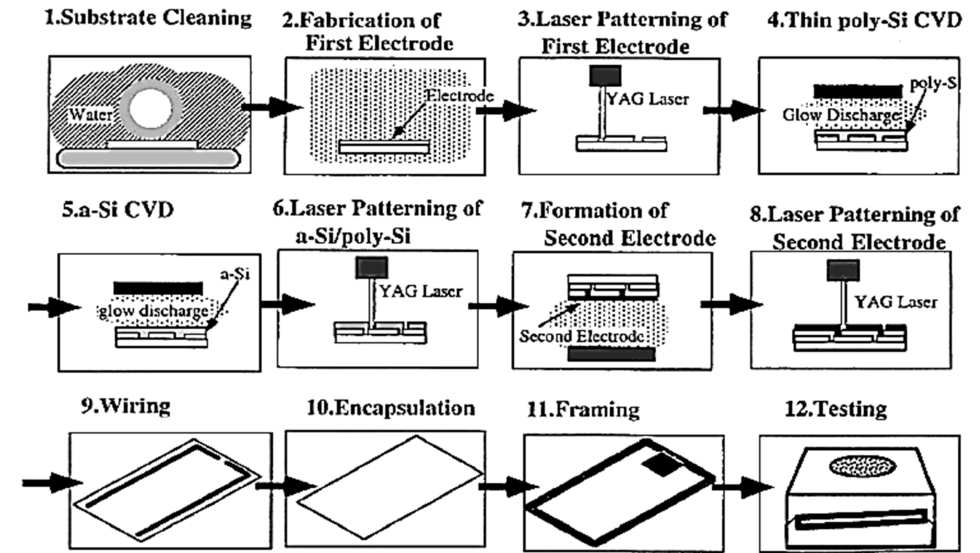
20

Cells Testing and Sorting

- 晶片欲封裝前必須先經效率測試予以分類，由於焊接採用串聯方式，所以模板效率取決於最低一塊晶片之效率，所以必須嚴格執行分類，而晶片必須先行檢查，將有破裂、缺角等缺陷之晶片，先行剔除，防止封裝時單一晶片破裂，而影響整塊模板之效率。而取用晶片時必須戴上專用塑膠手套，手套必須為防靜電手套，及防油污作用。

21

Tandem α -Si/ μ c-Si solar cells module



22

Series Circuits by Laser Scribing

23

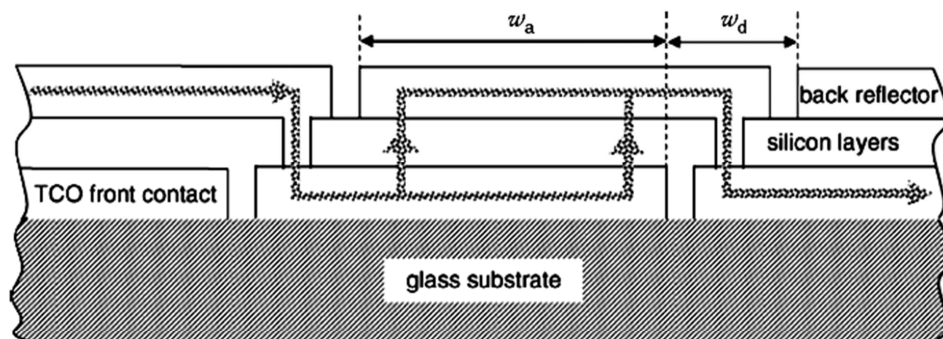
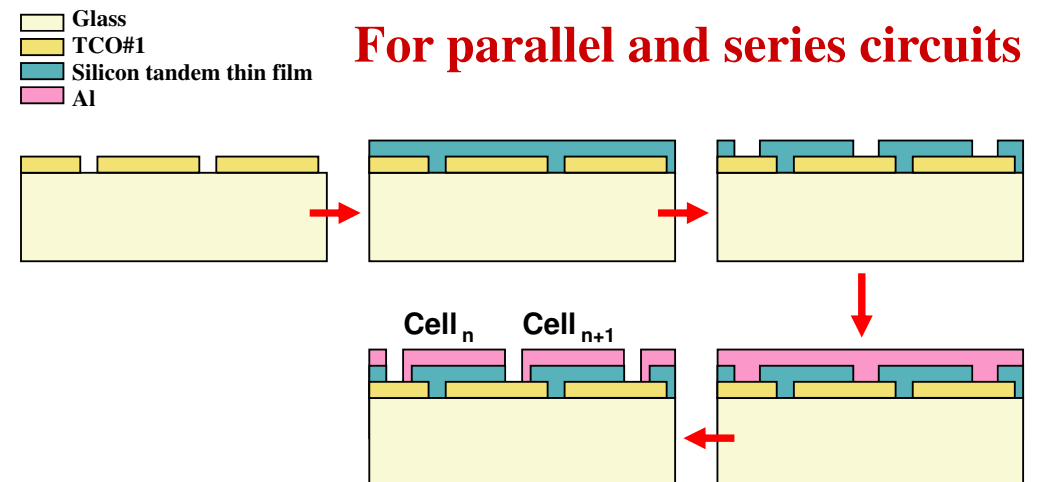


Fig. 8.11. Monolithic series-connection of silicon thin film solar modules by a sequence of deposition and laser scribing steps. The current flow is indicated by the dotted arrow. For calculation of resistive and optical losses the active cell width w_a and dead area width w_d are needed

Laser Scribing Process

24





太陽能模組可靠度試驗

- 太陽能模組的使用壽命一般至少是20年至30年，因此，相關的可靠度試驗是要用來驗證太陽能模組在20年後的老化情形。
- 目前太陽能模組最常用的國際試驗條件就是IEC61215的試驗條件，至於JISC8917或是GB9535以及UL1703都是從IEC衍生出來的。
- 另外，IEC61215的試驗適用於結晶矽型太陽能模組，而矽薄膜型太陽能模組則需使用IEC61646的規範。

http://www.kson.com.tw/chinese/study_24-10.htm 江志宏

26

National Yunlin University of Science & Technology
Department of Mechanical Engineering

Micro & Nano
Opto-Mechatronics Lab.

太陽能模組試驗規範列表

IEC 61215-陸地用太陽能電池元件環境試驗方法 (GB 9535)
IEC 61646-地面用薄膜型光伏元件設計鑒定與定型
GB 9535-陸地用太陽能電池元件環境試驗方法 (IEC 61215)
GB 19064-家用太陽能光伏電源系統技術條件與試驗方法
JISC 8917-晶系太陽能電池與模型的輸出電壓及輸出電流之溫度係數的量測方法
UL 1703
IEEE 1262
IEC 61215-適用於陸上安裝之結晶型模組(檢驗測試、工廠檢查)，不適合於聚光型模組

27

National Yunlin University of Science & Technology
Department of Mechanical Engineering

Micro & Nano
Opto-Mechatronics Lab.

太陽能電池模組之可靠度測驗

- 太陽能電池模組主要的國際認證標準項目有：
 - 01 目視檢查測試標準。
 - 02 環境測試標準。
 - 03 絕緣測試標準。
 - 04 壽命測試標準。
 - 05 公稱操作電池溫度測試標準。
 - 06 溫度反應測試標準。
 - 07 於標準測試環境及操作電池溫度下，性能測試標準。
 - 08 抗紫外光線測試標準。
 - 09 溫度係數測試標準。
 - 10 在戶外曝曬測試標準。

28

National Yunlin University of Science & Technology
Department of Mechanical Engineering

Micro & Nano
Opto-Mechatronics Lab.

太陽能電池模組之可靠度測驗

- 11 靜電測試標準。
- 12 光譜反應測試標準。
- 13 最大功率測試標準。
- 14 在低輻射光照射下測試標準。
- 15 熱循環測試標準。
- 16 熱點耐久性測試標準。
- 17 濕熱或濕冷測試標準。
- 18 旁路二極體熱測試標準。
- 19 漏電流測試標準。
- 20 外引線端強度測試標準。
- 21 冰雹測試標準。
- 22 機械負荷測試標準。

29

成品外觀檢查

- 01 外表面破掉裂開。
- 02 晶片破裂。
- 03 晶片裂痕。
- 04 接線錯誤。
- 05 晶片接觸到另一片。
- 06 界面接著不良失敗。
- 07 在模板中氣泡或脫層形成一連續路徑，介於晶片與邊角之間。
- 08 錯誤之線端。
- 09 其他之情形會影響到模組之性能。

30

太陽能電池模組可靠度測驗

- 最大功率的測定(Maximum Power Determination): 在進行各項測試前後，需作最大功率的量測，用以判斷衰減是否超過5%，若測試項目無特別要求則為8%。
- 絕緣測試(Insulation Test): 在每一項測試後均需要作測試，因為經過嚴苛的測試後，模組就有可能發生漏電現象。

步驟一: 0V to 1000V(1s速度增加)[最大電壓不超過50V時，則測試到500V]

步驟二: 500V直流電壓

步驟三: 量測絕緣電阻(耐壓試驗結束後，進行絕緣電阻量測)

試驗要求: 絕緣電阻 $\geq 40\text{Mohm/m}^2$

31

太陽能電池模組可靠度測驗

- 溫度係數的測量(Measurement of Temperature Coefficients): 量測出模組的電流、電壓和最大功率，以推斷出溫度係數。
- 標稱工作電池溫度(NOCT)的量測(Measurement of Nominal Operating Cell Temperature): NOCT 的定義為在標準參考環境(SRE)下，開放架式安裝模組的太陽能電池的平均溫度。SRE 是在無重力下，模組傾斜角與水平成45°、總照射光800W/m²、周圍溫度20°C、風速1m/sec。

32

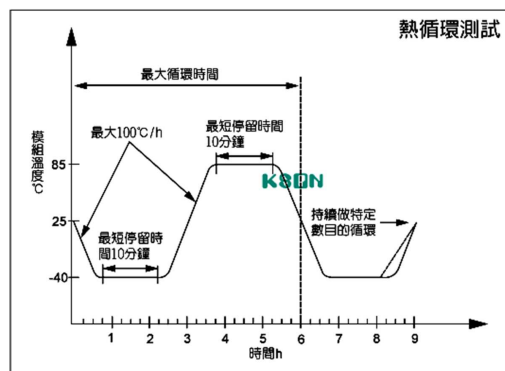
太陽能電池模組可靠度測驗

- 在標準測試環境(STC)和NOCT 下的性能(Performance at STC and NOCT): STC測試是將模組維持在 25°C ，使用陽光或標準規格的日光模擬器，測量其在 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 照射下之電流-電壓的特性。NOCT 測試是將模組均勻加熱至NOCT，並測量其在 $800\text{W}/\text{m}^2$ 照射下之電流-電壓的特性。
- 在低照射光下的性能(Performance at Low Irradiance): 測試在 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下，以 $200\text{W}/\text{m}^2$ 的自然光照射，測量模組的電流-電壓特性。
- 室外暴露測試(Outdoor Exposure Test): 對模組暴露放置室外之抵抗力作初步的評估，找出在實驗室內無法偵測出的劣化影響。
- 熱斑耐久試驗(Hot-spot Endurance Test): 在模組中若有電池損壞時，該電池將不再發電並變換成一電阻，在模組中消耗熱能而發電，這現象稱為熱斑效應。

33

熱循環測試

- 熱循環測試(Thermal Cycling Test): 溫度一直重複變化會使物品產生熱不均勻性、疲勞和其他應力，這是一種加速老化的試驗，模擬模組實際使用的情形，因溫度變化範圍大，模組經過200 次的循環後很容易損壞，是失敗率很高的一項測試。



35

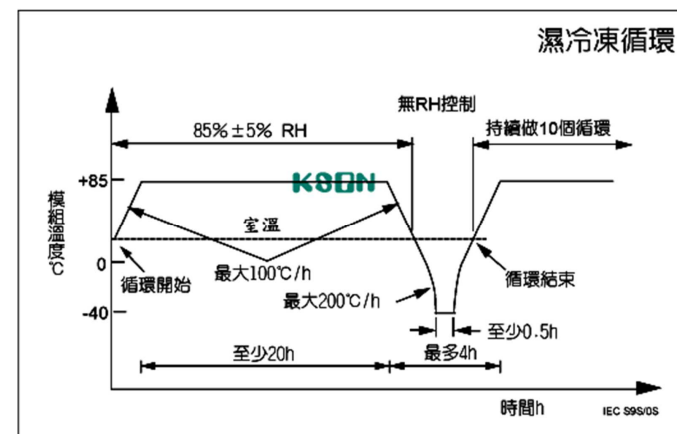
太陽能電池模組可靠度測驗

- 紫外線(UV)前處理測試(UV Preconditioning Test): 在進行熱循環或濕冷凍測試前，用紫外線照射來發現可能會產生的EVA 黃化、接線盒脆化等現象，而無法通過將要進行的測試。
- 溼熱測試(Damp-heat Test): 主要檢測模組抵抗濕氣長期滲透之影響力，或在模組表面產生結晶物，也是失敗率高的試驗。
- 引線端強度試驗(Robustness of Termination Test): 測試引線端的聯結方式是否能夠承受正常安裝和操作過程中所受的力。

34

濕冷凍測試

- 濕冷凍測試(Humidity-freeze Test): 主要在測試模組在高溫高濕與零下 40°C 低溫之間轉換的抵抗能力，也是失敗率極高的試驗。



36

太陽能電池模組可靠度測驗

- 濕漏電流測試(Wet Leakage Current Test): 測試模組對雨、霧、露水或溶雪的濕氣不會進入模組中，氧化內部零件。
- 機械負荷測試(Mechanical Load Test): 測試模組抵抗風、雪、冰或靜負荷的能力。
- 冰雹測試(Hail Test): 驗證模組有抵抗冰雹撞擊能力。
- 旁路二極體熱測試(Bypass Diode Thermal Test): 旁路二極體是用來防止模組發生熱斑效應，本測試主要是測試旁路二極體在使用上的可靠性。

37

Thank you !

38