



# 全球太陽光電市場與技術發展分析

郭權輝

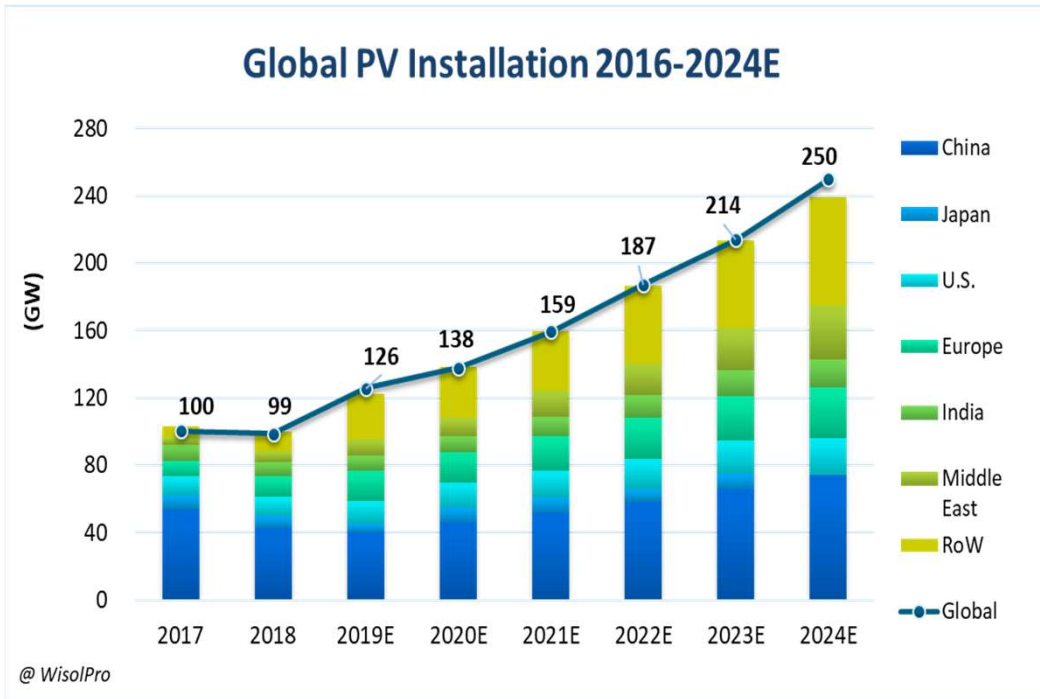
June 21<sup>th</sup> , 2019

WisolPro  
201510

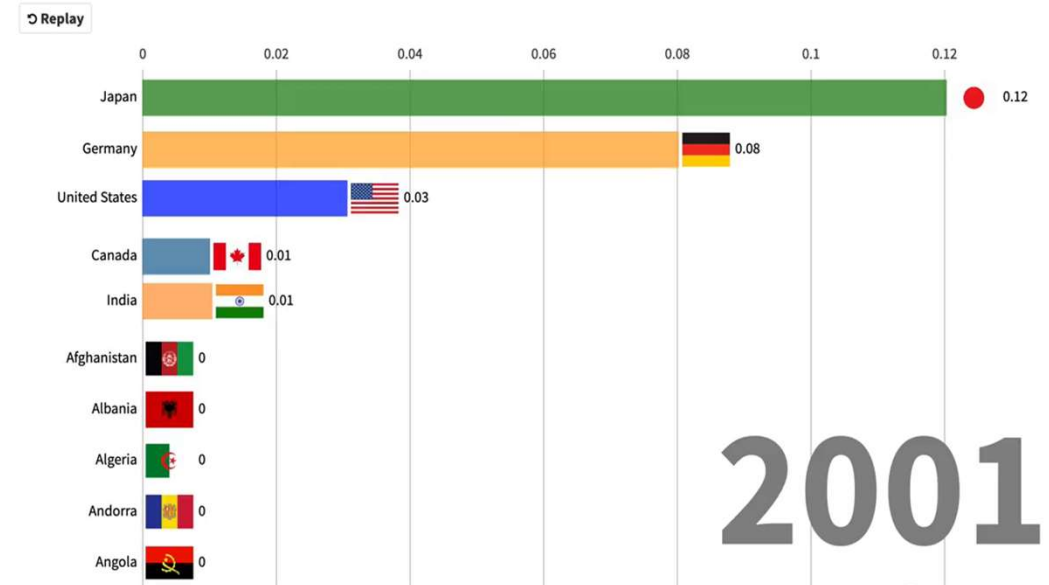


# 全球太陽光電安裝量預測 2016-2024

- 2019 全球太陽能預計新增安裝量125GW ；而到2024年全球太陽能新增安裝量預測將有250GW
- 全球前四大安裝國家依次是: 中國、美國、印度和日本， 占比全球安裝量六成以上



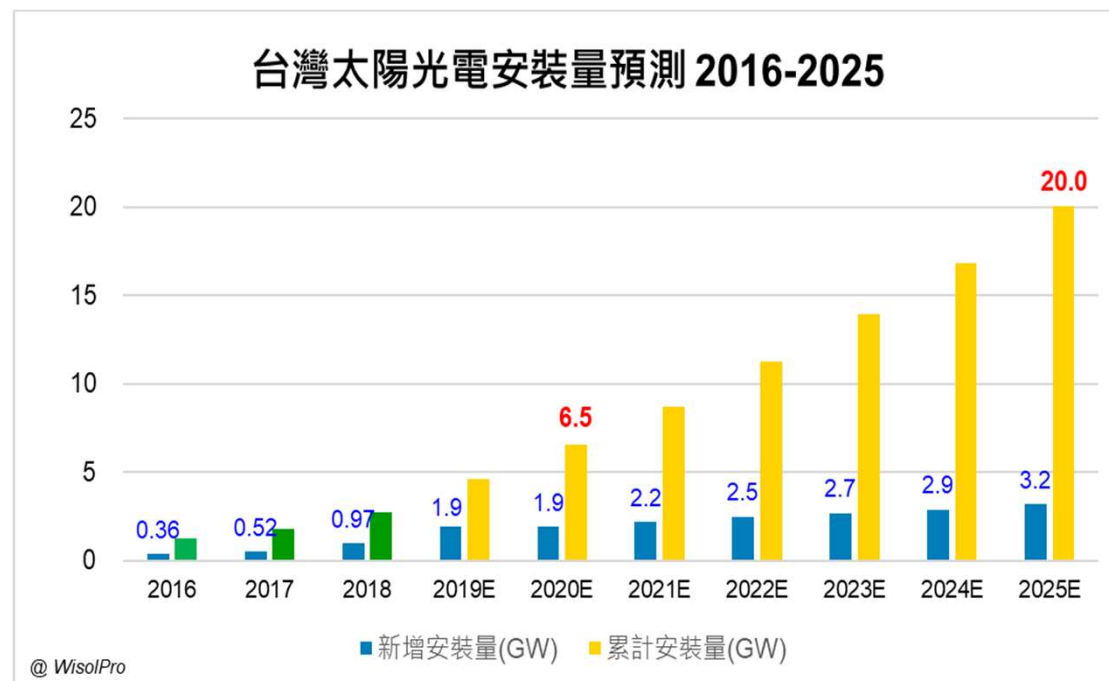
Cumulative annual PV installations by country, 2001 - 2024E (GWdc)



Source: Wood Mackenzie Power & Renewables, Global solar PV market outlook update: Q1 2019

# 台灣太陽光電安裝量預測 2016-2023

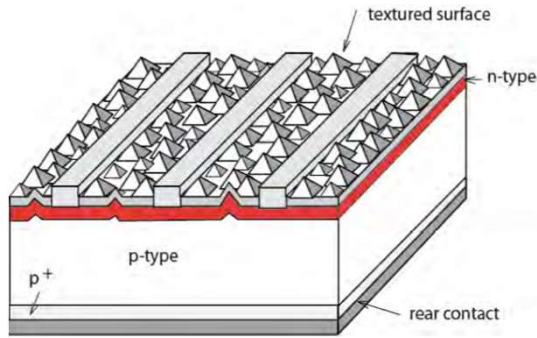
- 2018年台灣新增太陽光電安裝量為0.97GW；今年經濟部預測新增安裝量為1.9GW，年成長率96%；今年全台累計太陽光電安裝量將達到4.6GW
- 若維持此一新增安裝量，2020年累計安裝量目標6.5GW可望達標；2025年20GW累計容量的目標，則需看明年一月總統大選結果，以及後續可再生能源政策的支持



\* 全台太陽光電裝置累計容量到5/15，3314MW

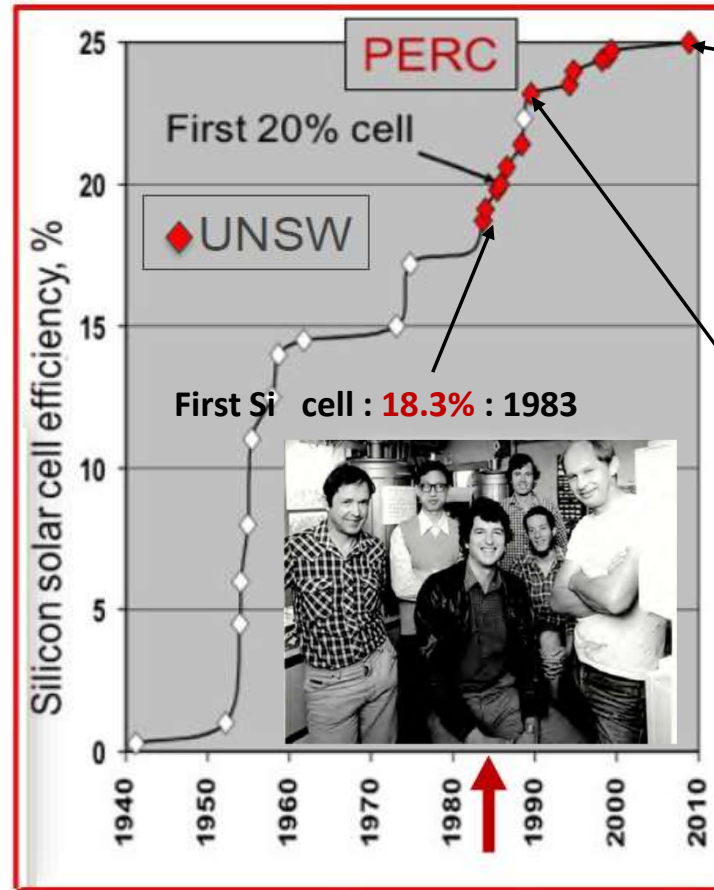
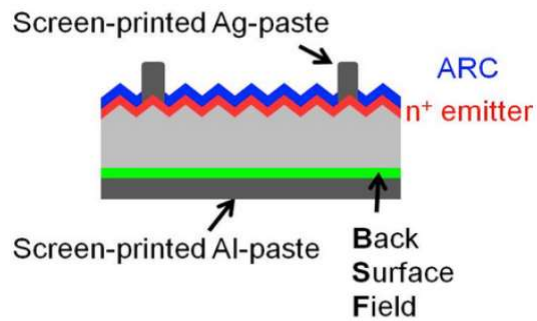
台灣	2016	2017	2018	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
新增安裝量(GW)	0.36	0.52	0.97	1.9	1.9	2.2	2.5	2.7	2.9	3.2
累計安裝量(GW)	1.25	1.77	2.74	4.6	6.5	8.7	11.2	13.9	16.8	20.0

# 晶矽電池結構發展 -1

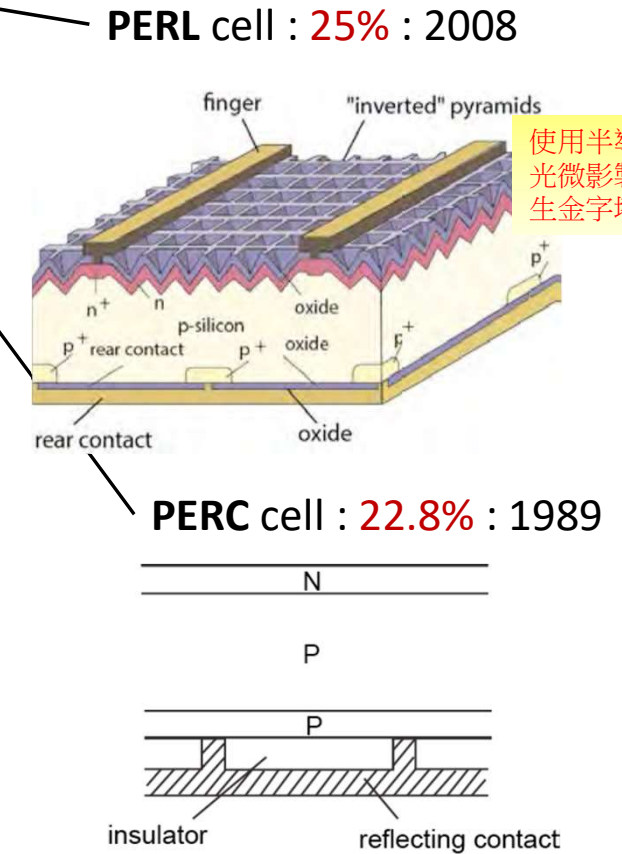


“17% - Black cell” developed in COMSAT in 1974 (Haynos et al., 1974).

真正商業化量產是2004年後，並在上層鍍抗反射層(ARC, Anti Reflection Coating)



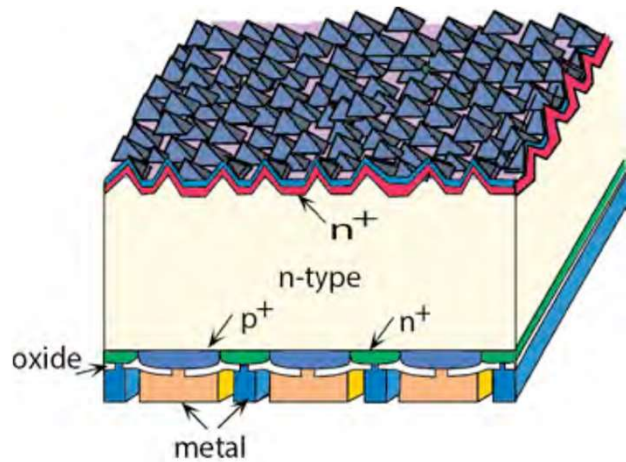
Sources: Martin A. Green, UNSW, Sydney



使用半導體黃光微影製程產生金字塔結構

# 晶矽電池結構發展 -2

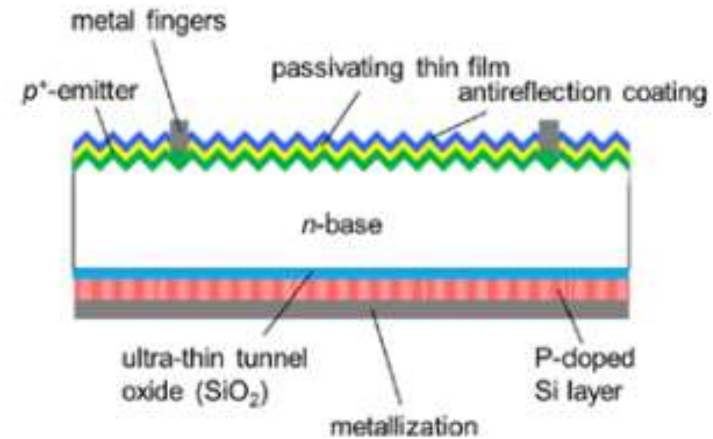
## Interdigitated Back Contact (IBC)



First developed by Stanford University in the mid- to late-1980s

1. PN junction in rear side
2. None Ag paste in front side
3. Complex manufacturing process  
(SunPower IBC - 25.2%)

## Tunnel Oxide Passivating Contact (TOPCon)



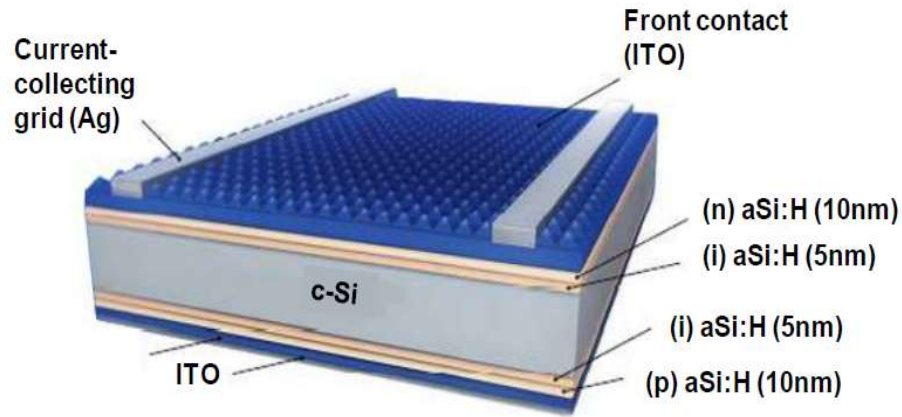
Developed by Fraunhofer ISE with 23% efficiency in 2013

1. Thin tunnel interfacial oxide for rear passivation layer
  2. Easy upgrade by commercial PERC cell line
- ISE TOPCon - 25.8% in 2017 (lab scale)/  
Trina TOPCon – 24.58% in May 27, 2019 (commercial)



# 晶矽電池結構發展 -3

## Heterojunction with Intrinsic Thin-layer(HIT)



First developed by Sanyo (now Panasonic) in 1981

1. Simple manufacturing process flow
2. Low temperature in process (200-250°C)
3. Complex manufacturing process  
Panasonic HBC - 25.6% in 2014 /  
Kaneka HBC – 26.3% in 2017

## Perovskites Silicon Tandem Solar Cell

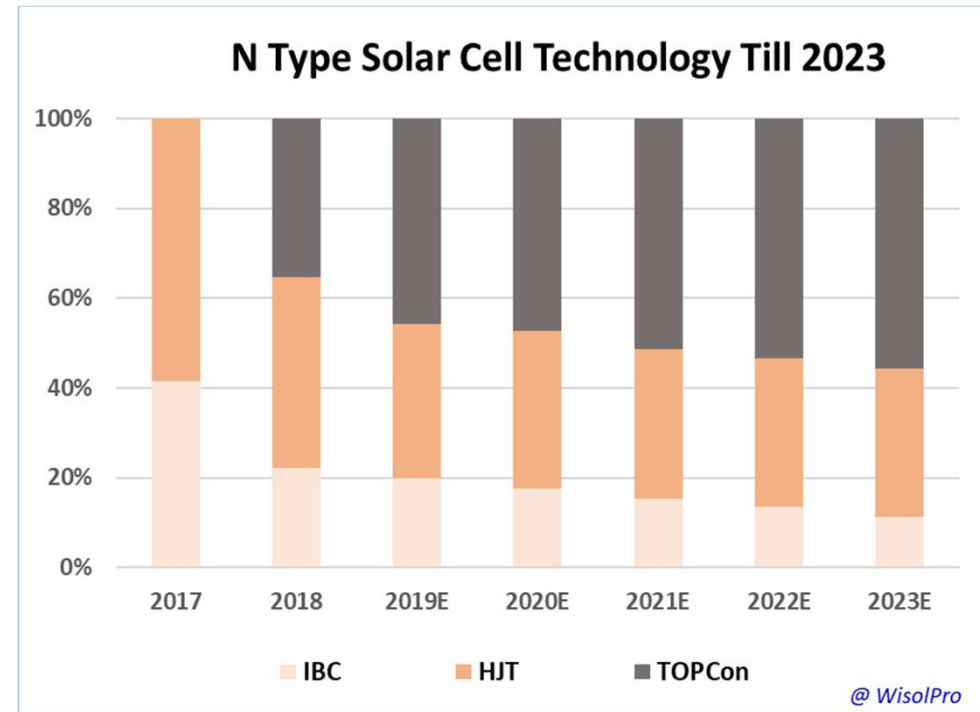
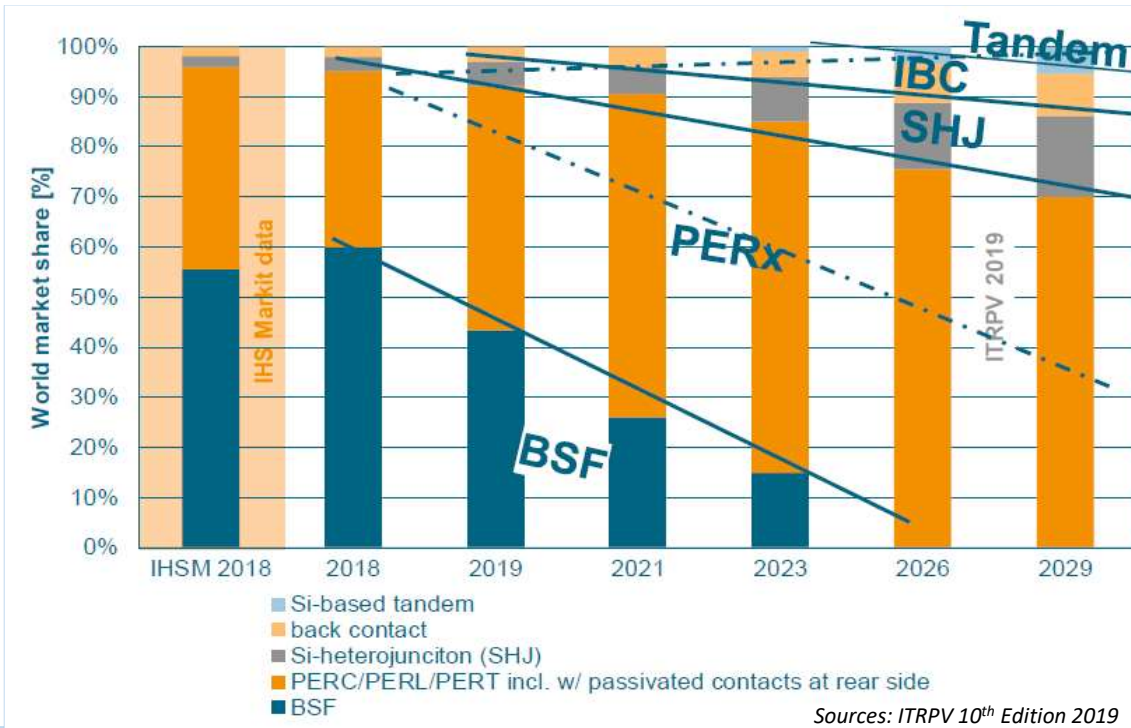


1. Two or multi PN junctions solar cell with higher efficiency
2. Theoretical efficiency limit of 33%  
Oxford PV – 28% in 2018



# 晶矽電池技術產業發展 2016-2023

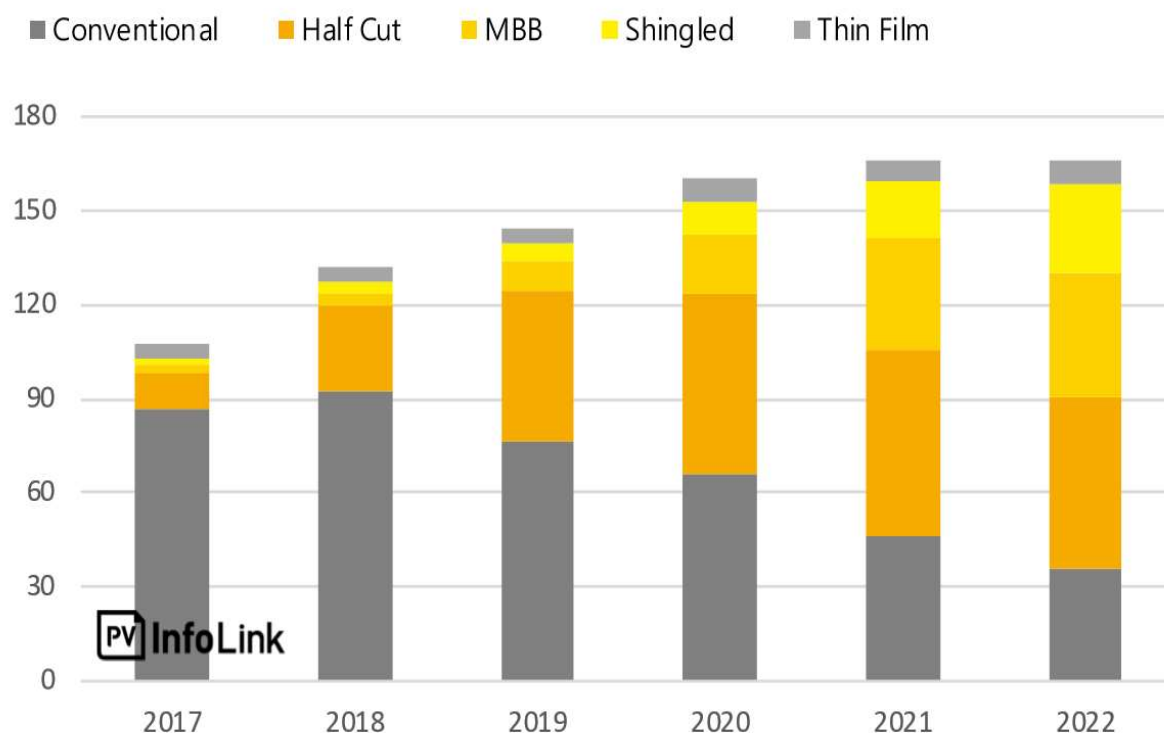
- ITRPV預測未來十年單晶PERC電池仍是市場需求主流；多晶電池將逐漸被市場淘汰
- N型電池在2019下半年將會是市場需求元年，主因是歐洲對於高功率330W+(60pcs) & 400W+(72pcs) 需求啟動
- 薄膜電池需求緩增長 (銅銦鎵硒CIGS, 銅銦硒CIS & 鈣鈦礦perovskite)，2023年全球市占仍維持在5%。



## 晶矽太陽能模組技術的發展

- 半片模組技術在傳統60片模組上，可以提高5-8W的功率，今年開始成為中國模組廠的標準製程
- 疊瓦技術可提升12-15%傳統模組功率，預測今年全球將有3.5~4.0GW疊瓦模組出貨(Shingled)；而產能將達大8GW
- 因為SunPower疊瓦專利有效期到2034年和對陸廠的專利訴訟，陸廠今年開發出拼片&無接縫等模組技術(10-12%功率提升)

### PV Module Capacity , GW





# 大尺寸太陽能矽晶圓

太陽能矽晶圓尺寸標準化草案今年6月初在上海的IEC TC82/WG8會議上基本確定，矽片的標準尺寸，現階段推薦為：156.75mm，158.75mm和166.00mm。預計今年10月份在IEC TC82進行立項審查通過後執行

## 方形矽晶圓

Dimension Name 尺寸名称		A (mm) Wafer Edge Length 硅片边长	B (mm) Chamfer Length 倒角长度	$\beta$ (°) Right Angle 垂直度
Nominal Size 标称尺寸 (mm)	156.75	156.75±0.25	1.5±0.5	90±0.3
	158.75	158.75±0.25	1.5±0.5	90±0.3
	166.00	166.00±0.25	1.5±0.5	90±0.3

## 準方形矽晶圓

Dimension Name 尺寸名称		A (mm) Wafer Edge Length 硅片边长	D (mm) Diameter #1 直径	$\beta$ (°) Right Angle 垂直度
Nominal Size 标称尺寸 (mm)	156.75	156.75±0.25	210±0.25	90±0.3
			220±0.25	
	158.75	158.75±0.25	210±0.25	90±0.3
			213±0.25	
			223±0.25	
	166.00	166.00±0.25	213±0.25	90±0.3
223±0.25				
			233±0.25	

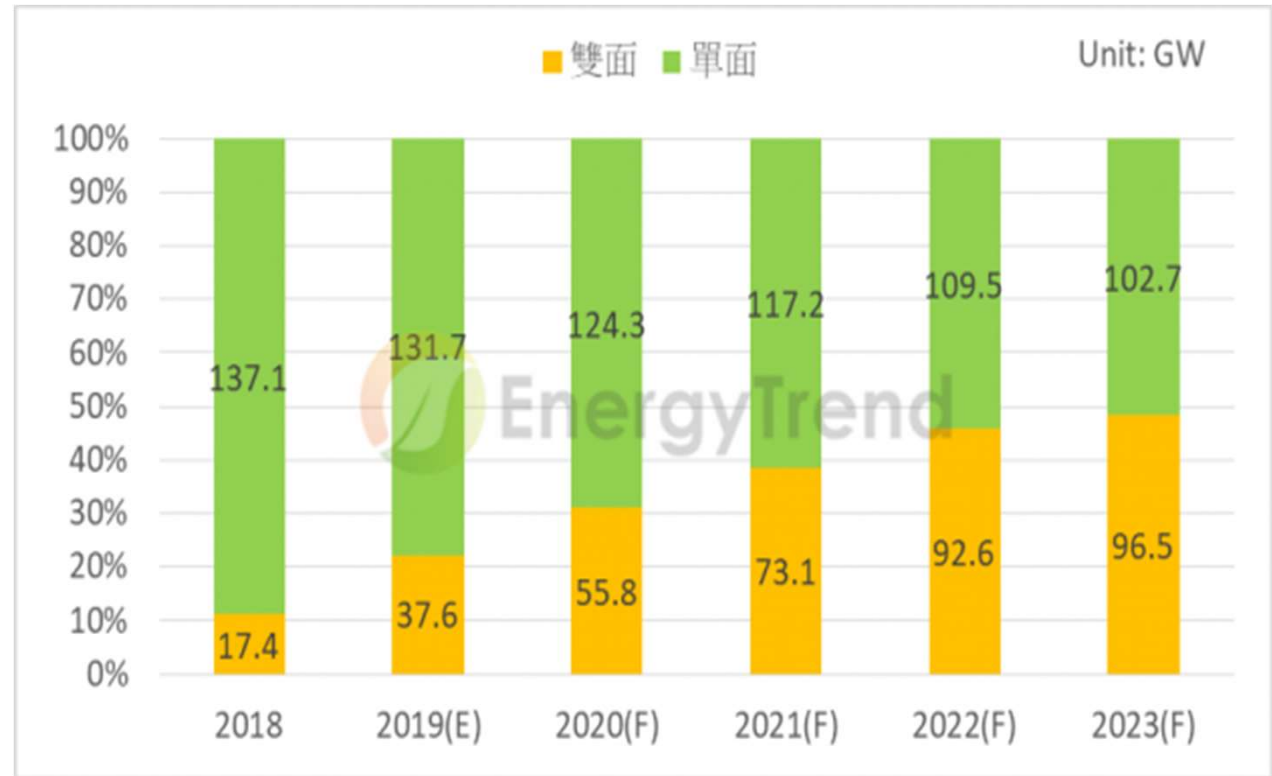


# 雙面電池&模組發展

EnergyTrend 調研結果顯示；全球雙面模組始于 2018 年有產能規劃為 17.4GW，實際產量約為該資料的 1/4 不到；之後雙面模組產能每年成長 10%。

6/12 美國美國貿易代表署（USTR）宣布，雙面發電太陽能面板將不再受到 201 條款約束。此新規定將促使雙面電池/模組產能急速增長，尤其是大陸在東南亞模組廠轉型雙面將更積極。

2018-2023 年全球模組單雙面比例預測

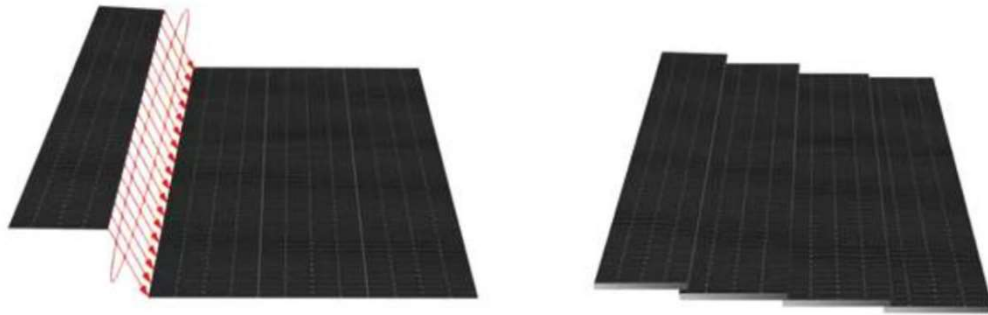


@EnergyTrend  
2019



# 模組新技術 - 疊瓦

疊瓦結構可以增加有效發電面積，充分利用組件內  
的間隙，在相同的面積下，可以放置多於常規模組  
6%以上的電池片；



優點：無焊帶，可提升**10% ~15%**模組功率

缺點：SunPower, Solaria & 偉創力**專利授權**問題 & 使  
用**導電銀膠(-25度C保存)**

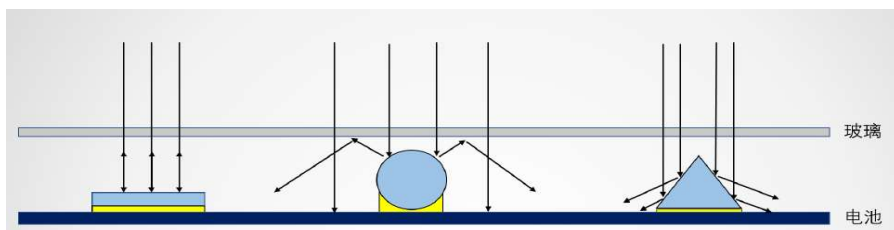
## Seraphim Bi-Facial HJT 72pcs shingled



正面**500Wp**，  
背面可增加**10-15%**發電功率，  
實際複合發電  
功率可以達到  
**550Wp** 以上

# 模組新技術 - 拼片

拼片 (paving) 模組技術特點是在電池正面採用**三角焊帶技術**，利用三角形焊帶高效的反光效果，最大限度減小主柵遮擋；相容了MBB技術及三角焊帶與主柵的優良接觸，最大限度地減少電阻損耗



半片模組



拼片模組



No.	主柵	焊帶規格	Power/W	Isc/A	Voc/V	Imp/A	Vmp/V	FF/%	CTM	Ncell of cells
①	5BB整片	扁焊帶1.0*0.27	304.73	9.856	39.91	9.26	32.91	77.47	96.19%	21.7%
②	曠日7BB拼片	三角焊帶	346.95	9.942	43.90	9.41	36.87	79.49	99.56%	21.7%

單多晶模組功率可提升 **13-15%**

Power gain **13.9%**

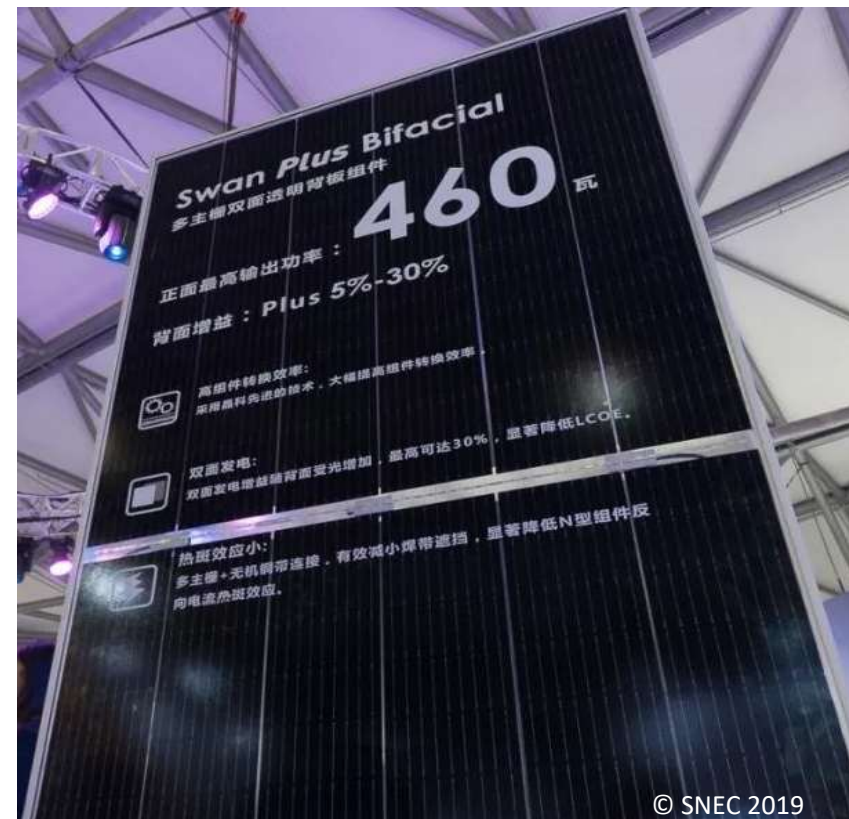


# 模組新技術 – 無接縫

## Longi 無縫焊接技術

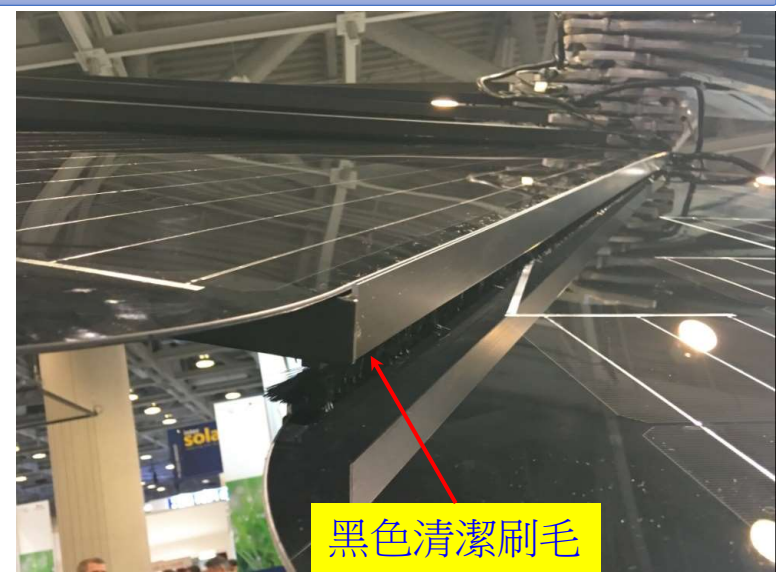


## Jinko 多主柵N型高效電池片技術



# 新型太陽能模組 - 1

可移動式太陽能模組和  
儲能系統



黑色清潔刷毛

© Intersolar North America 2016

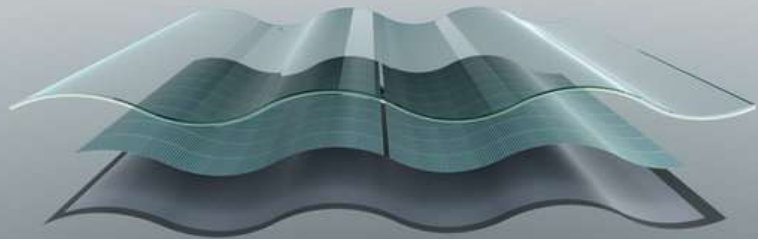
© Intersolar North America 2016



© SmartFlower Solar



## 新型太陽能模組 - 2



漢能 漢瓦



© Hanergy



© Hanergy

漢能的單玻漢瓦採用 CIGS 柔性銅銦鎵  
硒薄膜太陽能電池晶片，功率穩定，  
輕薄高效，並採用了 POE 鋁制背板和  
丁基膠的封裝結構

## 新型太陽能模組 - 3

### Facades with Thin Film PV

CIGS PV facades at the institute building of the ZSW in Stuttgart. CIGS cell efficiency 23.5% ; 17.5% in module



© ZSW / Jens Willebrand Photographie

### Facades with Solar Paint

墨爾本皇家理工大學(RMIT)的研究人員發明了新型油漆，可以將建築物的表面變成氫能發電機，合成硫化鋁是新研發而成的化合物，能夠吸收水分並加速水分子的分裂，它和油漆中的二氧化碳結合所形成的物質，能利用陽光與水蒸氣產生氫能。



© RMIT University



## 新型太陽能模組 - 4

### 電動車動力

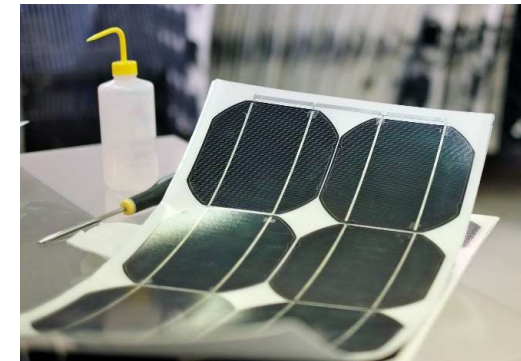


內嵌有LG生產的N 性高效矽晶單晶電池

© Intersolar Munich 2019; LG

### 電動車動力

Midsummer使用真空濺鍍法(Sputtering)在不銹鋼板上生成效率16.8%CIGS薄膜電池。



© Mistra & Midsummer



