

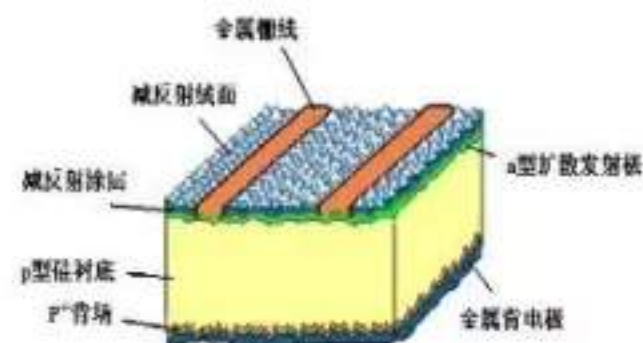
2017年中国太阳电池技术进展

摩尔光伏 “2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

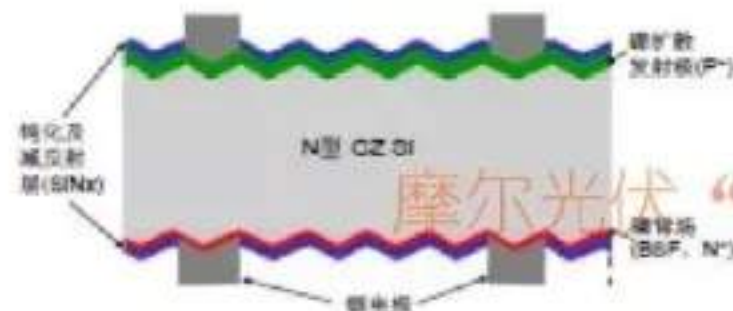
王文静

中科院电工所
中国科学院大学

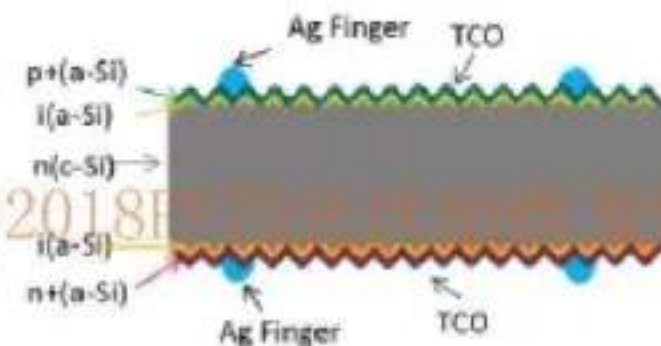
可产业化的新型结构晶体硅太阳电池



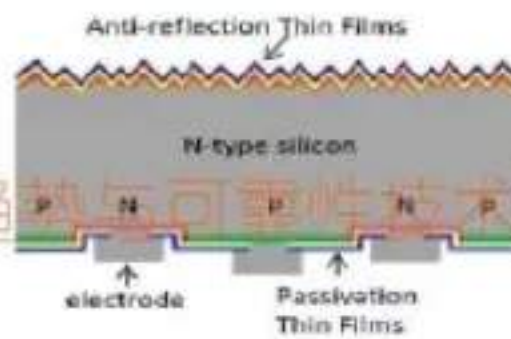
N型双面电池



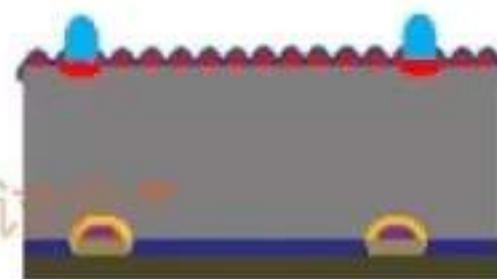
HJT电池



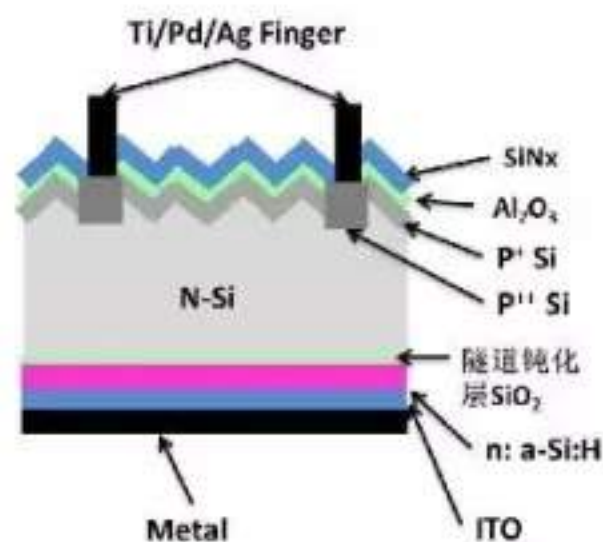
IBC电池



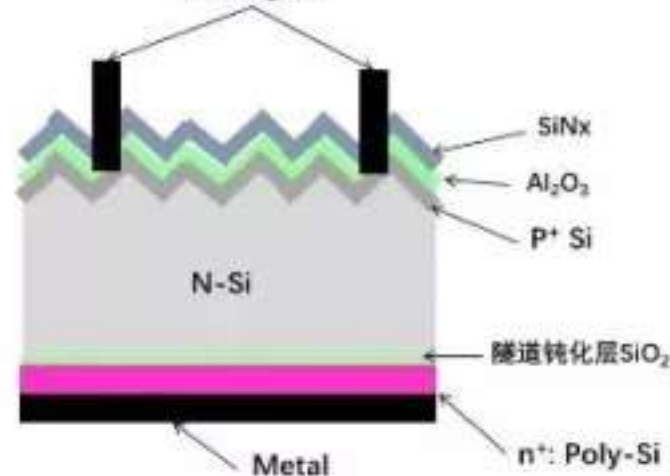
PERC电池



Topcon



丝印Ag/Al

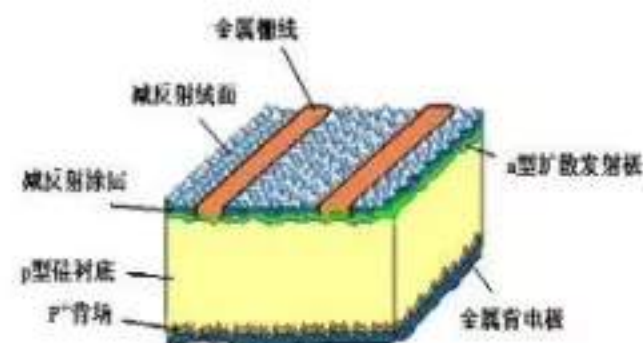


POLO

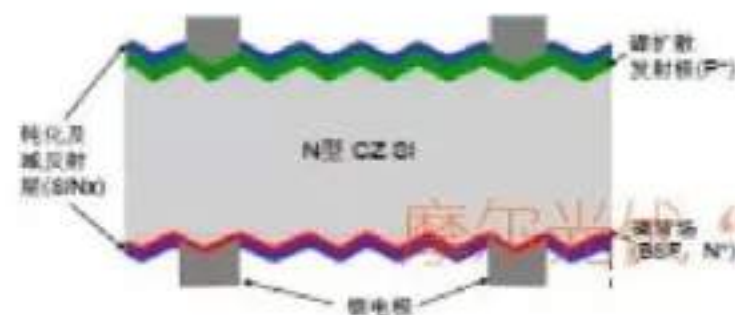
几种新型晶体硅电池的优劣对比

	常规铝背场电池	P型PERC单晶电池	N型PERT	HIT电池
硅片掺杂	P型	P型	N型	N型
硅片晶型	单晶/多晶	单晶/多晶	单晶	单晶
工艺步骤	5	7	7	4
最难工艺	—	—	硼掺杂	镀非晶硅钝化膜
产线平均效率	20.0%/18.8%	21.5%/19.5%	21%	22%
双面发电	X	√ (70%)	√ (>90%)	√ (>90%)
成本	最低	次低	次高	最高
衰减	单晶<3% 多晶<1%	单晶<3% 多晶>6%	无	无
综合评价	效率已达到瓶颈，将陷于低价竞争。渐渐推出产业	目前性价比最高 衰减问题严重	无光衰、双面发电 效率提升空间有限 成本不易下降	无光衰、双面发电 效率提升潜力最大 主要任务是降本

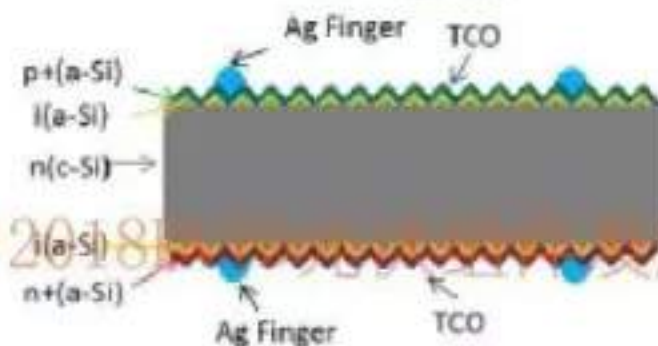
可产业化的新型结构晶体硅太阳电池



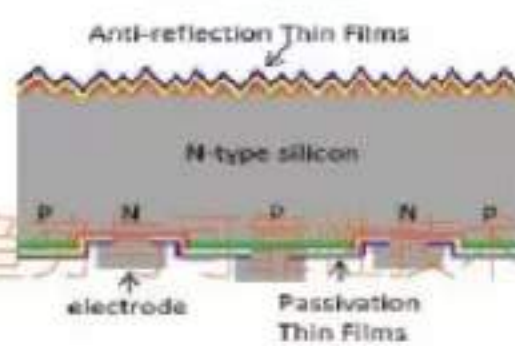
N型双面电池



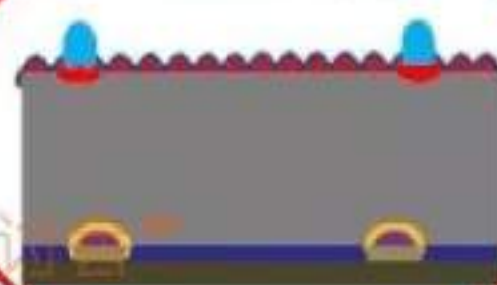
HJT电池



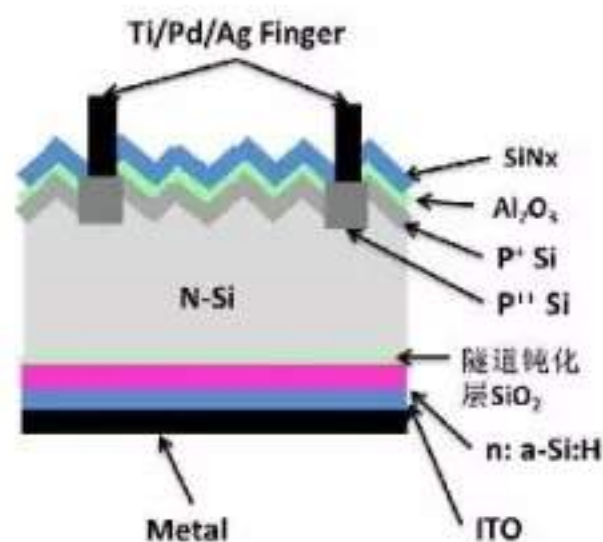
IBC电池



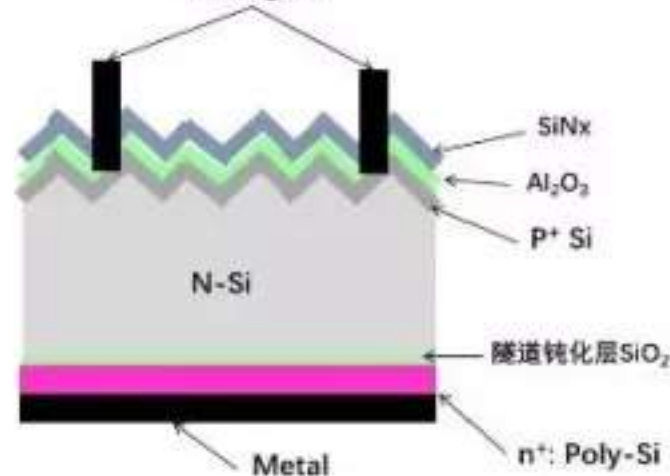
PERC电池



Topcon



丝印Ag/Al



POLO

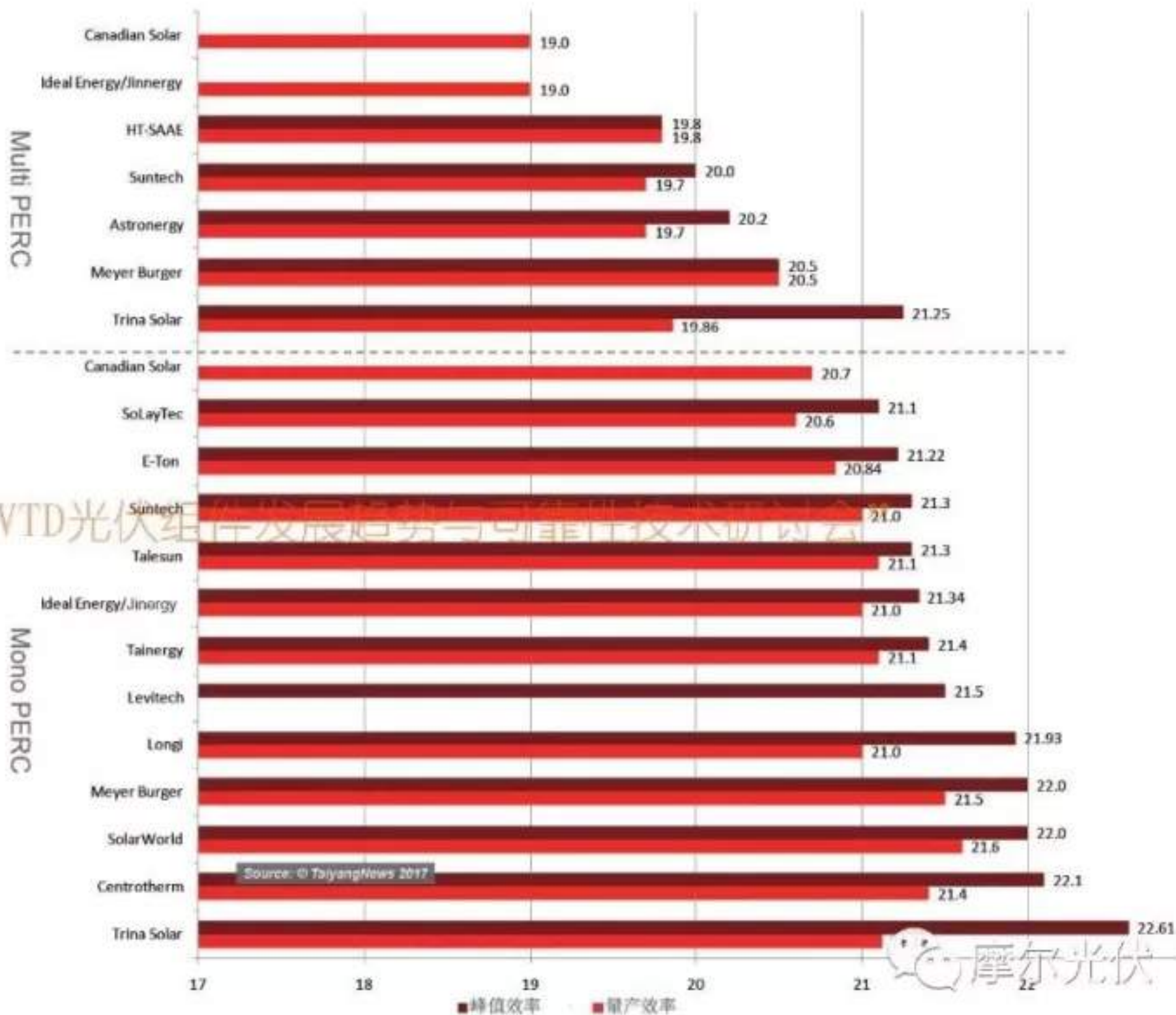
2015 至 2017 年全球 PERC 电池产能及产量估计



PERC 的快速扩张：自 2015 年 PERC 电池开启市场化进程以来，截至 2016 年底，全球 PERC 电池产能约为 13.4GW。预计至 2017 年末，全球 PERC 电池产能将增长到约 20GW，产量约为 14GW。

目前各个公司的 PERC电池的最高效率 和产业化平均效率

- 多晶PERC电池的产线效率已经站上19.5%一线
- 中国单晶PERC产线平均效率已经处在21%
- 国际一流企业的单晶PERC电池产线效率已经处于21.5%



PERC电池的最新效率记录

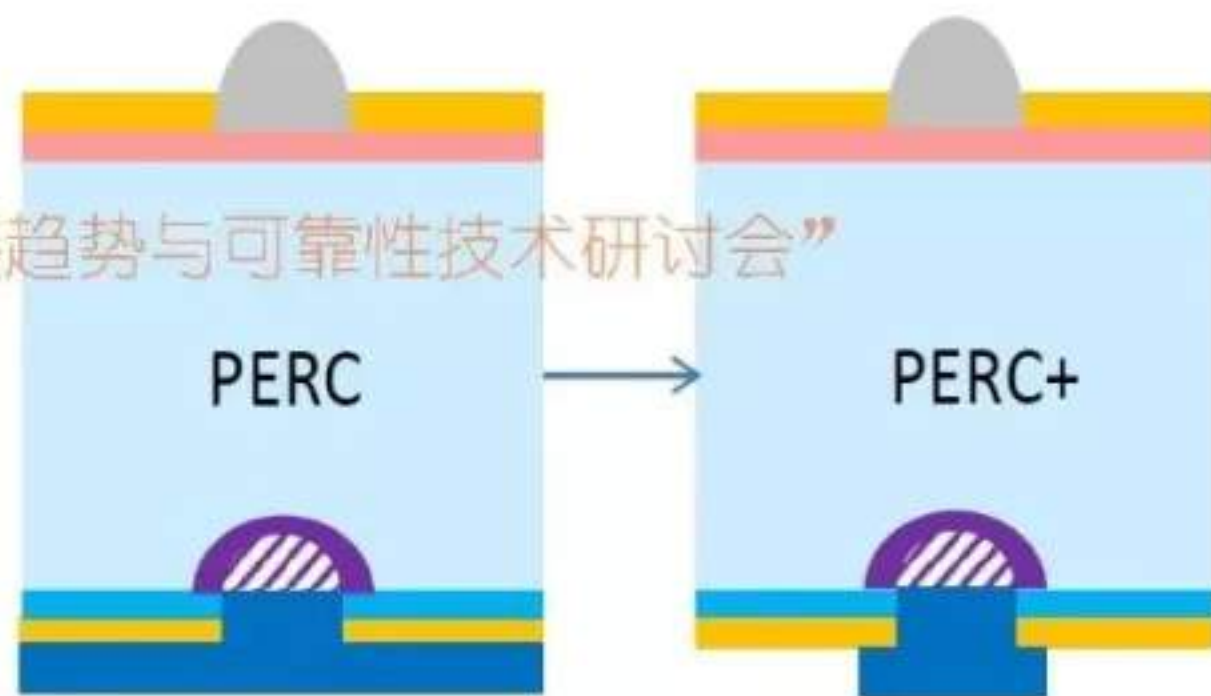
国内PERC电池与国际最高效率的电池的主要差别就在Voc，而在Isc和FF上已接近极限

摩尔光伏“2018PVT光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”



序号	单位	电池结构	硅片类型	电池面积 (cm ²)	开路电压V _{oc} (mV)	短路电流 J _{sc} (mA/cm ²)	填充因子 FF(%)	效率 Eff. (%)
1	Kaneka	HJBC	n-Si	180.43	743.8	42.25	83.78	26.33
2	SunPower	IBC	n-Si	153.49	737	41.33	82.71	25.2
3	Fraunhofer	TOPCon	n-Si	4	718	42.1	83.2	25.1
4	UNSW	PERL	p-Si	4	706	42.7	82.8	25
5	隆基乐叶	PERC	P-Si	244.24	687.4	41.48	82.26	23.45

2017年PERC电池新进展——双面PERC电池产业化



PERC电池的机遇与挑战

机遇：

● 进一步降低成本

- 新型反应物 (TMA→DMAI)
- AlO_x浆料
- 烧穿铝浆

● 进一步提高效率

- 进一步提高硅片质量 (1000μs)
- PERC+SE
- PERC+MWT

● 进一步提升发电量

- 双面发电

挑战：

● 光衰LID

- BO-LID
- FeB-LID
- Cu-LID

进一步降低硅片金属含量

● 热光衰LeTID

- 强光照+温度
- 吸杂处理

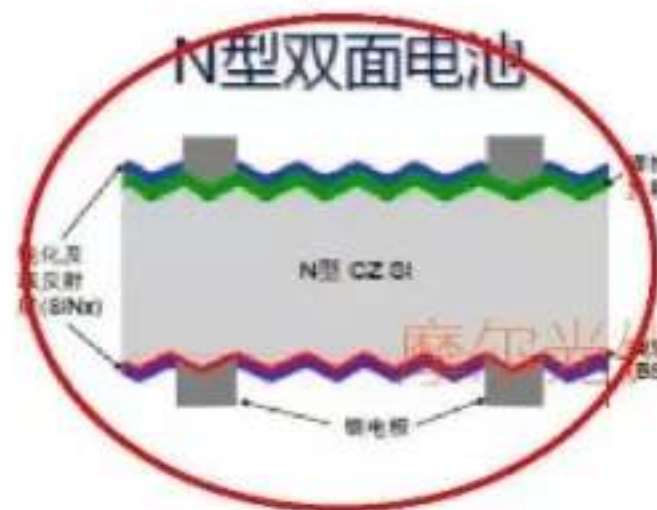
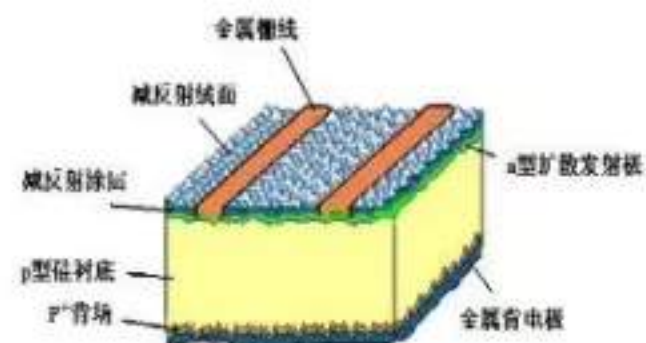
● 掺杂浓度影响FF&少子寿命

1. Eff>22%
2. 单晶硅片或是主要选项
3. 新型硅材料纯度标准
4. 高比率

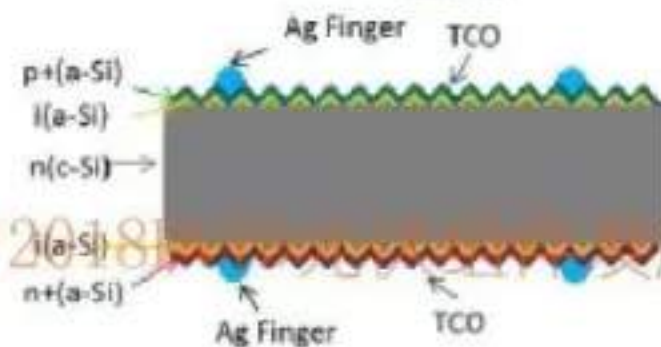
PERC电池的光衰机理新的理解

光衰种类	光衰原因	特性	BSF电池	PERC电池	消除方案
LID	BO对的形成 FeB对的分解	● 无硼消失 ● 低氧下降 ● 吸杂无效	单晶 > 多晶	单晶 > 多晶	低剂量辐照+退火 低剂量电流注入+退火
LeTID	金属离子的 激活	摩尔光伏“2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会” ● 加温辐照会加强 ● 与B / O无关 ● 吸杂会降低 ● 高温过程会加强 ● 低温退火会减弱 ● 快速冷却会加强 ● 慢速冷却会减弱	单晶 < 多晶	单晶 < 多晶	大剂量光照+退火 大剂量电流注入+退火

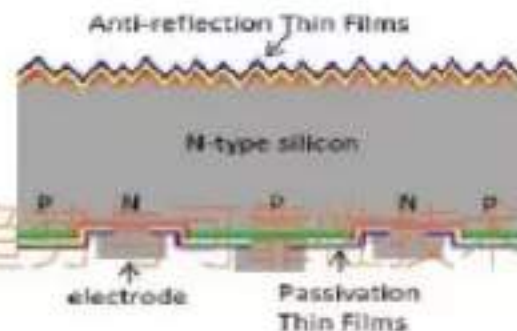
可产业化的新型结构晶体硅太阳电池



HJT电池



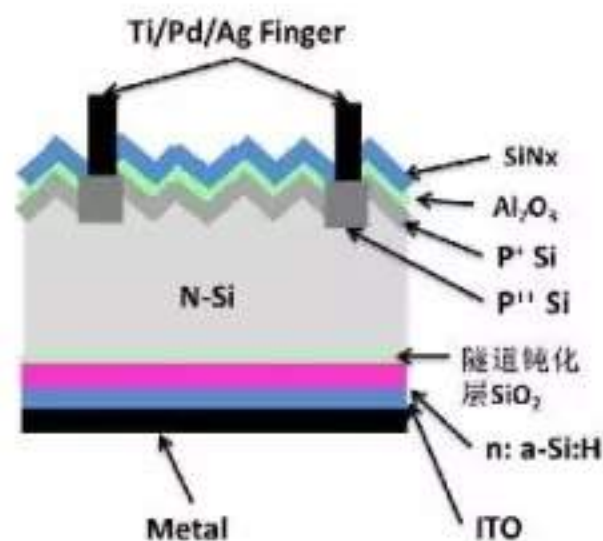
IBC电池



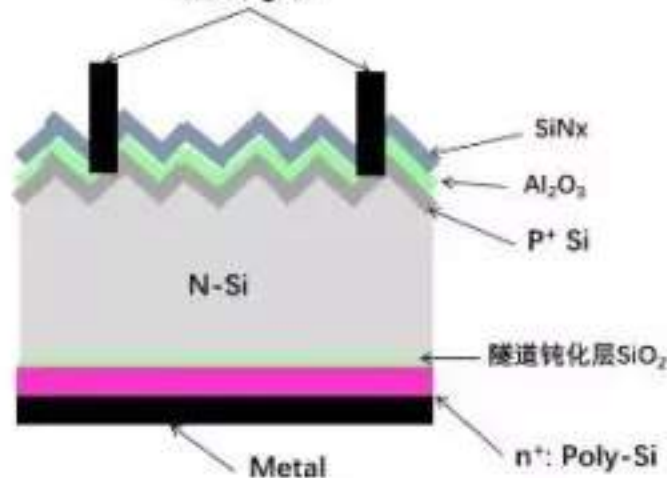
PERC电池



Topcon

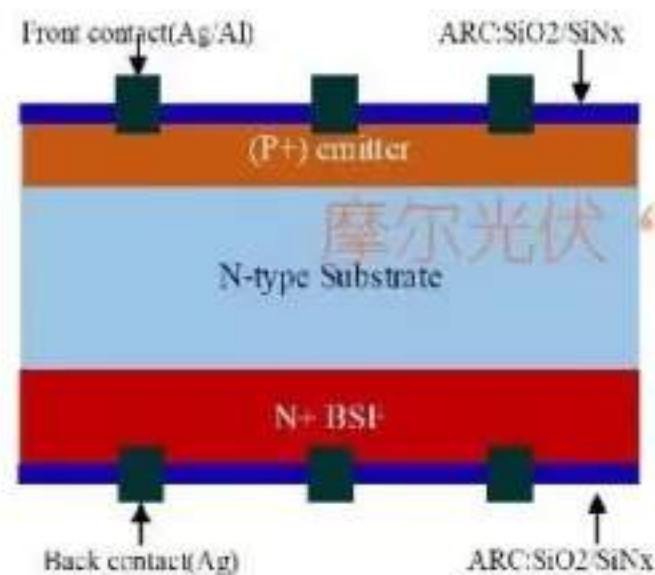


丝印Ag/Al

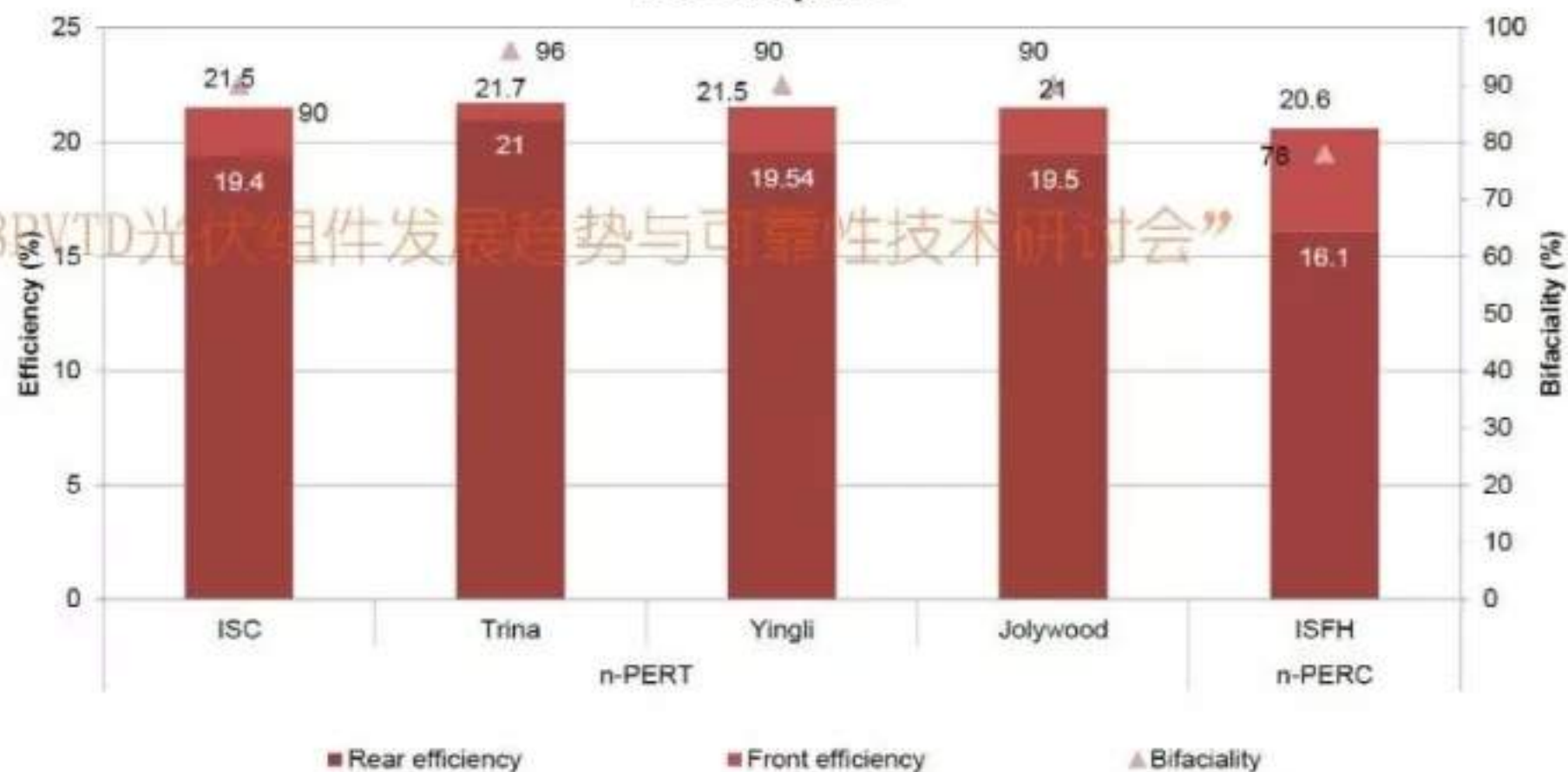


POLO

N型PERT电池的结构和效率



Efficiencies of Different n-PERT/n-PERC Technology Developers



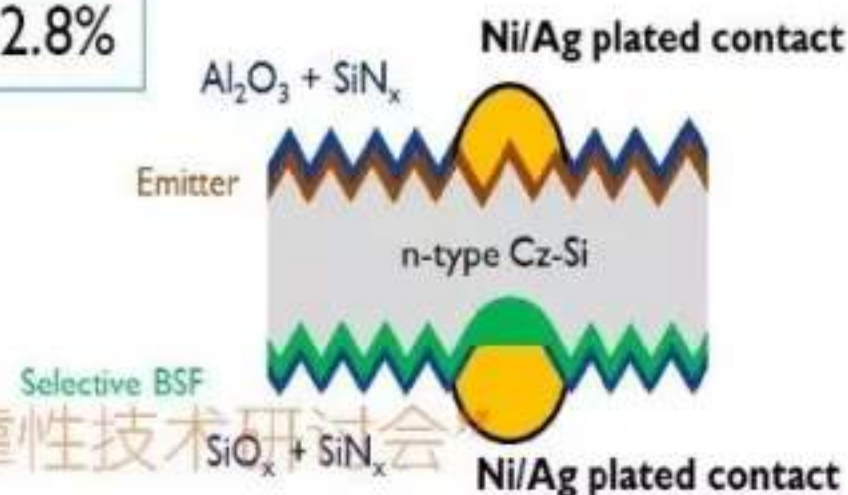
N型PERT电池的设备供应商和产品生产商

工艺步骤	工艺方法	设备供应商	使用公司
P型发射区（硼）	扩散	Tempress/CT	英利、中来、航天机电、林洋
	旋涂硼酸液体	大族激光	—
	APCVD法制备BSG	Shimid	—
N型背场（磷）	扩散	Tempress/CT/捷佳伟创/中轻/48所等	英利、林洋
	旋涂磷酸液体	大族激光	—
	APCVD制备PSG	Shimid	—
	离子注入	凯斯通	中来、航天机电
前发射区钝化膜	SiO ₂ /SiNx	CT/捷佳伟创/中轻/48所等	英利、中来、航天机电、林洋
	Al ₂ O ₃ /SiNx	Levitech/理想	—
背场钝化膜	SiO ₂ /SiNx	CT/捷佳伟创/中轻/48所等	英利、中来、航天机电、林洋
前电极	AgAl电极	杜邦/三星	英利、中来、航天机电、林洋
背电极	Ag	多家公司	英利、中来、航天机电、林洋

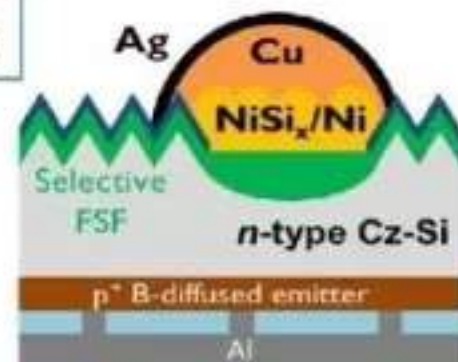
2017年N型PERT电池最高效率记录

44 cell Result	J_{sc} [mA/cm ²]	V_{oc} [mV]	FF*	η [%]
Average	40.4	691.2	80.3	22.4
Std. deviation	0.1	1.6	0.6	0.2
Best cell	40.5	694.2	81.1	22.8
Bifaciality**	97.4%	99.9%	99.9%	97.2%

$\eta = 22.8\%$



$\eta = 22.9\%$



Ni/Cu plated front
Al sputtered rear

22.9%, $V_{oc}=705\text{mV}$, $J_{sc}=40.9\text{mA/cm}^2$, FF=79.4%

IMEC公司2017年的世界最高记录

由PERT电池走向TopCon电池

工艺流程

制绒
硼扩散
激光掺杂
背面刻蚀
背面多晶硅钝化
离子注入
退火
ALD Al ₂ O ₃
正面PECVD氮化硅
背面PECVD氮化硅
印刷



2017年ECN公司报道了其Topcon电池的中试线的平均效率为21.5%， $V_{oc}=676\text{mV}$ ， $J_{sc}=39.7\text{mA/cm}^2$ ， $FF=80\%$ ，双面率为86%

国内外公司PERT电池2017年结果

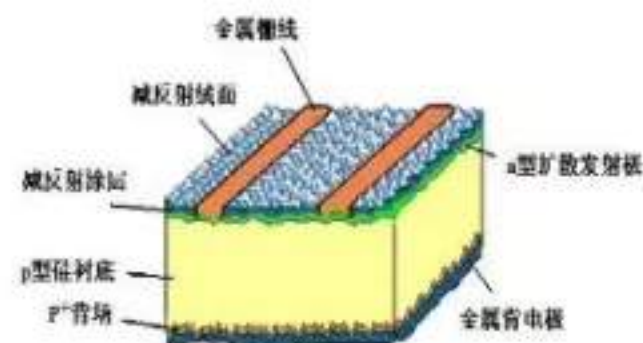
公司	工艺特点	效率 (%)	Voc(mV)	Jsc (mA/cm ²)	FF(%)	双面率(%)	备注
英利	双面扩散, 双面SiO ₂ /SiN _x	22.01	666.8	40.01	82.5	90	244.3cm ²
中来	扩硼注磷, 双面SiO ₂ /SiN _x	21	—	—	—	90	244.3cm ²
航天机电	扩硼注磷, 双面SiO ₂ /SiN _x	21.34	655.9	40.74	80.24	90	244.3cm ²
	扩硼注磷, 双面SiO ₂ /SiN _x	20.74	643.4	40.31	79.99	—	245.5cm ² 铸锭N型准单晶
IMEC	双面扩散, 前Al ₂ O ₃ /SiN _x 背SiO ₂ /SiN _x , 前后镀Ni/Ag	22.8	694.2	40.5	81.1	97.2	239 cm ²
	双面扩散, 背表面为发射极 前Al ₂ O ₃ /SiN _x 背SiO ₂ /SiN _x 前镀Ni/Cu/Ag 背表面Al	22.9	705	40.9	79.4	单面	239 cm ²
ECN	扩硼/LPCVD生长掺杂多晶硅 (Topcon)	21.5	676	39.7	80	86	235 cm ²

摩尔光伏“2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

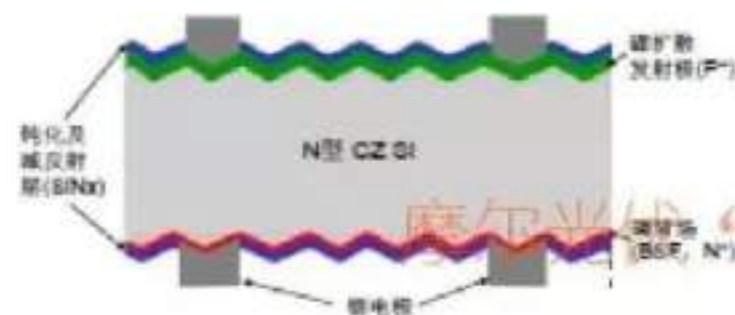


摩尔光伏

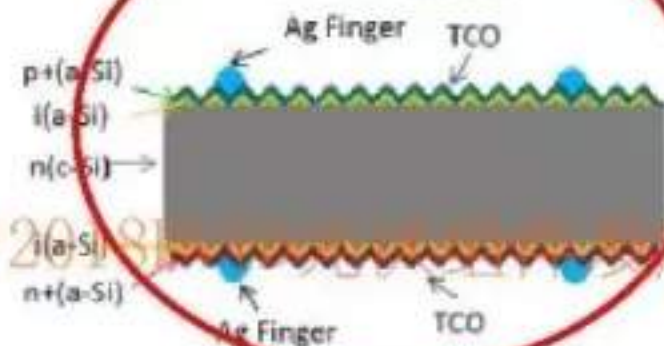
可产业化的新型结构晶体硅太阳电池



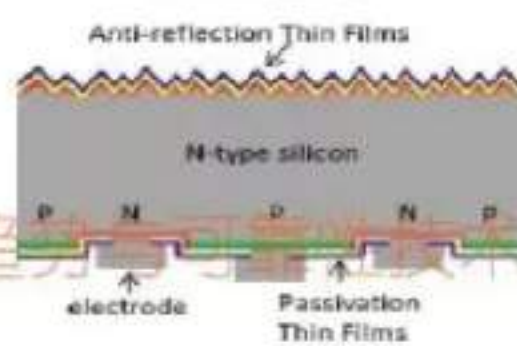
N型双面电池



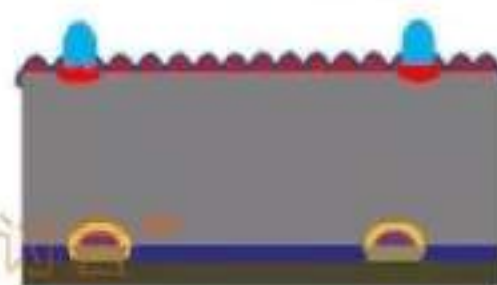
HJT电池



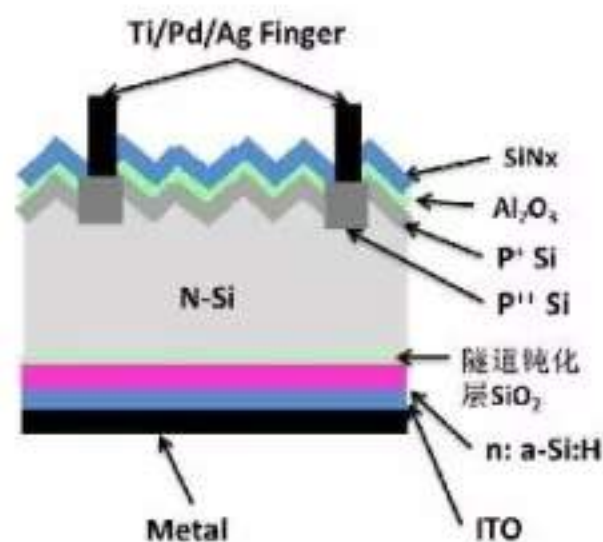
IBC电池



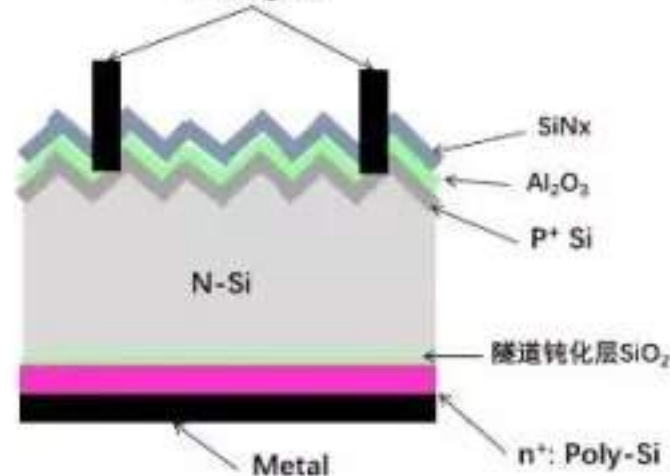
PERC电池



Topcon



丝印Ag/Al



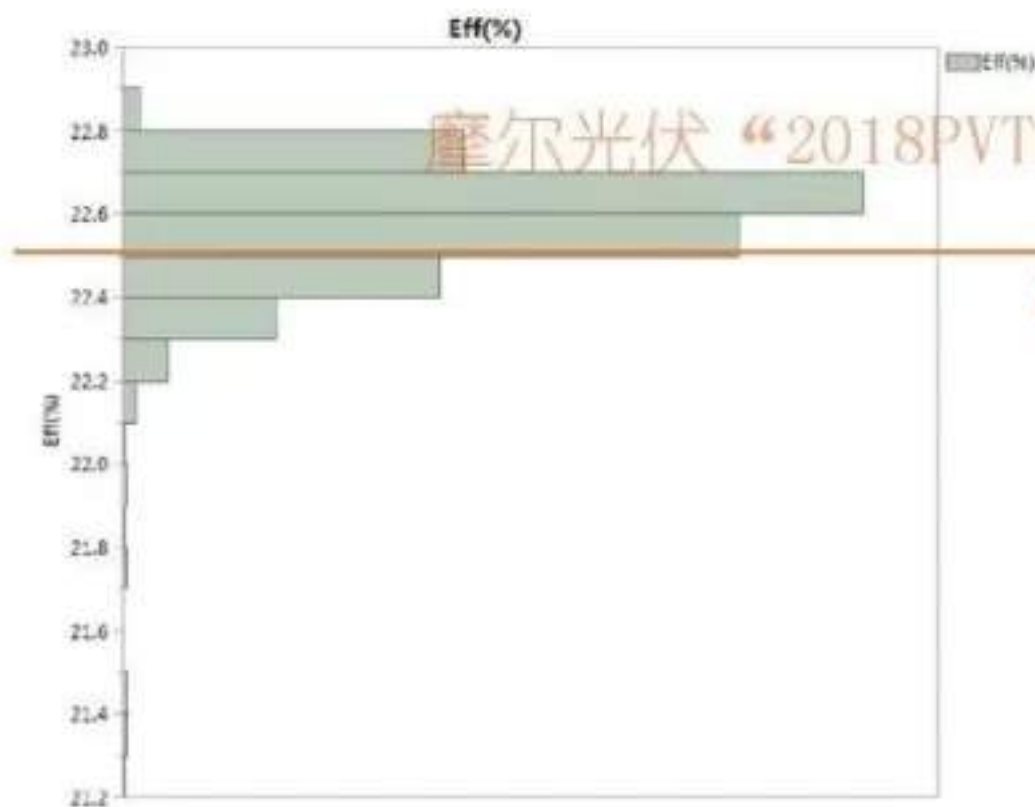
POLO

2017年中国HJT电池的厂商及其电池效率

公司	效率(%)	Voc(mV)	Jsc (mA/cm ²)	FF(%)	双面率(%)	备注
上彭	22.28	737.1	37.45 (9.15A, M2)	80.73	95	244.3cm ²
泰兴中智	23.00	740.0	39.14 (9.27A, M2)	79.41	92	244.3cm ²
上海微系统所	23.18	739.2	38.57 (9.36A, M2)	81.3	87	242.7cm ²

泰兴中智HJT产线的结果

目前产线平均效率达到22.63%

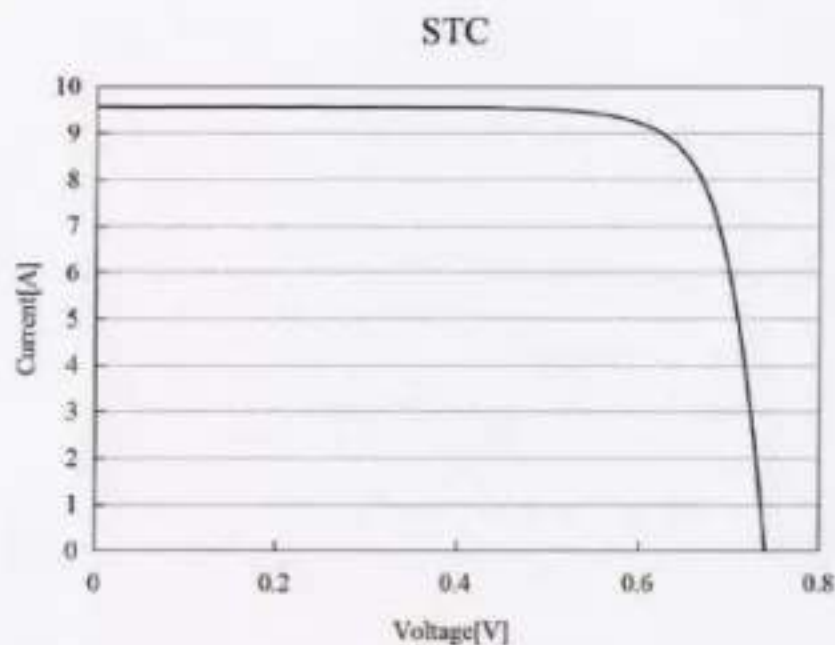


22.5%

5. Test results

Module type: CIE-H4C1-60-DA2-315

Test date [MM/DD/YYYY]		12/08/2017					
Module temperature [°C]		25					
Irradiance [W/m²]		1000 or Gcomp					
Sample #	Voc [V]	Vmpp [V]	Isc [A]	Impp [A]	Pmpp [W]	FF [%]	BiFi [%]
1-Front	43.930	36.256	9.274	8.799	319.03	78.31	91.6
1-Rear	43.828	36.679	8.492	8.040	294.90	78.43	
1-Comp	44.072	36.184	10.340	9.810	354.98	77.90	
2-Front	43.928	36.278	9.306	8.801	319.30	78.11	92.2
2-Rear	43.802	36.627	8.580	8.061	295.27	78.57	
2-Comp	44.086	36.260	10.366	9.807	355.61	77.82	
3-Front	43.920	36.306	9.271	8.796	319.34	78.43	91.7
3-Rear	43.864	36.823	8.500	8.014	295.11	79.15	
3-Comp	44.076	36.258	10.338	9.809	355.67	78.06	



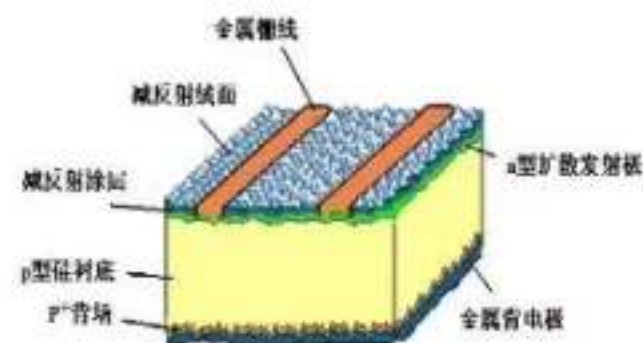
Model	HIT	
Ser.No	DC2017sc034	
Area	244.32	cm²
Isc	9.564	A
Voc	0.740	V
FF	79.41	%
Pm	5.620	W
Eff	23.00	%
Ip	8.878	A
Vp	0.633	V
D Temp	25	°C
D Irr	100	mW/cm²
File	A:\2017\21219\836	

摩尔光伏

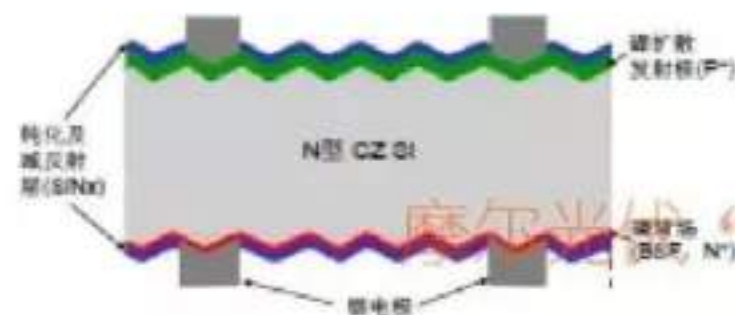
HJT工艺设备供应商

		供应商	使用公司
清洗织绒工艺	槽式	YAC(日)、Singulus(德)	泰兴中智、汉能、晋能
非晶硅镀膜	Cat-CVD	Ulvac(日)	泰兴中智
	PECVD	Ulvac、MB(德)、理想、精曜、AM	晋能、汉能、上彭
TCO镀膜	PVD	冯.阿登纳、MB	泰兴中智、汉能、上彭
	RPD	精曜	晋能

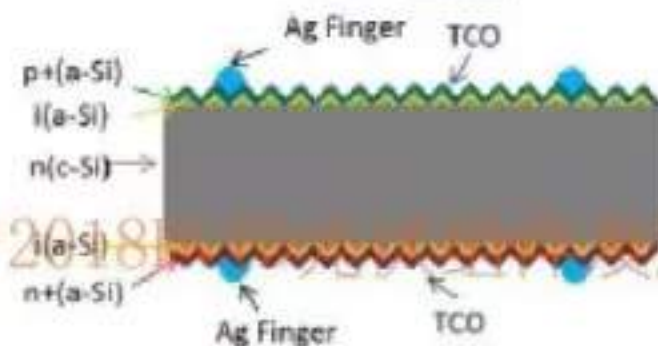
可产业化的新型结构晶体硅太阳电池



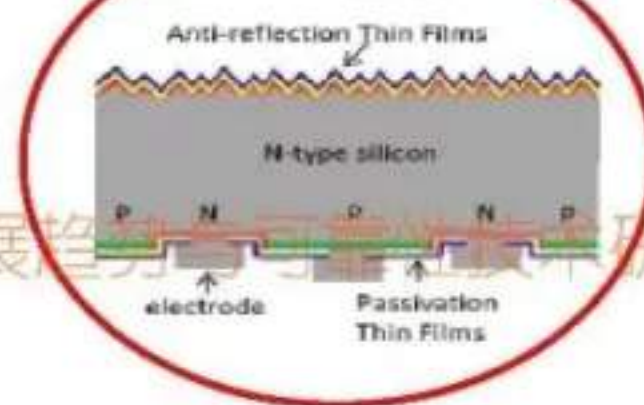
N型双面电池



HJT电池



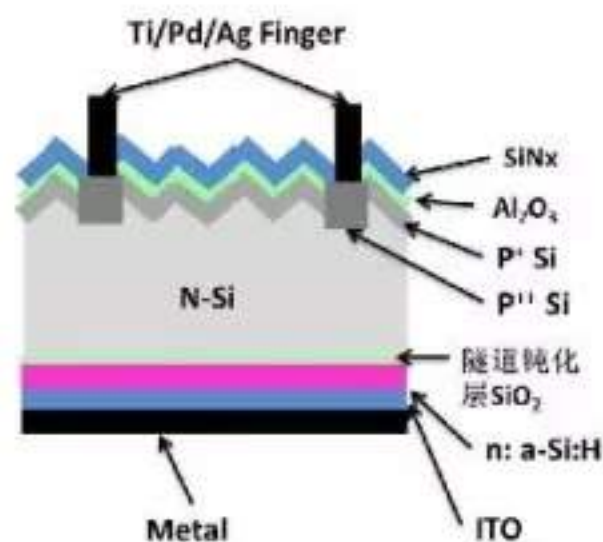
IBC电池



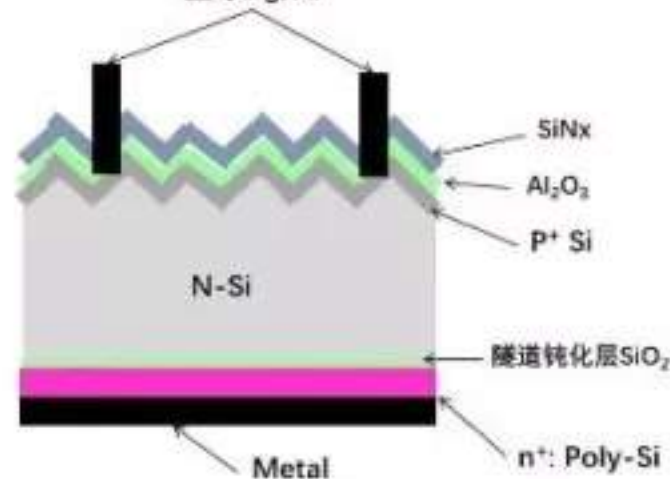
PERC电池



Topcon



丝印Ag/Al



POLO

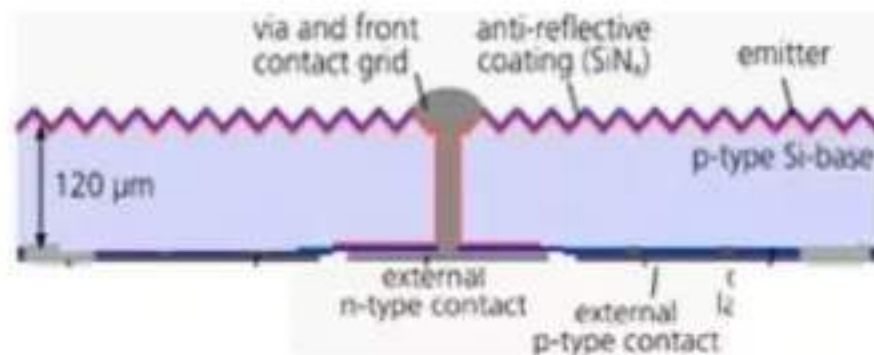
天合光能的IBC电池中试线



效率

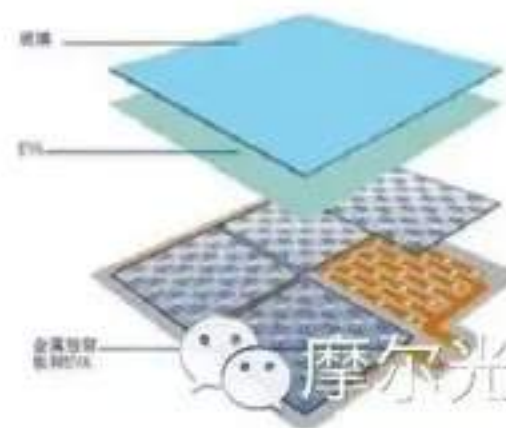
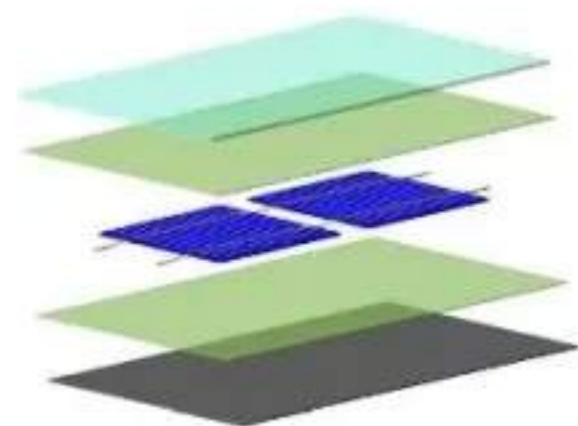
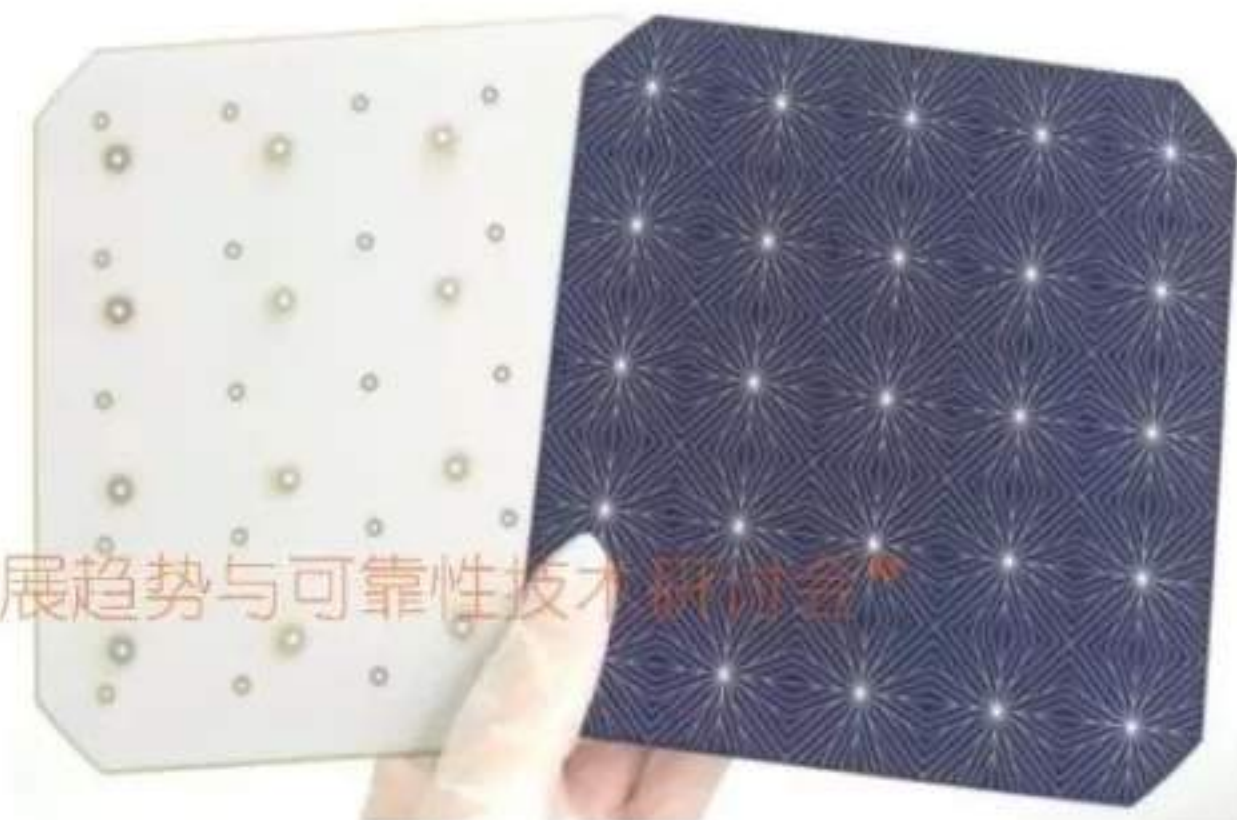


南京日托公司的MWT电池



摩尔光伏“2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

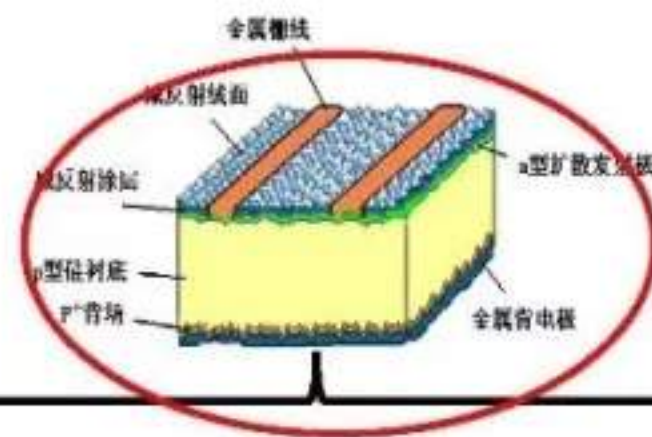
p-type Cz-Silicon
saw damage etching and cleaning
alkaline texture
POCl ₃ -diffusion and PSG etching
anti-reflective coating (SiN _x)
laser drilling of vias
screen printing of front and rear contact
fast firing



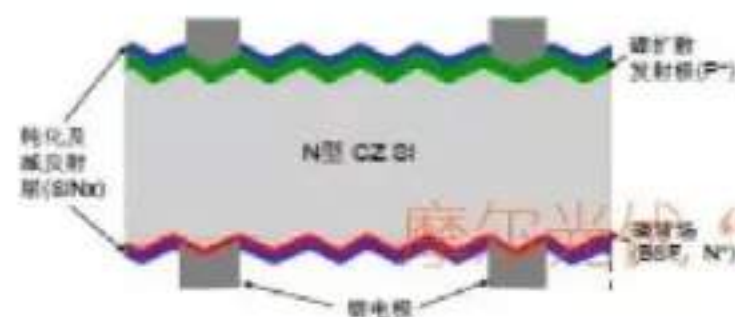
2017年中国各种晶体硅太阳电池的效率记录

公司		工艺特点	效率(%)	Voc(mV)	Jsc (mA/cm ²)	FF(%)	双面率 (%)	备注
晶科	P单晶PERC	P性单面	23.45	—	—	—	—	—
隆基乐叶	P单晶PERC	P性单面	23.26	687.4	41.48	82.26	—	244.24 cm ²
英利	N型单晶PERT	双面扩散 双面SiO ₂ /SiNx	22.01	666.8	40.01	82.5	90	244.3cm ²
航天机电	N型单晶PERT	扩硼注磷 双面SiO ₂ /SiNx	21.34	655.9	40.74	80.24	90	244.3cm ²
上海微系统所	HIT单晶	PERCVD+RPD	23.18	739.2	38.57	81.3	87	244.3 cm ²
泰兴中智	HIT单晶	Cat-CVD+PVD	22.50	735.0	37.95	80.7	95	242.7 cm ²
常州天合	IBC单晶	硼磷扩散，丝印开口	24.1	702.7	42.12	81.47	—	243.3 cm ²
日托	MWT多晶	BSF+MWT	19.3	632.0	38.32	79.73	—	243.3 cm ²

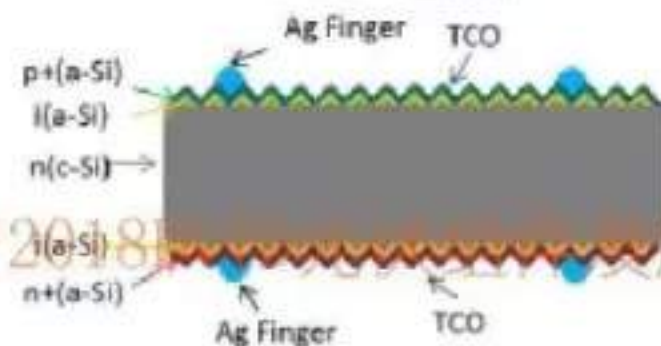
可产业化的新型结构晶体硅太阳电池



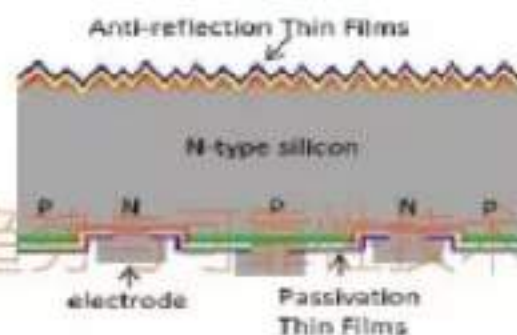
N型双面电池



HJT电池



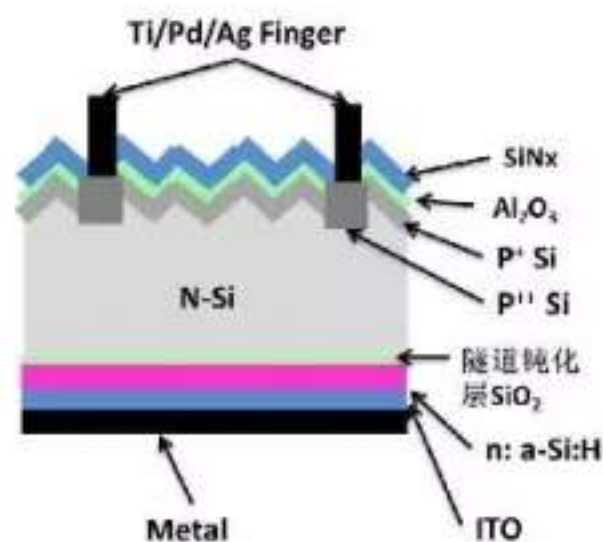
IBC电池



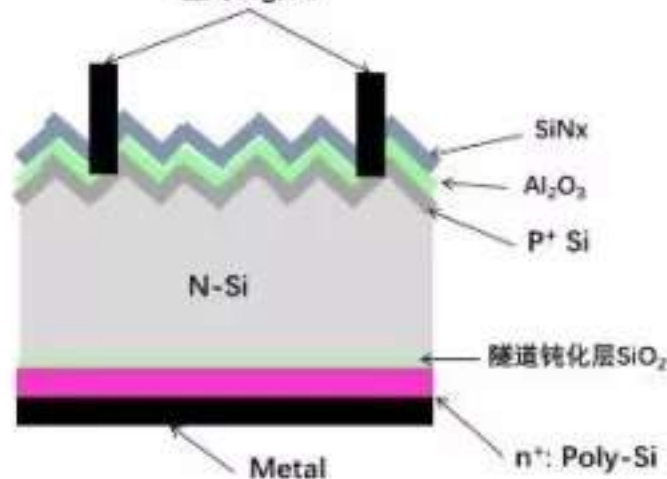
PERC电池



Topcon



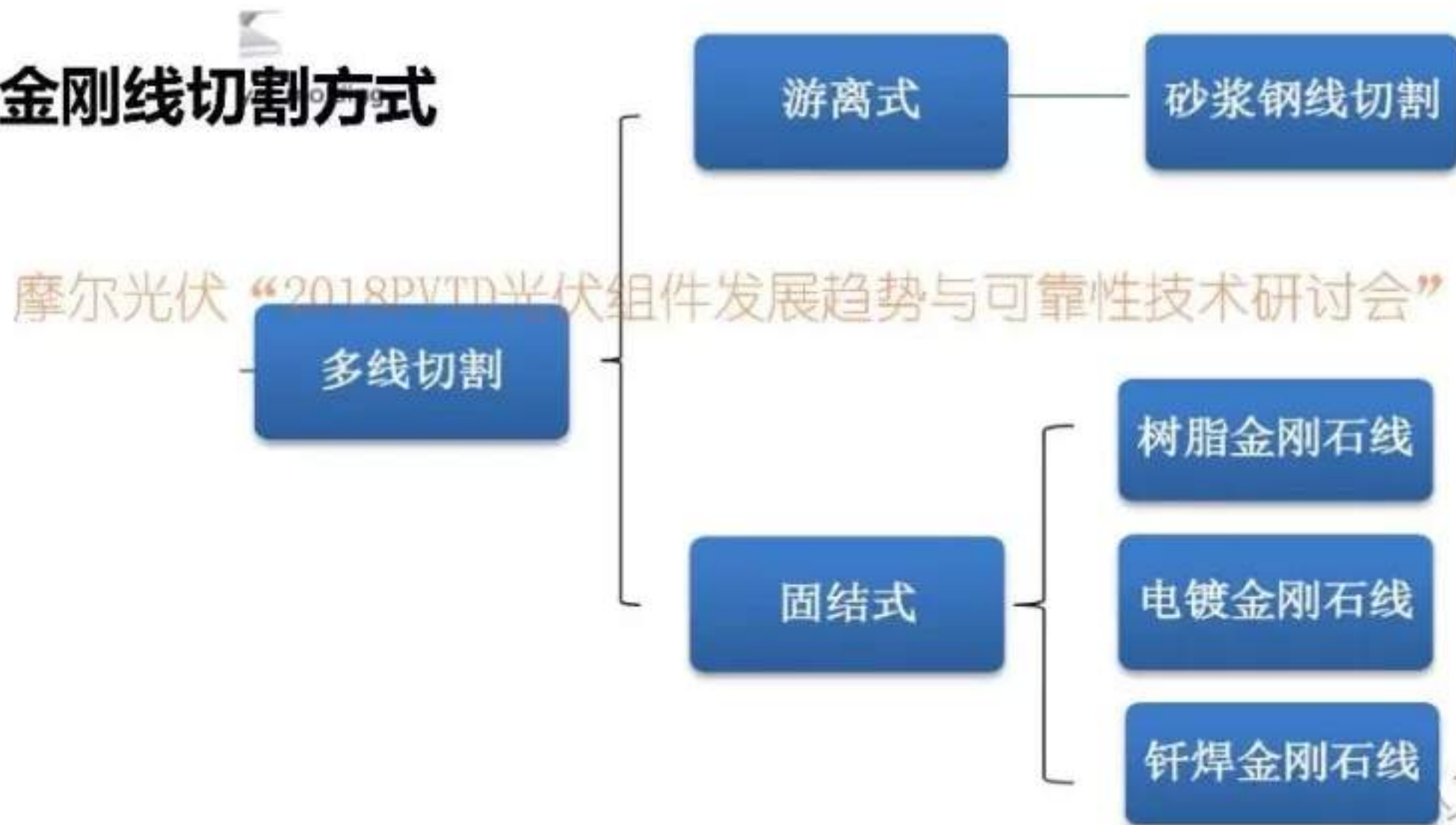
丝印Ag/Al



POLO

2017年常规多晶硅电池的技术进展

金刚线切割方式



各种金刚线切割方式比较

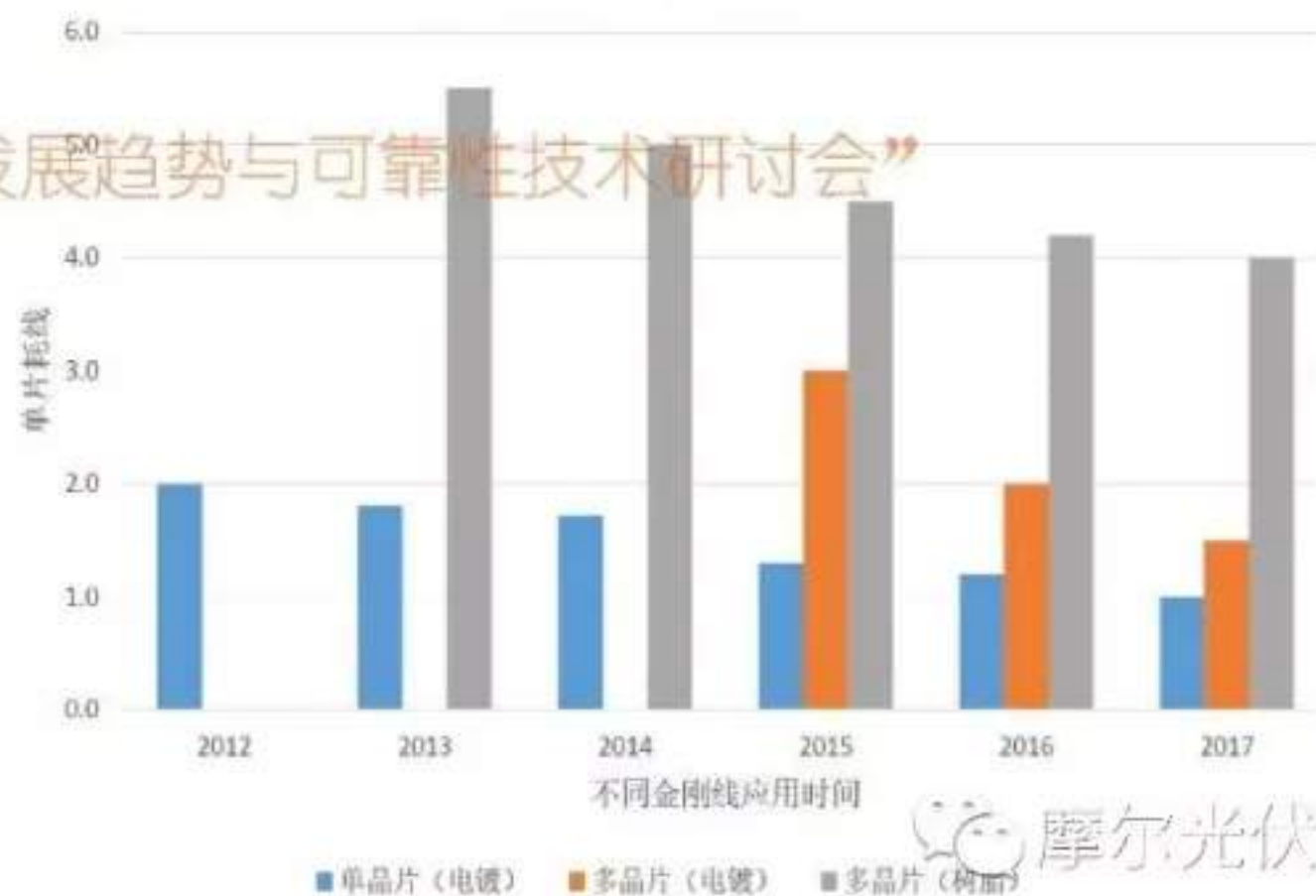
	电镀金刚线	树脂金刚线	砂浆线
切片方式	刻削	刻削	研磨
损伤层	6~8	5~7	11~15
表面粗糙度	中	低	高
硅片TTV	低	中	高
线张力	低	中	高
线径 μm	50~60	60~70	100~120
硅片厚度趋势	80	110	160
金刚石附着力	高	中	N/A

两种金刚线的损耗

电镀线和树脂线价格趋势图（单位：元/米）



不同金刚石线单片耗线对比（米/片）



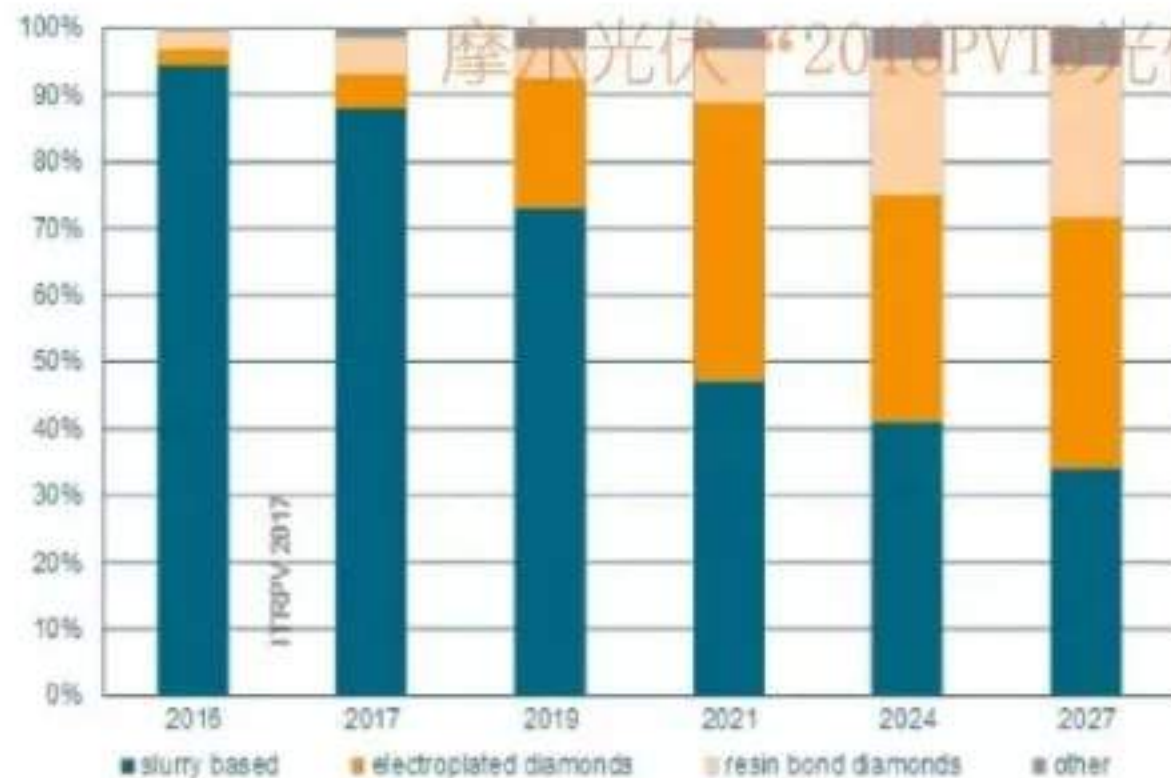
不同切割方式的成本对比

不同切割方式成本对比（单位：元/片）



各种切割方式的占比变化

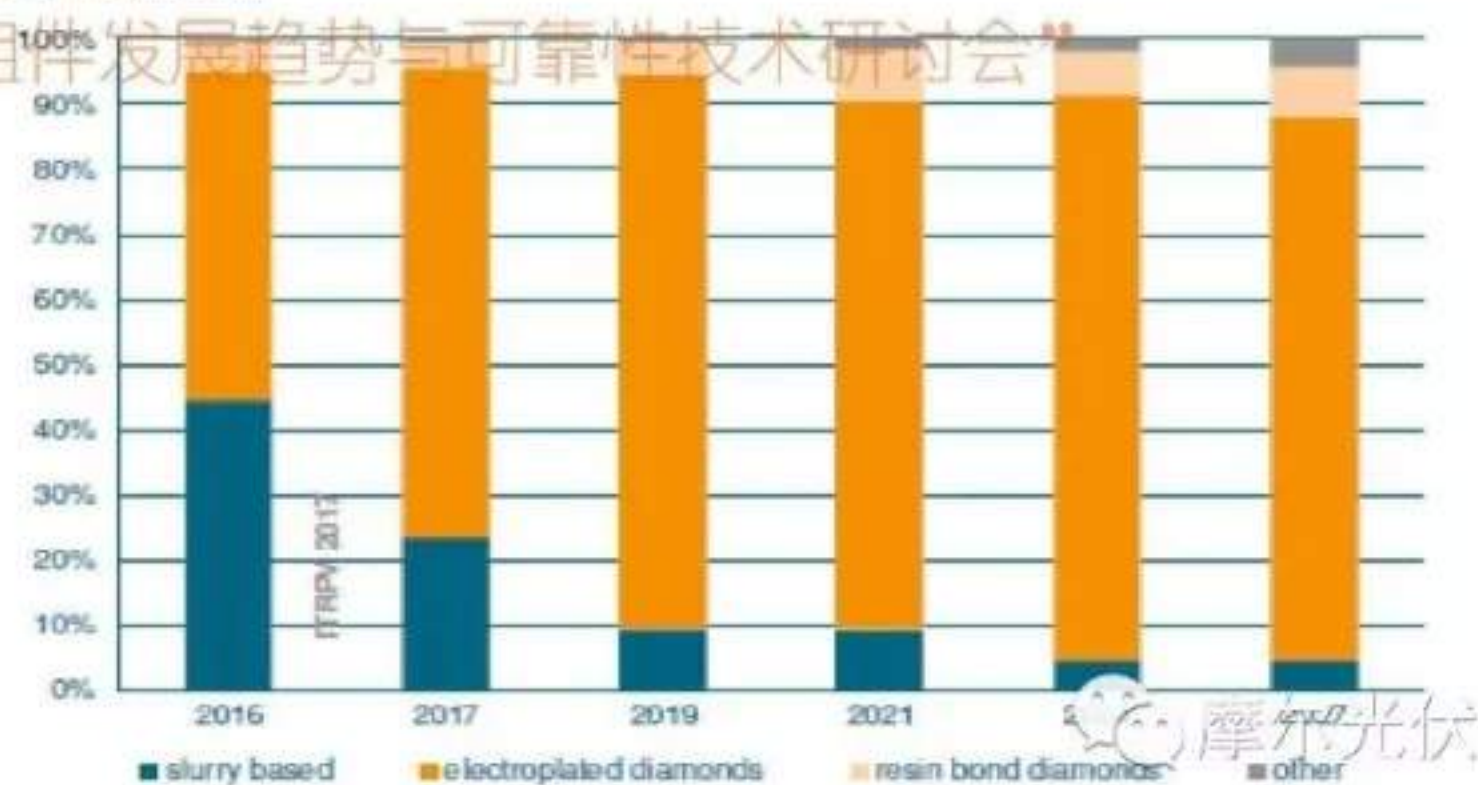
多晶硅切片



单晶硅切片

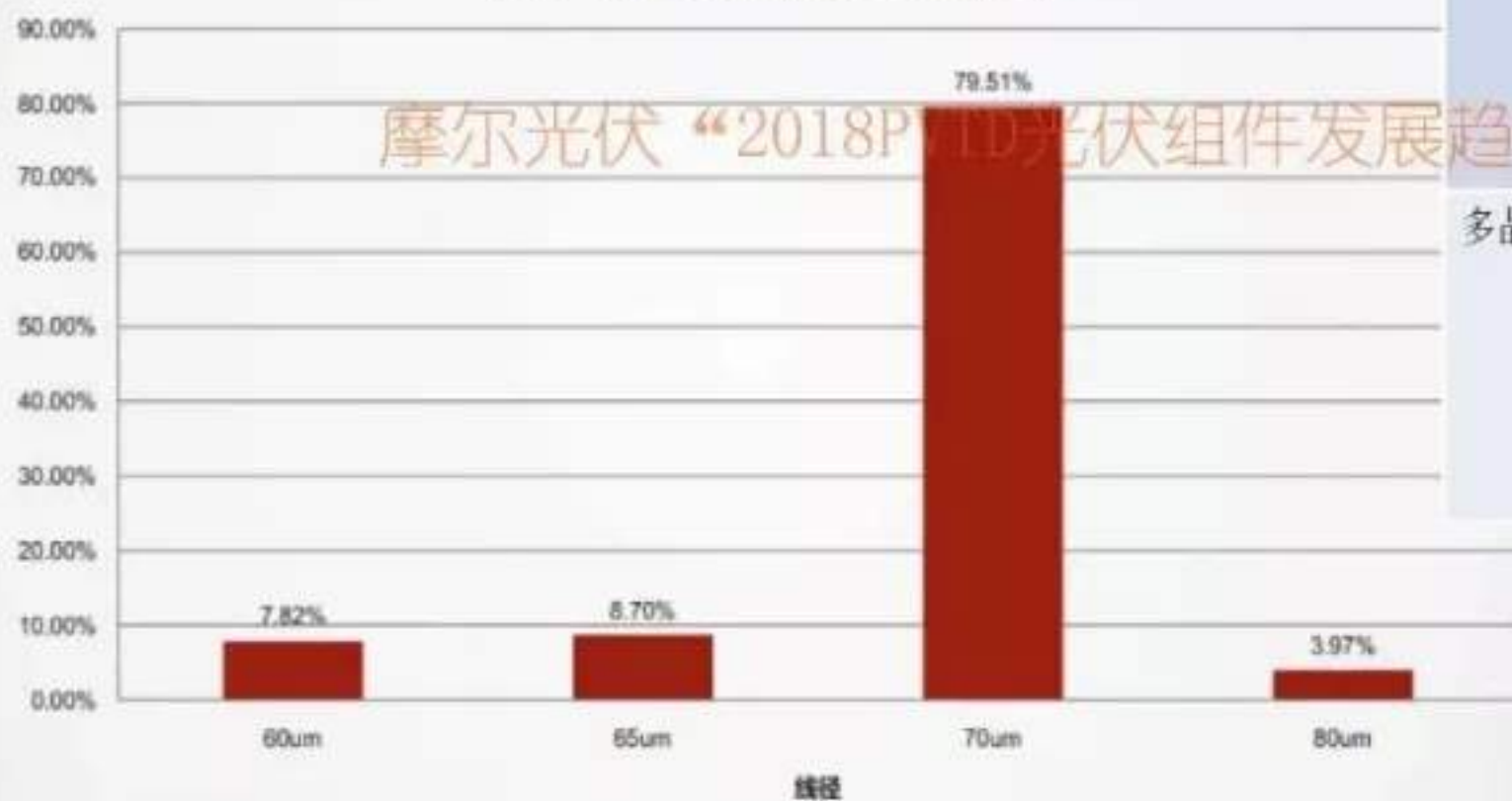
Wafering technology for mono-Si

World market share [%]



金刚线目前的主流线径及未来变化预测

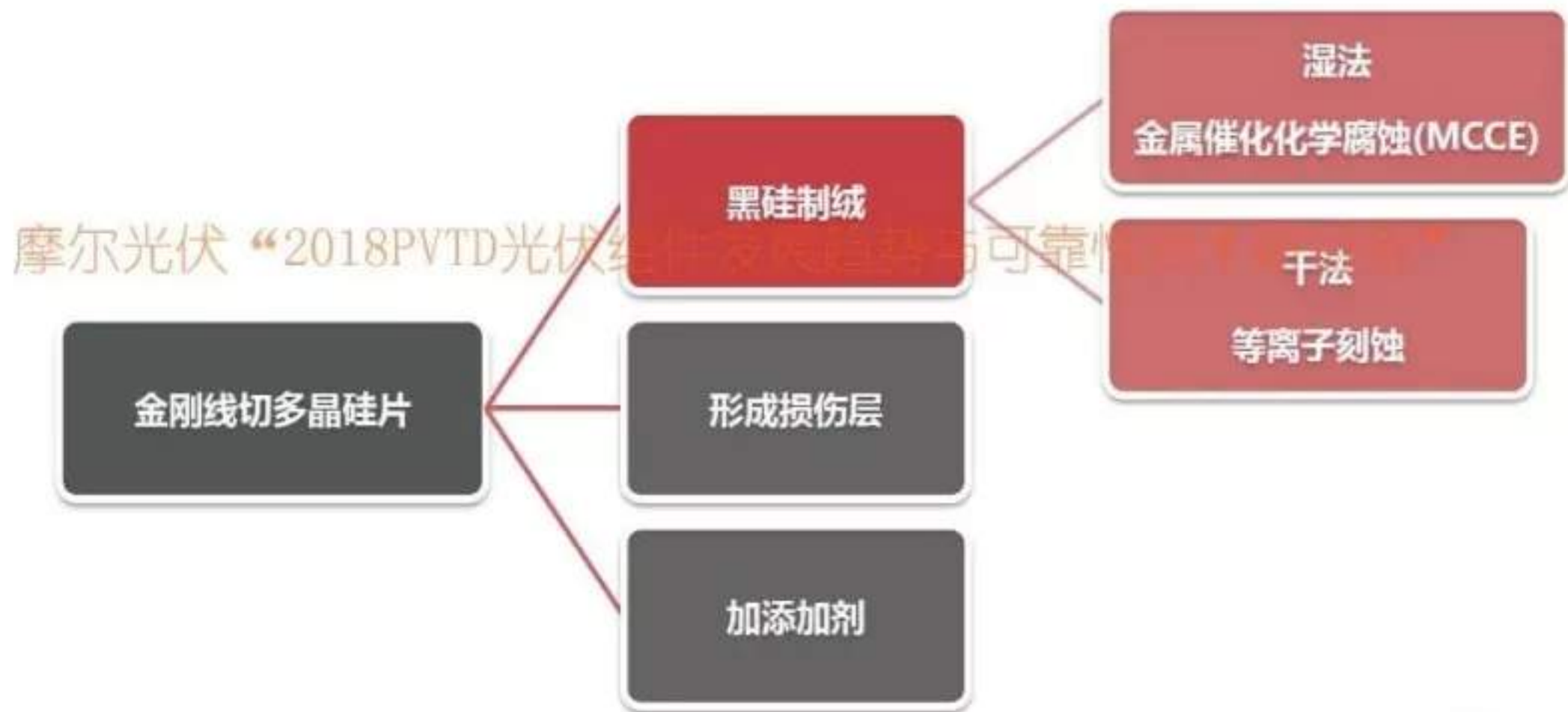
市场整体金刚线线径使用占比率



2017年国内主流金刚线切割机

			装载量	装料方式	线速度	时间	线耗	A率
专用机	无锡上机		680	单排	1500	120min	1.4m/p	90%
	大连连城	1660C	650	单排	1300	90min	1.6 m/p	90%
	MB	288 S3	630	单排	1800	150min	1.7 m/p	88-89%
	NTC	PV500	680	单排	1500	——	——	——
改造机	MB	271	800	单排	1300	160min	1.4 m/p	92%
	NTC	442	600	单排	1200	180min	1.8 m/p	88-90%
	NTC	PV800	720	单排	1200	150min	1.5 m/p	88-89%

2017年常规多晶硅电池的技术进展

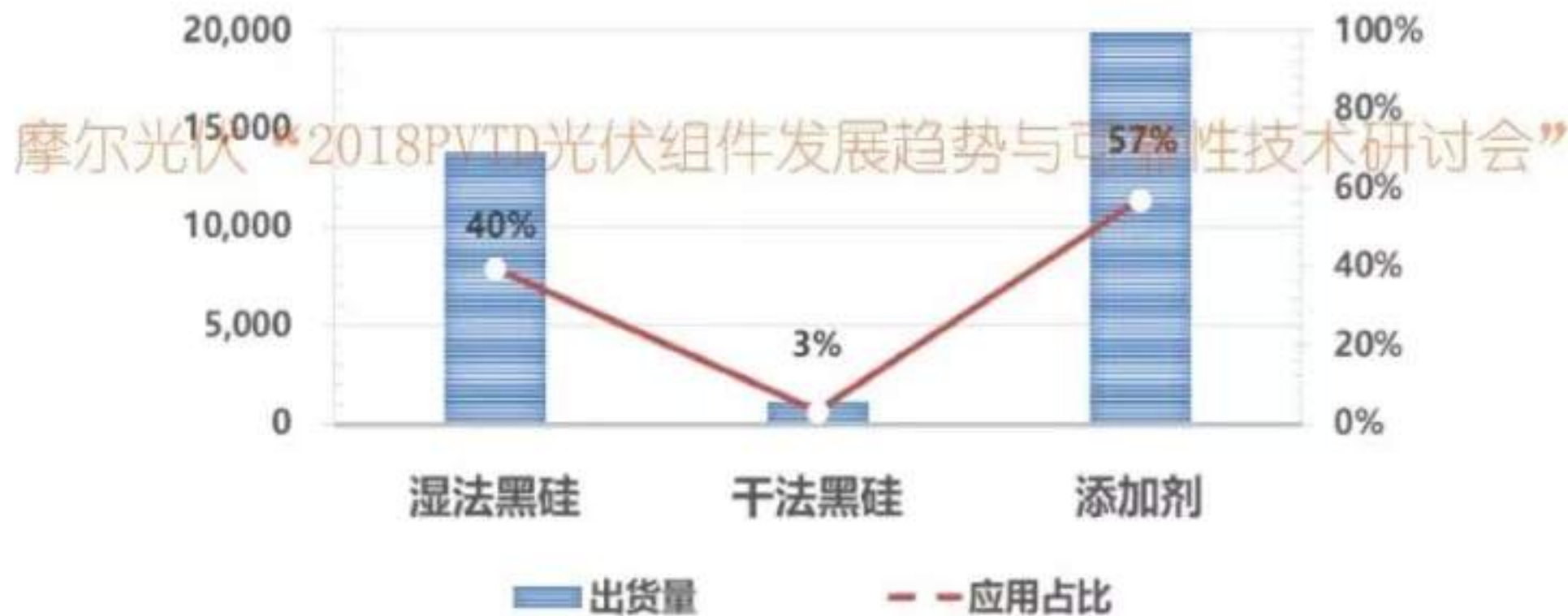


几种织绒方法的比价

技术类型	织绒添加剂法	表面预处理法	湿法黑硅法	干法黑硅法
技术描述	在传统的织绒试剂的基础上，引入添加剂，制备“蠕虫状”绒面	采用物理方法再造表面损伤，再用酸织绒法制备“蠕虫状”绒面	采用金属颗粒催化诱导方式，制备多孔状黑硅绒面	采用反应等离子体刻蚀（RIE）技术制备黑硅绒面
相关企业	湖州三峰、宁波道乐、合德峰等添加剂供应商	实创、Schmid等公司提供技术	GCL、CSI、晶科、BYD等公司采用	比太、韩国IPS、韩国周星、微导等提供设备 天合、晶奥、GCL等公司使用
优点	工艺简单，无需增加新的织绒设备	无晶花问题 织绒设备，织绒投入少	绒面结构均匀，多孔状绒面结构	绒面结构均匀
效率提升	-（0.03%~0.07%）	基本持平	0.30%~0.50%	0.40%~0.60%
单片成本	¥ 0.03~0.05/pcs	¥ 0.08~0.15/pcs	¥ 0.15~0.20/pcs	¥ 0.30~0.40/pcs
缺点	● 晶花问题 ● 电池效率较砂浆略低	● 碎片率上升 ● 需增加表面预处理设备	● 槽式技术，与现有链式技术兼容性查 ● 溶液寿命短 ● 废液处理难度较大	● 设备投入较大 ● 需前后到湿法设备配合

2017年中国各种多晶硅织绒技术的占比

金刚线多晶市场应用



2017晶硅电池组件技术的进展

摩尔光伏 “2018PVT光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

2017晶硅电池组件技术的进展

- 主栅技术的进展
- 半片技术进展
- 叠瓦技术进展
- 封装背板技术进展
- 封装胶膜技术进展
- 导电银浆的技术进展

摩尔光伏“2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

2017晶硅电池组件技术的进展

- 主栅技术的进展

- 半片技术进展

- 叠瓦技术进展

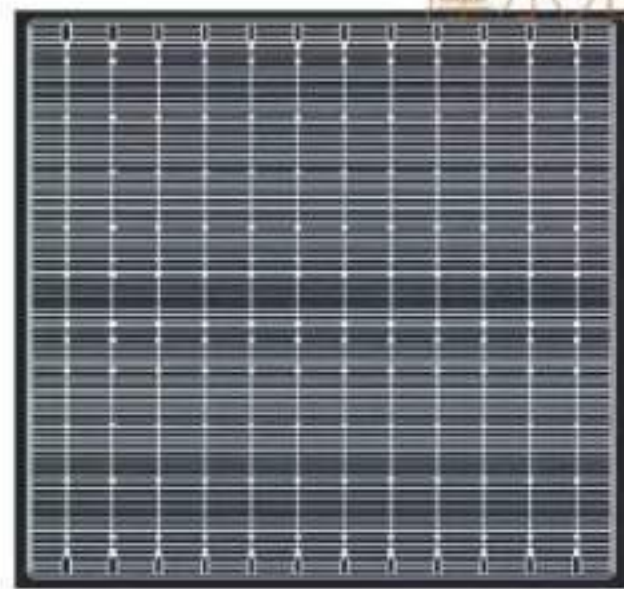
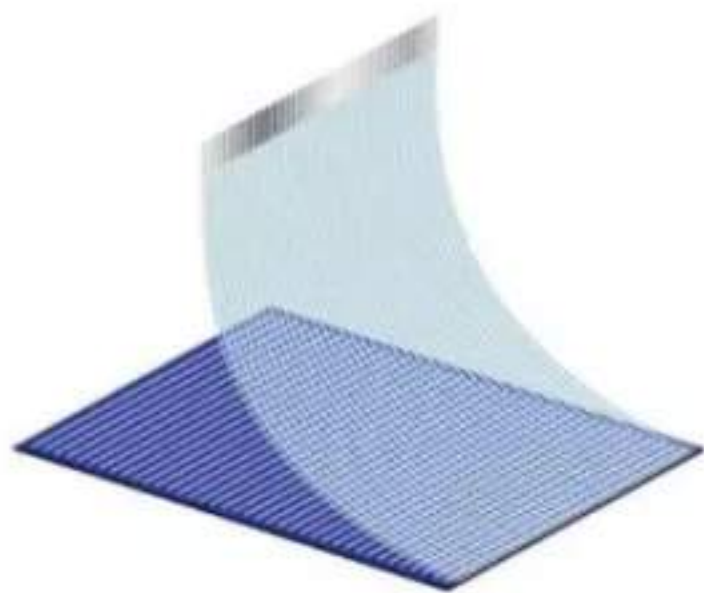
摩尔光伏“2018PVT光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

- 封装背板技术进展

- 封装胶膜技术进展

- 导电银浆的技术进展

主栅技术的进展



2017晶硅电池组件技术的进展

- 主栅技术的进展

- 半片技术进展

- 叠瓦技术进展

摩尔光伏“2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

- 封装背板技术进展

- 封装胶膜技术进展

- 导电银浆的技术进展

半片技术

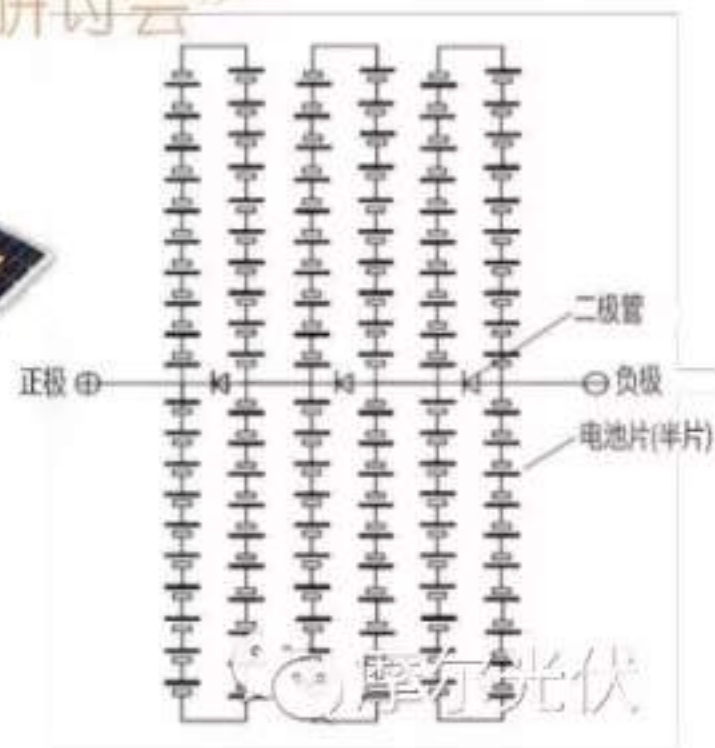
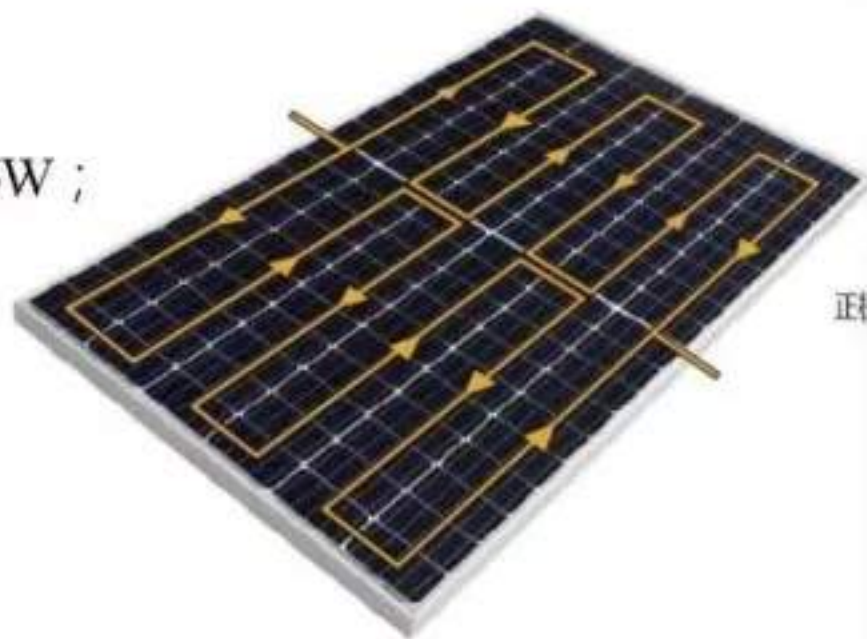
$$P=I^2R$$

晶科：60片156mm多晶电池半片组件的功率提升5~10W。

正太：多晶半片组件比同样的整片组件增益2%，而单晶半片组件增益为2.5%

晶科公司2017年的各种电池额主流功率如下：

- 半片多晶BSF电池组件（12X10）主流功率档为280~290W；
- 半片单晶BSF组件（12X10）主流功率档为295~305W；
- 半片单晶PERC电池组件（12X10）主流功率档为320~330W。
- 整片多晶PERC电池的主流功率为285~295W；
- 整片单晶PERC电池组件的主流功率为305~315W；



2017晶硅电池组件技术的进展

- 主栅技术的进展

- 半片技术进展

- 叠瓦技术进展

摩尔光伏“2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

- 封装背板技术进展

- 封装胶膜技术进展

- 导电银浆的技术进展

叠瓦技术

156边长的电池片切成5片

34小片串联起来构成一个串

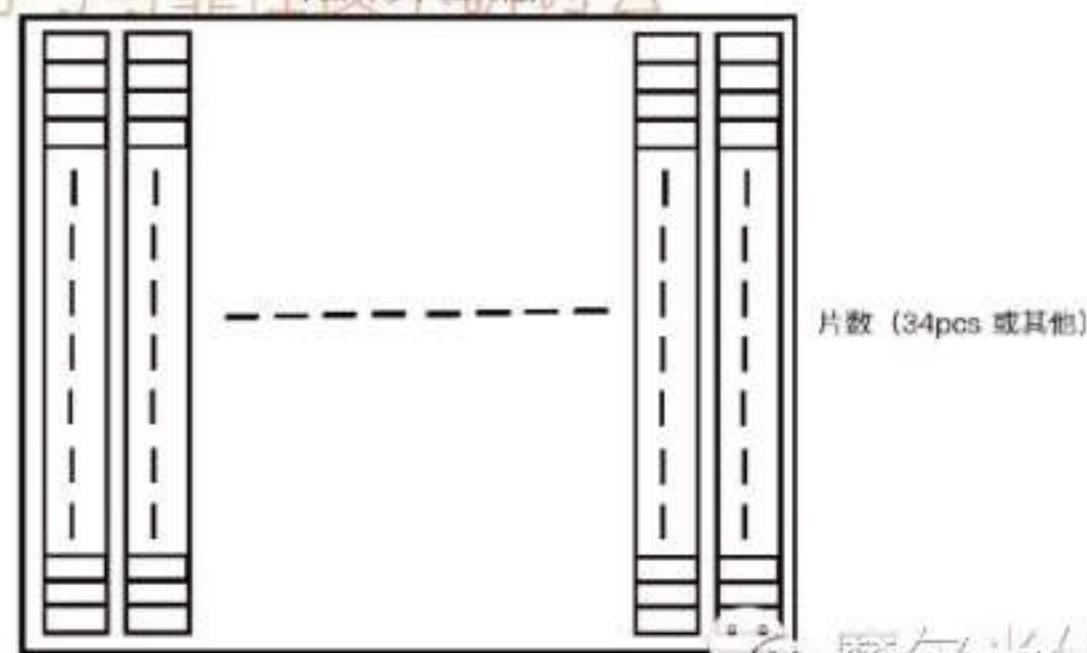
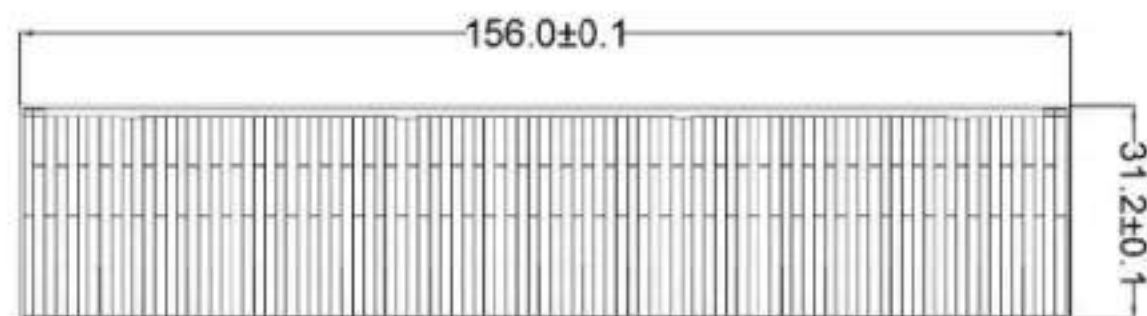
开发叠瓦技术的公司：

协鑫集成、塞拉弗光伏公司、东方环盛、比亚迪、天合光能、通威太阳能、中来股份、阿特斯、乐叶光伏、尚德电力。

叠瓦设备供应公司：

边缘焊接机的国内主要供应商为沃特维公司、奥特维公司、

国外串焊机的主要供应商为Sunpower公司



这样的小电池片是从68片 $156 \times 156 \text{mm}^2$ 电池上切下来。其尺寸为 $1623 \times 1048 \times 40 \text{mm}$ ，相当于60片 $156 \times 156 \text{mm}^2$ 电池的版型。

叠瓦技术

塞拉弗的叠瓦组件

(多晶BSF组件)

同版型常规组件：270W



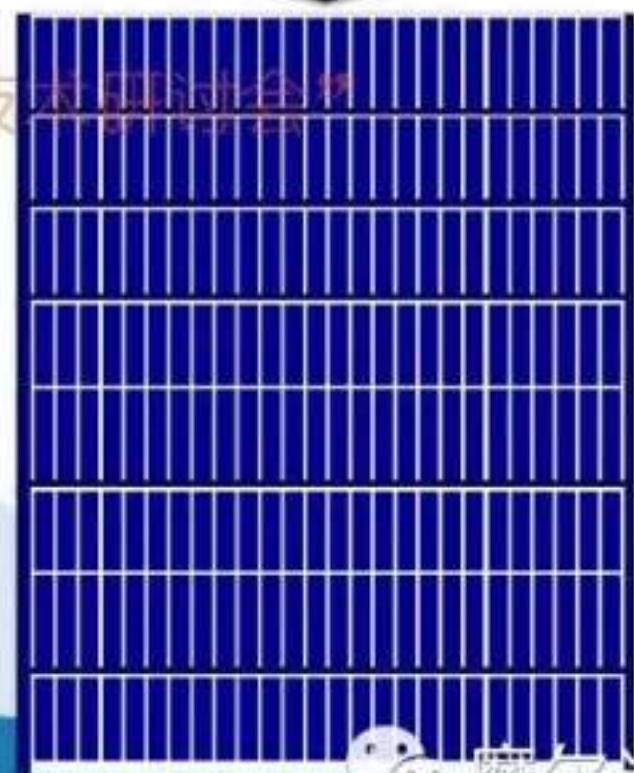
同版型叠瓦组件：320W

组件型号	SRP-320-E01B
额定功率 P_{max}	320
开路电压(Voc)	44.85
短路电流(Isc)	9.11
额定电压(Vmp)	36.4
额定电流(Imp)	8.80
转换效率	18.81
标准测试条件：光照强度 1000 W/m ² 组件温度 25° C 大气质量 1.5 功率测试误差：+/-3%	

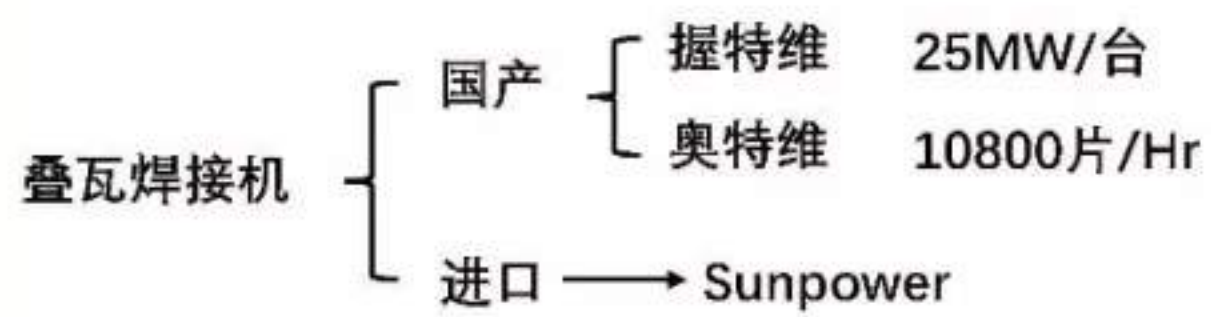
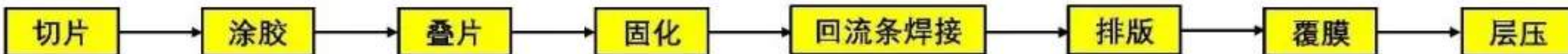
单片
电池



电池串



叠瓦技术



类别	丙烯酸	有机氟	环氧	有机硅
固化速度	快	中等	快	快
粘结强度	优	中等	优	中等
可反工性	差	优	差	优
耐候性	中等	优	差	优
低温柔顺性	差	差	差	优

2017晶硅电池组件技术的进展

- 主栅技术的进展

- 半片技术进展

- 叠瓦技术进展

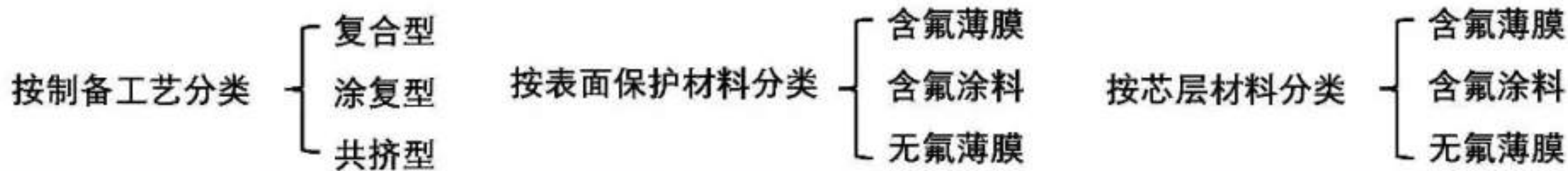
摩尔光伏“2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

- 封装背板技术进展

- 封装胶膜技术进展

- 导电银浆的技术进展

背板技术



层结构	TPT	KPK	TPE	KPE	BBF	TPC	CPC	CPE	APE	AAA
内面	PVF	PVDF	改性PE	改性PE	EVA	四氟涂料	氟涂料	改性PE	改性PE	尼龙12
粘结层	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	—	—
中间层	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET	改性PO	玻纤+尼龙
粘结层	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	PU胶	—	—
空气面	PVF	PVDF	PVF	PVDF	HTV	PVDF	氟涂料	氟涂料	尼龙12	尼龙12
备注	双面氟膜		单面氟膜				双面氟涂料	单面氟涂料	共挤型 无氟	

背板技术

- HTV：四氟乙烯－六氟丙烯－偏氟乙烯三元共聚物
- PVDF：聚偏二氟乙烯
- PVF：聚氟乙烯
- 氟涂料：目前国内较多使用的涂布材料有四氟的PTFE、PVDF、FEVE
- PET：聚对苯二甲酸乙二醇酯（涤纶树脂）
- PA：尼龙，是聚酰胺纤维（棉纶）的一种称呼。
- PO：聚烯烃。乙烯、丙烯或高级烯烃的高级聚合物。主要包括聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）和POE、EVA、MMA等高级烯烃聚合物。

按照氟含量的顺序依次是：THV>PVDF>PVF>氟涂料>PET

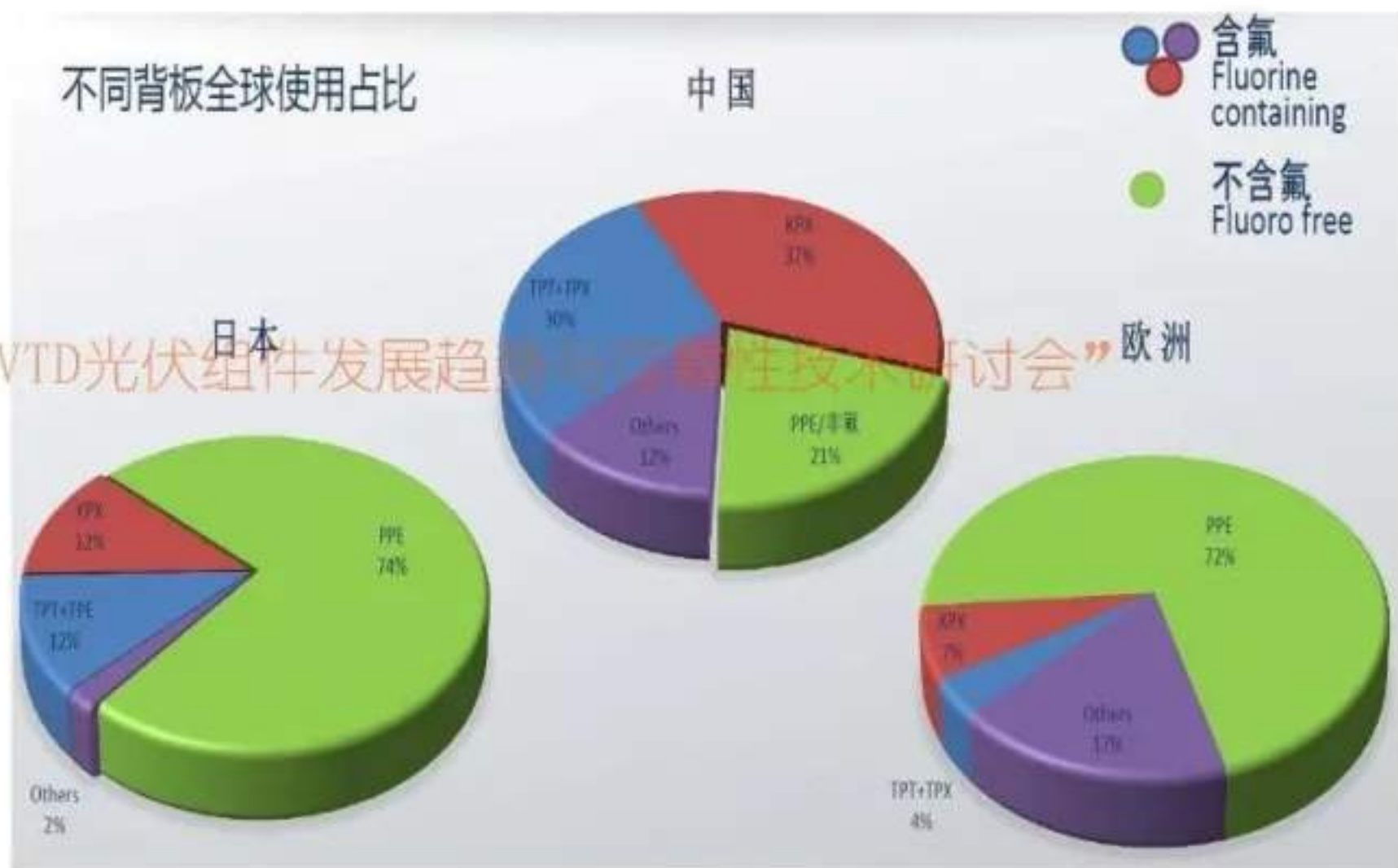
各种背板的应用

值得注意的是，2016年：

- 欧美的无氟背板占主流
- 中国含氟背板占主流

- AAA的失败是没有使用有效的耐蚀层。
- APE使用了高性能的PO作为耐蚀功能层，其特性提高了很多。
- PET的耐候性不好，在中国使用受限

是否共挤型的低成本结合PO的高性能能为背板市场带来一种更加低价环保的解决方案呢？



2016年全球背板使用情况

背板更高的技术要求

● 阻水性	{	2.5~3.0g/m ² .24h	常规晶硅电池组件
		1.5~2.0g/m ² .24h	抗PID、蜗牛纹、LID电池组件
		0.1~0.5g/m ² .24h	HIT电池组件

● 环境综合老化 紫外光、水汽、高温以及风沙的侵蚀

● 耐高电压 1000V→1500V

● 阻燃 VTM1→VTM0 但是阻燃剂会加速老化

2017晶硅电池组件技术的进展

- 主栅技术的进展

- 半片技术进展

- 叠瓦技术进展

摩尔光伏“2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

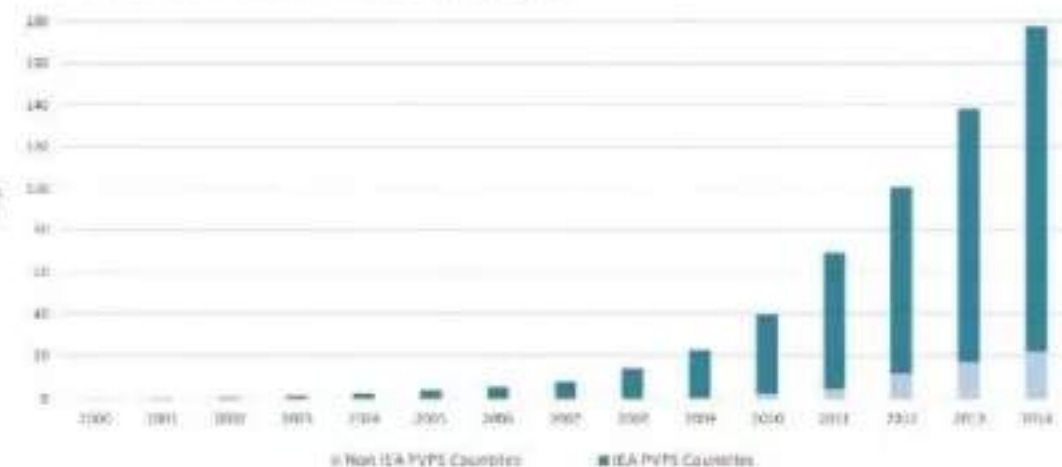
- 封装背板技术进展

- 封装胶膜技术进展

- 导电银浆的技术进展

太阳电池浆料发展趋势

FIGURE 1: EVOLUTION OF PV INSTALLATIONS (GWp)



摩尔光伏 “2018PVTD光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

14年我国装
机量12GW,
全球
38.7GW

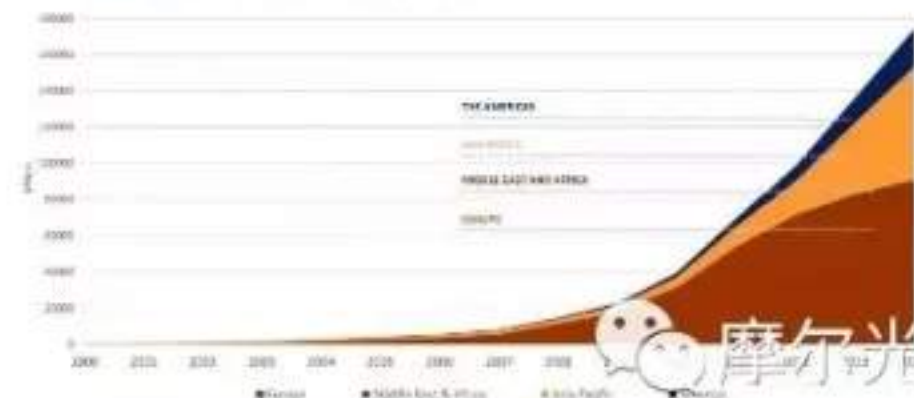
近五年来,全
球光伏装机量
保持30%以上
的增速

14年当年我国正
面银浆市场规模
保守计算超过25
亿元,全球超过
80亿元

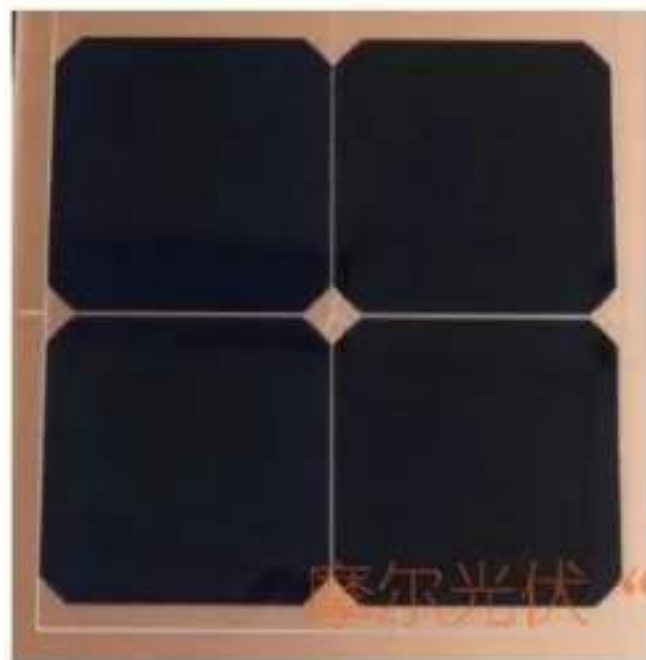
至2020年,我
国正面银浆市场
规模将超过120
亿元,全球将超
过380亿元

新型正面铜浆、
HIT低温银浆市
场潜力巨大

FIGURE 3: EVOLUTION OF REGIONAL PV INSTALLATIONS (MWpOC)



形形色色的电极



无栅线 (IBC)



无主栅 (D4)

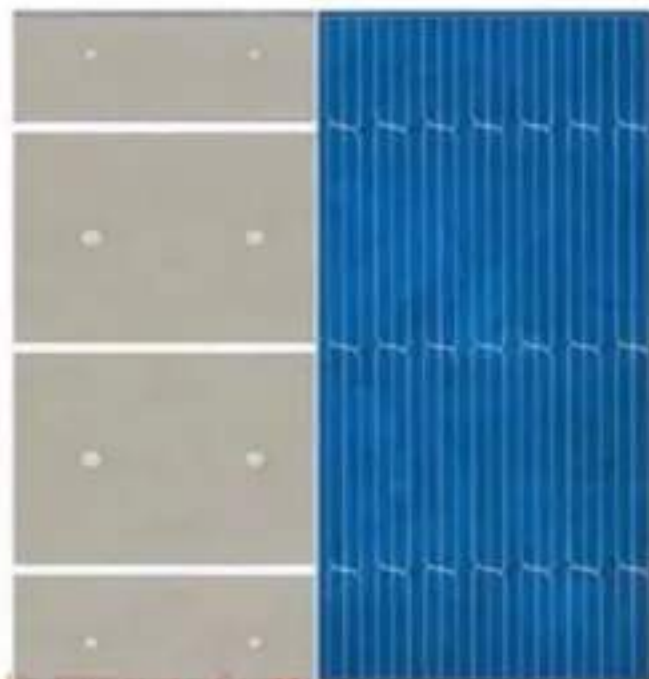


双面电池
(N-PERT)



多主栅

图2(a) ISE提出的仿H型常规布局



(b) ECN提出的星形布局



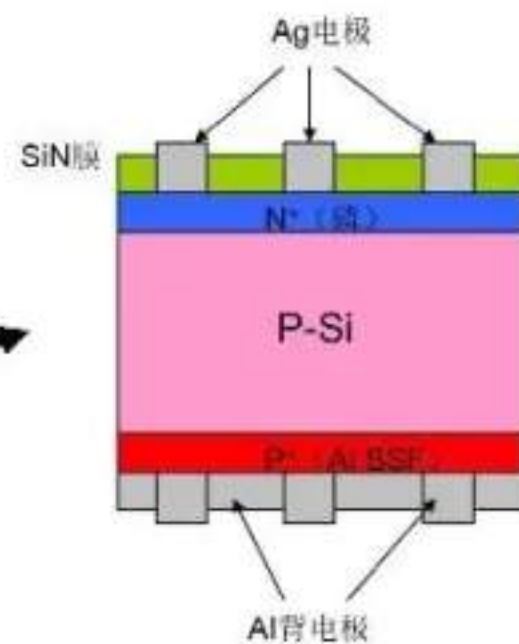
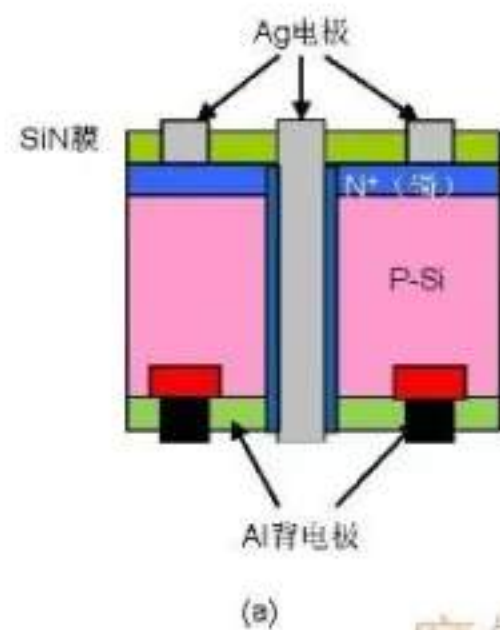
无主栅 (MWT)

浆料的发展

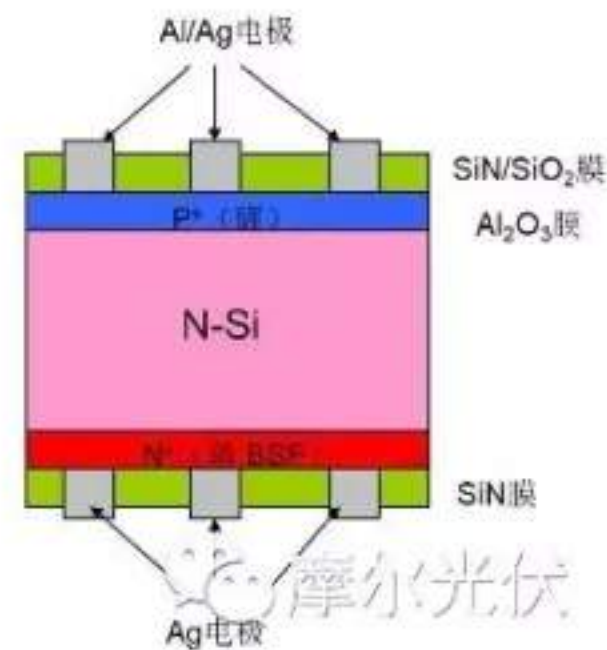
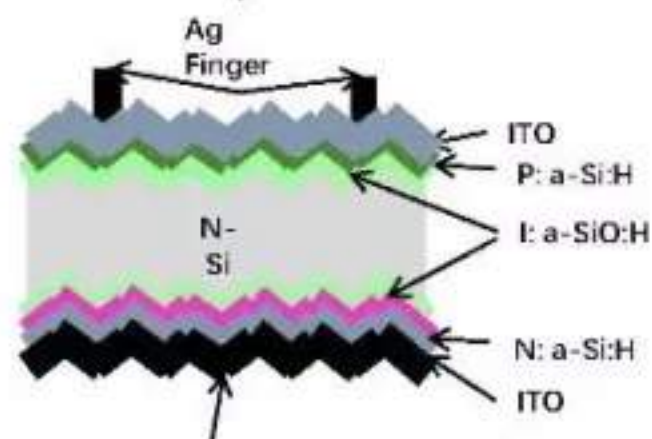
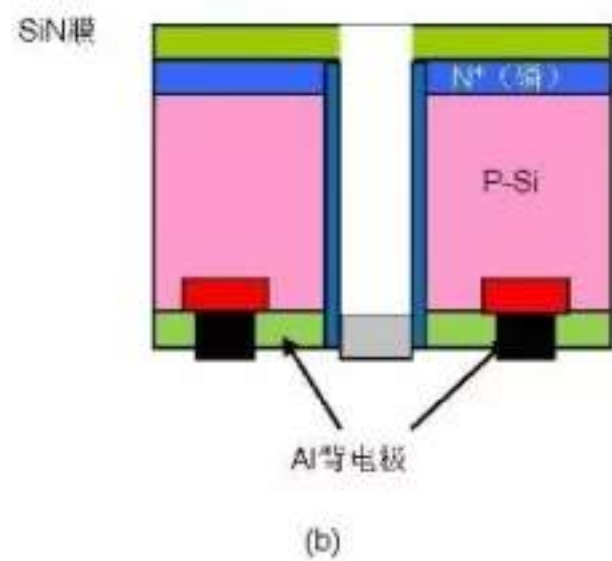
- 匹配超细栅线的银浆（终极目标—10 μ m）
- 适用于减压扩散的银浆
- PERC电池的低温银浆（低100~150 $^{\circ}$ C）
- 适用于离子注入的银浆或银铝浆
- PERT电池掺铝银浆
- HIT专用低温银浆（~200 $^{\circ}$ C）
- HIT快干银浆
- 常规PERC背铝浆
- PERC掺硼背铝浆
- PERC+背面烧穿铝浆
- PERC+背面烧穿银铝浆
- MWT电池专用银浆
- HIT电池铜浆



特殊的浆料设计



摩尔光伏 “2018PVT光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”

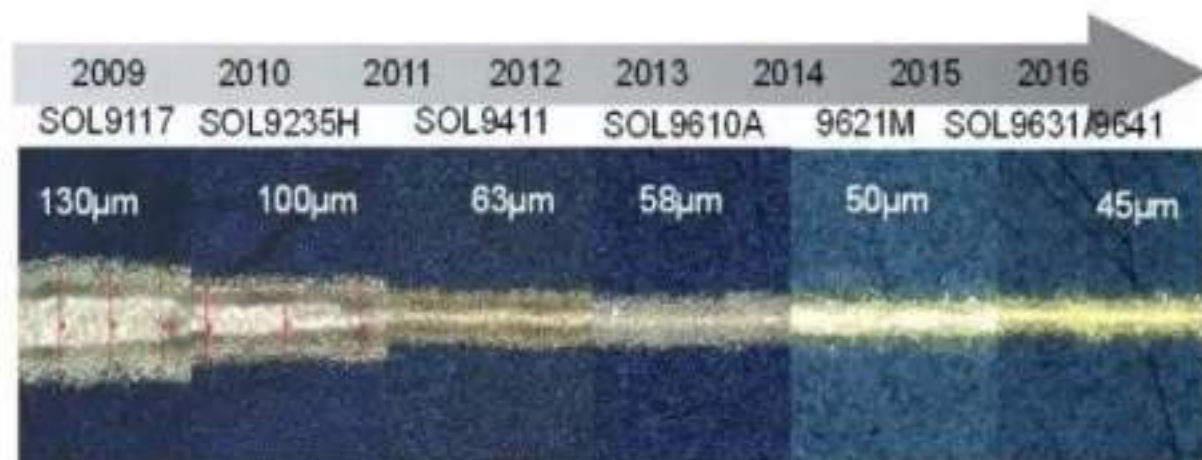


摩尔光伏

常规太阳能电池浆料的改进

配合浆料的改进，周边技术也在改进：

- 网板：目数/网线/无节点网栅
- 主栅：三主栅/四主栅/五主栅/无主栅
- 印刷：二次印刷/主副栅分离印刷



2016 2017 2018 2019

Single (Dual) Print



Conventional Screen

Finger opening $\leq 30\mu\text{m}$



Super Screen

Finger opening $\leq 20\mu\text{m}$

Double Print



Finger opening $\leq 20\mu\text{m}$

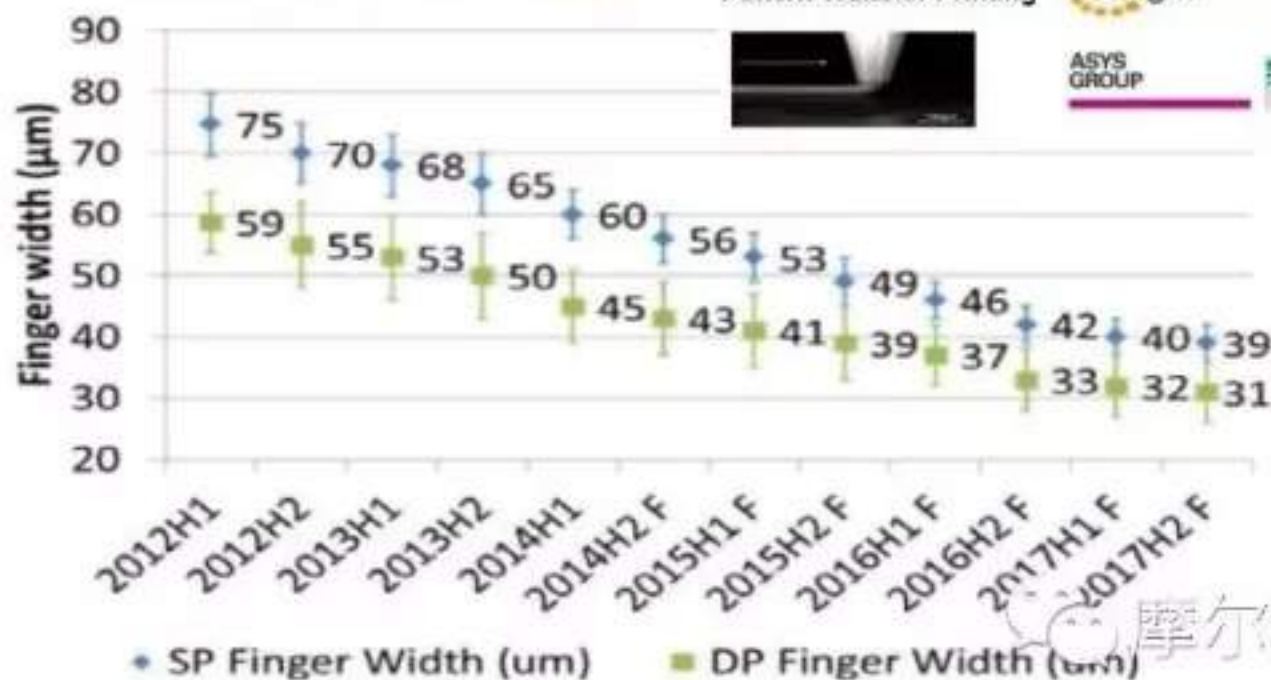
New Technology

Pattern Transfer Printing

Uniflight

ASYS GROUP

Fraunhofer IZ



结论之一：当前光伏产业技术发展特征

- 太阳能电池技术出现多样性趋势
 - 单晶硅-多晶硅
 - P型硅—N型硅
 - 单面—双面
 - 整片—半片—叠片（5片）
 - 四主栅—五主栅—多主栅—无主栅—无栅线
- 新技术导入产业的速度加快
- 太阳能电池的制造技术越来越趋向半导体产业
 - 硅材料纯度更高
 - 硅片缺陷更少
 - 表面复合更低
 - 工艺要求更严
 - 操作环境洁净度更高

结论之二：光伏产业运营难度加大

光伏产业的“新三高”现象

- 资金门槛——高了
- 管理门槛——高了
- 技术门槛——高了

企业新技术生产线的建设速度应当减缓：
小步快跑，每一步都应在技术上有所更新

谢 谢

摩尔光伏 “2018PVTE光伏组件发展趋势与可靠性技术研讨会”