



دانشگاه علم و صنعت ایران

الله أكبر

- ❖ مواد مورد استفاده در ساخت سلول های خورشیدی شفاف
- ❖ زیر لایه های موجود در سلول های خورشیدی شفاف
- ❖ فناوری های ساخت
- ❖ بررسی جوانب اقتصادی، حوزه های کاربردی، آخرین پیشرفت ها

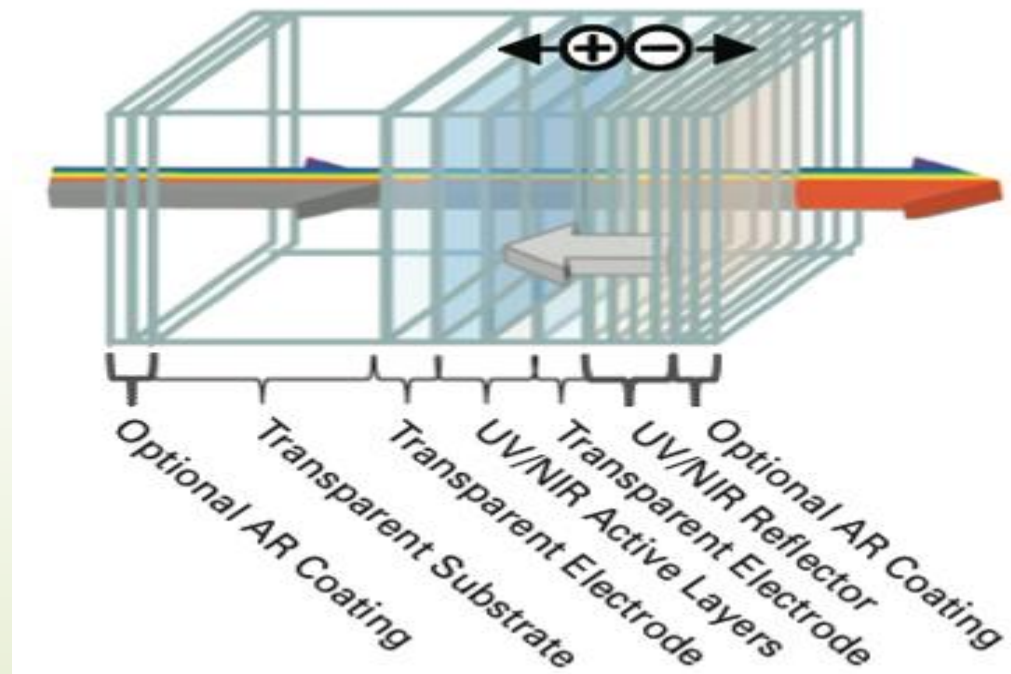
- پنل های خورشیدی شفاف از یک ترکیب متضاد تشکیل شده اند.

- سلول های خورشیدی با جذب فوتون به تولید الکتریسیته می پردازند اما یک جسم شفاف باید نور را از خود عبور بدهد و بازتاب آن به چشم ما برخورد کند تا ما آن را ببینیم

- فعالیت برای عرضه این سلول ها به بازار از سال ۲۰۱۳ آغاز شده است و اغلب در مرحله تولید انبوه نمی باشند

زیر لایه های شفاف موجود در سلول های خورشیدی شفاف

شکل زیر ساختار و زیر لایه های یک سلول خورشیدی شفاف را نشان می دهد.



زیر لایه های شفاف موجود در سلول های خورشیدی شفاف

پوشش ضد بازتاب نوری

صفحه شفاف

الکتروود شفاف

لایه ی دفع کننده پرتوهای فرابنفش و مادون قرمز

الکتروود شفاف

لایه بازتاب دهنده پرتوهای فرابنفش و مادون قرمز

پوشش ضد بازتاب نوری

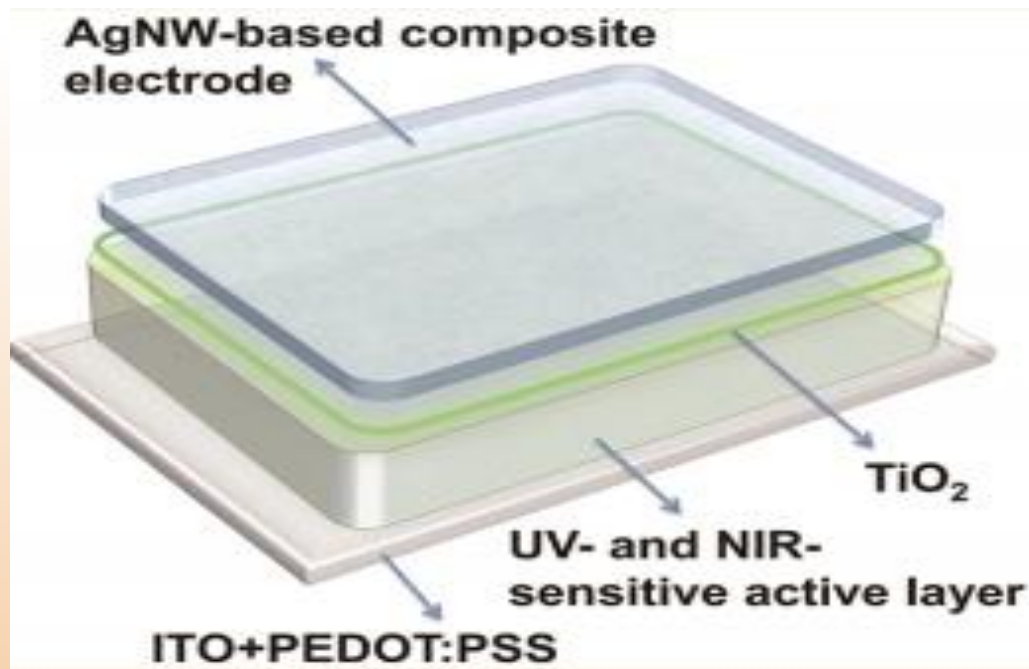
- نحوه عملکرد یک PV شفاف بدین صورت می باشد که سیستم به گونه ای طراحی شده است که نور خورشید از داخل صفحه عبور کند ولی پرتوهای مادون قرمز و فرابنفش عبور نکنند

- لایه میانی که به لایه فعال UV/NIR معروف است نقش اصلی را در ایجاد جریان الکتریسیته ایجاد می کند

- این لایه در واقع با جذب پرتوهای فرابنفش و پرتوهای با دامنه نزدیک به مادون قرمز سبب عبور جریان از طریق دو الکترود شفاف که در دو طرف این لایه قرار دارند می شود

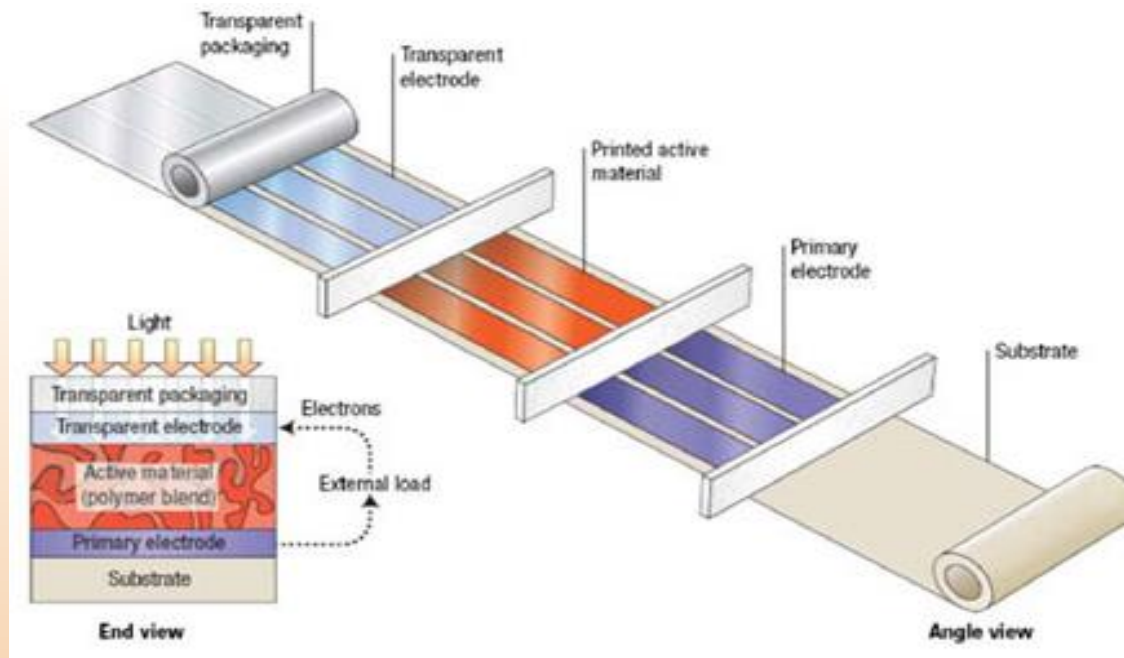
مواد مورد استفاده در ساخت سلول های خورشیدی شفاف

- مواد پلیمری که در ساخت اصلی ترین لایه سلول خورشیدی پلیمری یعنی لایه فعال UV/NIR به کار می رود از نوع PBDTT-DPP و PCBM می باشد که در شکل مشاهده می شود. در این سلول ها به منظور افزایش شفافیت از ITO (ionolindium-tin-oxide) شیشه های استفاده می شود.



همان‌گونه که مشاهده می‌شود، پنج لایه اصلی تشکیل دهنده این سلول‌ها بر روی هم قرار می‌گیرند که اصلی‌ترین بخش آن عبارت‌اند از:

- دو الکتروود شفاف (اولیه و ثانویه)
- لایه فعال (واسط شارش الکتروسیته)



کارایی سلول خورشیدی بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود تا عملکرد هر سلول مورد ارزیابی قرار گیرد:

$$\eta = \frac{I_{sc} V_{oc} FF}{P_{in}}$$

در اینجا ISC دانسیته جریان مدار کوتاه (میلی امپر بر سانتیمتر مربع)، Voc ولتاژ مدار باز (میلی ولت) FF فاکتور پر کردن و Pin شدت نور تابشی است.

خصوصیات I-V انواع مختلف سلول های فتوولتائیک

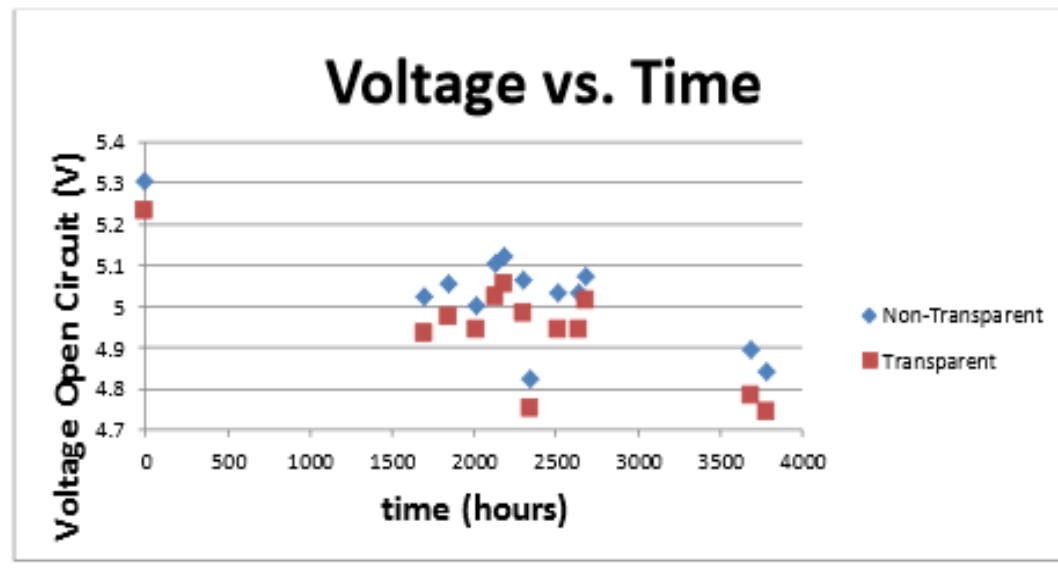
طیف جذب و ارسال الکتروود فلز LiF/Al با ارزیابی لایه های فلز بدست آمد که در مقایسه با طیف شیشه پوشیده ITO تنها بر روی شیشه تبخیر شد، عملکرد بهتری را نشان می دهد

η	FF (%)	V (mv)	I (mA/cm ²)	لایه فتواکتیو	نوع ماده
۰٫۲۳	۳۱	۷۶۰	۰٫۹۸	MDMO-PPV:PCBM	نوع PP
۰٫۳۳	۳۷	۷۰۰	۱٫۲۸	MDMO-PPV:PCBM	نوع PP پوشیده شده با آلومینیوم
۰٫۳۷	۲۸	۷۴۰	۱٫۳۳	MDMO-PPV:PCBM	شیشه پوشیده شده با ITO
۰٫۱۷	۲۷	۵۸۰	۱٫۰۴	P3HT:PCBM	نوع PP
۰٫۲۳	۳۷	۵۲۰	۱٫۶	P3HT:PCBM	نوع PP پوشیده شده با آلومینیوم
۰٫۲۵	۳۶	۶۲۰	۱٫۱۲	P3HT:PCBM	شیشه پوشیده شده با ITO

این داده ها از طریق آزمایش های واقعی صورت گرفته در زمان های مختلف در سطح شهر به دست آمده است که در جدول مشاهده می شود.

	12/10/2014	2/19/2015	2/25/2015	3/4/2015	3/9/2015	3/11/2015	3/16/2015	3/18/2015	3/25/2015
Cloud Coverage (%)		20	15	25	10	5	15	80	30
Temp (deg_F)		63	65	63	64	67	64	77	77
hours	0	1704	1848	2016	2136	2184	2304	2352	2520
P=IV									
V_Non-Trans (Volts)	5.3	5.02	5.05	5	5.1	5.12	5.06	4.82	5.03
I_Non-Trans (mA)	1130	86.8	90.3	62.1	96.8	106.2	81.2	23.3	67.5
P_Non-Trans (mW)	5989	436	456	311	494	544	411	112	340
Trans									
V_Trans (Volts)	5.23	4.93	4.97	4.94	5.02	5.05	4.98	4.75	4.94
I_Trans (mA)	580	59.2	64.9	48.6	71.2	83.6	61.7	18.2	52.3
P_Trans (mW)	3033.4	292	323	240	357	422	307	86	258

ولتاژ خروجی سلول های شفاف در شرایط یکسان با نوع غیر شفاف کمتر می باشد.



مقایسه پارامترهای مختلف سلول های خورشیدی شفاف و غیر شفاف در آزمایش

	Transparent Panel	Non-Transparent Panel
Max power (Watts)	1.18	2.34
Voltage at Max Power point (Volts)	3.21	3.2
Current at Max Power point (Amps)	0.362	0.723
Open Circuit Voltage (Volts)	5.23	5.3
Short Circuit Voltage (Amps)	0.58	1.13
Fill Factor	38%	38%
Active Area (square meter)*	0.1	0.1

مقایسه بین سلول های خورشیدی شفاف و غیر شفاف

hours	η non_transparent	η transparent
0	1.68%	0.83%
1704	0.74%	0.50%
1848	0.76%	0.54%
2016	0.56%	0.43%
2136	0.81%	0.58%
2304	0.71%	0.53%
2352	0.35%	0.27%
2520	0.67%	0.51%
2640	0.73%	0.53%
2688	0.81%	0.60%
3696	0.28%	0.19%
3792	0.24%	0.23%

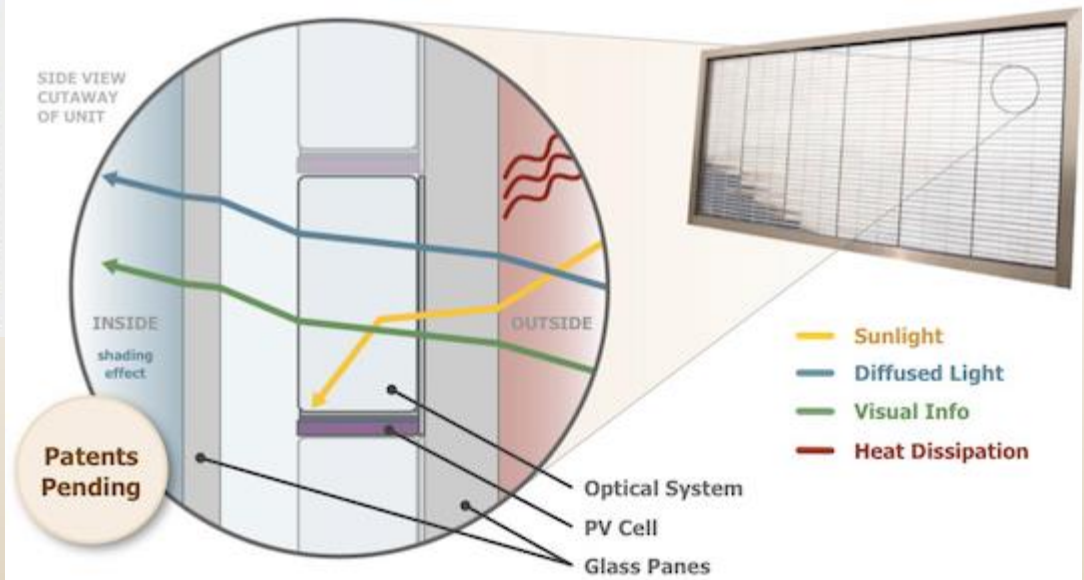
مقایسه بازده سلول خورشیدی شفاف و غیر شفاف

کارخانه های سازنده سلول خورشیدی شفاف

شرکت Solar Choice در زمینه ساخت سلول های خورشیدی فعالیت می کند. این شرکت اخیراً نمونه هایی از پنل های خورشیدی شفاف را تولید کرده است که به عنوان شیشه ها و نورگیرهای ساختمانی کاربرد دارند.



Pythagoras BIPV solar windows Demo Project



❖ یکی از کاربردهای صفحه‌های خورشیدی شفاف، استفاده از آنها در گوشی‌های موبایل و نمایشگرهای کامپیوتری می‌باشد.

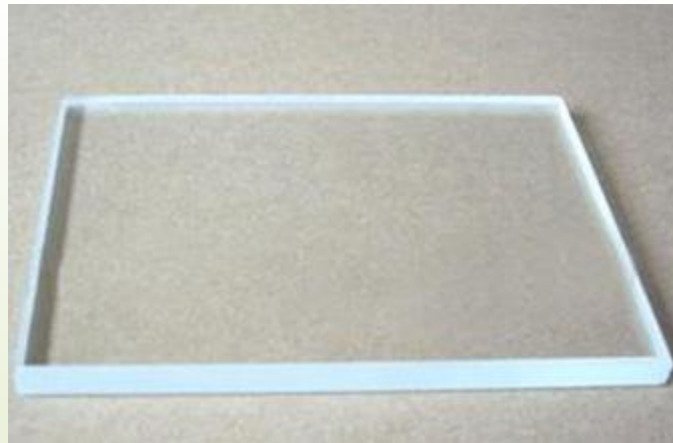
❖ آزمایش‌هایی که توسط شرکت آکاتل در این زمینه صورت گرفته نشان می‌دهد که با این کار قابلیت شارژ دهی باتری در حدود ۵۰٪ افزایش می‌یابد



کارخانه های سازنده سلول خورشیدی شفاف

❖ در کشور چین کارخانه Guangdong به تولید سلول های خورشیدی شفاف می پردازد

ضخامت	2mm,3mm,4mm,5mm,6mm,8mm,10mm,12mm,15mm,19mm
سایز	2140x3300mm, custom sizes
کاربردها	درها و پنجره ها، میز



قیمت این محصولات بسته به سایزهایشان از ۰,۵ تا ۲۹,۵ دلار می باشد

با سپاس فراوان

