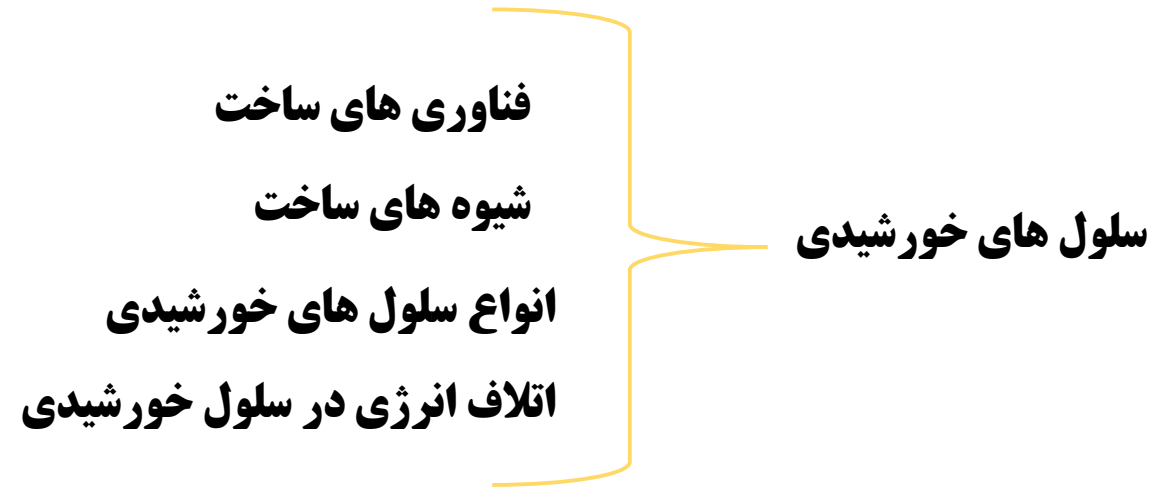


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

فهرست

مقدمه



صفحه خورشیدی و کاربرد آن ها

مقایسه سیستم های خورشیدی

مزایا و معایب صفحات خورشیدی

باتری خورشیدی و عملکرد آن

انرژی مورد نیاز بشر و انرژی خورشید

امروزه انسان با پیشرفتهایی که در زمینه‌های مختلف کرده، نیازی روزافزون به انرژی پیدا کرده و این امر او را بر آن داشت تا با روش‌های گوناگون انرژی مورد نیاز خود را کسب کند. یکی از این روش‌ها که طی ۲۰ سال اخیر، انسان از آن استفاده می‌کند، استفاده از باتری‌های خورشیدی است. خورشید در هر ثانیه حدود ۱۰۰۰ ژول انرژی به هر متر مربع از سطح زمین منتقل می‌کند که با جمع‌آوری کردن آن می‌توان انرژی مورد نیاز برای کارهای مختلفی را تأمین کرد.

انرژی که از طریق خورشید به زمین می‌رسد ۱۰۰۰۰ بار بیشتر از انرژی مورد نیاز انسان است. مصرف انرژی در سال ۲۰۵۰ یعنی سال ۱۴۲۹ خورشیدی (۳۵ سال دیگر) ۵۰ تا ۳۰۰ درصد بیشتر از مصرف امروزی آن خواهد بود. با این حال اگر فقط ۰٫۱ درصد از سطح زمین با مبدل‌های انرژی خورشیدی پوشیده شوند و تنها ۱۰٪ بازده داشته باشند برای تأمین انرژی مورد نیاز بشر کافی است.

سلول خورشیدی



سلول خورشیدی ساخته شده از
monocrystalline silicon wafer

سلول خورشیدی (به انگلیسی: **solar cell** یا **photovoltaic cell**) یا یک قطعه الکترونیکی حالت جامد است که انرژی نور خورشید را مستقیماً توسط اثر فوتولتاییک به الکتریسیته تبدیل می‌کند. سلول‌های خورشیدی ساخته شده از ویفر سیلیکون، کاربرد بسیاری دارند. سلول‌های تکی برای فراهم کردن توان لازم دستگاه‌های کوچک‌تر مانند ماشین حساب الکترونیکی به کار می‌روند. آرایه‌های فوتولتاییک الکتریسیته بازیافت‌شدنی‌ای را تولید می‌کنند که عمدتاً در موارد عدم وجود سیستم انتقال و توزیع الکتریکی کاربرد دارد. برای مثال می‌توان به محل‌های دور از دسترس، ماهواره‌های مدارگرد، کاوشگرهای فضایی و ساختمان‌های مخابراتی دور از دسترس اشاره کرد. علاوه بر این استفاده از این نوع انرژی امروزه در محل‌هایی که شبکه توزیع هم موجود است، مرسوم شده‌است.

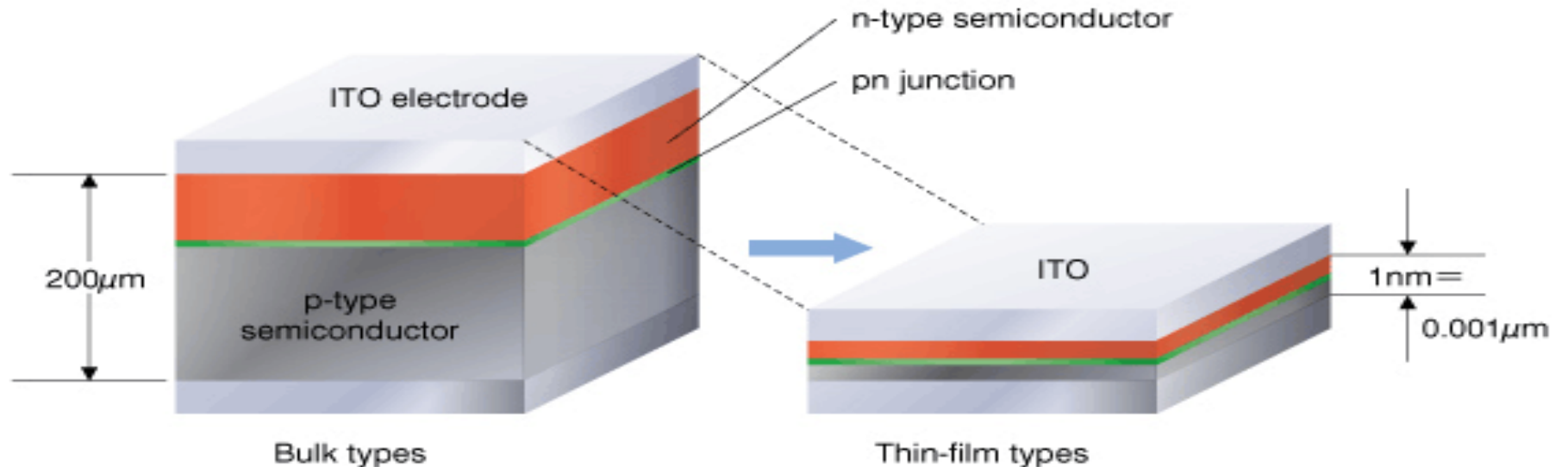
فناوری های ساخت سلول های خورشیدی

در حال حاضر دو فناوری در ساخت سلول های خورشیدی غالب است: فناوری نسل اول و نسل دوم.

★ فناوری نسل اول بر پایه ویفرهای سیلیکونی با ضخامت ۳۰۰-۴۰۰ میکرومتر است که ساختاری بلوری یا چند بلوری دارند که یا از بریدن شمش بدست می آیند یا از روش EFG و با کمک خاصیت موینگی رشد داده می شوند.

★ فناوری نسل دوم یا تکنولوژی لایه نازک، براساس لایه نشانی نیمه هادی روی بسترهای شیشه ای، فلزی یا پلیمری، در ضخامت های ۳-۵ است.

Silicon thickness required in thin-film Photovoltaic cells



ادامه مطالب



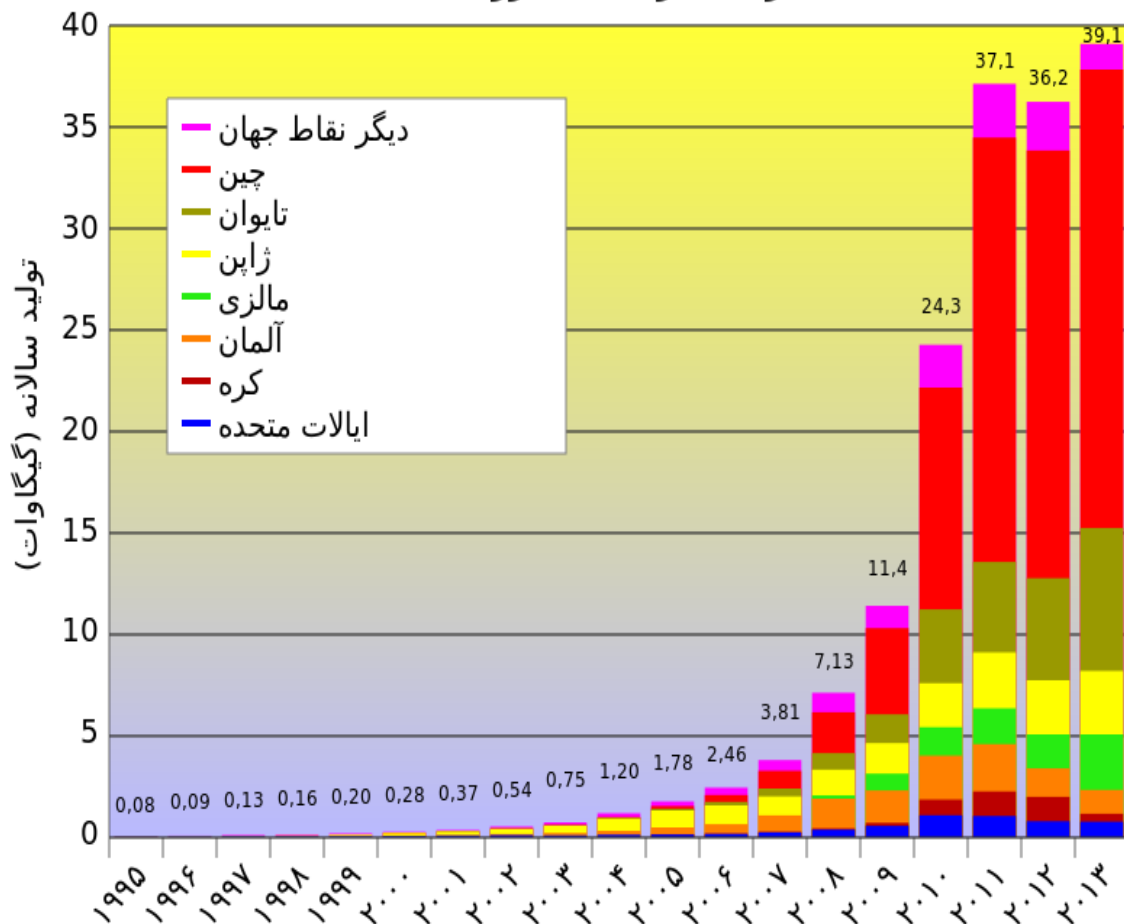
نمونه ای از سلول های خورشیدی

در سال ۱۹۶۱، **Shockley** و **Queisser** با در نظر گرفتن یک سلول خورشیدی پیوندی به شکل یک جسم سیاه با دمای ۳۰۰ کلوین نشان دادند که بیشترین بازدهی یک سلول خورشیدی صرف نظر از نوع تکنولوژی بکار رفته در آن، ۳۰٪ است که در انرژی شکاف **eV1.4** یعنی انرژی شکاف گالیم آرسناید بدست می آید. بنابراین بازدهی سلول های خورشید نسل اول و دوم حتی در بهترین حالت نمی تواند از حوالی ۳۰٪ بیشتر شود. این در حالی است که حد کارنو برای تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی ۹۵٪ است. و این مقدار تقریباً سه برابر بیشتر از بازدهی نهایی سلول های نسل اول و دوم است.

شیوه ساخت سلول‌های خورشیدی (فتوولتائیک)

سلول‌های فتوولتائیک از مواد ویژه‌ای ساخته شده‌اند که آنها را **semiconductor** یا نیمه رسانا می‌نامیم از این مواد می‌توان به سیلیکون اشاره کرد که اکنون بسیار پرکاربرد است در اصل هنگامی که نور با سلول برخورد می‌کند مقدار مشخصی از آن توسط مواد نیمه رسانا جذب می‌شود این یعنی انرژی جذب شده از نور به نیمه رسانا منتقل می‌شود انرژی به الکترون‌های سست ضربه می‌زند و اجازه می‌دهد که آنها آزاد شده و به گردش در آیند. سلول‌های فتوولتائیک دارای یک میدان الکتریکی هستند که به عنوان یک اجبار برای الکترون‌های آزاد شده توسط نور جذب شده عمل می‌کند و آنها را در جهت معینی به جریان می‌اندازد این گردش الکترون‌ها یک جریان ایجاد می‌کند و با قرار دادن اتصال‌های فلزی در پایین و بالای سلول فتوولتائیک می‌تواند این جریان را برای مصارف مختلف بیرون بکشد این جریان به همراه ولتاژ درون سلول‌ها که در نتیجه میدان یا میدان‌های الکتریکی درونی سلول ایجاد می‌شود قدرت یا ولتاژ تولیدی توسط یک سلول خورشیدی را تعریف می‌کنند.

تولید سلول های فتوولتائیک



ساخت سلول های خورشیدی با استفاده از مواد آلی

سلول های خورشیدی ساخته شده از مواد آلی در مقایسه با همتایان سیلیکونی خود بازده بسیار کمتری دارند. اما به دلیل هزینه ساخت پایین و همچنین قابلیت هایی مانند انعطاف پذیری برای مصارف غیرصنعتی مناسب هستند. شارژر موبایل قابل حمل، کار گذاشتن باتری ها در سطوح دارای انحناء مانند بدنه ماشین ها و حتی استفاده از آن ها در لباس ها، از مصارفی است که برای سلول های خورشیدی آلی (ارگانیک) پیش بینی می شود. خصوصیت دیگر آنها انعطاف پذیری در طول موجی است که در آن بیشترین جذب را دارند. در نتیجه اگر برای مثال ماده آلی با جذب در ناحیه زیر قرمز استفاده شود از سلول خورشیدی آلی می توان در شیشه های اتومبیل، شیشه های خانه ها و هر مکان دیگری که باید شفاف باشد، استفاده کرد.

انواع سلول‌های خورشیدی

★ سلول‌های خورشیدی مبتنی بر سیلیکون کریستالی: رایج ترین ماده توده برای سلول خورشیدی سیلیکون کریستالی (c-Si)

است ماده توده سیلیکون با توجه به نوع کریستال و اندازه کریستال به چندین بخش تقسیم می‌شود.

سیلیکون تک کریستالی (c-Si)

سیلیکون پلی کریستالی (poly-Si) یا چند کریستالی (mc-Si)

★ سلول‌های خورشیدی مبتنی بر سیلیکون لایه نازک غیر کریستالی

★ سلول‌های خورشیدی لایه نازک GaAs: یکی از ضروری ترین موارد که باید در مبدل انرژی فتوولتائیک خورشیدی به کار برود

تطبیق گاف انرژی با طیف خورشیدی و داشتن قابلیت تحرک بالا و طول عمر حامل‌ها می‌باشد

★ سلول‌های خورشیدی مبتنی بر مواد آلی: این سلول در مقایسه با دیگر سلول‌های خود بازدهی کمتری دارد و تنها به دلیل هزینه ساخت

کمتر و قابلیت انعطاف پذیری برای مصارف غیر صنعتی مناسب می‌باشد و قابلیت استفاده دارد.

اتلاف انرژی در یک سلول خورشیدی

نور مرئی تنها بخشی از طیف الکترومغناطیس است تشعشع الکترومغناطیس تک رنگ نیست و از دامنه‌ای از طول موجهای مختلف تشکیل شده و در نتیجه سطوح انرژی متفاوتی دارد. نور را هم می‌توان به طول موجهای گوناگونی تجزیه کرد که ما آن را به شکل رنگین کمان می‌بینیم از آنجایی که سلول ما توسط فوتون‌هایی با دامنه انرژی‌های متفاوت مورد اصابت قرار می‌گیرد لذا برخی از آنها انرژی لازم برای شکست پیوند الکترون حفره را ندارند آنها به سادگی از درون سلول می‌گذرند درست انگار که از یک شیشه شفاف عبور کرده‌اند در حالی که برخی دیگر از فوتون‌ها انرژی بسیار زیادی دارند تنها میزان مشخصی از انرژی که با الکترون ولت اندازه‌گیری شده می‌تواند بر الکترون‌های اتم‌های سیلیکون سلول خورشیدی ما اثر گذارد اگر فوتونی انرژی بیش از میزان لازم داشته باشد پس انرژی اضافی هدر می‌رود مگر اینکه فوتون انرژی دو برابر میزان مورد نیاز داشته و بتواند به طور همزمان دو الکترون را رها کند که این هم چندان زیاد نیست که معنی دار محسوب شود. به این صورت است که تقریباً ۷۰ درصد انرژی تابشی دریافتی توسط سلول ما در واقع تلف می‌شود و کارایی ندارد.

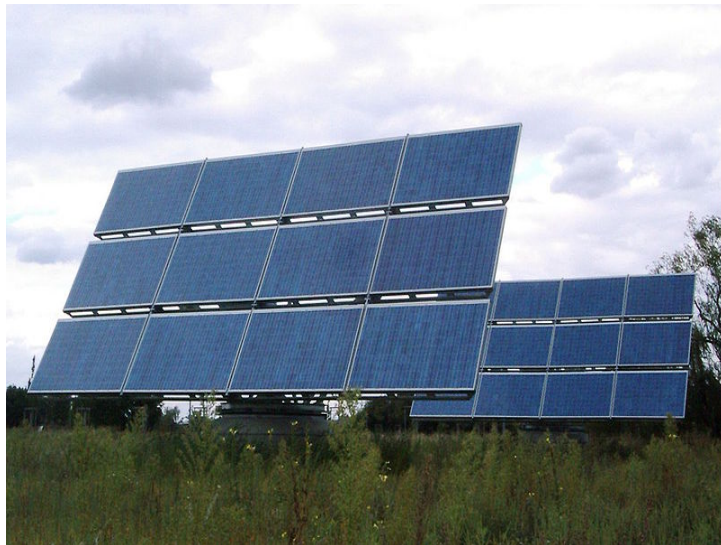
صفحه خورشیدی

صفحه خورشیدی از مونتاژ سلول‌های خورشیدی بوجود می‌آید. از آنجا که یک صفحه خورشیدی مقدار محدودی انرژی تولید می‌کند، به همین دلیل تاسیسات شامل چند صفحه خورشیدی هستند. این صفحات با نام فتوولتائیک (**PhotoVoltaic**) یا سولار (**Solar**) شناخته می‌شوند. صفحات فتوولتائیک (**PhotoVoltaic**) از نظر تکنولوژی به ۳ دسته تقسیم بندی می‌شوند:

★ صفحات فتوولتائیک پلی کریستال (**Photovoltaic Polycrystalline Panels**)

★ صفحات فتوولتائیک مونو کریستال (**Photovoltaic Monocrystalline Panels**)

★ صفحات فتوولتائیک نواری (**Thin Film**)



انواع کاربرد صفحات خورشیدی

سیستم‌های مستقل از شبکه سراسری برق

سیستم‌های متصل به شبکه سراسری برق

سیستم‌های هیبرید



ادامه مطالب

تفاوت سلول خورشیدی با صفحه خورشیدی چیست؟

از نظر عملکرد تفاوتی ندارند. از کنار هم قرار دادن تعدادی سلول خورشیدی (PV Cell) یک ماژول خورشیدی (PV Module) ساخته می‌شود. از قرار دادن چند ماژول خورشیدی (PV Module) در کنار هم یک صفحه خورشیدی (PV Panel) ساخته می‌شود که عموماً در مصارف بزرگ ردیف‌های زیادی از صفحه خورشیدی (PV Panel) در کنار هم قرار می‌گیرند و یک سری خورشیدی (PV Array) تشکیل می‌دهند.

انواع سیستم‌های خورشیدی (Solar Panel) قابل اجرا

سیستم‌های خورشیدی (Photovoltaic) بر اساس نحوه استفاده به دو دسته متصل به شبکه (On Grid) و مستقل از شبکه (Off Grid) تقسیم بندی می‌شوند.

۱. کاربرد دسته اول (On Grid) بیشتر در مناطق شهری و نزدیک به شبکه برق استفاده می‌شود. از مزایای آن کاهش مصرف برق بوده و می‌تواند نیاز به انرژی را تا حد قابل قبولی در ساعات روز برآورده کند.

۲. دسته دوم (Off Grid) بیشتر در مناطق دور از شهر یا دور از شبکه برق کاربرد داشته و به طور کاملاً مستقل در طول شبانه روز وظیفه تامین برق را بر عهده دارد.

مزایا و معایب

مزایا ★

عدم نیاز به شبکه سراسری.

عدم نیاز به سوخت.

سازگاری با محیط زیست، محیط زیست را آلوده نمی‌کند.

آلودگی صوتی ندارد.

برای تولید برق نیاز به آب ندارد.

معایب ★

هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالا است.

وابستگی به تغییرات تابش خورشید در طی روز و ماه‌های مختلف.



بازگشت به
فهرست

ساختار باتری خورشیدی

باتری‌های خورشیدی معمولاً از مواد نیمه‌رسانا، مخصوصاً سیلیسیم، تشکیل شده‌اند. هر اتم سیلیسیم با چهار اتم دیگر پیوند تشکیل می‌دهد و بدین صورت، شکل کریستالی آن پدید می‌آید.

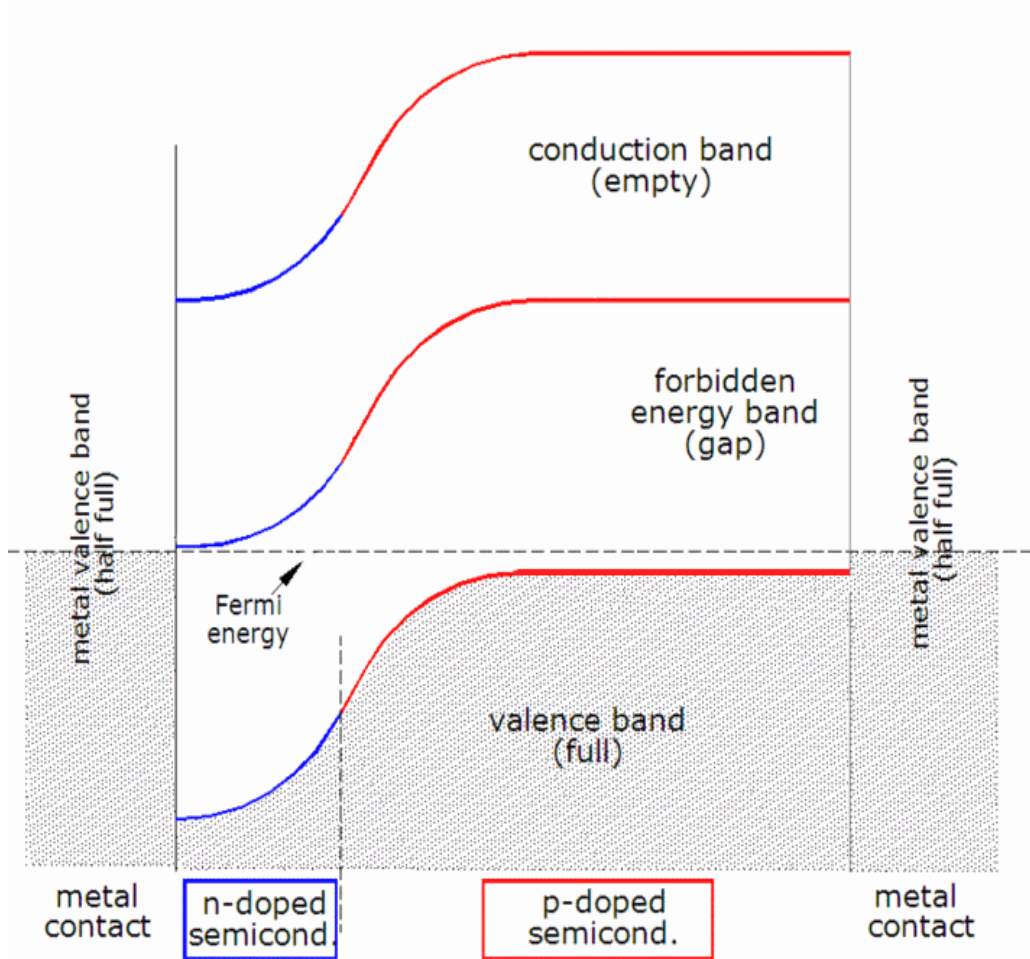
در باتری‌های خورشیدی به سیلیسیم مقداری جزئی ناخالصی اضافه می‌کنند. اگر اتم ناخالصی ۵ ظرفیتی باشد (اتم سیلیسیم ۴ ظرفیتی است)، آنگاه در ارتباط با چهار اتم سیلیسیم یک لایه آن بدون پیوند باقی می‌ماند (یک تک‌الکترون). به همین دلیل چون بار نسبی منفی پیدا می‌کند به آن سیلیسیم نوع **N (Negative)** می‌گویند.

در صورتی که اتم ناخالصی دارای ظرفیت ۳ باشد، آنگاه یک حفره اضافی ایجاد می‌شود. حفره را به گونه‌ای می‌توان گفت که جای خالی الکترون است، با بار مثبت (به اندازه الکترون) و جرمی برابر با جرم الکترون؛ که این امر هم باعث مثبت شدن نسبی ماده می‌شود و به آن سیلیسیم نوع **P (Positive)** می‌گویند.

هر باتری خورشیدی از ۶ لایه تشکیل شده که هر لایه را ماده‌ای خاص تشکیل می‌دهد.

عملکرد باتری خورشیدی

دیاگرام انرژی سلول خورشیدی با اتصال یک نیمه هادی نوع **p** به یک نیمه هادی نوع **n** الکترون‌ها از ناحیه **n** به ناحیه **p** و حفره‌ها از ناحیه **p** به ناحیه **n** منتقل می‌شوند. با انتقال هر الکترون به ناحیه **p**، یک یون مثبت در ناحیه **n** و با انتقال هر حفره به ناحیه **n**، یک یون منفی در ناحیه **p** باقی می‌ماند. یون‌های مثبت و منفی میدان الکتریکی داخلی ایجاد می‌کنند که جهت آن از ناحیه **n** به ناحیه **p** است. این میدان با انتقال بیشتر باربرها (الکترون‌ها و حفره‌ها)، قوی‌تر و قویتر شده تا جایی که انتقال خالص باربرها به صفر می‌رسد. در این شرایط ترازهای فرمی دو ناحیه با یکدیگر هم سطح شده‌اند و یک میدان الکتریکی داخلی نیز شکل گرفته‌است.



ادامه مطالب

سوالات

۱- نیم رسانای نوع n دارای ظرفیت..... و ناخالصی بلوری با ظرفیت است

۴/۳-۱ ۵/۳-۲ ۳/۴-۳ ۵/۴-۴

۲- سلول های خورشیدی اکثرا از تشکیل شده اند.

۱- سیلیسیم خالص ۲- ویفرسیلیکون ۳- سدیم آرسناید ۴- هیچکدام

۳- در اثر فوتو ولتاییک الکترون از لایه ی..... به لایه ی برانگیخته میشود.

۱- ظرفیت - رسانش ۲- ظرفیت - گپ ۳- رسانش - ظرفیت ۴- رسانش - گپ

۴- معایب فناوری نسل اول نسبت به نسل دوم چیست؟

۱- هزینه ی بیشتر ۲- ضخامت و حجم بیشتر ۳- گزینه ی ۱ و ۲ ۴- هیچکدام

۵- در واژه ی ویفرسیلیکون معنای ویفر چیست؟

۱- مواد رسانایی که به نیمه رسانا اصلی وصل میشوند

۲- مواد نا رسانایی که به نیمه رسانا وصل میشوند

۳- مواد نارسانایی که به رسانای اصلی وصل اند

۴- مواد رسانایی که به مواد رسانای دیگر وصل اند

منابع و رفرنس ها :

solid-state

photovoltaic effect

S. Ashok and K.P. Pande. Solar Cells 14 1 (1985), p. 61

[Econologie.com: écologie, économie, énergie, pétrole, moteurs, énergies renouvelables et consommation durable](http://www.econologie.com)

۲۰۰۵ J.F. Randall, Designing Indoor Solar Products – Photovoltaic Technologies for AES, John Willey & Sons,

۶۵-۷۰ (۲۰۰۲) ۱۴ M.A. Green, Physica E

M.A. Green, Solar Cells Operating Principles, Technology and System Applications, Prentice-Hall, 1986

M.A. Green, Physica E 14 (2002) 65-70

M.A. Green, Physica E 14 (2002) 65-70

<http://www.iust.ac.ir/find.php?item=74.10877.20217.fa>

<http://narenji.ir/9363-چگونگی-کارکرد-ساخت-سلول-خورشیدی>

<http://narenji.ir/9363-چگونگی-کارکرد-ساخت-سلول-خورشیدی>

<http://narenji.ir/9363-چگونگی-کارکرد-ساخت-سلول-خورشیدی>

ویکی‌پدیای انگلیسی

<http://www.iust.ac.ir/find.php?item=74.10877.20217.fa>

[How Stuff Works](#)

[S. Ashok and K.P. Pande. Solar Cells 14 1 \(1985\), p. 61.](#)

<http://www.econologie.com/>

با تشکر فراوان از توجه شما
تهیه و تنظیم : امین منصور ساعتلو و علی عزیزی

هزینه مواد اولیه در تکنولوژی نسل دوم، پایین تر است و از آن گذشته، اندازه سلول تا ۱۰۰ برابر بزرگتر از اندازه سلول ساخته شده با تکنولوژی نسل اول است که مزیتی برای تولید انبوه آن محسوب می شود. در عوض بازدهی سلول های نسل اول، که اغلب سلول های بازار را تشکیل می دهند، به دلیل کیفیت بالاتر مواد، از بازدهی سلول های نسل دوم بیشتر است. انتظار می رود اختلاف بازدهی میان سلول های دو نسل با گذشت زمان کمتر شده و تکنولوژی نسل دوم جایگزین نسل اول شود

بازگشت

همه چیز از رشد کریستالهای فتوولتائیک، استفاده از پوشش‌های خاص و یا استفاده از نانوتیوب‌های کربنی ما را تحریک می‌کند تا از انرژی خورشیدی ارزانتر و کارآمدتر استفاده کنیم. اخبار اخیر حاکی از آن است که دانشمندان در حال استفاده از تکنولوژی با یک ساختار آرایه‌ای متفاوت هستند که چهار برابر تاثیر گذارتر و سه برابر ارزان تر از سلولهای خورشیدی فعلی می‌باشد. این تکنولوژی در مرکز تکنولوژی رویال ملبورن (RMIT) توسعه یافت و توسط یک شرکت با نام تکنیک خورشیدی به تولید تجاری رسید. هر واحد خورشیدی از نه فرورفتگی تشکیل شده است که با ساختاری از لنزهای اکریلیک و دیواری بازتابنده که اشعه‌های خورشیدی را در سلولهای فتوولتائیک متمرکز می‌کند، تهیه شده است. این کار تعداد سلولهای PV را به تعداد ۷۵ درصد کاهش می‌دهد. سلولهای PV در تولید الکتریسیته استفاده می‌شود. یک تغییر دهنده دما در زیر این قسمت قرار دارد و به تولید گرما برای گردش آب می‌پردازد. همچنین در این قسمت یک تانک ذخیره‌سازی وجود دارد که به منظور نگه داری آب گرم استفاده می‌شود. به علاوه برای به حداکثر رساندن اشعه‌های خورشید، این آرایه دارای موتوری می‌باشد که اشعه‌های خورشید را هدایت می‌کند. شرکت سازنده اینپنل می‌گوید: این پنل بر روی سیستم انرژی خورشیدی جهانی تمرکز دارد (CUESS) و این قابلیت را ایجاد کرده است که انرژی خورشید را با هزینه‌ای کمتر و کارایی بیشتر نسبت به پنلهای فعلی به دست آورد. هر ۳٫۵ متر مکعب از این آرایه، به اندازه ۲٫۱ کیلووات انرژی تولید می‌کند. این در حالی است که پنلهای استاندارد PV با متراژی در حدودی ۱۲ الی ۱۴ متر مکعب همین مقدار انرژی را تولید می‌کنند. تکنیک خورشیدی می‌گوید پنلهای خورشیدی می‌توانند با یک چهارم هزینه‌های پنلهای معمولی انرژی و گرمای یکسانی تولید کنند. این مدل پنل باید ده نمونه آزاد برای تست و آزمایش داشته باشد و به عنوان یک نمونه متفاوت در سراسر دنیا شناخته شود.

بازگشت

سیستم‌های مستقل: به سیستم‌هایی گفته می‌شود که انرژی مورد نیاز بطور کامل از طریق پنل‌های خورشیدی تأمین می‌گردد و نیازی به شبکه سراسری برق و یا منبع تغذیه دیگری نمی‌باشد.

سیستم‌های متصل به شبکه سراسری: به سیستم‌هایی گفته می‌شود که انرژی الکتریکی حاصل از پنل‌های خورشیدی مستقیماً به شبکه سراسری برق تزریق می‌گردد. در واقع در این نوع سیستم ضمن تزریق انرژی الکتریکی به شبکه سراسری برق از مزایای شبکه برق نیز استفاده می‌گردد.

سیستم‌های هیبرید: به سیستم‌هایی گفته می‌شود که از چند منبع تغذیه برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز استفاده می‌گردد و سیستم فتوولتائیک یکی از منابع تغذیه اصلی می‌باشد. از جمله منابع تأمین کننده انرژی دیگری که در این مجموعه استفاده می‌گردند شبکه سراسری برق، دیزل ژنراتور، توربین‌های بادی و ... می‌باشند. (در این مدل، بر اساس موقعیت و نیاز بار استفاده از هر یک از منابع تغذیه مذکور، اولویت بندی و کنترل می‌گردند)

اگر در چنین شرایطی، نور خورشید به پیوند بتابد، فوتون‌هایی که انرژی آنها از انرژی شکاف نیمه هادی بیشتر است، زوج الکترون-حفره تولید کرده و زوج‌هایی که در ناحیه تهی یا حوالی آن تولید شده‌اند، شانس زیادی دارند که قبل از بازترکیب، توسط میدان داخلی پیوند از هم جدا شوند.

میدان الکتریکی، الکترون‌ها را به ناحیه n و حفره‌ها را به ناحیه p سوق می‌دهد. به این ترتیب تراکم بار منفی در ناحیه n و تراکم بار مثبت در ناحیه p زیاد می‌شود. این تراکم بار، به شکل ولتاژی در دو سر پیوند قابل اندازه‌گیری است. اگر دو سر پیوند با یک سیم، به یکدیگر اتصال کوتاه شود، الکترون‌های اضافی ناحیه n ، از طریق سیم به ناحیه p رفته و جریان اتصال کوتاهی را شکل می‌دهند. اگر به جای سیم از یک مصرف کننده استفاده شود، عبور جریان از مصرف کننده، به آن انرژی می‌دهد. به این ترتیب انرژی فوتون‌های نور خورشید به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

هر چه میدان الکتریکی درون پیوند قوی‌تر باشد، ولتاژ مدار باز بزرگتری بدست می‌آید. برای دست یافتن به یک میدان الکتریکی بزرگ، باید اختلاف ترازهای فرمی دو ماده p و n از یکدیگر زیاد باشد. برای این منظور باید انرژی شکاف نیمه هادی بزرگ انتخاب شود؛ بنابراین ولتاژ مدار باز یک سلول خورشیدی با انرژی شکاف آن افزایش می‌یابد. اما افزایش انرژی شکاف سبب می‌شود، فوتون‌های کمتری توانایی تولید زوج الکترون-حفره داشته باشند و بنابراین جریان اتصال کوتاه کمتری نیز تولید شود؛ بنابراین افزایش انرژی شکاف، روی ولتاژ مدار باز و جریان اتصال کوتاه سلول دو اثر متفاوت دارد.

بازگشت