سلول‌های خورشیدی (دینامیک‌های حامل در سلول‌های خورشیدی چند پیوندی)

احمدرضا عضدی [*۱]، نگین معنوی زاده [۲]، علی نقی شریفی[۳]، امیرمحمد شهریاری[۴]،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق الکترونیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تهران، a.azodi98@gmail.com

۲- دکتری تخصصی، دانشیار، گروه الکترونیک، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی،

manavizadeh@kntu.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد برق گرایش الکترونیک مدار مجتمع دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی، Alinaghisharifi1377@gmail.com

۴- فارغ التحصیل ارشد برق گرایش الکترونیک ـ افزاره های میکرو و نانو الکترونیک از دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی،

Amirmohammad.shahriyari@email.kntu.ac.ir

خلاصه

مقاله حاضر به روش مروری- کتابخانه ای است، که با توجه به نظرات اندیشمندان این عرصه به رشته تحریر در آمده است. هدف از این مطالعه سلول‌های خورشیدی (دینامیک‌های حامل در سلول‌های خورشیدی چند پیوندی) انجام گرفته می‌باشد. محتوای لازم برای نگارش این مطالعه از طریق جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی (SID)، scholar G و موتور جستجوی گوگل بدست آمده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد، سلول‌های خورشیدی از لایه‌هایی از سیلیکون کریستالی ساخته شده‌اند که با یک لایه بسیار سخت و محافظ از شیشه غیر بازتابنده پوشانده شده‌اند. سلول های خورشیدی متصل به هم یک پنل خورشیدی ایجاد می کنند. سلول خورشیدی (به عنوان سلول فتوولتائیک یا سلول PV نیز شناخته می شود) یک وسیله است که انرژی نور را از طریق اثر فتوولتائیک به انرژی الکتریکی تبدیل می کند. یک سلول خورشیدی اساساً یک دیود با پیوند p-n است. سلول های خورشیدی شکلی از سلول فوتوالکتریک هستند که ویژگی های الکتریکی آن مانند جریان، ولتاژ، یا مقاومت هنگام قرار گرفتن در معرض نور متفاوت است.

کلمات کلیدی: سلول، خورشیدی،پیوندی، دینامیک حامل

مقدمه

مقدار انرژی خورشیدی شگفت‌انگیز است. به طور متوسط، هر متر مربع از سطح زمین ۱۶۴ وات توان خورشیدی دریافت می‌کند. به عبارت دیگر، می‌توان در هر متر مربع از سطح زمین یک لامپ 150 واتی قرار داد و با انرژی خورشید کل سیاره را روشن کرد! یا به بیان دیگر، اگر فقط یک درصد از صحرای بزرگ آفریقا را با صفحات خورشیدی بپوشانیم، می‌توانیم برق کافی برای تأمین انرژی کل جهان تولید کنیم[۱].

«سلول خورشیدی» (Solar Cell) یک قطعه الکترونیکی است که نور خورشید را می‌گیرد و آن را مستقیماً به برق تبدیل می‌کند. هر سلول تقریباً به اندازه کف دست یک فرد بزرگسال، به شکل هشت ضلعی و به رنگ سیاه مایل به آبی است. سلول‌های خورشیدی معمولاً به هم می‌پیوندند و واحدهای بزرگتری به نام «ماژول خورشیدی» (Solar Module) را می‌سازند، و این واحدها خود در واحدهای بزرگتری نیز شناخته می‌شوند که به صفحه یا «پنل خورشیدی» (Solar Panel) معروف هستند. صفحه‌های سیاه یا آبی که روی سقف برخی خانه‌ها مشاهده می‌کنید، پنل خورشیدی هستند. همچنین، سلول خورشیدی می‌تواند به شکل تراشه‌های کوچک (برای تأمین برق وسایل کوچک مانند ماشین‌حساب‌های جیبی و ساعت‌های دیجیتال) باشد[۲].

سیلیکون تاکنون متداول ترین ماده نیمه هادی مورد استفاده در سلول های خورشیدی است که تقریباً ۹۵ درصد از ماژول های فروخته شده امروزه را تشکیل می دهد[۳].

مبانی نظری پژوهش

از سلول خورشیدی به عنوان یک دستگاه آشکارساز (به عنوان مثال آشکارسازهای مادون قرمز)، تشخیص نور و یا تابش الکترومغناطیسی در نزدیکی محدوده قابل مشاهده و یا اندازه گیری شدت نور استفاده می شود[۴].

استفاده از یک سلول فوتوولتائیک (PV) به سه ویژگی اساسی نیاز دارد[۶]:

- جذب نور، تولید هم جفت الکترون حفره یا اکسیتون ها
- جداسازی حامل های بار از انواع مخالف
- استخراج جداگانه آن حامل ها به مدار خارجی

بر خلاف سلول خورشیدی که کارکرد آن وابسته به نور است، یک کلکتور حرارتی خورشیدی با جذب نور خورشید از گرمای مستقیم یا غیر مستقیم برق تولید می کند. اکثریت قریب به اتفاق سلول های خورشیدی از سیلیکون تولید می شوند، اما برای افزایش بهره وری و کاهش هزینه ها از مواد غیر فلزی (غیر کریستالی) تا پلی کریستالی به بلورین (تک کریستال) نیز برای تولید این سلول ها استفاده می شود.

بر خلاف ژنراتور های الکتریکی، سلول خورشیدی هیچ اجزایی متحرک ندارد. همچنین برخلاف باتری ها یا سلول های سوختی، سلول های خورشیدی از واکنش های شیمیایی استفاده نمی کنند و نیاز به سوخت برای تولید برق ندارند.

پنل های سلولی خورشیدی برای تامین برق در بسیاری از نقاط زمین استفاده می شود که در آن منابع برق معمولی یا غیر قابل دسترس یا غیر قابل قبول برای نصب هستند[۵].

پیشینه پژوهش

میرزایی و پریزوند(۱۳۹۹)، امروزه, تامین انرژی مورد نیاز بشر توسط منابع گوناگونی انجام می شود که بخش عمده ای از آن را سوخت های فسیلی مانند نفت, زغال سنگ و گاز طبیعی تشکیل می دهد. بنابراین, گسترش منابع انرژی متنوع و تجدیدپذیر برای کاهش نشر کربن دی اکسید, متان و دیگر مواد مضر امری ضروری است. خورشید یکی از منابع تامین انرژی رایگان, پاک و...[۷]

عطایی و همکاران(۱۴۰۰)، یکی از اصلی ترین چالش ها در برقراری ارتباط با سامانه های متحرک ارتباطی بی سیم در مناطق صعب العبور و مکانهای دورافتاده, استفاده از منبع انرژی مناسب برای برقراری ارتباط می باشد و این امر در ماموریت های طولانی مدت, دارای اهمیت خاصی است. در این پژوهش استفاده از سلول های خورشیدی مبتنی بر لایه های پروسکایتی بر بهبود عملکرد و بازده سلول خورشیدی در شارژر خورشیدی سامانه های ارتباطی متحرک بی سیم برای مناطق دورافتاده مورد بررسی قرار می گیرد. در این پژوهش ملاحظه گردید که خواص اپتیکی حاکی از ضریب جذب بالای این نمونه ها از مرتبه ۱ 104 cm-می باشد و مقادیر انرژی گاف نواری نمونه ها, با افزایش ضخامت لایه پروسکایتی, روند کاهشی نشان می دهد. مشخصه یابی I-V برای سلول های خورشیدی مورد مطالعه, نشان داد که با افزایش ضخامت لایه های پروسکایتی, بازده سلول ها افزایش می یابد. سلول های ساخته شده از پایداری بالایی نیز برخوردار بودند و می توان از آنها در نقاط دورافتاده و مناطق کوهستانی برای شارژ مناسب سامانه های ارتباطی متحرک بی سیم بهره برد[۹].

محمدی و فیروزی(۱۳۹۶)، به منظور افزایش بهره سلول های خورشیدی لایه نازک, روش هایی برای طراحی مناسب نانوساختارهای پلاسمونیکی و دی الکتریک در سلول پیشنهاد و بررسی می کنیم که امکان برانگیختگی تعداد قابل توجهی از مدهای مختلف اپتیکی و در نتیجه افزایش احتمال جذب فوتون توسط سلول را فراهم می کنند. با بهره گیری از تکنیک محاسباتی تفاضل متناهی در حوزه زمان ,(FDTD) برهمکنش نور با ساختارهای پیشنهادی را مدلسازی و چگونگی تنظیم مدهای اپتیکی با تغییر پارامترهای سلول را مورد بررسی قرار می دهیم. نشان می دهیم که با قرار دادن توری شبه تناوبی یک بعدی از نانومیله های پلاسمونیکی و دی الکتریک, به ترتیب, در انتها و بر روی سلول, می توان تمام مدهای اپتیکی مورد نظر را به صورت کنترل شده برانگیخته کرد[۸].

یافته‌ها

ساخت سلول خورشیدی

سیلیکون ماده‌ای است که ترانزیستورهای (سوئیچ‌های کوچک) موجود در ریزتراشه‌ها از آن ساخته می‌شوند. سلول خورشیدی به روشی مشابه کار می‌کند. سیلیکون نوعی نیمه‌هادی است. بعضی از مواد، به ویژه فلزات، به راحتی جریان برق را از خود عبور می‌دهند. این مواد هادی یا رسانا نامیده می‌شوند[۹].

مواد دیگر مانند پلاستیک و چوب اجازه عبور جریان برق از خود را نمی‌دهند. به این مواد نارسانا یا عایق می‌گویند. نیمه‌هادی‌هایی مانند سیلیکون نه رسانا هستند و نه عایق؛ آن‌ها به طور معمول الکتریسیته را هدایت نمی‌کنند، اما تحت شرایط خاصی می‌توانیم آن‌ها را وادار به این کار کنیم[۸].

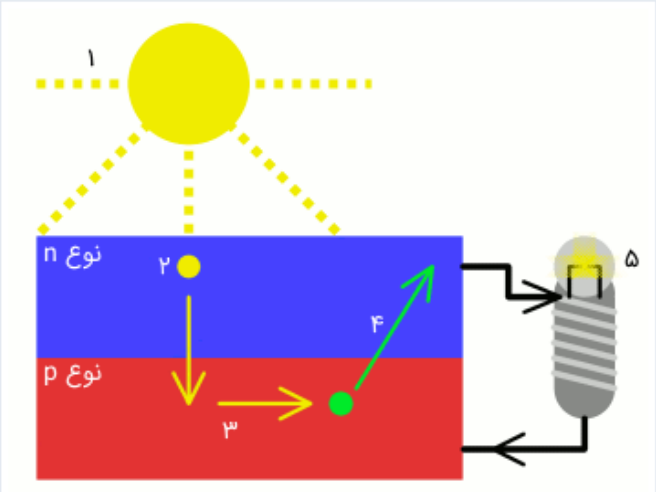
سلول خورشیدی یک ساندویچ از دو لایه مختلف سیلیکون است که به طور خاص آلاییده شده‌اند (به آن‌ها ناخالصی افزوده شده است)، بنابراین می‌توانند برق را به روش خاصی از طریق آن‌ها عبور داد. لایه پایین به گونه‌ای آلاییده شده است که الکترون‌های بسیار کمی دارد. این سیلیکون از نوع p یا نوع مثبت نامیده می‌شود (زیرا الکترون‌ها بار منفی دارند و این لایه تعداد کمی از آن‌ها را دارد). لایه بالایی برعکس آلاییده می‌شود تا الکترون‌های بیشتری داشته باشد. به لایه بالا سیلیکون نوع n یا نوع منفی گفته می‌شود[۶].

وقتی یک لایه سیلیکون نوع n را روی یک لایه سیلیکون نوع p قرار می‌دهیم، در محل پیوند دو ماده (مرز بسیار مهم محل اتصال دو نوع سیلیکون) سدی ایجاد می‌شود. هیچ الکترونی نمی‌تواند از سد عبور کند، بنابراین، حتی اگر این ساندویچ

سیلیکونی را به چراغ‌قوه متصل کنیم، هیچ جریانی برقرار نخواهد شد و لامپ روشن نمی‌شود. اما اگر نور را به ساندویچ بتابانیم، اتفاق قابل توجهی می‌افتد. می‌توانیم نور را جریانی از انرژی «ذرات نور» به نام فوتون بدانیم. فوتون‌ها وقتی وارد ساندویچ می‌شوند، انرژی خود را به اتم‌های سیلیکون می‌دهند. انرژی ورودی الکترون‌ها را از لایه پایین‌تر نوع p خارج می‌کند، بنابراین آن‌ها از سد لایه n نوع بالا می‌روند و در مدار جریان می‌یابند. هرچه نور بیشتری بتابد، الکترون‌ها بیشتر به بالا می‌روند و جریان بیشتری برقرار خواهد شد.[۱۰]

نحوه کار کردن سلول‌های خورشیدی

سلول خورشیدی ساندویچی از سیلیکون نوع n (آبی) و سیلیکون نوع p (قرمز) است. این انرژی با استفاده از نور خورشید برای ایجاد جهش الکترون‌ها در محل پیوند بین لایه‌های مختلف سیلیکون، برق تولید می‌کند[۱۱].



مراحل تولید برق سلول خورشیدی به شرح زیر است:[۹]

- وقتی نور خورشید به سلول می‌تابد، فوتون‌ها (ذرات نور) سطح بالایی را بمباران می‌کنند.
- فوتون‌ها (توده‌های زرد) انرژی خود را از طریق سلول به پایین انتقال می‌دهند.
- فوتون‌ها انرژی خود را به الکترون‌ها (توده‌های سبز) در لایه پایین‌تر و نوع P می‌دهند.
- الکترون‌ها از این انرژی برای پرش از طریق سد به لایه فوقانی نوع n و گردش از مدار استفاده می‌کنند.
- الکترون‌ها با گردش در مدار لامپ را روشن می‌کنند.

سلول خورشیدی چند پیوندی

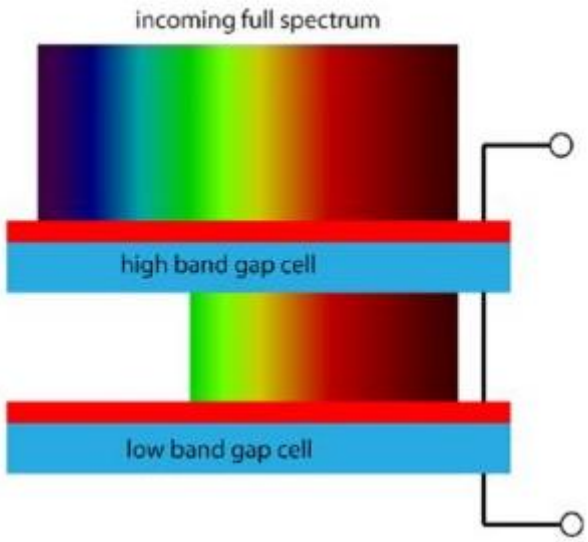
سلول خورشیدی چند پیوندی سلولی است که دو ماده مختلف را با هم ترکیب می‌کند. چندین ماده می توانند در صفحات خورشیدی خورشیدی کار کنند که هر کدام خواص و ویژگی های خاص خود را دارند. این مواد از نظر کارایی، هزینه و استفاده از آنها در ساخت آسان صفحات خورشیدی متفاوت هستند.

در این مورد، محققان مواد سیلیکونی کریستالی را که فراوان تر و ارزان ترند، با مواد پروسکایت کارآمدتر که قابلیت اطمینان کمتری دارند، ترکیب کردند تا به رکورد بازدهی ۳۳.۲ درصدی دست یابند که نسبت به رکورد قبلی ۳۲.۵ درصدی برای این نوع خاص سلول خورشیدی بالاتر است[۹].

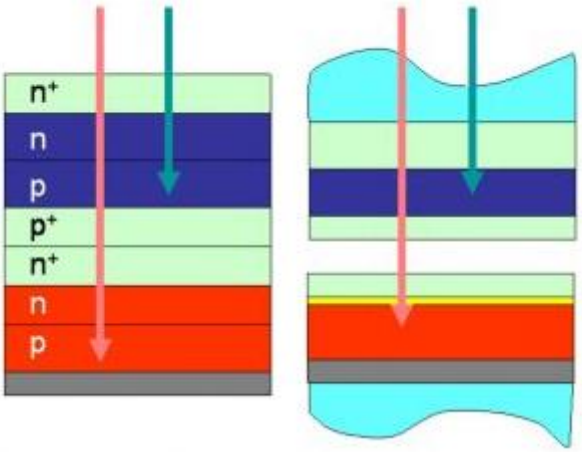
سلول‌های خورشیدی تک اتصالی (single junction) به دو دلیل نمی‌توانند از تمام طیف خورشیدی بهره ببرند. دلیل اول این است که، فوتون‌ها با انرژی کمتر از بندگپ ماده جاذب توان جذب شدن و تولید الکترون را نخواهند داشت. بعلاوه، انرژی اضافی فوتون‌ها با انرژی بالاتر از بندگپ هدر می‌رود و سهم این انرژی بالا تنها یک الکترون در جریان نهایی خواهد بود.

بنابراین با تقسیم کردن طیف خورشیدی(spectrum) ، یعنی استفاده از چند سلول خورشیدی با بندگپ (bandgap) متناسب با هر قسمت طیف، می‌توان جلوی هدر رفتن انرژی فوتون‌ها را گرفت. به عبارتی، با استفاده از نیمه‌هادی‌هایی با بندگپ‌های متفاوت در سلول‌های خورشیدی، فوتون‌ها با انرژی‌های متناسب با بندگپ آن‌ها جذب خواهند شد.

ساده‌ترین حالت این ساختار، زمانی است که دو نوع جاذب (سلول) پشت سر هم قرار گیرند، که به این حالت تندم می‌گوییم. در این ترکیب، تابش ابتدا باید با جاذب با بندگپ بالاتر برخورد کند (شکل ۱)، زیرا نور با انرژی بیشتر با ولتاژ خروجی بیشتر جذب خواهد شد. از طرفی این ماده باید برای عبور نور با انرژی کمتر شفاف باشد، تا نور از آن عبور کرده و به جاذب بعدی برسد[۸].

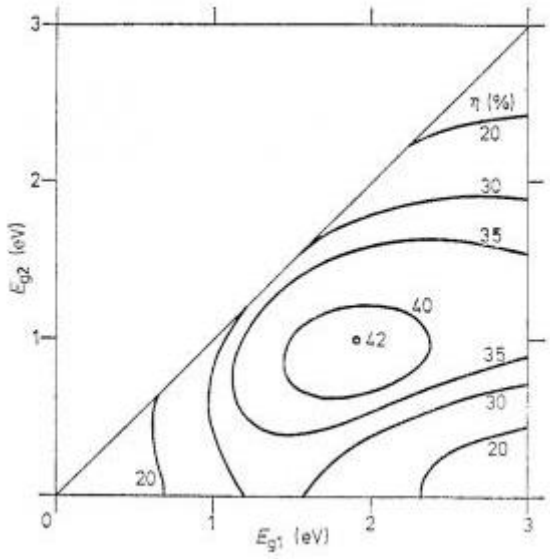


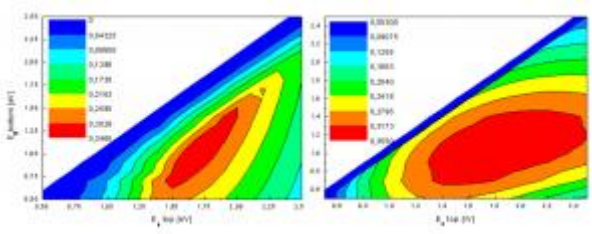
دو نوع طراحی برای سلول‌های خورشیدی تندم وجود دارد: مدل یکپارچه (monolithic) و مدل mechanically stackedیا چهار ترمینالی (شکل ۲). مدل mechanically stacked شامل دو سلول جدا از هم (سلول‌های زیرلایه و رولایه) می‌شود، که به همین دلیل نیازی به همخوانی جریان‌ها نداریم و در نتیجه در ترکیب مواد با بندگپ متفاوت محدودیت نخواهیم داشت. همانطور که در شکل زیر نیز مشخص شده است، نور با رنگ آبی با انرژی بالاتر جذب سلول با نیمه‌هادی با بندگپ بزرگ‌تر می‌شود[۶].



در مدلfour terminal ، که آسان‌ترین مدل از نظر ساخت سلول‌های تندم است، بازده در آزمایشگاه‌ها به ٪۳۰ نیز رسیده است. البته با در نظر گرفتن تمامی محدودیت‌های ترمودینامیکی، DeVos [1]بازده تئوری و نظری در AM1 را برای تندم four terminal ٪۴۲/۳، در بندگپ‌های ۱/۰ و ۱/۹ الکترون ولت، اعلام کرده است [۵].

در یک تندم مونولیتیک، دو سلول به صورت سری به هم متصل شده‌اند، که به همین دلیل محدودیت جریان (current matching) خواهیم داشت. با توجه به شکل فوق می‌توان مشاهده کرد که رنج کوچکی از بندگپ‌ها می‌توانند بازده بالا در نوع مونولیتیک را ارئه دهند، در حالی که در نوع four terminal این رنج گستردگی بیشتری دارد. دلیل این امر نیز همان محدودیت در current matching است[۸].





معایب سلول های خورشیدی:[۹]

- هزینه اولیه بالایی دارد.
- راندمان پایینی دارد.
- در روز ابری نمی تواند انرژی تولید کند.
- در شب انرژی خورشیدی دریافت نمی شود.

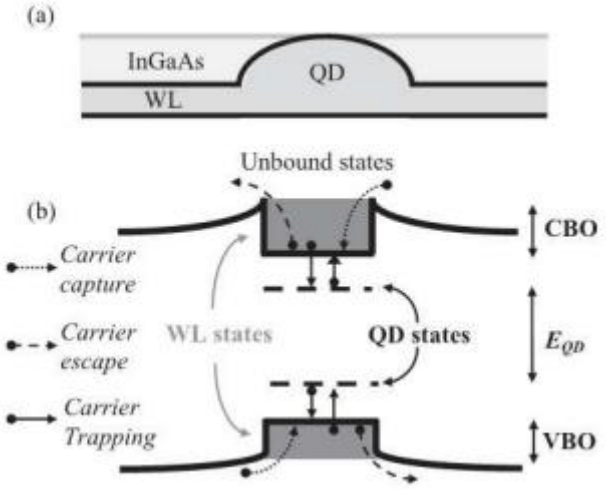
مزایا سلول های خورشیدی[۱۰]:

- باعث ایجاد آلودگی نمیشود.
- طول عمر بالایی دارد.
- هزینه نگهداری ندارد.

دینامیک‌های حامل در سلول‌های خورشیدی چند پیوندی

ساختار MJSC مشتمل بر یک روکش ضد انعکاس دو لایه Si3N4 و ، Sio2یک زیر پیل InGap بالایی همچنین متصل به سریها با یک زیر پیل ، InGaApاز طریق یک پیوند تونلی AlGaAS/GaAS می شود که به سری ها یک زیر پیل پایین Ge از طریق یک TJ مشابه متصل می.شود اتصال ،میانی زیر پیلp-i- n-i-p ، زیر پیل ایین ونلی اس دو لایه نایی متمرکز مورد بررسی قرار گیرد.

ین نسبتهای باز ترکیب رادیاالکتیو و غیر رادیااکتیو عملکرد ، لایه یک رسانه مؤثر میباشند که InAS QD WL مربوطه را توصیف می.کند این پیکربندی برحسب بازدهی به عنوان تابعی از تعداد لایه های QD به عنوان بهینه نزدیک تعیین میشود[۱۱].



شکل فوق (a) ساختمان InA WL و QD با جزیی از InGaAs بعنوان جدا کننده و این یک فرم محیط کار InAs/InGaAs می باشد (b).حاملهای دینامیکی بین باندها و غیر باندها استیت ها در داخل سیستم باشد. که فرار و گیرافتادن حاملها مدل سازی شده اند در اشر نشر حرارتی داخل و خارج باند استیت ها.

Eonگراند استیت در حال تغییر از انرژی به QD و QD2 گراند استیت میباشد. مدل برای تله های سطحی CBO و VBO هستند باند هدایت و باند ظرفیت به ترتیب هستند.

رسانه مؤثر یک ضخامت کلی ۷/۱ nmرا دارا میباشد و لایههای QD مجاور به واسطه لایه های فاصله گذار ذاتی InGaAS 8/3نانومتری تفکیک میشوند به گونه ای که تونل زنی بیل لایه های مجاور قابل توجه نمیباشد؛ بنابراین یک لایه ،تکراری ضخامت ۱۰ نانومتری را نشان میدهد. ضخامت پایه زیر پیل میانی در QD MJSC برای حفظ یک ضخامت زیر پیل کلی ۴ umدر مقایسه با ساختار کنترل کاهش می یابد[۷].

اینگونه فرض میشود که تکنیکهای تراز ایندومی و تونل زنی گرمایشی سریع امکان افزایش تعداد بالایی از لایه ها را با کیفیت مواد اولیه فراهم میآورند یک چنین مدیریت کرنشی از الزام برای لایه های جبران کرنش برای مثالGaAp ، که پتانسیلی سری در رابطه با فرار حامل به خارج از QDS را افزایش خواهد داد، جلوگیری به عمل میآورد اگرچه تحقیقات بیشتری برای ارزیابی تأثیر یک چنین لایه ها بر دینامیکهای لایه مورد نیاز خواهد بود. برای جزئیات بیشتر در مورد محیط مدل سازی عددی ساختار از جمله پیوندهای تونلی و رسانه مؤثرQD ، [5] [4]، [9]، [11]و [۸] را مشاهده کنید.

شکل(a) فوق هندسه جزایر نانومتر اندازه InAS QD در بالای WL نازک را نشان میدهد که به واسطه روش رشد Stranski Krastanorرشد کرده است و شکل 1(b) یک نمایش سیستماتیک از همترازی نوار انرژی در این سیستم را نشان میدهد که در زیر مورد بحث قرار میگیرد سطح انرژی الکترونی محدود واحد مورد انتظار به واسطه بعد این نقاط در انطباق با یک انتقال انرژی حالت پایه واحد متمرکز شده در ۹۲۰ نانومتر می‌باشد.

QDs لنزی شکل براساس توزیع اندازه ها با شعاع میانگین به ترتیب با ارتفاعهای F = 5/6 nm و h = 0/6 nm مدل سازی میشود و WL یک ضخامت ۱/۱ نانومتری را دارا میباشد[۱۱].

ضریب جذب این ساختارهای نانو با استفاده از سطوح انرژی بدست آمده به واسطه حل عددی معادله Schrodinger براساس هندسه WL و QD ارائه شده بدست میآید یک توزیع گودسین در سطوح انرژی پیاده سازی می.شود چگالی QD مدل سازی شده m2۱۲۵ // QD میباشد که با مقادیر ویژه در ادبیات قابل قیاس است. سطوح انرژی حالت پایهٔ الکترونی و حفره ،QD به عنوان سطوح پس زننده به ترتیب در بالا و پایین نوارهای رسانشی و والانسی بر طبق یک توزیع گودسین در انرژی با همان عرض کامل در نیم ماکزیمم، در نتیجه، محاسبه ضریب جذب مدل سازی میشوند اگرچه سطوح حفرهٔ چندگانه به دلیل جرم مؤثر بزرگتر وجود دارد، آن فرض میکند که حفره ها سریعاً نسبت به حالت پایه به گونه ای ریلکس میشوند که تنها این سطح متناسب با فرایندهای باز ترکیبی میباشد.[۹]

علاوه براین تنها انطباق انرژی حالت پایه در ضریب جذب هم بخشی دارد، از آنجایی که انتگرال همپوشانی قویاً برای انتقالهای nmکاهش مییابد سطوح پس زننده به نسبتهای باز ترکیبی SRH توده ای در رسانه مؤثر براساس برش مقطعی پس زننده m ۳-۱۰-۲بر طبق هندسه (QD) و یک تمرکز تله در انطباق با چگالی QD هر لایه اضافه میشوند همچنین رسانه مؤثر حداقل عمرهای حامل را برای فرایندهای باز ترکیبی (10ns) غیر رادیاتیو و (1ns) رادیاتیو و وزن داری براساس ملاحظات حجمی در بین رسانه مؤثر را در نظر میگیرند. حامل های مولد شده از نور در حالتهای مقید ریز ساختارها باید نخست در بین حالتهای غیر مفید، در هم بخشی نسب به جریان توده ای ،قطعه به همان صورتی که در شکل 1 (b) نشان داده شد، فرار کنند[۵].

فرایند غالب برای این فرار پراکندگی نوری حامل - نوری در دمای اتاق میباشد فرایند مخالف برای مثال گیر اندازی حامل از حالتهای توده ای به WL و متعاقباً به حالتهای ،QD باید همچنین مورد بحث قرار گیرد. این فرایندهای گیراندازی حامل در مقیاسهای زمانی هزارم ثانیه رخ میدهند. یک سطح نیمه Fermi جداگانه برای حالتهای مقید برای توصیف مناسب تبادل بین جمعیتهای حامل مقید و غیر مقید برای WL مورد نیاز می- باشد. این نتایج را در یک مجموعه مکمل از معادلات پیوستگی برای حامل اقلیت انجام دهید[۶].

بحث و نتیجه‌گیری

سلول خورشیدی یک قطعه الکترونیکی است که به کمک اثر فوتوولتاییک، انرژی نور خورشید را مستقیماً به الکتریسیته تبدیل می‌کند. سلول‌های خورشیدی ساخته شده از ویفرهای سیلیکونی، کاربرد بسیاری دارند. سلول‌های خورشیدی به تنهایی، برای فراهم کردن توان لازم دستگاه‌های کوچک، مانند ماشین حساب الکترونیکی کاربرد دارد. آرایه‌های فوتوولتاییک، الکتریسیتهٔ پایدار و تجدیدپذیری را تولید می‌کنند که عمدتاً در موارد عدم وجود شبکهٔ انتقال و توزیع الکتریکی کاربرد دارد. برای مثال می‌توان به محل‌های دور از دسترس، مانند کاوشگرهای فضایی و ساختمان‌های مخابراتی دور از دسترس اشاره کرد. علاوه بر این استفاده از این نوع انرژی امروزه در محل‌هایی که شبکهٔ توزیع هم موجود است، به منظور کمک به کم کردن تکیه و فشار بر سوخت‌های فسیلی و دیگر دشواری‌های محیط زیست و از دیدگاه اقتصادی مرسوم شده و در حال گسترش است.

از یک سلول خورشیدی تا آرایه‌های فتوولتائیک - نمودار همچنین اجزایی که معمولاً در سیستم‌های فتوولتائیک استفاده می‌شود نشان می‌دهد.

امروزه انسان با پیشرفت‌هایی که در زمینه‌های مختلف کرده‌است، نیازی روزافزون به انرژی پیدا کرده و ازاین رو در پی تأمین انرژی مورد نیاز از منابع مختلف تجدید پذیر است.

یکی از این منابع که طی ۲۰ سال اخیر، از آن استفاده می‌شود، انرژی 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. سلول خورشیدی انواع مختلفی دارد.

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 شمسی، ۵۰ تا ۳۰۰ درصد بیشتر از مصرف امروزی آن خواهد بود. با اینحال 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.

در مرکز خورشید هر ثانیه ۷۰۰ تن هیدروژن به انرژی تبدیل می‌شود (به صورت فوتون یا نوترینو). دمای خورشید در مرکز آن ۱۵ میلیون و در سطح آن ۶ هزار درجه سانتیگراد است. انرژی تولید شده در سطح خورشید بعد از ۸ دقیقه به سطح زمین می‌رسد. نور خورشید که به زمین می‌رسد شامل طول موج‌های زیر است: ۴۷ درصد فرو سرخ، ۴۶ درصد نور مرئی، ۷ درصد فرابنفش. از این رو سلول‌های خورشیدی باید در ناحیه فرو سرخ و نور مرئی جذب بالایی داشته باشند.

در حال حاضر دو فناوری در ساخت سلول‌های خورشیدی غالب است: فناوری نسل اول و نسل دوم. فناوری نسل اول بر پایه ویفرهای سیلیکونی با ضخامت ۴۰۰–۳۰۰ میکرومتر است که ساختاری بلوری یا چند بلوری دارند که یا از بریدن شمش بدست می‌آیند یا از روش EFG و با کمک خاصیت موبینگی رشد داده می‌شوند.

فناوری نسل دوم یا تکنولوژی لایه نازک، براساس لایه نشانی نیمه هادی روی بسترهای شیشه‌ای، فلزی یا پلیمری، در ضخامت‌های ۵–۳ است .

هزینه مواد اولیه در تکنولوژی نسل دوم، پایین‌تر 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 می‌شود. در عوض بازدهی سلول‌های نسل اول، که اغلب سلول‌های بازار را تشکیل می‌دهند، به دلیل کیفیت بالاتر مواد، از بازدهی سلول‌های نسل دوم بیشتر است. انتظار می‌رود اختلاف بازدهی میان سلول‌های دو نسل با گذشت زمان کمتر شده و تکنولوژی نسل دوم جایگزین نسل اول شود.

در سال ۱۹۶۱، Shockleyو 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 می‌آید. بنابراین بازدهی سلول‌های خورشید نسل اول

و دوم حتی در بهترین حالت نمی‌تواند 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 سلول‌های نسل اول و دوم است. بنابراین دستیابی به سلول‌هایی با بازدهی‌هایی دو تا سه برابر بازدهی‌های کنونی، امکان‌پذیر است. سلول‌های خورشیدی که دارای چنین بازدهی‌هایی باشند، نسل سوم سلول‌های خورشیدی نامیده می‌شوند. سلول‌های متوالی، سلول‌های خورشیدی چاه کوانتومی، سلول‌های خورشیدی نقطه کوانتومی، سلول‌های حامل داغ، نسل سوم سلول‌های خورشیدی را تشکیل می‌دهند.

منابع

1. W. Xiao and W. G. Dunford, “A modified adaptive hill climbing MPPT method for photovoltaic power systems,” in Proc. 35th Annu. IEEE Power Electron. Spec. Conf., 2018, pp. 1957–1963.
2. O.Hashimoto, T. Shimizu, and G. Kimura, “A novel high performance utility interactive photovoltaic inverter system,” in Conf. Record 2020 IEEE Ind. Applicat. Conf., 2020, pp. 2255–2260.
3. H. Koizumi and K. Kurokawa, “A novel maximum power point tracking method for PV module integrated converter,” in Proc. 36th Annu. IEEE Power Electron. Spec. Conf., 2015, pp. 2081–2086.
4. J. Harada and G. Zhao, “Controlled power-interface between solar cells and ac sources,” in IEEE Telecommun. Power Conf., 2020, pp. 22.1/1–22.1/7.
5. Qiang Mei, Mingwei Shan, Liying Liu, and Josep M. Guerrero, “A novel improved variable step-size incremental resistance (inr) mppt method for pv systems,” IEEE 2020.
6. Bae, H.S., Lee, S.J., Choi, K.S., Cho, B.H., Jang, S.S., “Current control design for a grid connected photovoltaic/fuel cell dc-ac inverter” APEC 2009, 24th Annu. IEEE Power Electron. Spec. Conf., 2019 , pp. 1980 – 1990.
7. K. Hussein, I. Muta, T. Hoshino, and M. Osakada, “Maximum photovoltaic power tracking: an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions,” Proc. Inst. Elect. Eng., vol. 142, no. 1, pp. 59-64, Jan. 2020.
8. Trishan Esram, Jonathan W. Kimball, Philip T. Krein, Patrick L. Chapman, and Pallab Midya, “Dynamic Maximum Power Point Tracking of Photovoltaic Arrays Using Ripple Correlation Control,” IEEE Trans. Power Electron., vol. 21, no. 5, Sep. 2018.
9. L. Stamenic, M. Greig, E. Smiley, and R. Stojanovic, “Maximum power point tracking for building integrated photovoltaic ventilation systems,” in Proc. IEEE Photovoltaic Spec. Conf., 2020, pp. 1517–1520.
10. T. Noguchi, S. Togashi, and R. Nakamoto, “Short-current pulse based adaptive maximum-power-point tracking for photovoltaic power generation system,” in Proc. 2020 IEEE Int. Symp. Ind. Electron., 2020, pp. 157– 162.
11. D. J. Patterson, “Electrical system design for a solar powered vehicle,” in Proc. 21st Annu. IEEE Power Electron. Spec. Conf., 2019, pp. 618–622.