



شرکت برق منطقه‌ای خوزستان

طراحی و ساخت سازه‌های خورشیدی بهینه با استفاده از فناوری سیلیکن آمورف

مهندسین مشاور



شرکت برق منطقه‌ای خوزستان

سرشناسه	: کوثریان، عبدالنبی،
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی و ساخت سلول‌های خورشیدی بهینه با استفاده از فناوری سیلیکن آمورف / عبدالنبی کوثریان.
مشخصات نشر	: تهران: دانش‌شناس، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۲۳۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۰۰۰۰ ریال ۲-۳۱-۸۵۹۸-۶۰۰-۹۷۸:
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۹۵-۲۱۲.
موضوع	: پیل‌های خورشیدی -- طرح و ساختمان
موضوع	: Solar cells -- Design and construction
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۸ ط ۴/۵ TK۲۹۶۰
رده بندی دیویی	: ۶۲۱.۳۱۲



نام کتاب: طراحی و ساخت سلول‌های خورشیدی بهینه با استفاده از فناوری سیلیکن آمورف

م. ف. عبدالنبی کوثریان

ناشر: دانش شناس

محل انتشار: تهران

تاریخ نشر: بهار ۱۳۹۸

نوبت چاپ: اول

ویرایش: اول

شمارگان: ۱۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۵۹۸-۳۱-۲

تلفن: ۰۹۱۲۹۳۳۰۴۸۹ صندوق پستی: ۱۳۱۴۵-۶۹۶

پست الکترونیک: daneshshenas@gmail.com

بها: ۹۰۰۰۰ تومان

کلیه حقوق قانونی و شرعی این اثر برای شرکت برق منطقه‌ای خوزستان محفوظ است. هرگونه چاپ و تکثیر کتاب ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت از حقوق مولفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

پیشگفتار

در این کتاب اطلاعات جامعی درباره اهمیت فناوری فیلم نازک مبتنی بر سیلیکن آمورف و نقاط ضعف و قوت آن، ویژگی‌های ساختاری سیلیکن آمورف، ابزار و روش‌های لایه‌نشانی آن و جزئیات سامانه‌های مورد استفاده ارائه شده است. در این کتاب روش‌های عمومی شبیه‌سازی سلول‌های خورشیدی و روش‌های ساخت آنها با توجه به فناوری‌های رایج مورد توجه و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بر اساس روش‌های مطالعه شده و تجربیات ارزشمندی که در خلال دوره کار عملی و آزمایشگاهی با سامانه‌ها به دست آمده است، اینک توانایی‌های قابل توجهی برای دستیابی به نتایج مطلوب، هم از جنبه طراحی و تجزیه و تحلیل نرم‌افزاری و هم به ویژه از جنبه عملیات اجرایی سخت‌افزاری، حاصل شده است. در این مدل ریزه‌ری‌های بسیاری مورد توجه و تحلیل قرار گرفته و برای هر مشکلی راه حل مناسبی جست و جو گردیده است به طوری که هم اینک تیم تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران تحت راهنمایی مجرب، طح و با مشارکت دانشجویان تحصیلات تکمیلی و به خصوص دانشجویان دوره دکترا توانمندی‌های بسیار قابل ملاحظه‌ای در این فناوری کسب کرده‌اند که امیدواریم از این تجربیات در آینده به شکل شایسته‌ای استفاده شود.

این کتاب، از شش فصل تشکیل شده است. در فصل اول نتایج شبیه‌سازی‌های اختصاصی که به طور ویژه برای سلول‌های خورشیدی لایه نازک سیلیکن آمورف طراحی و توسعه داده شده و با خصوصیات سامانه‌های موجود سازگار شده‌اند ارائه خواهد شد. متغیرهای مورد توجه در این فصل، شامل مشخصات و پارامترهای سلول می‌باشد. در این فصل با استفاده از مدل‌های نرم‌افزاری و روابط ریاضی و فیزیکی موجود، یک مدل دمایی نسبتاً دقیق تدوین می‌شود تا به کمک آن ساختار بهینه‌ی سلول خورشیدی هدف جستجو شود. از آنجا که این فصل تنها حاوی نگاه فیزیکی و نرم‌افزاری به سلول است فصل نرم‌افزاری نامیده شده است. در فصل دوم جزئیات عملی لایه‌نشانی لایه‌های مختلف ساختار سلول خورشیدی *pin* آمورف به تفصیل آورده شده است و تأثیر پارامترهای لایه‌های مختلف بر عملکرد نهایی سلول مورد بررسی قرار گرفته است. محور مطالعات در فصل دوم که مکمل فصل اول است،

ابزارها و دستگاه‌های مورد استفاده برای لایه‌نشانی است. متغیرهای این فصل، تنظیمات و ورودی‌های دستگاه‌های لایه‌نشانی هستند. ساختار هدف از نظر نحوه‌ی چینش لایه‌ها و جنس، ضخامت، گاف و فاز هر لایه، مشخص فرض شده و از روی تجارب عملی محققان مختلف، مراحل و تنظیمات لازم بر روی سامانه‌ی لایه‌نشانی با هدف تحقق این ساختار مورد بررسی قرار گرفته و امکان‌سنجی می‌شود. در فصل سوم به روش‌ها و ابزارهای رایج برای تست و مشخصه‌یابی سلول‌های خورشیدی پرداخته می‌شود، تا عملکرد آن‌ها از این نظر که به چه میزان اهداف طراح را برآورده کرده است ارزیابی شود و در فصل چهارم از روی تجارب منابع علمی موجود، روابط بین پارامترهای سامانه‌ی لایه‌نشانی و مشخصات لایه‌های رسوبی گرد، ورق و تحلیل می‌شود. از آن جا که سلول‌های خورشیدی مورد نظر روی شیشه ساخته می‌شوند و در نتیجه به منظور ایجاد اتصال اهمی نیاز به لایه‌نشانی یک لایه اکسید هادی شفاف به عنوان اتصال آن می‌باشد ویژگی‌های ساختاری لایه اکسید هادی شفاف *ITO* ساخته شده در آزمایشگاه، تحلیل شده و خصوصیات و پارامترهای فیزیکی و الکتریکی این لایه با آنالیزهای مختلف مورد تجزیه و تحلیل دقیق و مبسوط قرار گرفته است. در فصل پنجم جمع‌بندی و نتیجه‌گیری‌های حاصل از طرح ارائه شده و پیشنهادهایی برای ادامه کار مطرح شده است.

فهرست

فصل اول: اصول طراحی و شبیه سازی عددی

۱	مقدمه.....
۲	۱-۱ ساختار کلی سلول خورشیدی هدف.....
۲	۲-۱ ساختار اتمی شبکه سیلیکن آمورف.....
۵	۳-۱ مدل حوضچه نقص آمفوتری.....
۱۰	۴-۱ سیتیک زوال و احیا.....
۱۸	۱-۱ مبانی فیزیکی شبیه سازی ولتاژ و جریان سلول.....
۱۸	۱-۵-۱ جذب فوتون و تولید نوری.....
۱۹	۱-۵-۲ تولید نوری بالای گاف.....
۲۰	۱-۵-۳ تولید نوری زیر گاف.....
۲۰	۱-۵-۴ ترابری.....
۲۳	۱-۵-۵ باز ترکیب.....
۲۷	۱-۵-۶ معادلات فصل مسرد..... و شرایط مرزی.....
۲۸	۶-۱ مدل سازی زوال سلول.....
۳۰	۷-۱ مدل سازی رفتار دمایی سلول.....
۳۳	۸-۱ ابزارهای شبیه سازی.....
۳۳	۱-۸-۱ نرم افزار افورس-هت.....
۳۴	۲-۸-۱ برنامه ی SCADIE.....
۳۷	۹-۱ نحوه بهینه سازی ساختار.....
۳۸	۱-۹-۱ متغیرهای بهینه سازی.....
۴۱	۲-۹-۱ بررسی جنس مناسب برای لایه های n و p
۴۵	۳-۹-۱ انتخاب گاف لایه ی جاذب.....
۴۷	۴-۹-۱ ضخامت لایه ی جاذب.....
۵۶	۵-۹-۱ وابستگی به شدت نور (توان دریافتی).....

فصل دوم: اصول سخت افزاری

- مقدمه ۶۱
- ۱-۲ سیستم لایه‌نشانی بخار، اجزاء و نحوه عملکرد ۶۱
- ۲-۲ آماده‌سازی سامانه لایه‌نشانی ۶۴
- ۱-۲-۲ تمیزکاری بستر ۶۶
- ۲-۲-۲ تمیزکاری محفظه ۶۷
- ۲-۲-۳ آماده‌سازی گازها و مجاری ۶۷
- ۳- لایه‌نشانی لایه‌های نیمه‌هادی ۶۷
- ۴-۲ لایه‌نشانی اتصال فلزی ۶۸
- ۵-۲ مطالعات پارامترهای سامانه‌ی لایه‌نشانی و سلول خورشیدی ۶۹
- ۱-۵-۲ متغیرهای سامانه‌ی لایه‌نشانی و سلول خورشیدی ۶۹
- ۲-۵-۲ وابستگی عوامل لایه به تنظیمات سامانه‌ی لایه‌نشانی ۶۹
- ۳-۵-۲ گاف ۷۰
- ۴-۵-۲ فاز ۷۷
- ۵-۵-۲ نرخ لایه‌نشانی ۷۹
- ۶-۵-۲ انرژی ارباخ دنباله‌ی نوار ظرفیت ۸۶
- ۷-۵-۲ چگالی نقص پیوندهای آویزان ۸۸
- ۸-۵-۲ غلظت آلایش ۹۶
- ۹-۵-۲ کیفیت لایه ۹۷
- ۱۰-۵-۲ افشار محفظه ۱۰۰

فصل سوم: مشخصه‌یابی و تحلیل داده‌ها

- مقدمه ۱۰۷
- ۱-۳ پوششگر چهار سر ۱۰۸
- ۲-۳ شبیه ساز خورشید ۱۰۹

۳-۳	منحنی ولتاژ-جریان	۱۱۱
۴-۳	راندمان کوانتیمی خارجی و داخلی	۱۱۲
۵-۳	میکروسکوپ نیروی اتمی	۱۱۳
۶-۳	میکروسکوپ الکترونی رویشی	۱۱۵
۷-۳	پراش اشعه ایکس	۱۱۵
۸-۳	طیف سنجی مرئی-فرا بنفش	۱۱۵
۹-۳	میکروسکوپ الکترونی عبوری	۱۱۷

فصل چهارم. طراحی و ساخت سلول خورشیدی هدف

مقدمه	۱۱۹
۱-۴ ایده سازی سلول خورشیدی هدف	۱۱۹
۱-۱-۴ روش نتایج شبیه سازی ها	۱۱۹
۲-۱-۴ پارامتر های ساختار سلول خورشیدی بهبود یافته	۱۲۱
۲-۴ پارامتر های لایه نشانی و تطبیقات سامانه برای تحقق ساختار طراحی شده	۱۲۴
۳-۴ تجزیه و تحلیل لایه های ساختار ساخته شده در طرح	۱۲۵
۱-۳-۴ مواد و روش آزمایش	۱۲۷
۲-۳-۴ بررسی اثر فشار محفظه در حین برآیند رسوب	۱۲۸
۳-۳-۴ بررسی اثر توان اعمال شده به پلاسمای در محفظه	۱۳۸
۴-۳-۴ بررسی اثر فاصله الکترودها	۱۴۹
۵-۳-۴ بررسی اثر گاز هیدروژن در پلاسمای رسوب	۱۵۳
۴-۴ مراحل تنظیم پارامتر های سامانه رسوب	۱۷۶
۵-۴ تجزیه و تحلیل و تست سلول های ساخته شده	۱۸۰

فصل پنجم: جمع بندی و نتیجه گیری

مقدمه	۱۸۹
۱-۵ جمع بندی نتایج نرم افزاری	۱۹۰

- ۲-۵ جمع بندی نتایج سخت افزاری..... ۱۹۰
- ۳-۵ پیشنهادهایی برای ادامه کار..... ۱۹۳
- ۱-۳-۵ بررسی و بهینه سازی سلول خورشیدی در شرایط شدت نور کم..... ۱۹۳
- ۲-۳-۵ بررسی دمایی سلول های خورشیدی با ساختارهای آمورف- بلورین..... ۱۹۳
- ۳-۳-۵ بررسی سلول های خورشیدی هیبریدی ارگانیک-غیر ارگانیک..... ۱۹۴
- ۴-۳-۵ استفاده از منابع جایگزین برای فرآیند آلایش سیلیکن آمورف به منظور بررسی و بهبود شرایط رسوب ۱۹۴
- مراجع..... ۱۹۵

www.ketab.ir