

پژوهشی در توسعه سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

دکتر محمدجعفر نامور

www.ketab.ir

سرشناسه	: نامور، محمدجعفر، ۱۳۵۲-
عنوان و نام پدیدآور	: پژوهشی در توسعه سلول‌های خورشیدی پروسکایتی/محمدجعفر نامور.
مشخصات نشر	: بجنورد: زبان علم، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۷۰ ص.: مصور، جدول.
شابک	: ۱۰۰۰۰۰۰ ریال: ۶-۳۶-۷۴۵۵-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۴۱ - ۱۵۴.
موضوع	: پیل‌های خورشیدی
	Solar cells
رده بندی کنگره	: TK۲۹۶۰
رده بندی دیویی	: ۳۱۲۴۴/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۷۳۲۵۲۴
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا

پژوهشی در توسعه سلول‌های خورشیدی پروسکایتی

نویسنده: دکتر محمد جعفر نامور

صفحه آرایي: حمید خسروی خواجه‌ها

طراح جلد: هادی صانعی

ناشر: زبان علم

شابک: ۶-۳۶-۷۴۵۵-۶۲۲-۹۷۸

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: ۱۴۰۰

تیراژ: ۱۰۰۰

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ تومان



مقدمه

سلول‌های خورشیدی ابزاری هستند که می‌توانند انرژی نورانی را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل نمایند. اولین نسل سلول‌های خورشیدی، از نوع سیلیکونی هستند که تا کنون بخاطر بازدهی بالا و علی‌رغم هزینه ساخت بالا تجاری سازی و بهره برداری می‌شوند. یکی دیگر از انواع سلول‌های خورشیدی، سلول‌های خورشیدی پروسکایتی می‌باشند که بخاطر هزینه ساخت کمتر و بازدهی قابل رقابت با سلول‌های سیلیکونی می‌توانند جایگزینی مناسب برای آنها باشند. استفاده از کاتیون‌ها و آنیون‌های ترکیبی روشی مفید و بی‌ضرر جهت بهبود سلول‌های خورشیدی پروسکایتی می‌باشد. در این پژوهش، جهت بهبود عملکرد سلول خورشیدی پروسکایتی هالید و کاتیون ترکیبی با لایه پروسکایت $\text{CsMAFAPb}(\text{IBr})_3$ ، دو نوع سلول خورشیدی هالید و کاتیون ترکیبی جدید ساخته شده است. در یک نوع آن به محلول لایه پروسکایت $\text{MAFAPb}(\text{IBr})_3$ ، کاتیون ترکیبی رویدیم-سزیم تزریق شده است و برای حالت شاهد هم به همان محلول لایه پروسکایت، فقط کاتیون سزیم تزریق شده است. در نوع دوم آن به محلول لایه پروسکایت $\text{MAFAPb}(\text{IBr})_3$ ، کاتیون ترکیبی سدیم-سزیم تزریق شده است و برای حالت شاهد هم به همان محلول لایه پروسکایت، فقط کاتیون سزیم تزریق شده است. در تمام سلول‌ها، آنیون ترکیبی سلول که همان هالیدهای ترکیبی می‌باشد شامل برم-ید به ترتیب با نسبت ۱۷٪-۸۳٪ می‌باشد. کاتیون‌های سلول هم قبل از اضافه کردن کاتیون‌های ترکیبی رویدیم-سزیم، سدیم-سزیم و کاتیون سزیم، شامل **MA** و **FA** می‌باشند. نسبت کاتیون‌های ترکیبی جدید با هم برابر و مساوی با ۵٪ کل محلول پروسکایت انتخاب شد. با انجام تست‌های

مشخصه یابی نمودار جریان-ولتاژ، XRD و SEM مشخص شد که برای نوع اول، بازده سلول حاوی کاتیون ترکیبی روییدیم-سزیم ۸/۴۱ درصد و بازده سلول شاهد ۷/۹۰ درصد بدست آمد که بهبودی نسبی خوبی بدست آمده است و برای نوع دوم، بازده سلول حاوی کاتیون ترکیبی سدیم-سزیم ۹/۵۲ درصد بدست آمد و بازده سلول شاهد ۸ درصد بدست آمد که بهبودی نسبی مطلوبی حاصل شده است. تست XRD هم نشان داد که پیک های پروسکایت در سلول های حاوی کاتیون ترکیبی سدیم-سزیم و روییدیم-سزیم بهتر از پیک های پروسکایت حاوی کاتیون سزیم تنها است که نشان از بلورینگی و خلوص بیشتر پروسکایت حاوی کاتیون های ترکیبی سدیم-سزیم و روییدیم-سزیم می باشد. تست SEM هم تایید کرد که حفره ها در سلول حاوی کاتیون های ترکیبی سدیم-سزیم و روییدیم-سزیم کمتر از سلول شاهد سزیم تنها می باشد که در نتیجه باعث انتقال بار و در نهایت رسانندگی بیشتر سلول حاوی پروسکایت کاتیون های ترکیبی سدیم-سزیم و روییدیم-سزیم می گردد.

فهرست مطالب

فصل اول :مقدمه	۱
اهمیت انرژی خورشیدی	۳
موقعیت کشور ایران از نظر دریافت انرژی خورشیدی	۴
تاریخچه سلول‌های خورشیدی	۷
مقدمه ای بر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی	۹
فصل دوم : مبانی نظری و بررسی منابع پژوهشی	۱۳
مقدمه	۱۳
طیف تابشی خورشید	۱۴
نظریه نواری جامدات	۱۷
ساختار نواری فلزات، نیمه‌رسانا و عایسانا	۱۹
اصول عملکرد سلول‌های خورشیدی	۲۱
برهمکنش نور و ماده	۲۱
جداسازی جفت حامل‌های بار	۲۲
نیم رسانای نوع n و نوع p	۲۳
تشکیل پیوند p-n	۲۴
اثر فوتوولتائیک	۲۵
اثر یلاسمونیک سطحی، نانوذرات فلزی	۲۶
انواع سلول‌های خورشیدی	۲۸
سلول‌های خورشیدی نسل اول	۲۹
فن آوری لایه نازک (نسل دوم و سوم)	۲۹
نسل دوم سلول‌های خورشیدی	۳۰
نسل سوم سلول‌های خورشیدی	۳۰
مشخصات فوتوولتائیکی سلول‌های خورشیدی	۳۲

جریان اتصال کوتاه I_{SC} و ولتاژ مدار باز V_{OC}	۳۲
مقاومت موازی و سری	۳۵
جریان تاریک I_{dark}	۳۷
شاخص پرشدگی و بازده تبدیل توان	۳۸
امپدانس الکتروشیمیایی	۳۹
مقدمه ای بر سلول های خورشیدی پروسکایتی	۴۴
سلول های خورشیدی حساس شده به رنگدانه	۴۵
ساختار سلول های خورشیدی رنگدانه ای	۴۵
فوتو آنود	۴۶
الکترولیت به عنوان لایه انتقال دهنده حفره	۴۹
الکتروود مقابل	۵۰
عملکرد سلول های خورشیدی رنگدانه ای	۵۰
پروسکایت به عنوان ماده فعال در سلول های خورشیدی	۵۲
ساختار بلوری پروسکایت	۵۳
شاخص تلورنس	۵۶
ویژگی الکتریکی و اپتیکی پروسکایت های آلی-معدنی	۵۸
سلول های خورشیدی پروسکایتی	۵۹
انواع ساختار سلول های خورشیدی پروسکایتی	۶۱
سلول های خورشیدی پروسکایتی مزوپروس بر پایه اکسید فلزی	۶۲
سلول های خورشیدی مزوپروس حساس شده	۶۲
سلول های خورشیدی پروسکایتی بدون انتقال دهنده حفره	۶۵
سلول های خورشیدی مزوپروس بر پایه اکسید نارسانا	۶۶
سلول های خورشیدی لایه ای نامتجانس (ناهم جنس)	۶۸
روش های لایه نشانی لایه ی جاذب پروسکایتی	۶۹

۷۰	.....	روش‌های لایه نشانی بر پایه محلول
۷۰	.....	روش تک مرحله‌ای بر پایه محلول
۷۱	.....	روش دو مرحله‌ای غوطه وری
۷۲	.....	روش لایه نشانی دو مرحله‌ای چرخشی بر پایه محلول
۷۳	.....	روش‌های لایه نشانی بر پایه تبخیری
۷۳	.....	روش تک مرحله‌ای تبخیری (دو منبعی)
۷۴	.....	روش دو مرحله‌ای تبخیری ترتیبی
۷۵	.....	روش دو مرحله‌ای چرخشی - تبخیری
۷۶	.....	بهبود سلول خورشیدی پروسکایتی با استفاده از لایه جاذب
۸۱	.....	فصل سوم مواد استفاده شده و روشها
۸۱	.....	مواد استفاده شده
۸۲	.....	آماده سازی محلول ها و پیش ماده های لازم
۸۳	.....	محلول لایه بلاک
۸۵	.....	محلول لایه انتقال دهنده الکترون
۸۵	.....	محلول لایه پروسکایت
۸۷	.....	محلول لایه انتقال دهنده حفره
۹۰	.....	آماده سازی زیر لایه ها
۹۰	.....	برش FTO
۹۱	.....	الگودهی FTO
۹۵	.....	شستشوی FTO
۹۶	.....	لایه نشانی چرخشی
۹۷	.....	لایه نشانی کندوپاش (اسپاترینگ)
۹۹	.....	دستگاه ها و روش های بخت لایه ها
۹۹	.....	کوره افقی دمای بالا