بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی مواد – شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

سنتز و مشخصه یابی فیلم های لایه نازک مزومتخلخل TiO_2 دوپ شده با کروم جهت استفاده در سلول های خورشیدی حساس شده به رنگینه

استاد راهنما :

دکتر حمیدرضا اویسی

پژوهشگر :

حسن نخعی

زمستان ۹۳

سوگند نامه دانش آموختگان دانشگاه حکیم سبزواری

به نام خداوند جان و خرد کزین برتر اندیشه بر نگذرد

اینک که به خواست آفریدگار پاک، کوشش خویش و بهره گیری از دانش استادان و سرمایه های مادی و معنوی این مرز و بوم، توشه ای از دانش و خرد گرد آورده ام، در پیشگاه خداوند بزرگ سوگند یاد می کنم که در به کارگیری دانش خویش، همواره بر راه راست و درست گام بردارم. خداوند بزرگ، شما شاهدان، دانشجویان و دیگر حاضران را به عنوان داورانی امین گواه می گیرم که ازهمه دانش و توان خود برای گسترش مرزهای دانش بهره گیرم و از هیچ کوششی برای تبدیل جهان به جایی بهتر برای زیستن، دریغ نورزم. پیمان می بندم که همواره کرامت انسانی را در نظر داشته باشم و همنوعان خود را در هر زمان و مکان تا سر حد امکان یاری دهم. سوگند می خورم که در به کارگیری دانش خویش به کاری که با راه و رسم انسانی، آیین پرهیزگاری، شرافت و اصول اخلاقی برخاسته از ادیان بزرگ الهی، به ویژه دین مبین اسلام، مباینت دارد دست نیازم. همچنین در سایه اصول جهان شمول انسانی و اسلامی، پیمان می بندم از هیچ کوششی برای آبادانی و سرافرازی میهن و هم میهنانم فروگذاری نکنم و خداوند بزرگ را به یاری طلبم تا همواره در پیشگاه او و در برابر وجدان بیدار خویش و ملت سرافراز، بر این پیمان تا ابد استوار بمانم.

حسن نخعی

تاییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

بسمه تعالی

اینجانب حسن نخعی به شماره دانشجویی ۹۱۱۳٤۰۵۰۹۸ رشته مهندسی مواد مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد تأیید می نمایم که کلیه نتایج این پایان نامه حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف و موارد نسخه برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مولفان و مصنفان، قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی ضوابط و مقررات آموزشی پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هر گونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می نمایم. در ضمن مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی: حسن نخعی

تاریخ و امضاء:

مجوز بهره برداری از پایان نامه

بهره برداری از این پایان نامه در چهار چوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می شود بلامانع است:

- ✓ بهره برداری از این پایان نامه برای همگان بلامانع است.
- ✓ بهره برداری از این پایان نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما بلامانع است.
- ✓ بهره برداری از این پایان نامه تا تاریخ ممنوع است.

استاد راهنما: دکتر حمیدرضا اویسی

تاریخ:

امضاء:

به نام پروردگار هستی بخش آغاز و با نام او این دست نوشته حقیر را تقدیم می کنم:

به استاد گرامی و دلسوز، آقای دکتر اویسی که به واقع حق استادی خود را ایفا نمودند.

به پدر و مادر عزیزتر از جانم که همه موفقیت خود را مدیون دعاهای آنها هستم.

به خواهر و برادران مهربانم که در این راه همیشه باعث دلگرمی من بودند.

و به همسرم ...

به کسی که به واقع بسان جویباری کوچک سنگ به سنگ راه را با من لمس کرد و در این وادی مرا تنها نگذاشت...

من مدیون تمامی محبت های شما هستم.

فهرست مطالب

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱- **مقدمه** ۳

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱- اثر فتوولتاییک ٦

۲-۱-۱- تاریخچه ٦

۲-۲- خصوصیات بنیادی سلول های خورشیدی ۷

۲-۲-۱- انرژی باند ممنوعه ۷

۲-۲-۲- نیم رسانای ذاتی و غیر ذاتی ۸

۲-۲-۳- تبدیل انرژی در سلول های خورشیدی ۹

۲-۲-٤- جذب نوری ۹

۲-۲-۵- بازترکیب ۱۰

۲-۳- خصوصیات فتوولتایی ۱۰

۲-۳-۱- جریان مدار کوتاه ۱۰

۲-۳-۲- ولتاژ مدار باز ۱۰

۲-۳-۳- فاکتور گنجایش ۱۰

۲-۳-٤- بازده ۱۱

۲-٤- اتلاف انرژی در سلول خورشیدی ۱۲

۲-٤-۱- اتلاف انرژی در سلول خورشیدی ایده آل ۱۲

۲-٤-۲- اتلاف انرژی در سلول خورشیدی واقعی ۱۳

۲-۵- انواع سلول های خورشیدی ۱٤

۲-۵-۱- سلول های خورشیدی نسل اول ۱٤

۲-۵-۱-۱- سیلیکون تک بلوری ۱۶
۲-۵-۱-۲- سیلیکون چند بلوری ۱۶
۲-۵-۲- سلول های خورشیدی نسل دوم ۱۷
۲-۵-۲-۱- گالیم آرسنایدِ ۱۷
۲-۵-۲-۲- مس ایندیوم سلنایدِ ۱۸
۲-۵-۲-۳- کادمیوم تلوراید ۱۸
۲-۵-۲-٤- سیلیکون آمورف ۱۸
۲-۵-۳- سلول های خورشیدی نسل سوم ۱۹
۲-۵-۳-۱- سلول‌های خورشیدی حساس شده به رنگینه ۱۹
۲-۵-۳-۲- سلول‌های خورشیدی با مواد آلی و غیر آلی ۱۹
۲-٦- سلول‌های خورشیدی حساس شده به رنگینه ۲۰
۲-٦-۱- تاریخچه ۲۰
۲-٦-۲- اجزا ۲۲
۲-٦-۲-۱- لایه شیشه ای رسانای شفاف ۲۲
۲-٦-۲-۲- رنگ ۲۳
۲-٦-۲-۳- الکترولیت ۲٤
۲-٦-۲-٤- الکترود شمارنده ۲۵
۲-٦-۲-۵- TiO_2 ۲۵
۲-٦-۳- کاربرد ۲۸
۲-٦-٤- اصول کارکرد ۲۸
۲-٦-۵- میزان بازده ی تبدیل فوتون ورودی به جریان ۳۰
۲-٦-٦- عوامل موثر در افزایش بازده ۳۲
۲-٦-٦-۱-اندازه ذرات TiO_2 ۳۲
۲-٦-٦-۲- دوپ کردن TiO_2 ۳۲
۲-٦-٦-۳- روش آماده سازی TiO_2 ۳۵

۲-٦-٦-٤- ضخامت فیلم TiO_2 ..... ۳۵
۲-٦-٦-۵- ساختار متخلخل TiO_2 ..... ۳٦
۲-۷- روش های سنتز ۳۸
۲-۷-۱- روش سل ژل ۳۸
۲-۷-۲- روش آبی/حلالی حرارتی ۳۸
۲-۸- روش سل ژل ۳۹
۲-۸-۱- سل ۳۹
۲-۸-۱-۱- تفاوت کلوئید با سوسپانسیون و امولسیون ۳۹
۲-۸-۲- ژل ٤۰
۲-۸-۲-۱- انواع ژل ٤۰
۲-۸-۳- مراحل فرآیند ٤۱
۲-۸-۳-۱- هیدرولیز و تراکم ٤۱
۲-۸-۳-۱- الف) مسیر آلکوکسیدی ٤۱
۲-۸-۳-۱- ب) مسیر کلوئیدی ٤۲
۲-۸-۳-۲- ژل‌شدن ٤۳
۲-۸-۳-۳- پیرسازی ٤۳
۲-۸-۳-٤- خشک کردن ٤۳
۲-۸-۳-۵- متراکم کردن ٤۳
۲-۸-٤- کاربرد فرآیند سل ژل ٤۳
۲-۹- روش های لایه نشانی ٤۵
۲-۹-۱- پوشش دهی غوطه وری ٤۵
۲-۹-۲- پوشش دهی چرخشی ٤۵
۲-۹-۳- روش کندوپاش ٤٦
۲-۱۰- ساخت سلول خورشیدی حساس شده به رنگینه ٤۷
۲-۱۱- تحقیق های انجام شده ٤۸

فصل سوم: روش انجام پژوهش

۳-۱- مواد وتجهیزات استفاده شده ٦١

۳-۱-۱- مواد شیمیایی ٦١

۳-۱-۲- تجهیزات آزمایشگاهی ٦٢

۳-۲- روش آماده سازی نمونه ها ٦٢

۳-۲-۱- سنتز ٦٢

۳-۲-۲- لایه نشانی ٦٣

۳-۲-۲-۱- تمیز کردن زیرپایه ها ٦٣

۳-۲-۲-۲- پوشش دهی ٦٣

۳-۳- ساخت سلول خورشیدی حساس شده به رنگینه ٦٥

۳-۳-۱- حساس سازی فیلم ها با رنگینه ٦٥

۳-۳-۲- مونتاژ کردن قطعات سلول خورشیدی ٦٦

۳-٤- مشخصه یابی فیلم ها ٦٦

۳-٤-۱- آنالیز میکروسکوپ نوری ٦٦

۳-٤-۲- آزمون پراش پرتو ایکس(XRD) ٦٧

۳-٤-۳- آنالیز نشر پرتو ایکس القا شده با ذره (PIXE) و پس پراکندگی رادرفورد(RBS) ٦٧

۳-٤-٤- آنالیز میکروسکوپ نیروی اتمی(AFM) ٧٠

۳-٤-٥- آنالیز طیف سنجی UV-visible ٧٠

۳-٤-٦- آنالیز سلول خورشیدی ٧١

فصل چهارم: نتایج و بحث

٤-۱- تصاویر میکروسکوپ نوری ٧٣

٤-۲- تحلیل آنالیز پراش پرتو ایکس (X-ray diffraction) ٧٥

٤-۲-۱- ساختار فازی ٧٥

٤-۲-۲- اندازه بلور ها ٧٦

٤-۳- تحلیل آنالیز PIXE ٧٨

٤-٤- تحلیل آنالیز RBS ٧٩
٤-٥-آنالیز میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) ٨٤
٤-٥-١- شکل و اندازه ذرات ٨٤
٤-٥-٢- زبری سطح ٨٥
٤-٥-٣-تخلخل سطحی ٨٥
٤-٦- آنالیز طیف جذبی و عبوری UV-visible ٨٧
٤-٦-١- جذب در منطقه نور UV ٨٧
٤-٦-٢- جذب در منطقه نور مرئی ٨٧
٤-٦-٣- تاثیر بر انرژی باند ممنوعه ٨٨
٤-٦-٤- طیف عبوری ٨٩
٤-٧- آنالیز مشخصات سلول خورشیدی ٩٠
٤-٧-١- تاثیر بر ولتاژ مدار باز ٩١
٤-٧-٢- تاثیر بر شدت جریان مدار کوتاه ٩٢
٤-٧-٣- تاثیر بر بازده ٩٢
٤-٧-٤- تاثیر بر فاکتور گنجایش ٩٤
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
٥-١- نتیجه گیری ٩٦
٥-٢- پیشنهادات ٩٧
منابع ٩٨

فهرست جداول

جدول۲-۱- مقایسه انواع نسل های سلول خورشیدی ۲۰

جدول۲-۲- مقایسه ITO و FTO ۲۳

جدول۲-۳- آنالیز سلول خورشیدی ساخته شده با سه ساختار متفاوت TiO_2 در مقاله یجی لی..... ۵۰

جدول۲-٤- مشخصات سلول خورشیدی ساخته شده با TiO_2 در مقاله گیتا و همکاران..... ٥٦

جدول۳-۱- مواد شیمیایی استفاده شده جهت سنتز..... ٦۱

جدول۳-۲- مواد شیمیایی و قطعات مورد نیاز جهت ساخت سلول خورشیدی..... ٦۱

جدول۳-۳- تجهیزات استفاده شده جهت سنتز TiO_2 و لایه نشانی فیلم ها..... ٦۲

جدول۳-٤- نامگذاری نمونه ها بر حسب درصد کروم..... ٦۳

جدول٤-۱- پیک های ظاهر شده، صفحات مربوطه، فاصله صفحات و شدت پیک های نمونه TiCr0..... ۷٦

جدول٤-۲- موقعیت پیک اصلی (۱۰۱)، مقادیر FWHM و اندازه بلور نمونه ها طبق آنالیزXRD..... ۷۷

جدول٤-۳- غلظت عناصر موجود در نمونه TiCr2 شناسایی شده با آنالیز PIXE..... ۷۹

جدول٤-٤- غلظت سه عنصر سیلیسیم، تیتانیوم و کروم در نمونه های دوپ شده با کروم..... ۷۹

جدول٤-٥- ضخامت فیلم TiO_2 نمونه ها..... ۸۲

جدول٤-٦- مقدار عناصر موجود در ترکیب زیرپایه برحسب درصد اتمی..... ۸۲

جدول٤-۷- درصد اتمی سه عنصر تیتانیوم، اکسیژن و کروم در نمونه ها..... ۸۳

جدول٤-۸- درصد اتمی ایزوتوپ های عناصر موجود در فیلم های لایه نازک TiO_2 دوپ شده با کروم..... ۸٤

جدول٤-۹- پارامترهای فتوولتاییک سلول های خورشیدی ساخته شده با فیلم TiO_2..... ۹۱

فهرست اشکال

شکل۲-۱- باند انرژی، نوار ظرفیت و هدایت در یک نیمه رسانا ۸

شکل۲-۲- یک مثال از نمودار جریان – ولتاژ ۱۱

شکل۲-۳- شماتیکی از توزیع طیفی نور خورشید و اتلاف های انرژی. (۱) با انرژی که به وسیله نیم رسانا جذب نمی شود منطبق است، (۲) به اتلاف انرژی اضافه مربوط می شود، (۳) اتلاف فاکتور ولتاژ می باشد و (٤) مرتبط با اتلاف فاکتور انباشتن است. ۱۲

شکل۲-٤- افزایش بازده سلول های خورشیدی سیلیکونی با گذشت زمان ۱۵

شکل۲-۵- ساختار سلول خورشیدی سیلیکون تک بلور ۱٦

شکل۲-٦- سلول خورشیدی ساخته شده با مواد آلی ۱۹

شکل۲-۷- شماتیک اجزای سلول خورشیدی حساس شده به رنگینه ۲۱

شکل۲-۸- اجزای سلول خورشیدی حساس شده به رنگینه ۲۲

شکل۲-۹- ساختار سه نوع رنگ روتنیوم دار ۲٤

شکل۲-۱۰- ساختار آناتاز ۲٦

شکل۲-۱۱- ساختار روتایل ۲۷

شکل۲-۱۲- افزایش استفاده از سلول های خورشیدی حساس شده به رنگینه با گذشت زمان ۲۸

شکل۲-۱۳- چند نمونه از کاربردهای سلول های خورشیدی حساس شده به رنگینه ۲۹

شکل۲-۱٤- اصول کارکرد سلول های خورشیدی حساس شده به رنگینه ۳۰

شکل۲-۱۵- طیف نور خورشید ۳۳

شکل۲-۱٦- اثر ضخامت فیلم بر بازده در کار سیگو ایتو ۳٤

شکل۲-۱۷- تغییرات دمایی مراحل فرآیند سل ژل بر حسب زمان ٤۲

شکل۲-۱۸- مراحل فرآیند پوشش دهی غوطه وری ٤٤

شکل۲-۱۹- مراحل فرآیند پوشش دهی چرخشی ٤۵

شکل۲-۲۰- مراحل فرآیند پوشش دهی چرخشی با برش عرضی ٤٦

شکل۲-۲۱- قرار گرفتن بیشتر حجم ماده پوششی در لبه های زیرپایه در فرآیند پوشش دهی چرخشی..... ٤٦
شکل۲-۲۲- روش کندوپاش ٤٧
شکل۲-۲۳- ساخت سلول خورشیدی حساس شده به رنگینه ٤٨
شکل۲-۲٤- پراش پرتو ایکس TiO_2 با ابعاد نانو و نانومتخلخل در مقاله یجی لی ٥٠
شکل۲-۲٥- تصویر SEM برای TiO_2 با ابعاد نانو و نانومتخلخل در مقاله یجی لی..... ٥٠
شکل۲-۲٦- نمودار جریان - ولتاژ سلول های خورشیدی ساخته شده با سه ساختار متفاوت TiO_2 در مقاله یجی لی ٥١
شکل۲-۲۷- طیف جذب نوری سه ساختار متفاوت TiO_2 در مقاله یجی لی ٥١
شکل۲-۲۸- طیف عبوری نمونه دوپ نشده و دوپ شده با کروم در مقاله دیانا ماردار و همکاران ٥٢
شکل۲-۲۹- تصویر a SEM)نمونه دوپ نشده و b)دوپ شده با کروم در مقاله دیانا ماردار و همکاران ٥٢
شکل۲-۳۰- تصویر a AFM)نمونه دوپ نشده و b)دوپ شده با کروم در مقاله دیانا ماردار و همکاران ٥٣
شکل۲-۳۱- طیف XRD نمونه های یان هوآ پنگ و همکاران a) کلسینه کردن نمونه دوپ نشده در سه دمای مختلف b) نمونه های دوپ شده با کروم..... ٥٤
شکل۲-۳۲- تغییرات اندازه دانه با میزان کروم در مقاله یان هوآ پنگ و همکاران..... ٥٤
شکل۲-۳۳- طیف UV-visible نمونه های با درصدهای مختلف کروم در مقاله یان هوآ پنگ و همکاران . ٥٥
شکل۲-۳٤- طیف XRD نمونه های گیتا و همکاران ٥٥
شکل۲-۳٥- نمودار جریان- ولتاژ a) ۰ b)۰/۰۱ c) ۰/۰۳ d) ۰/۰٥ درصد کروم در مقاله گیتا و همکاران ٥٦
شکل۲-۳٦- طیف a UV-visible) ۰ b)۰/۰۱ c) ۰/۰۳ d) ۰/۰٥ درصد کروم در مقاله گیتا و همکاران..... ٥٧
شکل۲-۳۷- طیف XRD نمونه های بیسواژیت الف) ۰ ب) ۱/٥ ج) ۳ د) ٤/٥ درصد کروم ٥٧
شکل۲-۳۸- طیف XRD نمونه های ژیانجان تیان و همکاران..... ٥٨
شکل۲-۳۹- طیف UV-visible نمونه ها در مقاله مک دونل و همکاران (DFT : مقادیر تئوری)..... ٥٩
شکل۳-۱- دستگاه پوشش دهی چرخشی استفاده شده در این پژوهش..... ٦٣
شکل۳-۲- تصاویر سل های مربوط به نمونه ها پیش از مرحله پوشش دهی و فیلم ها بعد از کلسینه کردن.. ٦٤
شکل۳-۳- سیکل زمان و سرعت چرخش دستگاه پوشش دهی چرخشی..... ٦٥
شکل۳-٤- سیکل عملیات حرارتی جهت کلسینه کردن نمونه ها..... ٦٥
شکل۳-٥- تصویر نمونه ها بعد از غوطه وری در محلول رنگینه ٦٦

شکل۳-٦- میکروسکوپ نوری ٦٦
شکل۳-۷- دستگاه XRD ٦٧
شکل۳-۸- اصول آنالیز PIXE ٦٨
شکل۳-۹- اتاقک واکنش PIXE ٦٨
شکل۳-۱۰- قسمت های مختلف آنالیز PIXE ٦٩
شکل۳-۱۱- اصول آنالیز RBS ٦٩
شکل۳-۱۲- اتاقک RBS ۷۰
شکل۳-۱۳- دستگاه AFM ۷۰
شکل۳-۱٤- دستگاه UV-visible ۷۱
شکل۳-۱۵- شبیه ساز نور خورشید ۷۱
شکل۳-۱٦- پتانسیو استات ۷۱
شکل٤-۱- تصاویر میکروسکوپ نوری سطح فیلم ها با بزرگنمایی ۱۰۰X ۷۳
شکل٤-۲- تصاویر میکروسکوپ نوری سطح فیلم ها با بزرگنمایی ۱۰۰۰ X ۷٤
شکل٤-۳- تفرق XRD فیلم های لایه نازک TiO_2، شکل سمت راست: انتقال پیک اصلی (۱۰۱) به سمت زوایای کوچکتر با افزایش درصد کروم ۷۵
شکل٤-٤- تغییرات اندازه بلور فیلم های لایه نازک TiO_2 برحسب میزان کروم بدست آمده از رابطه ٤-۱.. ۷۷
شکل٤-۵- طیف PIXE فیلم های لایه نازک TiO_2 خالص و دوپ شده با کروم ۷۸
شکل٤-٦- طیف RBS نمونه های TiCr1 و TiCr2 ..... ۸۰
شکل٤-۷- طیف RBS نمونه های TiCr4 و TiCr8 ..... ۸۱
شکل٤-۸- شماتیک وجود سه لایه در آنالیز RBS نمونه ها ۸۲
شکل٤-۹- نمودار تغییرات درصد اتمی عناصر در سه لایه نمونه ها ۱) لایه اول ۲) لایه دوم ۳) لایه سوم ۸۳
شکل٤-۱۰- تصاویر AFM الف) TiCr0 ب) TiCr1 ج) TiCr2 د) TiCr4 ه) TiCr8 ..... ۸٤
شکل٤-۱۱- تغییرات زبری سطح فیلم های لایه نازک TiO_2 بر حسب میزان کروم ۸۵
شکل٤-۱۲- تصاویر سه بعدی AFM الف) TiCr0 ب) TiCr1 ج) TiCr2 د) TiCr4 ه) TiCr8 ..... ۸٦
شکل٤-۱۳- تغییرات میزان تخلخل فیلم های لایه نازک TiO_2 برحسب میزان کروم ۸۷

شکل٤-١٤- طیف جذبی UV-visible الف) محدوده ٨٠٠-٢٠٠ ب) محدوده ٣٢٠-٢٤٠ ج) محدوده ٧٥٠-٦٠٠ نانومتر ٨٨

شکل٤-٥- تغییرات انرژی باند ممنوعه فیلم های لایه نازک TiO_2 بر حسب درصد کروم، محاسبه شده از رابطه٤-٢ ..... ٨٩

شکل٤-١٦- طیف عبوری UV-visible فیلم های لایه نازک TiO_2 خالص و دوپ شده با کروم..... ٩٠

شکل٤-١٧- منحنی های ولتاژ - شدت جریان سلول های خورشیدی ساخته شده با فیلم TiO_2 ..... ٩٠

شکل٤-١٨- تغییرات ولتاژ مدار باز بر حسب درصد کروم ٩١

شکل٤-١٩- تغییرات شدت جریان مدار کوتاه بر حسب درصد کروم ٩٢

شکل٤-٢٠- بازده سلول های خورشیدی ساخته شده با فیلم TiO_2 ..... ٩٣

شکل٤-٢١- فاکتور گنجایش سلول های خورشیدی ساخته شده با فیلم TiO_2 ..... ٩٤

فرم چکیده‌ی پایان‌نامه‌ی دوره‌ی تحصیلات تکمیلی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

دانشگاه حکیم سبزواری

نام خانوادگی دانشجو: نخعی	نام: حسن	ش دانشجویی: ۹۱۱۳٤۰۵۰۹۸
استاد راهنما: دکتر حمیدرضا اویسی	استاد مشاور:	
دانشکده: فنی و مهندسی	رشته: مهندسی مواد	گرایش: شناسایی و انتخاب مواد مهندسی
مقطع: کارشناسی ارشد	تاریخ دفاع: ۱۳۹۳/۱۱/۲۸	تعداد صفحات: ۱۰٦

عنوان پایان‌نامه: سنتز و مشخصه یابی فیلم های لایه نازک مزومتخلخل TiO_2 دوپ شده با کروم جهت استفاده در سلول های خورشیدی حساس شده به رنگینه

کلیدواژه‌ها: فیلم مزومتخلخل، سل ژل، TiO_2، سلول خورشیدی، بازده، کروم

در این پژوهش برای ایجاد ساختار مزومتخلخل منظم از قالبگیر پلیمری P123 استفاده شد. فیلم لایه نازک TiO_2 مزومتخلخل دوپ شده با کروم به روش سل ژل سنتز و با استفاده از روش پوشش دهی چرخشی، لایه نشانی شد. بعد از لایه نشانی، عملیات پیرسازی و کلسینه کردن فیلم ها انجام شد. تصاویر میکروسکوپ نوری نمونه ها نشان داد که سطح نمونه ها صاف و یکنواخت و به دور از هرگونه آلودگی می باشد. آنالیز پراش پرتو ایکس، حضور فاز آناتاز TiO_2 در ساختار فیلم ها را تائید کرد. با انجام آنالیز طیف سنجی UV-Visible در این پژوهش این نتایج حاصل شد که ایجاد ساختار TiO_2 مزومتخلخل و استفاده از کروم تغییراتی در میزان جذب نور، محدوده جذب نور و مقدار انرژی باند ممنوعه ایجاد می کند که در میزان بازده تاثیر گذار می باشد. کروی بودن ذرات TiO_2 در تصاویر AFM مشاهده شد و این تصاویر تائید کرد که تمامی نمونه ها ساختار مزومتخلخل دارد. استفاده از آنالیز عنصری PIXE نشان داد که در ترکیب فیلم مزومتخلخل لایه نازک TiO_2 دوپ شده با کروم عناصر تیتانیوم و کروم موجود است. با استفاده از این آنالیز مقدار تمامی عناصر موجود در ترکیب نمونه ها با دقت ppm ۱ مشخص شد. ضخامت فیلم ها با استفاده از تکنیک RBS اندازه گرفته شد و مقدار آن برای تمامی نمونه ها زیر ۳۰۰ نانومتر به ثبت رسید. همچنین این روش حضور عنصر کروم را در فیلم های مزومتخلخل لایه نازک TiO_2 دوپ شده با کروم نشان داد. آنالیز مشخصات سلول خورشیدی نشان داد که استفاده از فیلم TiO_2 مزومتخلخل دوپ شده با کروم در سلول خورشیدی حساس شده به رنگینه کارایی این تجهیزات را افزایش می دهد. نمونه دو درصد کروم، بیشترین بازده را برای سلول خورشیدی به ثبت رساند.

امضای استاد راهنما

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

نیاز بشر به انرژی روز به روز در حال افزایش است و دسترسی اقتصادی و پایا بودن منابع انرژی، دو مسأله حیاتی برای پایدار ماندن زندگی بشر هستند. زندگی بشر بر پایه زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی بنا شده است، اما مقدار سوخت های فسیلی روز به روز در حال کاهش است و روزی به پایان می رسند. در سال ۲۰۰۶، ۸۷٪ کل مصرف انرژی جهان از سوزاندن سوخت هایی مانند نفت، گاز طبیعی و ذغال سنگ تأمین شده است. تولید دی اکسید کربن در اثر احتراق این نوع سوخت ها و افزایش روز افزون غلظت آن، به تدریج موجب گرم شدن کره ی زمین می شود. متأسفانه شواهد بسیاری تولید منواکسید کربن از سوزاندن سوخت های فسیلی را اثبات می کند؛ آلایندگی سوخت های فسیلی نیز به چالشی بزرگ برای زندگی بشر تبدیل شده است. انتشار منو اکسید کربن و تغییرات جهانی آب و هوا، عواقب فجیعی به دنبال خواهد داشت. اگرچه اقتصاد جهانی ما بر اساس سوخت های فسیلی ساخته شده است ولی این واضح است که این منابع پایدار نیستند و ما باید وابستگی خود را به آن ها کاهش دهیم و آن ها را با منابع انرژی تجدید پذیر جایگزین نماییم.

صرفه اقتصادی انرژی های تجدیدپذیر از جمله مزایای این نوع انرژی ها می باشد. از آنجا که انرژی های تجدید پذیر، فراوان و همه جا در دسترس می باشد، بنابراین هیچ محدودیتی در استفاده از منابع این انرژی ها نیست. از فواید مهم دیگر این نوع انرژی ها، نسبت توان به وزن خیلی بالا می باشد که باعث افزایش توجه بشر به لزوم استفاده از این انرژی ها شده است. با توجه به اینکه خبری از آلودگی در استفاده از این نوع انرژی ها نیست پس می توان با افزایش استفاده از انرژی های تجدید پذیر و کاهش استفاده از سوخت های فسیلی، آلودگی ناشی از سوختن سوخت های فسیلی را کاهش داد.

خورشید در هر ثانیه، ۱۰۰۰ژول انرژی به هر مترمربع از سطح زمین می تاباند. از اینرو تمایل به تولید سلول های خورشیدی فتوولتایی (PV) به عنوان منابعی پاک برای تولید انرژی، به سرعت رو به افزایش است. از آنجا که در سلول های خورشیدی فتوولتایی، انرژی خورشیدی بدون نشر دی اکسید کربن به

انرژی الکتریکی تبدیل می شود، این نوع سلول ها منبعی پاک برای فراهم کردن انرژی الکتریکی به شمار می روند. انرژی خورشیدی نامحدود و ارزان بوده و تمام انسان ها می توانند از آن بهره مند شوند.

سلول های خورشیدی تجهیزاتی هستند که انرژی خورشیدی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند. در حال حاضر انواع سلول های خورشیدی وجود دارد که سلول های خورشیدی حساس شده به رنگینه از لحاظ اقتصادی نسبت به دیگر سلول های خورشیدی برتری دارد. افزایش بازده سلول های خورشیدی حساس شده به رنگینه همواره مورد توجه بسیاری از محققین بوده است. آن ها سعی می کنند که با اعمال روش ها و تغییرات مختلف بازده این نوع سلول خورشیدی را افزایش دهند.

از قسمت های مهم سلول خورشیدی حساس شده به رنگینه، فتوالکترود TiO_2 می باشد. محققین زیادی برای کاهش محدودیت های TiO_2 تلاش کرده اند. از جمله این کار ها می توان به اضافه کردن عنصر ناخالصی در ساختار TiO_2 اشاره کرد. در این پژوهش از عنصر کروم به عنوان ناخالصی در ساختار TiO_2 استفاده شده است. همچنین در این پژوهش سعی شده است که با ایجاد ساختار مزومتخلخل منظم TiO_2، کارایی این نوع سلول های خورشیدی بهبود یابد.