

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک (گرایش ماده چگال)

۱۳۸۲ / ۱ / ۲۰

ساخت و مطالعه کاتد LSM پیل سوختی اکسید جامد

علی اکبر نعیمی

استاد راهنما

دکتر اسماعیل ساعی و ایرانی زاد

استاد مشاور

دکتر رسول ماموری صراف

تایستان ۸۱

آرزایان دانشمندان علم ایران
مجموعه اساتید

۲۸۷۴۱

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه آقای علی اکبر نعیمی

تحت عنوان: ساخت و مطالعه لایه LSM در کاتد پیل سوختی اکسید جامد

را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران نام و نام خانوادگی رتبه علمی امضاء

۱- استاد راهنما

آقای دکتر اسماعیل ساعی ور

استادیار

۲- استاد مشاور

آقای دکتر رسول صراف

استادیار

۳- استاد ناظر

آقای دکتر رسول ملک فر

استادیار

۴- استاد ناظر

آقای دکتر فرشاد ابراهیمی

استادیار

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی

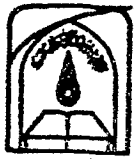
آقای دکتر رسول ملک فر

استادیار

۸۱-۷-۵

۱۳۸۲ / ۱ / ۲۰

وزارت تحصیلات تکمیلی
مجلس شورای اسلامی



بسمه تعالی

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته فیزیک است که در سال ۱۳۸۱ در دانشکده علوم با سر دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر ساعی و سر، مشاوره سرکار کخائم / جناب آقای دکتر مراد ماسوری و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع شده است.

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب کج الکبر نعمتی دانشجوی رشته فیزیک مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

۸۱/۷/۲۱

تشکر و قدردانی

خداوند را سپاسگزارم که به من فرصتی ارزانی داشت تا بتوانم، گوشه‌ای از خلقت با شکوهش را درک کنم و به معرفت خود بیفزایم.

بر خود لازم می‌دانم که از زحمات اساتید عزیزم جناب آقایان دکتر اسماعیل ساعی و ایرانی زاد و دکتر رسول صراف ماموری از گروه مواد که با راهنمایی‌های برادرانه‌شان، مرا در انجام این پایان‌نامه یاری نمودند، تشکر و قدردانی کنم. این دو بحق برای من اسوه و الگوی علم، ایمان و اخلاق بودند. از خداوند بزرگ برای آنها طول عمر با عزت همراه با موفقیت‌های بیشتر آرزو دارم.

از آقایان دکتر فرشاد ابراهیمی و دکتر رسول ملک فر که با توجه به مشکلات کاری، زحمت مطالعه پایان‌نامه را تقبل فرمودند و به عنوان اساتید ناظر در جلسه دفاع شرکت نمودند بسیار متشکرم.

از آقای دکتر شاه طهماسبی الگوی ایمان و علم که همکاری فراوانی با اینجانب داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنم.

از دوستان عزیز و بزرگوایم آقایان جعفر الهی نراقی، محمد آقا محمدی، اصغر ملکی فر، یوسف مردی، شاهرخ احمدی، رضا نورافکن، جعفر خداقلی زاده، ولی الله فریادرس، ابراهیم مرادی، اسدالله حیاتی و خانمها مرجان گودرزی، کرمی، چاوشی و سایر دوستان عزیزم صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

تقدیم به پدر مهربانم : هم او که دستان پینه بسته اش همواره درس سختکوشی ، همت ، اراده و مقاومت را به من آموخت.

تقدیم به مادر با عطوفتم : هم او که با نگاهش سایه ساری از مهر بر سرم گسترانید و امید را به من آموخت.

تقدیم به همسرخوبم

که درس عشق و فداکاری به من آموخت

تقدیم به برادران و خواهران مهربانم

تقدیم به برادران سختکوشم: آنان که با متانت نگاهشان عزمم را جزم و اراده ام را استوارتر می نمایند.

تقدیم به خواهران با محبتم: آنان که نگاهشان مکمل مهر مادر و عمل شان گویای فردای بهتری است.

چکیده:

کاتدی یکی از اجزا مهم پیل‌های سوختی است که در عملکرد پیل نقش مهمی دارد. رسانایی یونی بالا، رسانایی الکتریکی کافی، ضریب انبساط حرارتی هماهنگ با الکترولیت، تخلخل کافی جهت جذب و عبور مولکولهای اکسیژن، سازگاری شیمیایی با الکترولیت از پارامترهای مهم کاتدی می‌باشند.

لانتانیم منگنیت آلایید با استرانسیم ($La_{1-x}Sr_xMnO_3$) یکی از مواد کاتدی می‌باشد که تمام احتیاجات فوق را بر آورد می‌کند. در این پایان نامه نمونه‌های از کاتد $La_xSr_{1-x}MnO_3$ با استفاده از روش دوغابی ساخته شده و خواص ساختاری، طول یاخته‌های واحد و اندازه دانه آنها مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

فهرست

فصل اول: کلیات

۲	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ الکترودهای نفوذ گازی
۴	۳-۱ طبقه بندی انواع پیل سوختی
۵	۱-۳-۱ پیل سوختی قلیایی
۵	۲-۳-۱ پیل سوختی کربنات مذاب
۵	۳-۳-۱ پیل سوختی اسید فسفریک
۶	۴-۳-۱ پیل سوختی الکترولیت پلیمر
۶	۵-۳-۱ پیل سوختی اکسید جامد
۷	۴-۱ اجزای پیل سوختی اکسید جامد
۷	۱-۴-۱ الکترولیت
۸	۲-۴-۱ آند
۸	۳-۴-۱ کاتد
۸	۵-۱ خواص فیزیکی و روشهای تولید اکسیژن
۹	۱-۵-۱ روشهای تولید اکسیژن
۱۰	۱-۱-۵-۱ تبدیل BaO به BaO_2
۱۰	۲-۱-۵-۱ تقطیر هوای سرد

۱۰	۳-۱-۵-۱ جذب جریان فشار
۱۱	۴-۱-۵-۱ غشاهای رسانای مرکب
۱۴	۵-۱-۵-۱ پمپهای اکسیژنی
۱۵	۶-۱ بازدهی پیل های سوختی
۱۵	۱-۶-۱ انرژی و نیروی محرکه پیل سوختی
۱۸	۲-۶-۱ بازدهی و محدودیتهای آن
۱۹	۳-۶-۱ بازده و ولتاژ پیل سوختی
۲۰	۷-۱ تاثیر غلظت و فشار گاز
۲۰	۱-۷-۱ معادله نرنست
۲۲	۲-۷-۱ فشار جزئی هیدروژن
۲۳	۳-۷-۱ کاربرد سوخت و اکسیدان
۲۳	۴-۷-۱ سیستم فشار

فصل دوم: کاتد پیل سوختی اکسید جامد

۲۶	۱-۲ مشخصه های کاتد
۲۸	۲-۲ لانتانیم منگنیت
۲۸	۱-۲-۲ روش ساخت $La_{1-x}Sr_xMnO_3$
۳۰	۲-۲-۲ خواص عمومی ، تغییر فاز ، استوکیومتری
۳۴	۳-۲-۲ مدل نقص
۳۶	۴-۲-۲ پایداری $La_{1-x}Sr_xMnO_3$
۳۷	۵-۲-۲ رسانایی الکتریکی
۴۲	۶-۲-۲ برهم کنش شیمیایی

۴۷	۷-۲-۲ ضریب انبساط حرارتی
۴۹	۸-۲-۲ سایر خواص
۴۹	۳-۲ لانتانیم کبالت
۵۰	۱-۳-۲ رسانایی
۵۱	۲-۳-۲ برهم کنش شیمیایی
۵۱	۳-۳-۲ انبساط حرارتی
۵۱	۴-۲ سایر مواد

فصل سوم: واکنشهای کاتدی

۵۵	۱-۳ واکنشهای کاتدی
۵۶	۲-۳ احیای اکسیژن در الکتروود فلزی
۵۸	۳-۳ احیای اکسیژن در الکتروود اکسیدی
۵۸	۱-۳-۳ مکانیسم واکنشها
۶۲	۴-۳ اثر ریزساختار الکتروود
۶۴	۵-۳ اثر برهم کنش شیمیایی
۶۷	۶-۳ نشر اکسیژن
۶۹	۷-۳ ترابری اکسیژن در فصل مشترک گاز - جامد
۷۱	۸-۳ عیوب بلوری اکسیدهای نوع پروسکیت
۷۵	۹-۳ محاسبه رسانش الکترودهای $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ و $La_{1-x}Sr_xCrO_3$

فصل چهارم: مدل سازی خواص مهم کاتد پیل سوختی اکسید جامد

۸۱	۱-۴ محاسبه جریان
۸۲	۱-۱-۴ مدل سینتیک

۸۳	۴-۱-۲ مدل SDC
۸۴	۴-۲ مدل سازی رسانایی و مقاومت فصل مشترک الکتروود / الکتروولیت
	فصل پنجم : ساخت نمونه آزمایشگاهی
۹۰	۵-۱ مقدمه
۹۱	۵-۲ مواد اولیه و تجهیزات آزمایشگاهی
۹۲	۵-۳ تعیین میزان مواد با استفاده از استوکیمتری مواد
۹۳	۵-۴ ساخت نمونه‌های $La_{0.80}Sr_{0.10}MnO_3$ و $La_{0.85}Sr_{0.15}MnO_3$ ، $La_{0.80}Sr_{0.20}MnO_3$
۹۵	۵-۵ مطالعات ریز ساختاری $La_{0.85}Sr_{0.15}MnO_3$ ، $La_{0.80}Sr_{0.20}MnO_3$ و $La_{0.80}Sr_{0.10}MnO_3$ با XRD
۱۰۰	۵-۵-۱ محاسبه اندازه ذرات و استخراج اطلاعات ساختاری با استفاده از XRD
۱۰۲	۵-۶ بررسی و تحلیل ریز ساختارها
۱۰۳	۵-۶-۱ ریز ساختار و سیترینگ
۱۰۴	۵-۶-۲ فرایند سیترینگ
۱۰۵	۵-۶-۲-۱ تبخیر مواد آلی و تجزیه مواد شیمیایی
۱۰۵	۵-۶-۲-۲ رشد دانه‌ها
۱۰۸	۵-۶-۲-۳ چگال شدن
۱۰۹	۵-۷ مطالعه ساختاری $La_{0.85}Sr_{0.15}MnO_3$ ، $La_{0.80}Sr_{0.20}MnO_3$ و $La_{0.80}Sr_{0.10}MnO_3$ با SEM
۱۱۲	نتایج
۱۱۳	پیشنهادات

فصل اول

کلیات

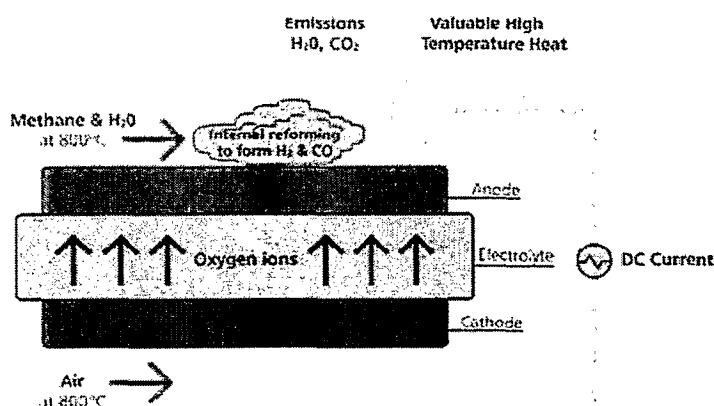
۱-۱ مقدمه

پیل‌های سوختی سیستم‌های الکتروشیمیایی هستند که طی یک واکنش، انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. ساختار یک پیل سوختی^۱ شامل چندین قسمت می‌باشد:

(۱) الکتrolیت

(۲) الکتroدهای متخلخل آند و کاتد که در تماس با الکتrolیت هستند.

در شکل (۱-۱) طرح شماتیک از یک پیل سوختی با گازهای واکنش دهنده، محصولات و همچنین مسیر هدایت یونها نشان داده شده است.



شکل (۱-۱) طرح شماتیک یک پیل سوختی

در یک پیل سوختی، آند پیوسته توسط سوخت (هیدروژن) کاتد با اکسیدان (اکسیژن یا هوا) تغذیه می‌شود. در سطح الکتroدها واکنش الکتروشیمیایی رخ داده و جریان الکتریکی تولید می‌شود. اگر چه پیل سوختی دارای اجزاء مشابه با باتریهای معمولی است ولی از جهاتی با آنها متفاوت است.

می‌کند.

الکتروپوشتمایی شامل رسانندگی، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است.

کاربرد.

به منظور رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است.

در اکثر این سیستمها از گاز هیدروژن به عنوان رسانندها استفاده می‌شود. زیرا رسانندها رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است.

الکتروپوشتمایی (عموماً رسانندها) رسانندها رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است.

عملکرد رسانندها در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است.

رسانندها رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است. رسانندگی الکترون در رسانندها، رسانندگی الکترون و رسانندگی الکترونی است.

اکثر کارهایی که در زمینه توسعه فن آوری پیل‌های سوختی صورت گرفته، بر روی کاهش ضخامت اجزای پیل، بهبود ریزساختار الکترودها و الکترولیت جهت دست یابی به عملکرد الکتروشیمیایی بهتر بوده است. ضمن اینکه کاهش قیمت سیستم از مسائل اساسی می‌باشد.

۲-۱ الکترودهای نفوذ گازی

وظایف الکترودهای نفوذ گازی در پیل سوختی عبارتند از:

- فراهم کردن سطحی برای یونیزاسیون گاز/جامد یا یونیزاسیون واکنشگرها.
- قابلیت هدایت یونها به بیرون یا به داخل فصل مشترک سه فازی. (الکترودها باید از موادی که هدایت کننده الکتریکی و یونی خوبی هستند ساخته شوند).
- جلوگیری فیزیکی از اختلاط گاز و الکترولیت.

به طور کلی مواد تشکیل دهنده الکترودها باید ویژگیهایی چون؛ الکتروکاتالیست فعال، هدایت کنندگی خوب و تخلخل زیاد داشته باشند.

۳-۱ طبقه بندی انواع پیل سوختی

پیل‌های سوختی بر اساس معیارهای مختلفی از جمله دمای عملکرد، نوع سوخت و نوع الکترولیت طبقه بندی می‌شوند. عمومی‌ترین طبقه بندی بر اساس نوع الکترولیت می‌باشد. براین اساس انواع پیلها عبارتند از:

- پیل سوختی قلیایی (AFC)
Alkaline Fuel Cell
- پیل سوختی کربنات مذاب (MCFC)
Molten Carbonate Fuel Cell
- پیل سوختی اسید فسفریک (PAFC)
Phosphoric Acid Fuel Cell
- پیل سوختی الکترولیت پلیمری (PEFC)
Polymer Electrolyte Fuel Cell
- پیل سوختی اکسید جامد (SOFC)
Solid Oxide Fuel Cell