بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بررسی و مدل سازی نفوذ گاز در نمایشگرهای پلاسمایی قابل انعطاف به منظور ساخت نمایشگرهای رنگی

نگارش

کتایون زند

استاد راهنما: دکتر سید شمس الدین مهاجرزاده

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

رشته مهندسی برق- الکترونیک

گرایش: تکنولوژی نیمه هادی

آذر ۱۳۸۷

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پردیس دانشکده های فنی

بسمه تعالی

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/خانم **کتایون زند** در رشته مهندسی برق / کامپیوتر، گرایش : الکترونیک

را، با عنوان: " **بررسی و مدلسازی نفوذ گاز در نمایشگرهای مسطح پلاسمایی در جهت ساخت نمایشگرهای رنگی** "

به عدد	به حروف
۱۹	نوزده

در تاریخ ۱۳۸۷/۰۹/۱۶ نمره نهایی پایان نامه:

و درجه عالی ارزیابی نمود.

مشخصات هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱-استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد)	دکتر سیدشمس الدین مهاجرزاده	استاد	تهران	
۲-استاد مشاور	--	--	--	
۳-استاد مدعو داخلی (یا استاد مشاور دوم)	دکتر شاهین جعفر آبادی آشتیانی	استادیار	تهران	
۴-استاد مدعو خارجی	دکترنیما تقوی نیا	دانشیار	صنعتی شریف	
۵-داور و نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر ابراهیم اصل سلیمانی	استاد	تهران	

تذکر:این برگه پس از تکمیل توسط هیأت داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق- الکترونیک

عنوان:

بررسی و مدل سازی نفوذ گاز در نمایشگرهای پلاسمایی قابل انعطاف به منظور ساخت نمایشگرهای رنگی

نگارش: کتایون زند

این پایان نامه در تاریخ ۱۳۸۷/۹/۱۶ در مقابل هیات داوران دفاع گردید و مورد تصویب قرار گرفت.

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی پردیس دانشکده های فنی: دکتر جواد فیض

رئیس دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر: دکتر پرویز جبه دار مارالانی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر: دکتر سعید نادر اصفهانی

استاد راهنما: دکتر سید شمس الدین مهاجرزاده

عضو هیات داوران: دکتر ابراهیم اصل سلیمانی

عضو هیات داوران: دکتر شاهین جعفرآبادی آشتیانی

عضو هیات داوران: دکتر نیما تقوی نیا

تعهد نامه اصالت اثر

نام و نام خانوادگی: کتایون زند

عنوان پایان نامه: بررسی و مدل سازی نفوذ گاز در نمایشگرهای پلاسمایی قابل انعطاف به منظور ساخت نمایشگرهای رنگی

استاد راهنما: آقای دکتر سید شمس الدین مهاجرزاده

اینجانب کتایون زند نویسنده پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر گرایش الکترونیک- تکنولوژی نیمه هادی بدین وسیله اعلام می نمایم که توسط اساتید راهنما و سمینار در جریان قوانین Copy Right و روش درست اقتباس و نقل مطالب از سایر مراجع و ماخذ قرار گرفته ام و متعهد به حفظ امانت داری و قدردانی از زحمات سایر محققین و نویسندگان می باشم. بدین وسیله اعلام می نمایم که مسئولیت کلیه مطالب درج شده با اینجانب می باشد و در صورت استفاده از اشکال, جداول و مطالب از سایر منابع بلافاصله مرجع آن ذکر شده است و سایر مطالب از کار تحقیقی اینجانب استخراج شده است و امانت داری را به صورت کامل رعایت نموده ام. در صورتی که خلاف این مطلب ثابت شود, مسئولیت کلیه عواقب قانونی با اینجانب می باشد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشکده تهران می باشد .

نام و نام خانوادگی دانشجو: کتایون زند

امضا و تاریخ

۱۳۸۷/۱۰/۲

تقدیم به

پدر، مادر و همسر عزیزم

تشکر و قدر دانی

در اینجا بر خود لازم می دانم از زحمات استاد گرامی جناب آقای دکتر مهاجرزاده که در طول انجام این پروژه همواره از تجربیات و راهنمایی های ایشان برخوردار بوده ام تشکر نمایم. از خانم زینب سنایی که در شروع کار راهنمای من بوده اند و تجربیات خود را در اختیار من گذاشتند و همچنین از آقایان علی اخوان، حسین پژوهی و خانم پونا صابر به خاطر همکاری در انجام این پروژه سپاسگذارم. از زحمات و همکاری های مسئولین آزمایشگاه لایه نازک، سرکار خانم صالحی و سرکار خانم پناهی تشکر می نمایم.

در آخر از دوستانم در آزمایشگاه لایه نازک، خانم ها: کوکب باغبانی، نینا زهفروش, سارا درباری, آیدا ابراهیمی، فاطمه نیری، ملیحه رمضانی و آقایان: جواد کوهسرخی، یاسر عبدی، سهیل عظیمی، امیر حسین تمدن، امیر جهانشاهی و سایر دوستان عزیزم، به خاطر کمک های صمیمانه شان ممنونم.

چکیده

ایده ساخت نمایشگرهای انعطاف پذیر و کاربردها و قابلیت های آن ها بیش از چند دهه است که ذهن مهندسین را به خود معطوف ساخته است. در میان تحقیقات وسیعی که تا کنون برای ساخت این افزاره ها انجام شده، به تکنولوژی پلاسما علی رغم مزایای زیاد آن کم تر توجه شده است.

با توجه به این که تکنولوژی نمایشگرهای پلاسمایی یکی از بهترین فن آوری های ساخت نمایشگر به شمار می رود، هدف اصلی این تحقیق ارائه روشی ساده و بهینه برای ساخت نمایشگرهای جریان مستقیم پلاسمایی قابل انعطاف با ساختار جانبی بوده است. راهکارهایی برای غلبه بر مشکلاتی مانند لایه نشانی و الگودهی مواد قابل انعطاف، ایجاد محفظه های حاوی گاز و ایجاد رنگ در این نمایشگرها مطرح شده اند و برای تأیید کارآمدی روش های پیشنهادی، تصاویری از مراحل ساخت نمایشگرها آورده شده است. صفحه نمایشگر ساخته شده با ابعاد cm^2 ۴/۵×۵ و ضخامت ۳۵۰ مایکرون دارای قدرت تفکیک ۶۲×۵۶ می باشد. مشخصه جریان-ولتاژ سلول ها- با استفاده از مقاومت خارجی جهت پایدار کردن جریان- نشان می دهد که ولتاژ تشکیل پلاسما در سلول ها حدوداً برابر با ۵۰۰ ولت و جریان مورد نیاز برای ایجاد نور مناسب حدود μA ۲ می باشد.

هم چنین طول عمر نمایشگر و به ویژه مهم ترین عامل محدود کننده آن، یعنی نفوذ گازها از طریق بستر پلاستیکی مورد بررسی قرار گرفته است و با استفاده از مدل های نفوذ گاز نشان داده شده که عمر نمایشگر ساخته شده بر روی زیرلایه PET حدود ۶ ساعت است. بر اساس این مدل قرار دادن لایه های SiO_2 در دو طرف زیر لایه عمر نمایشگر را تا یک ماه افزایش می دهد. با استفاده از ساختار هایی که از توالی لایه های آلی و معدنی تشکیل شده اند می توان مشکل نفوذ گاز در این نمایشگرها را برطرف ساخت.

فهرست مطالب

پیش گفتار

۱- فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱ نمایشگرهای الکتروفورتیک ۵

۱-۲ نمایشگرهای بلور مایع(LCD) ۱۱

۱-۲-۱ بلور مایع چیست؟ ۱۱

۱-۲-۲ چگونگی عملکرد نمایشگر های بلور مایع ۱۲

۱-۲-۳ نمایشگرهای بلور مایع قابل انعطاف ۱۴

۱-۳ نمایشگر نور گسیل آلی(OLED) ۱۷

مراجع فصل اول ۲۱

۲- فصل دوم: نمایشگرهای پلاسمایی (PDP) ۲۲

۲-۱ پلاسما چیست؟ ۲۳

۲-۲ ساختار متداول صفحات نمایشگر پلاسمایی ۲۳

۲-۲-۱ انواع نمایشگرهای پلاسمایی ۲۵

۲-۳ نمایشگر پلاسمایی قابل انعطاف ۲۶

۲-۳-۱ ساختار نمایشگر انعطاف پذیر پلاسمایی ۲۶

مراجع فصل دوم ۳۰

۳-فصل سوم: ساخت نمایشگر انعطاف پذیر پلاسمایی جریان مستقیم ۳۱

۳-۱ ویژگی های زیر لایه مناسب ۳۲

۳-۲ انتخاب و آماده سازی زیر لایه اول ۳۵

۳-۲-۱ شرایط آماده سازی زیر لایه اول ۳۷
۳-۳ ایجاد الکترودهای سری اول ۳۹
۳-۳-۱ انتخاب فلز لایهٔ اول ۳۹
۳-۳-۲ شرایط لایه نشانی فلز لایه اول و ایجاد الکترودهای لایه اول ۴۰
۳-۴ ایجاد لایه عایق ٤١
۳-۴-۱ انتخاب ماده دی الکتریک مناسب ۴۱
۳-۴-۲ شرایط لایه نشانی و الگودهی لایه عایق ۴۲
۳-۵ ایجاد الکترودهای سری دوم ٤٨
۳-۶ استفاده از زیر لایه دوم ٥٣
۳-۶-۱ ساخت زیر لایه دوم ۵۳
۳-۶-۲ لایه مواد نورتاب ۵۶
۳-۷ اتصال زیر لایه اول و زیر لایه دوم ۵۸
۳-۸ نتایج حاصله ٦١
مراجع فصل سوم ٦٤
۴- فصل چهارم: بررسی طول عمر نمایشگر پلاسمایی قابل انعطاف ۶۵
۴-۱ جلوگیری از نفوذ گازها ٦٧
۴-۱-۱ تئوری های گذر گاز و بخار ۶۸
۴-۱-۲ مدل سازی گذر گازها برای یک سلول پلاسمایی ۷۱
۴-۱-۳ کاهش گذر گاز ها برای یک سلول پلاسمایی ۷۴
۴-۱-۳-۱ اعمال پلاسما بر PET به منظور کاهش نفوذ هوا ٧٤
۴-۱-۳-۲ استفاده از ساختارهای دو لایه ۷۸
۴-۱-۳-۳ ساختار چند لایه جهت محافظت در برابر عبور گاز ۸۱
۴-۲ جلوگیری از خروج گاز از مواد آلی به کار رفته ٨٤
مراجع فصل چهارم ۸۶

جمع بندی و فعالیتهای آینده..... ۸۷

پیوست۱: واژه نامه ۸۹

پیوست۲ : مقالات چاپ شده..... ۹۲

فهرست تصاویر و نمودارها

فصل اول

شکل ۱-۱. طرح شماتیک روش تولید حلقه به حلقه ۴

شکل ۱-۲. مقطع عرضی یک نمایشگر الکتروفورتیک..... ۶

شکل۱-۳. انواع نمایشگرهای الکتروفورتیک..... ۷

شکل۱-۴. نمایشگر الکتروفورتیک قابل انعطاف..... ۹

شکل۱-۶ .عکس لبه یک ورقه ژیریکون که گوی های دو رنگ در آن مشخص هستند..... ۱۰

شکل۱-۷. تفاوت میان حالت مایع وحالت بلور مایع..... ۱۲

شکل۱-۸. تأثیر میدان الکتریکی بر ممان دوقطبی مولکول بلور مایع ۱۲

شکل۱-۹. قرار گیری مولکول های بلور مایع بر روی شیارهای صفحه مجاور..... ۱۳

شکل۱-۱۰. قرار گیری مولکول های بلور مایع بین دو صفحه با شیار های عمود بر هم در غیاب و در حضور میدان الکتریکی..... ۱۳

شکل۱-۱۱. .نحوه عملکرد سلول ها در ساختار نمایشگر بلور مایع. ۱۴

شکل۱-۱۲ . نمایشگر بلور مایع قابل انعطاف ساخته شده توسط KENT DISPLAYS..... ۱۵

شکل۱-۱۳. در محفظه قرار دادن بلور مایع جهت ساخت نمایشگر های قابل انعطاف..... ۱۵

شکل۱-۱۴. شماتیک روش های مختلف در محفظه قرار دادن بلور مایع جهت ساخت نمایشگر ۱۶

شکل۱-۱۵. ترازهای انرژی برای نمایشگر OLED..... ۱۸

شکل ۱-۱۶. ساختار نمایشگر OLED..... ۱۹

شکل۱-۱۷. چاپ جوهر افشان برای قرار دادن مواد نورتاب ۲۰

شکل۱-۱۸.نمایشگر نورگسیل آلی قابل انعطاف..... ۲۰

فصل دوم

شکل۲-۱. نحوه عملکرد هر سلول در ساختار نمایشگر پلاسمایی..... ۲۴

شکل۲-۲. ساختار نمایشگر پلاسمایی..... ۲۴

شکل۲-۳.نمایی از ساختار نمایشگر ساخته شده..... ۲۷

شکل ۲-۴. زیرلایه دوم بر روی زیر لایه اول ۲۹

فصل سوم

شکل ۳-۱. بستر پلی اتیلن ترفتالیت لایه نشانی شده، نمونه سمت چپ پیش از لایه نشانی در معرض پلاسمای گاز هیدروژن قرار گرفته است. ۳۸

شکل۳-۲. تصویرنقاب شماره ۱ ..... ۴۱

شکل۳-۳. تصویرنقاب شماره ۲ ..... ۴۳

شکل۳-۴. لایه عایق بر اثر تغییرات دما دچار ترک خوردگی شده است. اطراف پنجره ها نیز به علت قرار گرفتن زیاد در حلال، خراب شده است..... ۴۵

شکل۳-۵. پنجره های باز شده بر روی لایه قربانی ۴۶

شکل۳-۶. پنجره های باز شده در لایه عایق ۴۶

شکل۳-۷. لایه عایق بر اثر گرم شدن بیش از حد در دستگاه RIE ترک خورده است. ۴۷

شکل۳-۸. پنجره های باز شده در لایه عایق ۴۷

شکل۳-۹. تصویرنقاب شماره ۳..... ۴۹

شکل ۳-۱۰. زیر لایه پایین پس از ایجاد الکترودهای سری دوم ۵۰

شکل ۳-۱۱. قطع الکترودهای سری دوم بر اثر ناهمواری سطح شل لاک..... ۵۰

شکل ۳-۱۲. تصاویر زیر لایه اول پس از اتمام مراحل ساخت آن ۵۱

شکل ۳-۱۳. نحوه اتصال محفظه مخصوص تست نمونه به پمپ خلأ و مخزن گاز..... ۵۱

شکل۳-۱۴. سلول های روشن نمایشگر در محیط گاز نیتروژن ۵۲

شکل۳-۱۵. سلول روشن بر روی زیرلایه تحت خمش در محیط گاز نیتروژن..... ۵۲

شکل ۳-۱۶. تصویر نقاب شماره ۴ ..... ۵۳
شکل ۳-۱۷. حفره های ایجاد شده توسط UV و محلول DMF بر روی بستر بالایی ۵۴
شکل ۳-۱۸. حفره های زدوده شده توسط RIE بر روی بستر بالایی ۵۵
شکل ۳-۱۹. تصویر سلول های روشن، (الف) سلول دارای فسفر سبز، (ب) سلول بدون ماده نورتاب..... ۵۷
شکل ۳-۲۰. تصاویر میکروسکوپ الکترونی از مواد نور تاب قرار داده شده بر روی بستر بالایی..... ۵۷
شکل ۳-۲۱. نمایی از انطباق دو زیر لایه..... ۵۸
شکل ۳-۲۲ . تصویر نمایشگر پس از چسباندن دو زیرلایه به یک دیگر..... ۵۹
شکل ۳-۲۳. پرس به کار رفته برای گرم کردن و فشردن لایه ها..... ۵۹
شکل ۳-۲۴. تصویر نمایشگر پس از پرس کردن لایه ها..... ۶۰
شکل ۳-۲۵. محفظه به کار رفته جهت مهر و موم کردن نمایشگر ۶۱
شکل ۳-۲۶. نمایی از یک نمایشگر کامل تحت خمش..... ۶۱
شکل ۳-۲۷. منحنی های جریان-ولتاژ برای سلول های مختلف نمایشگر بسته بندی شده در فشار ۲۰۰ تور. ۶۲
شکل ۳-۲۸. تصاویری از نمایشگرهای ساخته شده..... ۶۳

فصل چهارم

شکل ۴-۱. تغییرات ولتاژ روشن شدن سلول با گذشت زمان..... ۶۶
شکل ۴-۲. تغییرات فشار و ترکیب گاز داخل سلول با گذشت زمان ۷۳
شکل۴-۳. آنالیز FTIR از PET..... ۷۵
شکل۴-۴. ساختار شیمیایی PET..... ۷۵
شکل ۴-۵. (الف) آنالیز FTIR نمونه PET پس از اعمال پلاسما(ب) تفاضل طیف FTIR نمونه PET از طیف FTIR نمونه PET که تحت پلاسمای هیدروژن قرار گرفته..... ۷۶
شکل ۴-۶. شماتیک نحوه قرارگیری نمونه PET بر روی محفظه و چگونگی اتصال به پمپ و فشارسنج..... ۷۷
شکل۴-۷. نمودار نفوذ هوا با گذر زمان از درون۳ نمونه: PET , PET بعد از اعمال ۱۵ دقیقه پلاسمای اکسیژن با توان ۵۰۰W و فلوی ۵۰SCCM , بعد از اعمال ۱۵ دقیقه پلاسمای هیدروژن با توان ۳۰۰W و فلوی ۵۰SCCM ۷۷
شکل ۴-۸. درصد فشار گاز نئون به کل فشار گاز داخل سلول پس از اعمال پلاسمای هیدروژن به زیرلایه..... ۷۸

شکل ۴-۹. درصد فشار گاز نئون به کل فشار گاز داخل سلول پس از استفاده از ساختار دولایه ۸۱
شکل ۴-۱۰. درصد فشار گاز نئون به کل فشار گاز داخل سلول پس از استفاده از ساختار چندلایه پیشنهادی ۸۳
شکل ۴-۱۱. نقاب شماره ۵ ..... ۸۵
شکل۴-۱۲. تصویر زیرلایه اول پس از الگودهی لایه سیلیکان ۸۵

فهرست جداول

فصل اول

جدول ۱-۱.رده بندی نمایشگرهای غیرسخت و ویژگی های آن ها. ۳

فصل سوم

جدول ۳-۱. مشخصات اصلی برخی زیرلایه های پلیمری..... ۳۶

جدول۳-۲. مواد نورتاب متداول مورد استفاده در نمایشگر پلاسمایی..... ۵۶

فصل چهارم

جدول ۴-۱. ضرایب گذر گازهای مختلف در ورقه PET ۷۲

جدول۴-۲. مقایسه نرخ عبور اکسیژن و آب برای زیر لایه PET لایه نشانی شده با پوشش های معدنی..... ۸۰

جدول ۴-۳. ضرایب گذر گازهای مختلف در ورقه PET پوشانده شده با لایه اکسید سیلیکان ۸۱

جدول ۴-۴. ضرایب گذر گازها در لایه های مختلف..... ۸۲

جدول ۴-۵. ضرایب گذر گازها در ساختار چندلایه پیشنهادی..... ۸۳

پیش گفتار

پایان نامه حاضر به بررسی روش ساخت نمایشگر انعطاف پذیر پلاسمایی و اثر نفوذ گاز بر طول عمر آن می پردازد. تحقیق بر روی ساخت نمایشگرهای پلاسمایی از ۴ سال پیش در آزمایشگاه لایه نازک دانشگاه تهران آغاز شده است و پس از ساخت نمایشگرهای پلاسمایی با ساختار جانبی بر روی شیشه، این تحقیقات در راستای ساخت نمایشگرهای انعطاف پذیر ادامه یافته است.

در فصل اول مقدماتی در مورد انواع نمایشگرهای انعطاف پذیر و کاربردهای آن ها آورده شده است. سه تکنولوژی معمول مورد استفاده در ساخت آن ها یعنی نمایشگرهای الکتروفورتیک، نمایشگرهای بلور مایع و نمایشگرهای نورگسیل آلی مورد بحث قرار گرفته اند و معایب و مزایای هر یک از این فن آوری ها ذکر شده است.

با توجه به این که نمایشگر ساخته شده از نوع نمایشگرهای پلاسمایی می باشد، فصل دوم به بررسی تکنولوژی نمایشگرهای پلاسمایی می پردازد. دلایل انتخاب این فن آوری بیان شده وساختار پیشنهادی برای نمایشگر پلاسمایی قابل انعطاف در این فصل ارائه شده است.

فصل سوم به توصیف روش ساخت نمایشگر اختصاص یافته است. انتخاب مواد مناسب جهت ساخت، تکنیک های مورد استفاده در لایه نشانی و نقش نگاری لایه های مختلف، چگونگی ایجاد سلول های رنگی، روش به کار رفته برای اعمال گاز بین دو زیر لایه و به دست آوردن مشخصه جریان-ولتاژ سلول ها از مطالب فصل سوم می باشد.

با توجه به این که زیرلایه انتخاب شده برای ساخت نمایشگر علی رغم مزایای زیاد دارای مشکل نفوذ پذیری بالا نسبت به گازهای مختلف است، اثر گذر گاز بر طول عمر نمایشگر در فصل چهارم مورد بررسی قرار گرفته است. منحنی تغییر فشار و ترکیب گاز درون نمایشگر با استفاده از مدل های نفوذ

گاز ارائه شده است و اثر آن بر چگونگی تغییر ولتاژ روشن شدن سلول ها و کند و پاش الکترودها مورد بحث قرار گرفته است.

در انتها نتایج این کار پژوهشی جمع بندی شده و مسیرهایی برای امتداد این تحقیق پیشنهاد شده است.

فصل اول

مقدمه

یک نمایشگر دریچه ارتباطی انسان با دنیای بیکران و مجازی اطلاعات است. این ساده ترین تعریفی است که می توان از یک نمایشگر ارائه داد. نمایشگرها بخش مهمی از وسایل اطلاع رسانی نظیر تلویزیون ها، رایانه ها و ... را تشکیل می دهند و به طور کلی از پر مصرف ترین ادوات الکترونیکی به شمار می روند. به طوری که سهم بزرگی از بازار الکترونیک جهان را به خود اختصاص داده اند. در دنیای کنونی نمایشگرهای قابل انعطاف و نمایشگرهای سه بعدی جزو مواردی هستند که اگرچه در حال حاضر به طور فراوان حضور ندارند، اما در آینده به بازار خواهند آمد و در زندگی روزمره مردم جای خواهند گرفت. با توجهات فراوانی که در سال های اخیر به موضوع نمایشگرهای انعطاف پذیر شده است و تحقیقات و تلاش های گسترده ای که در زمینه ساخت این نمایشگرها صورت می پذیرد، پیش بینی می شود که بازار نمایشگرهای قابل انعطاف تا سال ۲۰۱۰ به ۵۴۷ میلیون دلار و تا سال ۲۰۱۵ به ۱/۹۳میلیارد دلار برسد [۱].