بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی فناوری های نوین

گروه مهندسی فوتونیک–نانو فوتونیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته ی مهندسی فوتونیک–نانوفوتونیک

عنوان

صفحات لمسی مبتنی بر گرافن

استاد راهنما

دکتر محبوبه دولتیاری

استاد مشاور

دکتر قاسم رستمی

پژوهشگر

حمیده طالبی

شهریور ۱۳۹۲

تشکر و قدر دانی

در ابتدا از زحمات استاد گرانقدرم سر کار خانم دکتر محبوبه دولتیاری و دکتر قاسم رستمی کمال تشکر را دارم که راهنمای بسیار خوبی برای من در تمامی مراحل پایان نامه بودند. همچنین از جناب آقای پروفسور رستمی نهایت سپاس را دارم که داوری پایان نامه ی اینجانب را قبول کردند. از خانواده ام که در تمام مدت انجام این پایان نامه مرا یاری نموده‌اند بسیار تشکر می نمایم.

تقدیم به

پدر بزرگوار

و

مادر مهربانم

نام خانوادگی دانشجو : طالبی **نام:** حمیده

عنوان پایان نامه :

صفحات لمسی مبتنی بر گرافن

استاد راهنما: دکتر محبوبه دولتیاری

استاد مشاور: دکتر قاسم رستمی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی فوتونیک **گرایش:** مهندسی نانوفوتونیک

دانشگاه: تبریز **دانشکده :** فناوری های نوین **تاریخ فارغ التحصیلی:**۱۳۹۲/۰۶/۳۰

تعداد صفحه:۹۲

کلید واژه ها :

گرافن، صفحه لمسی، نانو تکنولوژی.

چکیده :

امروزه گرافن به دلیل خواص منحصر به فرد الکتریکی، مکانیکی وشیمیایی برجسته، آن را برای بکارگیری در دستگاه های الکترونیکی قابل انعطاف بسیار جذاب و پرطرفدار نموده است. صفحات گرافنی به عنوان الکترودهای رسانا شفاف دربسیاری از کاربردها ازجمله صفحات لمسی، سلول های خورشیدی و آشکارسازها استفاده میشود.

در صفحات لمسی متداول از ITO استفاده می‌شود. دراین صفحات لمسی به علت شکنندگی ITO نمی‌توان آنراخم نمود.

از جمله ویژگی‌های جالب صفحات لمسی مبتنی بر گرافن شفافیت بالای آن‌ها نسبت به ITO می‌باشد، که شفافیت لایه گرافن راحدود ٪۹۷/۷ گزارش کرده‌اند، همچنین قابلیت انعطاف پذیری گرافن که می‌توان یک صفحه لمسی گرافنی را به راحتی خم نمود.

در این پایان‌نامه ابتدا به معرفی و بررسی انواع صفحات لمسی می پردازیم. صفحات لمسی از سنسور لمس، مدار کنترلر و درایور نرم افزارتشکیل شده است. یکی از انواع صفحات لمسی، صفحات لمسی

مقاومتی است، که دراین پروژه ساخت و شبیه سازی صفحات لمسی مقاومتی آنالوگی ۴-سیمه را مطالعه شده است. در ادامه انواع روش های سنتز گرافن را بیان می‌کنیم.سپس گزارشی از سنتز گرافن به دو روش شیمیایی و کریستالیزه کردن کربن آمورف ارائه می‌دهیم. گرافن سنتز شده را بر روی سطح مورد نظر انتقال می‌دهیم. از گرافن سنتز شده به عنوان الکترود رسانای شفاف در ساخت سنسور لمس استفاده می‌کنیم. مدار کنترلی صفحه لمسی را طراحی کرده و نهایتا با ترکیب مدار کنترلی و سنسور لمس، صفحه لمسی ساخته شده را تست می‌کنیم.

فهرست مطالب

فصل اول..... ۱

۱-۱صفحات لمسی..... ۲

۱-۱-۱ تاریخچه صفحات لمسی..... ۳

۱-۱-۲ اجزای صفحات لمسی..... ۴

۱-۱-۲-۱سنسور لمس..... ۴

۱-۱-۲-۲کنترلر..... ۴

۱-۱-۲-۳درایور نرم افزار..... ۴

۱-۱-۳ انواع تکنولوژی صفحات لمسی..... ۵

۱-۱-۳-۱تکنولوژی صفحات لمسی خازنی..... ۵

۱-۱-۳-۲انواع صفحات لمسی خازنی..... ۷

۱-۱-۳-۲-۱-۱صفحات لمسی خازنی سطحی..... ۷

۱-۱-۳-۲-۱-۲صفحات لمسی خازنی طرح ریزی شده..... ۹

۱-۱-۳-۳تکنولوژی صفحات لمسی مقاومتی..... ۱۰

۱-۱-۳-۳-۱انواع صفحات لمسی مقاومتی..... ۱۱

۱-۱-۳-۳-۱-۱صفحات لمسی مقاومتی- ماتریسی..... ۱۲

۱-۱-۳-۳-۱-۲ صفحه لمسی مقاومتی-آنالوگی..... ۱۲

۱-۲گرافن..... ۱۶

۱-۲-۱ تاریخچه گرافن..... ۱۶

۱-۲-۲ ساختار اتمی گرافن..... ۱۸

۱-۲-۳ خصوصیات نوری..... ۱۹

۱-۲-۴ خصوصیات الکتریکی..... ۲۰

۱-۲-۵ خصوصیات گرمایی..... ۲۳

۱-۲-۶ روش های سنتز گرافن..... ۲۳

۱-۲-۶-۱ورقه کردن و شکافدن..... ۲۴

۱-۲-۶-۱-۱جدا کردن مکانیکی..... ۲۴

۱-۲-۶-۱-۲ورقه کردن شیمیایی..... ۲۶

۱-۲-۶-۲لایه نشانی بخار شیمیایی..... ۲۷

۱-۲-۶-۳پختن کربن آمورف ۳۰

۱-۲-۶-۴روش شیمیایی ۳۱

۱-۲-۶-۵تجزیه گرمایی سیلیکن کاربید ۳۳

۱-۲-۶-۶سنتز گرافن با استفاده از کربن نانوتیوپها ۳۴

۱-۲-۶-۷سنتز گرافن با استفاده از پرتودهی لیزر ۳۴

۱-۲-۷ انتقال گرافن بر روی سطح دیگر ۳۵

۱-۲-۷-۱انتقال با استفاده از پلی متیل متاکریلات ۳۵

۱-۲-۷-۲روش انتقال رول- به- رول ۳۵

۱-۲-۷-۳انتقال بر روی زیر لایه استفاده شده با حذف لایه کاتالیست ۳۷

۱-۲-۷-۴انتقال بدون واسطه پلیمری ۳۷

۱-۲-۸ تعیین خصوصیات گرافن ۳۸

۱-۲-۹ کاربرد گرافن ۳۹

۲فصل دوم ۴۱

۲-۱سنتز گرافن ۴۱

۲-۱-۱ سنتز شیمیایی گرافن..... ۴۱

۲-۱-۱-۱گرافیت اکسید..... ۴۲

۲-۱-۱-۱-۱سنتز گرافیت اکسید..... ۴۳

۲-۱-۱-۲گرافن اکسید..... ۴۵

۲-۱-۱-۲-۱سنتز گرافن اکسید..... ۴۵

۲-۱-۱-۳گرافن اکسید احیا شده..... ۴۵

۲-۱-۱-۳-۱سنتز گرافن از گرافن اکسید..... ۴۶

۲-۱-۱-۴پودر گرافن..... ۴۶

۲-۱-۱-۵آماده سازی زیرلایه..... ۴۶

۲-۱-۱-۶صفحه گرافنی..... ۴۷

۲-۱-۲ لایه نشانی پاشیدنی گرافیت و کریستالیزه کردن کربن آمورف..... ۴۸

۲-۱-۲-۱لایه نشانی با استفاده از روش تبخیر فیزیکی..... ۴۹

۲-۱-۲-۱-۱سنتز کبالت..... ۵۱

۲-۱-۲-۲لایه نشانی پاشیدنی..... ۵۲

۲-۱-۲-۲-۱لایه نشانی گرافیت..... ۵۳

۲-۱-۲-۳کریستالیزه کردن کربن آمورف..... ۵۳

۲-۱-۳ انتقال گرافن بر روی کوارتز..... ۵۴

۲-۲ساخت صفحه لمسی..... ۵۵

۲-۲-۱ سنسور لمسی..... ۵۵

۲-۲-۱-۱ساخت سنسور لمس..... ۵۶

۲-۲-۲ مدار کنترلی صفحه لمسی..... ۵۷

۲-۲-۲-۱خواندن مختصات X و Y..... ۵۸

۲-۲-۲-۲طراحی مدار کنترلی..... ۶۱

۲-۳ روش های شناسایی و آنالیز..... ۶۵

۲-۳-۱ طیف سنجی مرئی- ماورای بنفش..... ۶۵

۲-۳-۲ طیف سنجی مادون قرمز..... ۶۶

۲-۳-۳ میکروسکوپ نیروی اتمی..... ۶۷

۲-۳-۴ پراش پرتو ایکس..... ۶۷

۳فصل سوم ۶۸

نتایج و پیشنهادات ۶۸

۳-۱ نتایج حاصل از سنتز گرافن ۶۸

۳-۱-۱ نتایج حاصل از سنتز گرافن به روش شمیایی ۶۸

۳-۲ آنالیز گرافن سنتز شده با کریستالیزه کردن کربن آمورف ۷۱

۳-۳ شبیه سازی صفحه لمسی ۷۶

۳-۴ نتیجه گیری ۸۰

۳-۵ پیشنهادات ۸۴

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۱-۱ : سنسور صفحه لمسی خازنی-سطحی [۸] ۸

شکل ۱-۲ : سنسور صفحه لمسی خازنی طرح ریزی شده [۱۲] ۱۰

شکل ۱-۳ : ساختار سنسور مقاومتی- ماتریسی [۲] ۱۲

شکل ۱-۴ : ساختار سنسورمقاومتی-آنالوگی [۲] ۱۲

شکل ۱-۵ : نحوه خواندن مختصات X و Y [۱۹]. ۱۴

شکل ۱-۶ : صفحه لمسی مقاومتی ۵- سیمه [۱] ۱۵

شکل ۱-۷ : الف) ساختار گرافن. ب) پیوند ها در گرافن [۳۰] ۱۸

شکل ۱-۸ : الف) ساختار باند الکترونی گرافن تک لایه [۳۲] ۲۰

شکل ۱-۹ : الف)اثر کوانتومی هال در گرافن [۳۳] ۲۱

شکل ۱-۱۰ : شمای تونل زنی برای حالت کلاسیک، حالت کوانتومی وحالت کوانتوم نسبیتی[۳۴]..... ۲۲

شکل ۱-۱۱: سنتز گرافن با استفاده از نوار چسب[۲۸] ۲۵

شکل ۱-۱۲ : شمای مالش یک گرافیت به زیرلایه و تولید یک صفحه گرافن [۳۵] ۲۵

شکل ۱-۱۳ : نمای شماتیک ساخت گرافن با استفاده از روش الکتروستاتیک [۳۷] ۲۶

فهرست اشکال

شکل ۱-۱۴ : تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری از گرافن تک لایه و دولایه [۵۳و۵۴] ۲۷

شکل ۱-۱۵ : الف) گرافن اکسید مایل به قهوه ای، ب) گرافن اکسید کاهش یافته [۵۰] ۳۱

شکل ۱-۱۶ : تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از گرافن اکسید کاهش یافته شیمیایی [۵۴] ۳۲

شکل ۱-۱۷ : انتقال گرافن با استفاده از سیستم رول-رول[۶۱]..... ۳۶

شکل ۱-۱۸ : انتقال گرافن بر روی سطح سیلیکن دی اکسید/سیلیکن [۶۲]..... ۳۷

شکل ۱-۱۹ : شماتیک پروسه انتقال گرافن بدون واسط پلیمری [۶۳]..... ۳۸

شکل ۲-۱ : سیستم لایه نشانی تبخیر [۶۵]..... ۵۰

شکل ۲-۲ : روش تبخیر اشعه الکترون[۶۵] ۵۰

شکل ۲-۳ : چگونگی روش لایه نشانی پاشیدنی [۶۵] ۵۳

شکل ۲-۴ : ساختار سنسور صفحه لمسی مقاومتی[۱۴]..... ۵۶

شکل ۲-۵ : شمای اتصال مدار کنترلر به سنسور لمس [۱۴] ۵۸

شکل ۲-۶ : مدار معادل صفحه لمسی در حالت عادی [۱۴] ۵۸

شکل ۲-۷ : مدار معادل صفحه لمسی لمس شده [۱۴] ۵۹

شکل ۲-۸ : مدار معادل تقسیم ولتاژی [۱۴] ۶۰

شکل ۲-۹ : شمای سخت افزار صفحه لمسی ۶۲

شکل ۲-۱۰ : ایجاد کلید در صفحه لمسی ۶۴

شکل ۲-۱۱ : دستگاه طیف سنج نوری مدل T70 ..... ۶۶

شکل ۳-۱ : طیف مادون قرمز گرافن اکسید ۶۹

شکل ۳-۲ : طیف مادون قرمز گرافن اکسید کاهش یافته ۶۹

شکل ۳-۳ : طیف مرئی- ماورای بنفش گرافن ۷۰

شکل ۳-۴ : آنالیز پراش پرتو ایکس گرافن ۷۰

شکل ۳-۵ : آنالیز طیف مرئی-ماورای بنفش گرافن احیا شده با مدت زمان ۱۵ ساعت و میزان احیا کننده بیشتر ۷۱

شکل ۳-۶ : تصویر پراش پرتو ایکس از لایه کبالت بر روی سطح لام ۷۲

شکل ۳-۷ : تصویر پراش اشعه ایکس از لایه کربن تشکیل شده بر روی لایه کبالت ۷۳

شکل ۳-۸ : تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از گرافن سنتز شده بر روی لایه کبالت با زیر لایه لام قبل از انتقال ۷۴

شکل ۳-۹ : تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از گرافن سنتز شده بر روی لایه کبالت با زیر لایه کوارتز ۷۴

شکل ۳-۱۰ : تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از گرافن انتقال یافته ۷۵

شکل ۳-۱۱ : شبیه سازی نمایش مختصات X وY بر روی نمایشگر ۷۷

۳-۱۲ : شبیه سازی نمایش مختصات X وY بر روی نمایشگر ۷۸

شکل ۳-۱۳ : شبیه سازی عملکرد صفحه لمسی ۷۹

شکل ۳-۱۴ : آنالیز پراش پرتو ایکس در کار آقای پارک و همکارانش[۵۲]. ۸۰

شکل ۳-۱۵ : تصویر طیف مادون قرمز گرافن اکسید و گرافن اکسید احیا شده [۴۸]. ۸۱

شکل ۳-۱۶ : پروفایل پختن کربن آمورف تحت خلا [۴۷]. ۸۲

مقدمه

یکی از دغدغه‌های طراحان سیستم‌های رایانه‌ای برای محصولاتشان داشتن یک رابط خوب با کاربران است، به عبارت دیگر طراح باید سیستمی طراحی کند که علاوه بر داشتن عملکرد خوب، کاربر پسند نیز باشد و نیاز به صرف وقت و هزینه زیاد برای آموزش کاربران آن سیستم نداشته باشد، در نهایت نحوه‌ی ارتباطش با کاربر ساده و سریع باشد. از این رو فناوری صفحات لمسی اهمیت پیدا کرده و برای برخی کاربردها به طور وسیع استفاده می‌شود. صفحات لمسی[۱] به صفحاتی اطلاق می‌شود که بتوان تماس یک شیء و به طور خاص انگشت انسان با آن را با استفاده از خواص شیء از قبیل نیرو، گرما، هدایت الکتریکی، مقاومت اپتیکی و ... تشخیص داد. صفحات لمسی کاربردهای گسترده‌ای در صنایع مختلف و کاربردهای عام دارد[۱].

عموما از ITO به صورت گسترده در ساخت صفحات لمسی استفاده میشود. ITO به عنوان رسانای شفاف عمل میکند که دارای عبور نور بیشتر از ٪۹۰ در طول موج ۵۵۰ نانومتر، مقاومت ۱۰-۳۰ Ω میباشد. ITO شکننده است، و به هنگام اندکی خمش باعث افت تغییرناپذیر رسانایی میشود و بنابراین در کاربردهایی که مقداری انعطاف‌پذیری ضروری است محدودیت استفاده دارد.

امروزه تلاش بر این است که صفحات لمسی با قابلیت انعطاف‌پذیری تولید کنند که با استفاده از صفحات گرافنی، این کار ممکن است. گرافن[۲] ماده ای تخت و تک لایه متشکل از اتم‌های کربن است که این اتم‌های کربن در یک شبکه دو بعدی و کندوی عسل مانند به هم متصل شده‌اند و این ساختاری است که همه مواد گرافنی درهر ابعادی تبعیت می‌کنند [۱۶-۱۴]. گرافن سخت‌ترین و نازک‌ترین ماده ای است که بشر تا کنون به آن دست یافته است. گرافن توجه قابل توجهی را به عنوان نسل جدید مواد الکترونیکی به علت خصوصیات چشمگیر شامل رسانایی الکتریکی بالا، پایداری شیمیایی، رسانایی گرمایی بالا، شفافیت نوری به خود جلب کرده است [۱۷]. خصوصیات الکتریکی فوق العاده گرافن کاربردهای جذابی برای الکترونیک آینده از جمله ترانزیستورها، آشکارسازها، اجزا مدارات مجتمع، الکترود های شفاف رسانا و سنسورها جذب کرده است.

[۱] Touch screen

[۲] Graphene

۱ فصل اول

بررسی منابع

در این فصل ابتدا به معرفی انواع صفحات لمسی می‌پردازیم و سپس به معرفی گرافن، انواع روش‌های سنتز گرافن و انتقال گرافن خواهیم پرداخت.

۱-۱ صفحات لمسی

یکی از دغدغه‌های طراحان سیستم‌های رایانه‌ای برای محصولاتشان داشتن یک رابط خوب با کاربران است، به عبارت دیگر طراح باید سیستمی طراحی کند که علاوه بر داشتن عملکرد خوب، کاربر پسند نیز باشد و نیاز به صرف وقت و هزینه زیاد برای آموزش کاربران آن سیستم نداشته باشد، در نهایت نحوه‌ی ارتباطش با کاربر ساده و سریع باشد. از این رو فناوری صفحات لمسی اهمیت پیدا کرده و برای برخی کاربردها به طور وسیع استفاده می‌شود.

صفحات لمسی[۱] به صفحاتی اطلاق می‌شود که بتوان تماس یک شیء و به طور خاص انگشت انسان با آن را با استفاده از خواص شیء از قبیل نیرو، گرما، هدایت الکتریکی، مقاومت اپتیکی و ... تشخیص داد. صفحات لمسی کاربردهای گسترده‌ای در صنایع مختلف و کاربردهای عام دارد[۱].

[۱] Touch screen

ترکیب یک صفحه لمسی شفاف با یک صفحه نمایش می‌تواند ابزار بهینه‌ای برای ارتباط با دستگاه‌های مختلف به ما بدهد.

صفحات لمسی دو ویژگی اصلی دارند: اول آنکه به شخص امکان می‌دهد به جای آنکه به صورت غیرمستقیم با کنترلر مکان نما، بوسیله موس یا تاچ پد با سیستم ارتباط برقرار کنند، به صورت مستقیم با آنچه که در صفحه نمایش است ارتباط برقرار کند. دوم آن که، اجازه می‌دهد شخص بدون هیچ وسیله واسطه که باید در دست نگه داشته شود، کارش را انجام دهد. در واقع تکنولوژی صفحات لمسی این پتانسیل رو دارند که به جای موس و تاچ پد جایگزین شوند.

۱-۱-۱ تاریخچه صفحات لمسی

فناوری که امروز ما آن را با نام صفحه نمایش لمسی می‌شناسیم نخستین بار در سال ۱۹۷۱ و در مرکز تحقیقات دانشگاه کنتاکی آمریکا پا به عرصه وجود گذاشت. دکتر ساموئل هرست[۱] در جریان کار بر روی رساله‌های پایان نامه دانشجویان این مرکز، به علت عملیات وقت گیری که بررسی داده‌های مختلف به همراه داشت، با اختراع اولین حسگر لمسی، به روش ساده تری برای ورود اطلاعات دست یافت. این حسگر که دکتر هرست آن را الوگراف[۲] نامید، به مانند نمونه‌های امروزی شفاف و حساس نبود، ولی بعدها پایه‌ای برای تاسیس شرکتی تحت نام الوگرافیکس[۳]، برای کار بر روی این تکنولوژی نو ظهور گردید. سه سال بعد نمونه شفاف این تکنولوژی در سال ۱۹۷۴ ارائه شد. در سال ۱۹۷۷ شرکت الوگرافیکس، موفق به ساخت نمونه شفاف صفحه لمسی مقاومتی پنج سیمه شد که تا به امروز نیز یکی از کارآمدترین روش‌های ساخت صفحه نمایش‌های لمسی به حساب می‌آید [۱].

[1] Samuel Hurst

[2] Elograph

[3] Elographics

۱-۱-۲اجزای صفحات لمسی

صفحات لمسی وسایل ورودی هستند، بنابراین باید با یک نمایشگر و یک کامپیوتر یا دیگر وسایل، ترکیب شود تا یک سسیستم ورودی لمس را کامل کنند.

صفحات لمسی سه مولفه ی اساسی دارند:

- سنسور لمس؛
- کنترلر ؛
- درایور نرم افزار [۲].

۱-۱-۲-۱ سنسور لمس

سنسور صفحات لمسی یک صفحه شیشه‌ای تمیز با سطح حساس به لمس می‌باشد. سنسور لمس روی صفحه نمایش قرار می‌گیرید. در حالت کلی از سنسور جریان الکتریکی یا سیگنال می‌گذرد و لمس صفحه موجب تغییر در ولتاژ یا سیگنال الکتریکی می‌شود. این تغییر ولتاژ برای تعیین موقعیت لمس روی صفحه استفاده می‌شود [۲و۱].

۱-۱-۲-۲ کنترلر

کنترلرها یک کارت کامپیوتر کوچکی هستند که بین صفحه لمسی و کامپیوتر اتصال برقرار می‌کند. کنترلر، اطلاعات را از سنسور لمسی می‌گیرد و آنها را به علائمی معنادار برای پردازنده تبدیل می‌کند و از طریق پورت USB یا COM به رایانه انتقال می‌دهد [۲و۱].

۱-۱-۲-۳ درایور نرم افزار

به روز رسانی نرم افزاری برای سیستم کامپیوتر، که اجازه می‌دهد صفحه لمسی و کامپیوتر با هم کار کنند درایور نامیده می‌شود. درایور بیان می‌کند که سیستم عملکردِ کامپیوتر چه طور اطلاعات لمس را