دانشکده مهندسی فناوریهای نوین

گروه مهندسی نانوالکترونیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی نانوفناوری

عنوان

طراحی و ساخت سنسورهای گازی بر پایه پلیمرهای رسانای نانوساختار

استاد راهنما

دکتر غلامرضا کیانی

استاد مشاور

دکتر سعید گل محمدی

پژوهشگر

ابوالفضل نوریزاد

بهمن ماه ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

زندگی با همه وسعت خویش

مسلک ساکت غم خوردن نیست

حاصلش تن به قضا دادن و پژمردن نیست

اضطراب و هوس و دیدن و نادیدن نیست

زندگی خوردن و خوابیدن نیست

زنگی جنبش و جاری شدن است

زندگی کوشش و راهی شدن است

از تماشاگه آغاز حیات

تا به جایی که خدا می داند. . .

تقدیم به آفریدگار ثانی من، ثروت پنهان من، عشق و امید من، آرامش و آسایش من: پدر زحمتکش و مادر مهربان و فداکارم و همه آنان که به من آموختند.

کار ارائه شده در این پایان‌نامه، هرچند کوچک، حاصل راهنمایی‌های استاد راهنمای گرانقدرم **جناب آقای دکتر غلامرضا کیانی** و کمک‌های بی‌دریغ استاد مشاور **جناب آقای دکتر سعید گل محمدی** و **جناب آقای دکتر حامد باغبان** و **جناب آقای مهندس مهدی سلطان زاده** می‌باشد که نهایت انعطاف و حوصله را برای پایان این کار به خرج دادند، نهایت تشکر و قدردانی را از این عزیزان دارم.

نام خانوادگی دانشجو: نوریزاد **نام:** ابوالفضل

عنوان پایان نامه: طراحی و ساخت سنسورهای گازی بر پایه پلیمرهای رسانای نانوساختار

استاد راهنما: دکتر غلامرضا کیانی

استادان مشاور: دکتر سعید گل محمدی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی نانوفناوری **گرایش:** نانوالکترونیک

دانشگاه: دانشگاه تبریز **دانشکده:** مهندسی فناوری‌های نوین

تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۴ بهمن سال ۱۳۹۲ **تعداد صفحه:** ۹۸

کلید واژه ها: پلی پیرول، سنسور، پلیمر رسانا، نانوکامپوزیت

چکیده:

نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوسیم به ترتیب به روش مغناطیسی و Template سخت سنتز شدند. نسبت مونومر به اکسنده ۲.۴:۱ و مونومر به نقره ۰.۰۰۰۱:۱ است. پلیمریزاسیون در دمای زیر ۵ درجه سانتی گراد انجام گرفت. تستر گاز آزمایشگاهی طراحی و ساخته شد. مواد سنتز شده به روش های SEM و EDS مورد شناسایی قرار گرفت. فیلم های نازک مواد سنتز شده برروی الکترودهای شانه ای پوشش داده شد تا خواص حسگری این مواد نسبت به گازهای آمونیاک، اتانول و متانول مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. این تحقیق نشان داد که برای نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم و کروی، وقتی که گاز آمونیاک وارد تستر می شود، مقاومت لایه حساس سنسور به صورت ناگهانی افزایش و برای گازهای اتانول و متانول به شدت کاهش می یابد. با تخلیه گاز از تستر، مقاومت سنسور به حالت اولیه برمی گردد. حساسیت سنسورهای ساخته شده با پلی پیرول در مقالات اخیر برای گاز آمونیاک، اتانول و متانول به ترتیب حدود ۰.۸۶، ۰.۸۸- و ۰.۶۸- بوده است و در این پروژه، برای سنسور با لایه حساس نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای گازهای آمونیاک، اتانول و متانول به ترتیب حدود ۱.۴۶، ۰.۹۲- و ۰.۹۳- به دست آمد. زمان پاسخ و بازیابی برای سنسورهای اخیر با این تکنولوژی برای گاز آمونیاک به ترتیب حدود ۱۰۰ و ۱۸۰ ثانیه بوده است و برای نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم این زمان ها به ترتیب حدود ۵۰ و ۶۰ ثانیه بدست آمد. برای بخارات اتانول و متانول زمان پاسخ و بازیابی تقریبا" ۶۰~۴۰ ثانیه بوده و با لایه حساس نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم به ۴۰~۱۸ ثانیه رسید.

فهرست

عنوان **صفحه**

مقدمه ۲

۱-۱) مقدمه ای بر سنسورها..... ۲

۱-۱-۱) سنسور یا حسگر چیست؟ ۲

۱-۱-۲) ویژگیهای یک سنسور خوب ۳

۱-۱-۳) اما چرا از حسگرها استفاده می کنیم؟ ۳

۱-۱-۴) دسته بندی انواع سنسور انواع سنسورها..... ۳

۱-۱-۴-۱) سنسورهای گرمایی ۳

۱-۱-۴-۲) سنسورهای مکانیکی..... ۴

۱-۱-۴-۳) سنسورهای الکتریکی ۴

۱-۱-۴-۴) سنسورهای نوری..... ۴

۱-۱-۴-۵) سنسورهای اکوستیک ۵

۱-۱-۴-۶) سنسورهای بیولوژیکی ۶

۱-۱-۴-۷) سنسورهای شیمیایی ۶

۱-۱-۴-۷-۱) مشخصات سنسورهای شیمیایی ۶

۱-۱-۴-۷-۲) انواع سنسورهای گاز از منظر نوع ماده حساس ۸

۱-۱-۴-۷-۳) انواع سنسورهای شیمیایی از لحاظ نوع ترنسدیوسر..... ۸

۱-۲) پلیمرهای رسانا ۱۱

۱-۲-۱) تاریخچه پیدایش پلیمرهای رسانا ۱۱

۱-۲-۲) ویژگی های پلیمرهای رسانا ۱۲

۱-۲-۳) تاریخچه ی پلیمرهای الکتروفعال ۱۳

۱-۲-۴) معرفی نمونه هایی از پلیمرهای رسانا..... ۱۴

۱-۲-۵) هدایت الکتریکی مواد مختلف و پلیمرها..... ۱۵

۱-۲-۵-۱) هدایت الکتریکی در ماده: ۱۵

۱-۲-۵-۲) هدایت الکتریکی در عناصر..... ۱۵

۱-۲-۵-۲-۱) عایقها ۱۶
۱-۲-۵-۲-۲) هادیها ۱۶
۱-۲-۵-۲-۳) نیمه هادیها ۱۶
۱-۲-۵-۳) رسانایی الکتریکی ۱۷
۱-۲-۵-۴) فرق بارز اجسام رسانا و عایق ۱۷
۱-۲-۶) روشهای رسانا کردن پلیمرها ۱۸
۱-۲-۷) روش های پلیمریزاسیون پلیمرهای رسانا ۲۲
۱-۲-۷-۱) مکانیسم روش شیمیایی ۲۳
۱-۲-۷-۲) سنتز الکتروشیمیایی پلی پیرول ۲۴
۱-۲-۷-۲-۱) مکانیسم الکتروپلیمریزاسیون ۲۵
۱-۲-۷-۲-۲) روش های پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی ۲۷
۱-۲-۷-۳) مقایسه پلیمریزاسیون شیمیایی و الکتروشیمیایی ۲۷
۱-۲-۸) کاربرد های پلیمرهای رسانا ۲۷
۱-۲-۸-۱) کاربرد های عمومی و کلی ۲۷
۱-۲-۸-۱-۱) پلیمرهای فتو ولتایی ۲۸
۱-۲-۸-۱-۲) مواد الکتروکروم(رنگزای الکترونی) ۲۸
۱-۲-۸-۱-۳) فعال کننده های الکترومکانیکی ۲۸
۱-۲-۸-۱-۴) غشاهای هوشمند ۲۹
۱-۲-۸-۱-۵) رها سازهای کنترل شده ۲۹
۱-۲-۸-۲) کاربرد های فنی پلیمرها در مورد حسگرها ۲۹

۱-۳) فناوری نانو ۳۱
۱-۳-۱) نانو ذرات نقره ۳۱
۱-۳-۳) انواع نانو پلیمرهای از نظر ساختار ۳۲
۱-۳-۴) روش های رشد پلیمرهای نانوساختار ۳۲
۱-۳-۴-۱) روش های رشد Template ۳۳
۱-۳-۴-۱-۱) روش Template نرم ۳۴
۱-۳-۴-۱-۲) روش Template سخت ۳۵
۱-۳-۴-۲) تهیه نانو مواد پلیمرهای رسانا با روش Template به طریقهٔ شیمیایی ۳۹

۱-۴) مزایا و معایب پلی پیرول ۴۰

۱-۵) ویژگی های گازهای مورد حس و مکانیسم حسگری (Sensing gas) ۴۱

۱-۵-۱) ویژگی های ترکیبات آلی فرار(VOCs) ۴۱

۱-۵-۲) ویژگی های گاز آمونیاک ۴۲

۱-۵-۳) اصل حسگری در سنسور پلی پیرول ۴۳۴۲

۱-۶) اهداف پروژه ۴۵

فصل دوم: مواد و روشها ۴۶

۲-۱) آماده سازی مونومر و سایر مواد ۴۷

۲-۲) تجهیزات ۴۸

۲-۳) دستگاه های ساخته شده در این کار پژوهشی ۴۹

۲-۳-۱) دستگاه اندازه گیری گاز (تستر گاز) ۴۹

۲-۳-۲) طراحی الکترود شانه ای ۴۹

۲-۴) سنتز نانوکامپوزیت پلی پیرول- نقره ۵۰

۲-۴-۱) سنتز نانوکامپوزیت پلی پیرول- نقره به روش مغناطیسی ۵۰

۲-۴-۲) سنتز نانوکامپوزیت پلی پیرول- نقره به روش template سخت ۵۱

۲-۵) ساخت سنسور ۵۳

فصل سوم:نتایج و بحث ۵۴

۳-۱) شناسایی و بررسی مشخصات نانومواد سنتز شده ۵۵

۳-۱-۱) بررسی مشخصات نانو کامپوزیت Ag/PPy کروی ۵۵

۳-۱-۲) بررسی مشخصات نانو کامپوزیت Ag/PPy نانوسیم ۵۸

۳-۲) نتایج به دست آمده برای حس گازهای مختلف ۶۱

۳-۲-۱) نتایج به دست آمده برای گاز آمونیاک ۶۱

۳-۲-۱-۱) نتایج به دست آمده برای سنسور با لایه حساس پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم برای گاز آمونیاک ۶۱
۳-۲-۱-۲) نتایج به دست آمده برای سنسور با لایه حساس نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای گاز آمونیاک ۶۳
۳-۲-۱-۳) نتایج به دست آمده برای سنسور با لایه حساس نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای گاز آمونیاک ۶۶
۳-۲-۱-۴) مقایسه نتایج سنسورهای ساخته شده با پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوسیم Ag/PPy ۶۸
۳-۲-۲) نتایج به دست آمده برای بخار اتانول ۷۰
۳-۲-۲-۱) نتایج به دست آمده برای سنسور با لایه حساس پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم برای گاز اتانول ۷۰
۳-۲-۲-۲) نتایج و نمودارهای بدست آمده برای سنسور نانوکامپوزیتAg/PPy کروی ۷۲
۳-۲-۲-۳) نتایج و نمودارهای بدست آمده برای سنسور نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم ۷۴
۳-۲-۲-۴) مقایسه نتایج سنسورهای ساخته شده با پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوسیم Ag/PPy برای گاز اتانول ۷۶
۳-۲-۳) نتایج بدست آمده برای گاز متانول ۷۹
۳-۲-۳-۱) نتایج و نمودارهای بدست آمده برای سنسور پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم. ۷۹
۳-۲-۳-۲) نتایج و نمودارهای بدست آمده برای سنسور نانوکامپوزیتAg/PPy کروی ۸۰
۳-۲-۳-۳) نتایج و نمودارهای بدست آمده برای سنسور نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم ۸۱
۳-۲-۳-۴) مقایسه نتایج سنسورهای ساخته شده با پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوسیم Ag/PPy برای گاز متانول ۸۳

۳-۳) نتیجه گیری کلی از سنسورهای گاز ساخته شده به سه روش مختلف ۸۵

۳-۴) نتایج ۸۸

۳-۵) پیشنهادات ۸۸

مراجع: ۹۰

فهرست اشکال و جداول

عنوان **صفحه**

شکل۱-۱- تابع انتقال سنسور. ۷

شکل ۲-۱- انواع سنسورهای شیمیایی از لحاظ نوع ترنسدیوسر. ۹

شکل ۱-۳- باند شکاف انرژی برای عایق، نیمه رسانا و رسانا ۱۸

شکل ۱-۴- شمای کلی دوپینگ در پلی پیرول. ۲۰

شکل ۱-۵- باند انرژی (a) پلی پیرول بدون آلایش (b) پلارن(c) بایپلارن(d) پلی پیرول زیاد آلاییده شده (C.B. باند هدایت و V.B. باند ظرفیت). ۲۱

شکل ۱-۶- شمای پلیمریزاسیون شیمیایی و دوپینگ آن. ۲۳

شکل ۱-۷- شمای کلی تشکیل پیوندهای احتمالی در پلیمریزاسیون پلی پیرول. ۲۴

شکل ۱-۸- مکانیسم الکتروپلیمریزاسیون هتروسیکل پنج عضوی پیرول و ساختمانهای شیمیایی ممکن در زنجیر پلیمری. ۲۶

شکل ۱-۹- کاربرد پلیمرهای رسانا در حس گازها ۳۰

شکل ۱-۱۰- کاربرد پلیمرهای رسانا در بیوسنسورها..... ۳۱

شکل ۱-۱۱- روش های رشد پلیمرهای نانوساختار ۳۳

شکل۱-۱۲- چگونگی تشکیل نانو کره, نانو میله و لایه پلیمری پلی پیرول توسط سورفاکتانت..... ۳۵

شکل۱-۱۳- نحوه ی مهاجرت یونها و شکل گیری نانوحفرهها طی فرآیند آندایز آلومینیوم..... ۳۶

شکل ۱-۱۴- نانوحفره های تولید شده در آلومینا، به روش آندایز خود نظم یافته..... ۳۶

شکل ۱-۱۵- نانو تیوب های پلی پیرول در درون حفرات غشای AAO با روش VDP.....۳۷

شکل ۱-۱۶- مراحل سنتز مواد نانوساختار با استفاده از AAO Template و روش سنتز الکتروشیمیایی. ۳۸

شکل ۱-۱۷- تصاویر SEM: a) غشای PC b) غشای AAO.....۳۹

شکل ۱-۱۸- شمای مکانیسم پلیمریزاسیون پیرول در حالت‌های مختلف. ۴۰

شکل۱-۱۹- شکل شماتیک سل بکار رفته برای انجام پلیمریزاسیون شیمیایی با روش template ۴۰

شکل ۱-۲۰- ساختار شیمیایی پلی پیرول.....۴۲

شکل ۱-۲۱- انتقال بین PPy خنثی (تصویر بالا) و PPy نسبتا اکسایش یافته (تصویر پایین) با آنیون دوپنت A^- بعنوان جبرانساز بار. ۴۳

شکل ۱-۲۲- مکانیسم های احتمالی حسگری پلی پیرول نسبت به گازها. ۴۵

شکل ۲-۱- دستگاه پوشش چرخه ای ساخته شده.....۴۸

شکل۲-۲- اجزاء دستگاه چهار نقطه‌ای.....۵۷

شکل ۲-۳- تستر گاز ۴۹

شکل ۲-۴- انواع مختلف الکترود شانه ای طراحی شده. ۵۰

شکل ۲-۵- محلول نانوکامپوزیت Ag/PPy حاصل.....۵۱

شکل ۲-۶- وسیله برای سنتز نانوکامپوزیت PPy/Ag به روش Hard template. ۵۲

شکل ۲-۷- نانوکامپوزیت PPy/Ag سنتز شده بر روی غشا.....۵۲

شکل (۲-۸) حل کردن غشا در اسید فسفریک ۵ درصد. ۵۳

شکل ۳-۱- نمای کلی تستر در حالت تست گاز.....۵۵

شکل ۳-۲- تصاویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی بخش (۲-۴-۱). ۵۶

شکل ۳-۳- تصاویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی بخش (۲-۴-۱) جهت بررسی اندازه نانوذرات نقره. ۵۷

شکل ۳-۴- آنالیز EDS نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی. ۵۸

شکل ۳-۵- تصاویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم بخش (۲-۴-۲). ۵۹

شکل ۳-۶- تصاویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم بخش (۲-۴-۲) جهت بررسی اندازه نانوذرات نقره. ۶۰

شکل ۳-۷- آنالیز EDS نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم. ۶۱

شکل ۳-۸- نمودار حساسیت – زمان پلی پیرول دوپ شده با پرکلرات لیتیم برای بررسی تکرارپذیری. ۶۲

شکل ۳-۹- نمودار حساسیت– زمان پلی پیرول دوپ شده با پرکلرات لیتیم برای غلظت های مختلف ۶۲

گاز آمونیاک. ۶۲

شکل ۳-۱۰- نمودار حساسیت– غلظت پلی پیرول دوپ شده با پرکلرات لیتیم برای غلظت های مختلف گاز آمونیاک و بررسی خطیت. ۶۳

شکل ۳-۱۱- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای ۵۰۰ppb گاز آمونیاک جهت بررسی تکرارپذیری. ۶۴

شکل ۳-۱۲- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای ۷۵۰ppb گاز آمونیاک جهت بررسی تکرارپذیری. ۶۴

شکل ۳-۱۳- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای ۱ppm گاز آمونیاک جهت بررسی تکرارپذیری. ۶۴

شکل ۳-۱۴- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای ۵۰ppm گاز آمونیاک جهت بررسی تکرارپذیری. ۶۵

شکل ۳-۱۵- نمودار حساسیت– زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای غلظت های مختلف گاز آمونیاک. ۶۵

شکل ۳-۱۶- نمودار حساسیت– غلظت نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای غلظت های مختلف گاز آمونیاک و بررسی خطیت. ۶۶

شکل ۳-۱۸- نمودار حساسیت– زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای غلظت های مختلف ۶۷

گاز آمونیاک. ۶۷

شکل ۳-۱۹- نمودار حساسیت– غلظت نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای غلظت های مختلف گاز آمونیاک و بررسی خطیت. ۶۷

شکل ۳-۲۰- جدول مقایسه حساسیت برحسب غلظت گاز آمونیاک برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوسیم Ag/PPy. ۶۸

شکل۳-۲۱- جدول مقایسه زمان پاسخ برحسب غلظت گاز آمونیاک برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوسیم Ag/PPy. ۶۹

شکل ۳-۲۲- جدول مقایسه زمان بازیابی برحسب غلظت گاز آمونیاک برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوسیم Ag/PPy. ۷۰

شکل ۳-۲۳- نمودار حساسیت – زمان پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم برای ۵۰ppm گاز اتانول جهت بررسی تکرارپذیری. ۷۱

شکل ۳-۲۴- نمودار حساسیت – زمان پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم برای ۲۵۰ppm گاز اتانول جهت بررسی زمان پاسخ و بازیابی سنسور. ۷۱

شکل ۳-۲۵- نمودار حساسیت – زمان پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم برای غلظت های مختلف گاز اتانول. ۷۲

شکل ۳-۲۶- نمودار حساسیت – غلظت پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم برای غلظت های مختلف گاز اتانول و بررسی خطیت. ۷۲

شکل ۳-۲۷- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy برای ۵۰ppm گاز اتانول جهت بررسی تکرارپذیری. ۷۳

شکل ۳-۲۸- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy برای ۲۵۰ppm گاز اتانول جهت بررسی تکرارپذیری. ۷۳

شکل ۳-۲۹- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای غلظت های مختلف گاز اتانول.۷۴

شکل ۳-۳۰- نمودار حساسیت– غلظت نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای غلظت های مختلف گاز اتانول و بررسی خطیت. ۷۴

شکل ۳-۳۱- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای ۵۰ppm گاز اتانول جهت بررسی تکرارپذیری. ۷۵

شکل ۳-۳۲- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای ۲۵۰ppm گاز اتانول جهت بررسی زمان پاسخ و بازیابی سنسور. ۷۵

شکل ۳-۳۳- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای غلظت های مختلف گاز اتانول. ۷۶

شکل ۳-۳۴- نمودار حساسیت– غلظت نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای غلظت های مختلف گاز اتانول. ۷۶

شکل ۳-۳۵- جدول مقایسه حساسیت برحسب غلظت گاز اتانول برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم. ۷۷

شکل ۳-۳۶- جدول مقایسه زمان پاسخ برحسب غلظت گاز اتانول برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم. ۷۸

شکل ۳-۳۷- جدول مقایسه زمان بازیابی برحسب غلظت گاز اتانول برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم. ۷۹

شکل ۳-۳۸- نمودار حساسیت – زمان پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم برای غلظت های مختلف گاز متانول. ۸۰

شکل ۳-۳۹- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای ۵۰ppm گاز متانول جهت بررسی تکرارپذیری. ۸۰

شکل ۳-۴۰- نمودار حساسیت–زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای غلظت های مختلف گاز متانول. ۸۱

شکل ۳-۴۱- نمودار حساسیت– غلظت نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی برای غلظت های مختلف گاز متانول و بررسی خطیت. ۸۱

شکل ۳-۴۲- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای ۵۰ppm گاز متانول جهت بررسی تکرارپذیری. ۸۲

شکل۳-۴۳- نمودار حساسیت – زمان نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم برای غلظت های مختلف گاز متانول. ۸۲

شکل ۳-۴۴- نمودار حساسیت– غلظت نانوسیم Ag/PPy برای غلظت های مختلف گاز متانول. ۸۳

شکل ۳-۴۵- جدول مقایسه حساسیت برحسب غلظت گاز متانول برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوسیم Ag/PPy. ۸۳

شکل۳-۴۶- جدول مقایسه زمان پاسخ برحسب غلظت گاز متانول برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم. ۸۴

شکل ۳-۴۷- جدول مقایسه زمان بازیابی برحسب غلظت گاز متانول برای پلی پیرول آلاییده شده با پرکلرات لیتیم، نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی و نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم. ۸۵

شکل ۳-۴۸- نمودار بررسی انتخابگری سنسور با لایه های حساس مختلف برای گازهای آمونیاک، متانول و اتانول. ۸۶

شکل ۳-۴۹- نمودار بررسی زمان پاسخ سنسور با لایه های حساس مختلف برای گازهای آمونیاک، متانول و اتانول. ۸۷

شکل ۳-۵۰- نمودار بررسی زمان بازیابی سنسور با لایه های حساس مختلف برای گازهای آمونیاک، متانول و اتانول.....۸۷

جدول ۱-۱- انواع سنسورها از نظر نوع خروجی، مزایا و معایب آنها ۱۰

جدول ۱-۲- نام و شکل ساختمانی و رسانندگی بعضی پلیمرهای رسانا. ۱۴

جدول۲-۱- لیست مواد شیمیایی استفاده شده.....۴۷

جدول ۳-۱- آنالیز EDS نانوکامپوزیت Ag/PPy کروی. ۵۸

جدول ۳-۲- آنالیز EDS نانوکامپوزیت Ag/PPy نانوسیم.....۷۵

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

مقدمه

در این فصل به معرفی تاریخچه‌ی پلیمرهای رسانا و حسگرها می‌پردازیم و سپس پژوهش‌های صورت گرفته را در مورد پلی‌پیرول به عنوان یکی از پلیمرهای رسانای مرسوم که دارای قابلیت حسگری است و می‌تواند به عنوان پلیمر الکتروفعال مورد استفاده قرار گیرد، مورد بررسی قرار داده و در نهایت مکانیسم پلیمریزاسیون و سنتز پلیمرهای رسانا و روش‌های آن را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. در فصل دوم، به مواد و روش های سنتز انجام گرفته در این پایان نامه پرداخته و لایه حساس سنسور را به روش های مختلف سنتز می کنیم. در فصل سوم به نتایج به دست آمده شامل شناسایی مواد سنتز شده به روش های مختلف از جمله SEM، EDS خواهیم پرداخت.

۱-۱) مقدمه ای بر سنسورها

در طول دو دهه گذشته، رشد بی سابقه ای در شمار محصولات و خدماتی رخ داده که اطلاعات به دست آمده از راه مونیتورینگ (دیده بانی) و اندازه گیری را با استفاده از انواع مختلف سنسورها مورد استفاده قرار می دهند. فناوری سنسوری در دامنه وسیعی از حوزه ها از آب و هوا گرفته تا پزشکی، بازرگانی و صنایع کاربرد دارد. فواید تشویق فناوری های سنسوری در برنامه های برخی از کشورها، (به عنوان مثال در برنامه ملی پیش بینی تکنولوژی بریتانیا درباره فرصت های بالقوه ای که فناوری های سنسوری در ایجاد ثروت و کیفیت فراهم می کنند) مورد تأکید قرار گرفته. ۱۵تکنولوژی مستقل که دامنه وسیعی از بخش های مختلف صنایع را پوشش می دهند، نیاز جهانی به فناوری های سنسوری را انکارناپذیر کرده اند. در ۱۳ تا از این ۱۵ تکنولوژی، تکنولوژی سنسوری به صورت یک عنصر کامل در توسعه محصولات و خدمات شناخته می شود. در حقیقت فناوری سنسوری به صورت یک فناوری کلیدی با کاربردهایی با تنوع گسترده صنعتی و تحقیقاتی ظاهر شده است.

۱-۱-۱) سنسور یا حسگر چیست؟

تعریف عمومی: سنسور دستگاهی است که یک کمیت فیزیکی را اندازه گیری می کند و آن را به یک سیگنال که می تواند به وسیله یک مشاهده گر یا یک اسباب خوانده شود تبدیل می کند. برای مثال دماسنج - با جیوه در شیشه اش، دمای اندازه گیری شده را به شکل انقباض و انبساط یک مایع روی یک تیوب شیشه ای مدرج نشان می دهد. یا یک ترموکوپل دما را به یک ولتاژ خروجی که می تواند به وسیله ولت متر خوانده شود تبدیل می کند.

تعریف تخصصی: حسگر یا سنسور المان حس کننده ای است که کمیتهای فیزیکی مانند فشار، حرارت، رطوبت، دما، و ... را به کمیتهای الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل می کند. در

واقع آن یک وسیله الکتریکی است که تغییرات فیزیکی یا شیمیایی را اندازه گیری می کند و آن را به سیگنال الکتریکی تبدیل می نماید.

۱-۱-۲) ویژگیهای یک سنسور خوب

- ✓ به خاصیت فیزیکی اندازه گیری شده حساس است.(حساسیت)
- ✓ به هیچ خاصیت دیگری حساس نیست.(انتخابگری)
- ✓ روی خاصیت اندازه گیری شده تأثیر نمی گذارد.
- ✓ سنسورهای ایده آل طراحی شده اند تا خطی باشند. سیگنال خروجی چنین سنسوری با خصوصیت اندازه گیری شده متناسب است.

۱-۱-۳) اما چرا از حسگرها استفاده می کنیم؟

حسگرها اطلاعات مورد نیاز ربات را در اختیار آن قرار می دهند و کمیتهای فیزیکی یا شیمیایی موردنظر را به سیگنالهای الکتریکی تبدیل می کنند. مزایای سیگنالهای الکتریکی را می توان بصورت زیر دسته بندی کرد:

- پردازش راحتتر و ارزانتر ،
- انتقال آسان ،
- دقت بالا،
- سرعت بالا و . . .

۱-۱-۴) دسته بندی انواع سنسور انواع سنسورها

سنسورها بر اساس نوع ورودی خود به انواع مختلف تقسیم می شوند:

۱-۱-۴-۱) سنسورهای گرمایی

این سنسورها نسبت به درجه حرارت حساس می‌باشند، یکی از انواع سنسورهای گرمایی ترمیستورها هستند. این سنسورها المان‌های مقاومتی پسیوی هستند که مقاومت آنها متناسب با دمایشان تغییر می‌کند.

بسته به اینکه در اثر گرما مقاومتشان افزایش یا کاهش می‌یابد، برای آن‌ها به ترتیب ضریب حرارتی مثبت یا منفی را تعریف می‌کنند. نوع دیگری از سنسورهای گرمایی ترموکوپل‌ها هستند که آن‌ها نیز در اثر تغییر دمای محیط ولتاژ کوچکی را تولید می‌کنند. در استفاده از این سنسورها معمولا یک سر ترموکوپل را به دمای مرجع وصل کرده و سر دیگر را در نقطه‌ای که باید دمایش اندازه‌گیری شود، قرار می‌دهند.

۱-۱-۴-۲) سنسورهای مکانیکی

از این دسته از سنسورها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ سنسورهای فشار (التی متر ، بارومتر و ....).
- ✓ سنسورهای اندازه گیری چگالی، چسبندگی و سیالی گازها ومایعات
- ✓ سنسورهای مکانیکی برای تشخیص موقعیت، شتاب،استحکام اجسام
- ✓ سنسورهای رطوبت

۱-۱-۴-۳) سنسورهای الکتریکی

سنسور الکتریکی المان حس کننده ای است که کمیتهای فیزیکی را به کمیتهای الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل می کند. این سنسورها در انواع دستگاههای اندازه گیری، سیستمهای کنترل آنالوگ و دیجیتال مانند PLC مورد استفاده قرار می گیرند. عملکرد سنسورها و قابلیت اتصال آنها به دستگاههای مختلف از جمله PLC باعث شده است که سنسور بخشی از اجزای جدا نشدنی دستگاه کنترل اتوماتیک باشد.

۱-۱-۴-۴) سنسورهای نوری

طی سالهای اخیر سنسورهای نوری در زمینه‌های مختلف به طور گسترده‌ای به کار گرفته شده‌اند. از این کاربردها میتوان به تصویرگیری در زمینه‌های مهندسی عمران، هوافضا، علوم دریایی، نفت و گاز، کامپوزیت-ها و ساختارهای هوشمند اشاره کرد. به دلیل ابعاد کوچک، وزن اندک و ثابت دی الکتریکی معادل شیشه، سنسورهای نوری ابزارهای مناسبی برای کاربرد در تستهای غیرمخرب (NDT[1]) هستند. سنسورهای الکترونیکی در برابر پارازیت‌های الکتریکی و تداخل نامشابه الکترومغناطیسی دچار خطا می‌شوند درحالیکه سنسورهای نوری در برابر این نقاط ضعف ایمن هستند.

[1]Non-Distractive testing

در حال حاضر سنسورهای نوری درون مواد کامپوزیتی تعبیه می‌شوند که منجر به عملکرد بهتر، کاهش تنش‌های داخلی و تغییر شکل، یافتن ناحیه شروع ترک و آسیب خواهد شد. ابزارها امکان تصویرگیری هم زمان در هنگام تغییر شکل و کرنش را در نمونه‌های آزمایشی متنوع ایجاد می‌کنند. به علاوه، انواع خاصی از سنسورهای نوری قابلیت تست کردن چند نقطه در مکانهای مختلف با استفاده از یک فیبر را دارا هستند. هم چنین براساس سیستم‌های تفرق Raman و Brillouin اندازه‌گیری دما و کرنش را میتوان انجام داد.

فواید و مزایا

سنسورهای نوری ویژگیهای جالبی از خود نشان می‌دهند که در مواردی تنها راه تست کردن، هستند. تعدادی از ویژگیهای سنسورهای نوری در زیر آورده شده است:

- ✓ عایق گالوانیکی
- ✓ امنیت الکترومغناطیسی EMI[1]
- ✓ ایمنی خودسیستم
- ✓ عدم نیاز به انرژی الکتریکی
- ✓ حساسیت بالا و عرض باند گسترده
- ✓ اندازه کوچک و وزن کم
- ✓ خود رشته یک جزء اطلاعاتی است
- ✓ امکان کنترل از راه دور و به کارگیری چند منظوره

سنسورهای نور شامل نیمه هادی هایی چون سلول های نوری، فوتو دیود، فوتو سنسورهای مادون قرمز، سنسورهای فیبر نوری و ....

۱-۱-۴-۵) سنسورهای اکوستیک

هادیها به نوعی عملکردی سنسور گونه دارند. تغییرات موبیلیتی حاملهای اقلیت با دما در نیمه هادیها کاملا شناخته شده است. لذا می توان از این اصل کمک گرفت و یک سنسور حرارت ساخت و آنرا در رنج مشخصی کالیبره نمود. بنابراین با نگاهی دقیق به عملکرد نیمه هادی و به کمک مواد جدید می توان

[1] Elctro-Megnetic Interference