به نام خدا

دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

عنوان پروژه :

طراحی و ساخت دستگاه لایه نشان دورانی (SPIN COATER)

تحقیق و نگارش

بهنام مرادی

علی خان احمد لو

استاد راهنما

دکتر مصطفی چرمی

پاییز ۹۸

چکیده

فرآیند لایه‌نشانی دورانی یکی از روش‌های متداولی است که برای ایجاد لایه‌های نازک با ضخامت‌هایی در محدوده میکرومتر تا نانومتر به کار می‌رود. هدف این پروژه طراحی و تولید دستگاهی برای انجام عمل لایه نشانی دورانی است. دستگاه‌های موجود در بازار قیمت بالا و ابعاد بزرگی دارند لذا هدف ساخت دستگاهی به صورت بهینه از لحاظ قیمت، وزن و ابعاد است که در عین سادگی بتواند اهداف مورد نظر کاربر را محقق سازد. در انجام پروژه با توجه به محدودیت های موجود، با استفاده از نرم افزارهای طراحی، یک نمونه اولیه طراحی شد و بعد از بررسی آن تغییرات لازم اعمال گردید و نمونه اولیه دستگاه ساخته شد. سپس با انجام تست های لازم بر روی دستگاه ایراداهای نهایی دستگاه رفع شد. حاصل این پروژه یک دستگاه لایه نشان دورانی با محدوه سرعت ۱۴۵۰۰-۱۰۰۰ و ابعاد ۲۰×۲۰× ۱۵ و خطای سرعت ۲٪ است که قیمت آن در حدود ۱/۸ بازار است. درنهایت نیز برخی از پیشنهادات سازنده برای ارتقا دستگاه ذکر می‌گردد.

کلید واژها: لایه نشانی دورانی، spincoater ، Altium ، Solidworks

فهرست مطالب

فصل اول ۷

۱-۱: مقدمه ۸

۱-۲: انواع روش های لایه نشانی ۸

۱-۳: لایه‌نشانی به روش دورانی ۹

۱-۴: روش کار ۱۰

۱-۵: ضخامت لایه ۱۱

۱-۶: کاربردها ۱۲

۱-۷: نمونه‌های تولید داخلی و خارجی محصول ۱۲

۱-۸: نتیجه گیری ۱۴

فصل دوم ۱۵

۲-۱: مقدمه ۱۶

۲-۲: ایده طراحی ۱۶

۲-۳: محدودیت‌های طراحی ۱۶

۲-۴: طراحی بخش مکانیکی ۱۷

۲-۴-۱: موتور ۱۷

۲-۴-۲: طراحی بدنه ۱۷

۲-۵: طراحی برد ۱۹

۲-۶: کدنویسی ۲۵

۲-۶-۱: بخش GUI ۳۲

۲-۶-۲: بخش PID ۳۵

۲-۷: نتیجه گیری ۳۷

فصل سوم ۳۸

۳-۱: مقدمه ۳۹

۳-۲: بخش مکانیکی ۳۹

۳-۳: بخش الکترونیکی ۴۰

۳-۵: تست های انجام شده ۴۲

فصل چهارم ۴۴

۴-۱: پیشنهادها و کارهای آینده ۴۵
پیوست ۴۶
پ-۱: طرح هریک از قطعات بدنه ۴۶
مراجع ۵۰

فهرست تصاویر

شکل ۱-۱: مراحل لایه نشانی دورانی ۱۰

شکل ۲-۱: طرحواره کلی سیستم ۱۶

شکل ۲-۲: پایه نگهدارنده موتور و محل قرارگیری زیرلایه ۱۷

شکل ۲-۳: نمای سه بعدی بدنه طراحی شده در SOLIDWORKS ۱۸

شکل ۲-۴: طرحواره کلی مدار الکتریکی ۱۹

شکل ۲-۵: مدار تغذیه برد ۲۰

شکل ۲-۶: مدار پیشنهادی برگه مشخصات رگولاتور ۲۰

شکل ۲-۷: مدار نشانگر ولتاژ روی برد ۲۰

شکل ۲-۸: اتصالات پایه‌های میکروکنترلر ۲۱

شکل ۲-۹: مدار ایزولاسیون ۲۱

شکل ۲-۱۰: مدار آپ امپ ۲۲

شکل ۲-۱۱: مدار برنامه‌ریز ۲۲

شکل ۲-۱۲: توضیحات پایه‌های LCD ۲۳

شکل ۲-۱۳: LCD PIN HEADER ۲۴

شکل ۲-۱۴: مدارکانکتورهای ورودی و خروجی برد ۲۴

شکل ۲-۱۵: مدل سه بعدی مدار نهایی ۲۵

شکل ۲-۱۶: ساختار سیستم از دیدگاه کدنویسی ۲۵

شکل ۲-۱۷: فلوچارت برنامه میکرو ۳۲

شکل ۳-۱: بدنه دستگاه پس از مونتاژ ۳۹

شکل۳-۲: موتور به همراه دیسک گردان و پایه نگهدارنده آن پس از مونتاژ ۴۰
شکل۳-۳: نمای روبه‌رو از PCB ۴۰
شکل۳-۴: نمای پشت از PCB ۴۱
شکل۳-۵: نمای PCB پس از مونتاژ ۴۱
شکل۳-۶: نتیجه تست XRD نمونه لایه نشانی شده در دستگاه سانتری‌فیوژ ۴۲
شکل۳-۷: نتیجه تست XRD نمونه لایه نشانی شده در دستگاه SPINCOATER ۴۳
شکل پ-۱: نمای پنل دستگاه ۴۶
شکل پ-۲: نمای رو به‌روی دستگاه ۴۶
شکل پ-۳: نمای جانبی دستگاه ۴۷
شکل پ-۴: نمای فوقانی دستگاه ۴۷
شکل پ-۵: نمای فوقانی کلاهک شیشه ای ۴۸
شکل پ-۶: نمای جانبی کلاهک شیشه ای ۴۸
شکل پ-۷: نمای روبه‌رو کلاهک شیشه ای ۴۹

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱: مقایسه نمونه‌های مشابه محصول ۱۲
جدول ۲-۱: اتصالات پایه‌های LCD ۲۳

فصل اول

ساز و کار لایه نشانی

۱-۱: مقدمه

لایه نشانی روشی در علوم ومهندسی است که برای نشاندن یک لایه از یک ماده بر روی یک زیرساخت[1] به کار می‌رود. دستگاه های لایه نشان برای انجام این عمل، با توجه به روش لایه نشانی، طراحی و ساخته می شوند. در یک دسته بندی کلی روش‌های لایه نشانی به دو دسته PVD [2] و CVD [3] تقسیم می‌شوند که هر دسته شامل چند روش مختلف برای لایه نشانی است که برای هر روش دستگاه مخصوصی طراحی و ساخته شده است. هدف از این پروژه طراحی و ساخت دستگاهی برای لایه نشانی دورانی است. این روش یکی از روش‌های لایه نشانی از نوع PVD است. از ویژگی های بارز دستگاه طراحی شده می توان به قیمت پایین، وزن کم دستگاه، توان مصرفی پایین، جابه‌جایی آسان، ابعاد کوچک و سادگی کار با دستگاه اشاره نمود. این دستگاه به درخواست یکی از اساتید گروه شیمی[4] دانشگاه زنجان طراحی و ساخته شده است. از جمله شرکت های داخلی تولید کننده این دستگاه می توان به شرکت فنی مهندسی پینیون، نانو تجهیز پاسارگاد، نانو گستر سپاهان، ایرمان تک سپاهان، SATALAB، توس نانو و شرکت آدیکو و از جمله شرکت های خارجی به Henan Chengyi Equipment Science و Zhengzhou CY Scientific Instrument اشاره کرد.

در این فصل پس از ارائه دسته بندی کلی از انواع روش های لایه نشانی به بررسی دقیق تر روش لایه نشانی دورانی می پردازیم. سپس کاربرد هایی از این روش بیان می‌گردد و در ادامه نمونه های مشابه داخلی و خارجی دستگاه لایه نشان دورانی در قالب یک جدول با یکدیگر مقایسه می‌گردند. در نهایت یک نتیجه گیری از مباحث ارائه شده در این فصل مطرح می‌شود.

۱-۲: انواع روش های لایه نشانی

۱. PVD

- باریکه یونی متمرکز
- برآرایی
- برآرایی پرتو-مولکولی
- پوشش دورانی
- رسوب‌دهی فیزیکی بخار

[1] Substrate
[2] Physical vapor deposition
[3] Chemical vapor deposition
[4] دکتر هاشم شهروس وند

- رشد جزیره‌ای
- لایه‌نشانی غوطه‌وری
- روش دکتر بلید
- کندوپاش
- ترکیب فرآیند رسوب‌دهی فیزیکی و شیمیایی بخار
- قلع‌اندود کردن

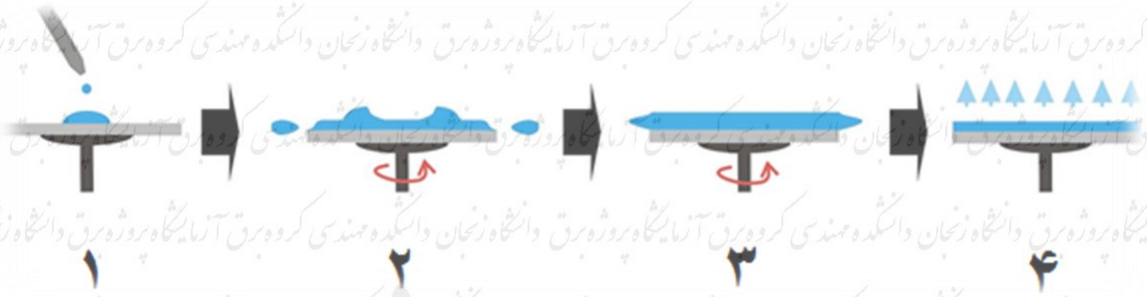
۲. CVD

- آبکاری
- انباشت به روش تبخیر شیمیایی
- انباشت به روش تبخیر شیمیایی
- برآرایی بخار فلز-آلی
- برآرایی بخار هیدرید
- پاشش حرارتی
- پوش سد حرارتی
- تبخیر سطحی
- ترکیب فرایند رسوب‌دهی فیزیکی و شیمیایی بخار
- رسوب بخار فیزیکی پرتو الکترون
- رسوب شیمیایی حمامی
- سل-ژل
- قلع‌اندود کردن

۱-۳: لایه‌نشانی به روش دورانی

پوشش دهی دورانی (Spin coating) روشی رایج، در علوم و مهندسی، برای نشاندن لایه‌های نازک و یکنواخت مواد بر روی یک زیرساخت مسطح است. در این روش معمولاً از یک ماده محلول مانند لاک نوری برای لایه‌زنی[۵] استفاده می‌شود. همان طور که در شکل ۱-۱ دیده می‌شود لایه نشانی دورانی دارای چهار مرحله است، در مرحله نخست محلول بر روی زیرلایه ریخته شده و در مرحله دوم دستگاه زیر لایه را دوران می دهد و پس از پخش یکنواخت ماده، در مرحله آخر زیرلایه حرارت داده می‌شود تا حلال موجود از ماده جدا شده و لایه مورد نظر تشکیل شود.

[۵] ایجاد لایه نازک از ماده بر روی زیر لایه



شکل۱-۱: مراحل لایه نشانی دورانی

این فرآیند به ویژه در صنایع میکروالکترونیک و MEMS[6] برای پوشش قرص سیلیسیم با لاک نوری در فرایند اولیه الگودهی با طرح‌نگاری نوری[7] کاربرد دارد. هدف از پوشش‌دهی دورانی و با کیفیت بالا، تولید یک لایه لاک نوری یکنواخت و صاف با ضخامت قابل پیش‌بینی و تکرارپذیر است. تلاش‌های زیادی برای فهرست کردن پارامترهای ضخامت و یکنواختی این فرآیند در عمل به ویژه برای لاک‌های نوری استاندارد صورت گرفته است. آنالیز تحلیلی پوشش‌دهی دورانی بر پایه اصول هیدرودینامیک (به دلیل پیچیدگی فیزیک و مدل ریاضی) به صورت جزئی صورت گرفته است. این تحلیل‌ها دید خوبی در مورد اثرات مطلوب و محدودیت‌های موجود در فرآیند در اختیار می‌گذارد[1].

۱-۴: روش کار

فرآیند پوشش دهی دورانی شامل تزریق لاک نوری بر روی سطح زیرلایه، چرخش سریع برای نازک کردن و پخش ماده بر روی زیرلایه و حرارت دهی و خشکسازی برای حذف حلال اضافی از لاک است. در ابتدا زیرساخت که معمولاً یک قرص سیلیسیمی است بر روی یک صفحه گردان قرار می‌گیرد. این صفحه گردان می‌تواند اندازه‌ها و طرح‌های مختلف داشته باشد که معمولاً بسته به اندازه زیر ساخت، مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین صفحات به راحتی قابل تعویض‌اند. زیرساخت، از زیر، به کمک خلا مکیده شده و روی صفحه گردان ثابت می‌شود تا در هنگام چرخش سریع به اطراف پرتاب نشود. برای لایه زنی مقدار معینی از ماده محلول مورد نظر را بر روی مرکز زیرساخت می‌ریزند. معمولاً از دو روش استاتیک یا دینامیک برای تزریق ماده استفاده می‌شود. در روش استاتیک، زیرساخت در حال سکون و در روش دینامیک در حال دورانِ آرام (حدود ۵۰۰ RPM) است. مقدار این ماده معمولاً بر اساس بزرگی سطح زیرساخت و غلظت ماده محلول و ارتفاع نهایی لایه مورد نظر از پیش تعیین می‌گردد. این ماده در اکثر مواقع یک محلول بَسپار[8] است که جرم مولی آن تأثیر مستقیم بر روی ضخامت لایه دارد. بر روی دستگاه‌های پوشش دورانی می‌توان شتاب، سرعت نهایی دوران و زمان را تعیین کرد. سپس دستگاه با شتاب مورد نظر سرعت گرفته و بعد از دوران

---

[6] Micro electro mechanical systems

[7] (Photolithography) در این فرایند پس از نشاندن یک لایه پلیمری حساس به نور (پلیمر واسط یا پلیمر مقاوم) روی سطح زیرلایه، پرتو همگن از یک ماسک عبور کرده و طرحی روی پلیمر ایجاد می‌کند.

[8] پلیمر (دسته ای از درشت ملکول ها)

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

مراجع

[1] wikipedia.org

[2] www.st.com

[3] www.microchip.com

[4] academy.fedevel.com

[5] www.microchip.com

[6] دکتر علیرضا رضائی، " پروژه‌های علمی و کاربردی AVR به زبان C"، چاپ دوم،۱۳۸۸

[7] محمد مهدی پرتوی فر، فرزاد مظاهریان، یوسف بیانلو،" مرجع کامل میکروکنترلرهای AVR"، چاپ یازدهم، ۱۳۹۰