



قوه قضائیه

سازمان ثبت اسناد و املاک کشور

گواهی نامه ثبت اختراع

محل الصاق
هولوگرام

۰۰۸۸۱۱ الف/۸۹

شخصات مالک:

مصطفی جعفری (۳۰٪) به شماره ملی ۳۳۰۰۸۹۸۸۶۱ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
سجاد بیاتلو (۳۰٪) به شماره ملی ۴۲۸۵۴۸۳۳۶۱ به نشانی تهران- نعمت آباد- خیابان طالقانی کوچه شهید سعادت تپار پلاک ۲۶ کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران (۳۰٪) به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
امیر ارشاد لنگرودی (۵٪) به شماره ملی ۳۵۹۴۱۸۵۹۷۳ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
اعظم رحیمی (۱۵٪) به شماره ملی ۱۳۳۹۴۸۳۱۴۷ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران

شخصات مخترع:

سجاد بیاتلو به شماره ملی ۴۲۸۵۴۸۳۳۶۱ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
اعظم رحیمی به شماره ملی ۱۳۳۹۴۸۳۱۴۷ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
مصطفی جعفری به شماره ملی ۳۳۰۰۸۹۸۸۶۱ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران
امیر ارشاد لنگرودی به شماره ملی ۳۵۹۴۱۸۵۹۷۳ به نشانی کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران-کرج، شهرک پژوهش و فناوری، بلوار پژوهش، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران کد پستی ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵ تابعیت جمهوری اسلامی ایران

عنوان اختراع: ساخت پوشش های نانوکامپوزیت آلی - معدنی آنتی استاتیک با استفاده از ترکیبات قطبی آمینی

طبقه بندی بین المللی:

حق تقدم:

محل ثبت:

شماره و تاریخ اظهار نامه اصلی:

مدت حمایت: ۲۰ سال از تاریخ ۱۳۹۱/۰۹/۲۱ تا ۱۴۱۱/۰۹/۲۱	شماره و تاریخ ثبت اظهار نامه: ۱۳۹۱/۰۹/۲۱ - ۱۳۹۱۵۰۱۴۰۰۳۰۷۴۶۷	شماره و تاریخ ثبت اختراع: ۷۸۷۰۷ - ۱۳۹۱/۱۲/۰۲
اداره کل مالکیت صنعتی رئیس اداره ثبت اختراعات	مهرداد الیاسی	تایخ: ۹۴۵۵ امضاء: ۹۴۵۵

* تمام گواهی نامه، توصیف ادعا، خلاصه توصیف و نقشه

* در صورت تعدد مخترعین، مالکین و یا تغییرات مراتب شرح مندرج در گواهی نامه می باشد.

۵۵۰۰
سال

توصیف اختراع

عنوان اختراع: ساخت پوشش‌های نانوکامپوزیت آلی- معدنی آنتی استاتیک با استفاده از ترکیبات قطبی آمینی

۱. زمینه فنی اختراع:

استفاده از پوشش‌ها به منظورهای مختلف صورت می‌گیرد، پوشش، روکش، یا لایه‌های محافظ معمولاً جهت ایجاد مانع و جدائی بین اجسام استفاده می‌شود که معمولاً دارای خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای می‌باشند. البته در بعضی موارد شکل و نمای ظاهری و تزئینی آنها نیز مدنظر قرار می‌گیرد. پوشش‌های نانوکامپوزیتی آلی- معدنی دسته‌جدیدی از مواد می‌باشند که بر اساس ترکیب شدن مواد آلی و معدنی در مقیاس نانو تهیه می‌شوند. این مواد جدید که آنها را هیبریدهای آلی- معدنی نانو ساختار نیز می‌نامند به عنوان کامپوزیت‌هایی که در آنها اندازه‌یکی از فازها زیر ۱۰۰ نانومتر می‌باشد می‌توان در نظر گرفت. ترکیبات هیبریدی آلی- معدنی نانو ساختار با داشتن فرمول عمومی $R'-Si(OR)_3$ و $Si(OR)_3-R'-Si(OR)_3$ می‌توانند با ایجاد پیوندهای عرضی بین سطح فلز، شیشه یا پارچه با فیلم پلیمری و متعاقب آن واکنش گروه عامل آلی R' با ماده پلیمر فیلم باعث تقویت چسبندگی فیلم با سطح و افزایش مقاومت آن شوند. این ترکیبات به دلیل داشتن ساختار آلی- معدنی باعث تولید یک فیلم پایدار، انعطاف پذیر و چگال می‌شوند. همچنین به علت داشتن شبکه آلی- معدنی در ساختار خود دارای مجموعه‌ای از خواص مکانیکی و شیمیایی می‌باشند و از این رو بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. پلیمرهای آلی عموماً انعطاف پذیر، سفت، بادوام و واکنش پذیر می‌باشند اما به آسانی می‌توانند به صورت مکانیکی و شیمیایی از بین بروند. در مقابل، مواد معدنی نوعاً بسیار سخت کننده بوده، دارای خواص نفوذپذیری بهتری نسبت به پلیمرهای آلی بوده و نیز دارای پایداری شیمیایی خوبی می‌باشند، اما بسیار ترد بوده و واکنش پذیری کمی دارند و ممکن است با در حین تولید محصولی ترد، نرم، ناپایدار و کاملاً غیر مفید نیز حاصل شود که این مسئله در اثر عدم کنترل پارامترهای مؤثر بر فرآیند تولید این مواد می‌تواند روی دهد. جزء حجمی ترکیبات تشکیل دهنده، همچنین اندازه، شکل و توزیع آنها از پارامترهای مهم و تعیین کننده خواص کامپوزیتها می‌باشد. داشتن خواص ویژه و مناسب از جمله ویژگیهای بسیار مهم برای پوششهای عامل دار یا نانوکامپوزیتها می‌باشد. یکی از این خواص ویژه، خاصیت ضد الکتریسته ساکن و استفاده از این پوشش‌ها به عنوان پوشش آنتی استاتیک و شفاف نوری می‌باشد. کاربردهای الکتریکی و الکترونیکی که موجب کوچکتر شدن قطعات الکترونیکی، افزایش ذخیره‌سازی اطلاعات می‌شود،

اهمیت ساخت پوشش‌های با رسانایی بالا را می‌رساند. یکی از راه‌های ایجاد خاصیت رسانایی استفاده از مواد آلی مانند اسیدهای چرب و آمین‌های قطبی است و راه دیگر استفاده از پرکننده‌های رسانا در ماتریس پلیمری می‌باشد، پوشش شفاف با خاصیت ضد الکتریسیته ساکن در مکان‌های جهت ساخت تراشه‌های الکترونیکی مورد اهمیت می‌باشد، با این ویژگی که در برابر تخریب توسط جرقه‌های حاصل از تخلیه‌ی بار در حین حمل و نقل به خوبی محافظت شوند. مشکلات متعددی که در اثر تجمع بار روی سطوح پلیمری ایجاد می‌شود را می‌توان با به کارگیری عوامل آنتی استاتیک کاهش داد. میزان بار ساکن تجمع یافته بر روی پلیمر تابعی از قابلیت رسانایی یا مقاومت ویژه‌ی آن پلیمر است.

۲. مشکلات فنی، کارهای انجام شده پیشین و بیان اهداف :

در کارهای انجام شده پیشین با افزودن مقدار کمی نانوذرت نقره بر روی پوشش‌ها، خاصیت ضد الکتریسیته ساکن برای این پوشش‌ها ایجاد کردند. نانوذرات نقره مورد استفاده اندازه‌ی کمتر از ۱۰۰ نانومتر داشتند. نتیجه‌ی آن که حاصل شد مقاومت الکتریکی سطحی و حجمی پایین نسبت به پلیمرهای بدون افزودنی است. البته در این روش کاهش مقاومت الکتریکی کم است و نانوذرات نقره هم از لحاظ اقتصادی قیمت بالایی دارند هم از لحاظ سازگاری و یا تماس با بدن مشکلاتی به وجود می‌آورند که جدیداً به این موضوع دست یافته‌اند و یا در کارهای دیگر با افزایش دمای به دماهای بسیار بالا جهت رسوب نانوذرات نیمه رسانا و ایجاد پوشش آنتی استاتیک بر روی بستر انجام می‌دادند، که این افزایش دما و مصرف بالای انرژی خود مشکلی بزرگ و غیر قابل صرف‌نظر کردن است. پوشش‌های دیگری هم تولید شدند که ضمن داشتن خواص رسانایی خوب، چسبندگی مناسب با بستر نداشته و موجب کاهش کارایی پس از گذشت زمان می‌شود. همچنین در بسیاری از موارد که شفافیت پوشش‌ها برای استفاده در صنایع مختلف، بخصوص صنعت نوری حائز اهمیت می‌باشد، این قابلیت به چشم نمی‌خورد. کمتر بر روی پوشش‌های آلی- معدنی جهت افزایش خاصیت رسانایی کار شده است، پوشش‌های آنتی استاتیک آلی- معدنی با توجه به خواص متعددی که دارند می‌توانند در دمای پایین تولید شوند و در بسیاری از موارد علاوه بر خاصیت رسانایی، در جاهایی که پایداری شیمیایی، پایداری حرارتی یا شفافیت نیز اهمیت دارد ایفای نقش کنند، علاوه بر این‌ها این پوشش‌ها ظرافت و زیبایی بالایی دارند و می‌توانند در موارد تزئینی بکار برده شوند.

در این اختراع یک نوع پوشش نانوکامپوزیتی هیبریدی آلی- معدنی ساخته شد و برای ایجاد خاصیت رسانایی از ترکیبات قطبی آمینی مختلف استفاده گردید. این پوشش‌ها از لحاظ قدرت رسانایی و سایر خواص فیزیکی و مکانیکی مورد بررسی قرار گرفتند. استفاده از ترکیبات قطبی در پوشش‌ها باعث بالا رفتن انرژی سطحی پوشش می‌شود و اختلاف کشش سطحی پوشش دارای ترکیب قطبی و آب کمتر شده و قطرات آب زاویه تماس کمتری با سطح شیشه پوشش داده شده ایجاد می‌کنند و در نتیجه امکان پخش شدن آب بیشتر می‌شود. گروه‌های آزاد آمینی می‌توانند رطوبت موجود در هوا را جذب کنند و با مولکول‌های آب موجود در هوا می‌توانند پیوند هیدروژنی بدهند. رطوبت نیز هادی جریان الکتریکی است و باعث کاهش مقاومت الکتریکی سطحی می‌شود. از فرایند سل- ژل بدلیل ویژگی‌های فراوان از جمله دمای فرآیند بسیار پایین، تهیه محصولاتی با خلوص بالا، سنتز ترکیبات یکنواخت به صورت اکسیدهای کامپوزیت‌ها، واکنش پذیری شیمیایی بالا و کنترل آسان پارامترهای موثر استفاده شد. البته این روش هم مانند همه روش‌ها دارای معایبی مانند زمان طولانی پروسه و احتمال باقیماندن آب یا مواد آلی نیز می‌باشد که به طور کل معایب این روش در بیشتر موارد، در برابر مزایای آن قابل چشم پوشی می‌باشد. برای تهیه پوشش‌های مذکور از پیش ماده‌های آلکوکسید فلزی استفاده شده است که هدف از ساخت این پوشش‌ها:

۱. افزایش ویژگی آنتی استاتیک پوشش‌ها با بکارگیری از ترکیبات قطبی آمینی متفاوت
۲. استفاده از موادی که در کنار کاهش مقاومت الکتریکی سطحی خواصی مانند شفافیت، پایداری شیمیایی، پایداری حرارتی مطلوبی داشته باشند.
۳. با کنترل ساختار نانویی، خواص و ویژگی‌های مورد نظر با توجه به افزایش سطح نسبت به حجم به میزان چشمگیری بهبود یابد.
۴. تهیه پوشش مقاوم که علاوه بر خاصیت آنتی استاتیک، دارای خواص فیزیکی و مکانیکی خوبی باشد.
۵. چسبندگی مطلوبی را با بستر ایجاد کند که باعث عمر بیشتر و کارایی بالاتر پوشش شود.
۶. استفاده از روش‌های فرایندی که امکان کارکردن در دمای پایین مانند دمای اتاق را بدهد مانند روش سل- ژل

۷. استفاده از روش‌های پوشش‌دهی مناسب که هم سبب ایجاد ضخامت پایین شود و هم برای دستیابی به پوشش کاملاً یکنواخت و همگن کمک شایانی کند.

۳. شرح دانش پیشین :

جهت ایجاد ویژگی رسانایی کارهای زیادی انجام گرفته است که بطور خلاصه می‌توان به استفاده از افزودنی‌های ضد الکتریسیته ساکن داخلی اشاره کرد که در حین تولید ماده‌ی پلیمری وارد ماتریس پلیمر می‌شوند. پس از آن عامل ضد الکتریسیته ساکن به سطح پلیمر رفته و در آن جا یک لایه مولکولی یکنواخت تشکیل می‌دهد. بخش غیر قطبی این مولکول‌ها همچنان متصل به پلیمر باقی می‌مانند در حالی که بخش قطبی افزودنی به خارج پلیمر پرتاب شده و با جذب رطوبت هوا یک فیلم رسانای نازک تشکیل می‌دهد. افزودنی‌های ضد الکتریسیته ساکن خارجی یا موضعی در یک حلال مناسب حل می‌شوند و به عنوان یک پوشش بر روی سطح پلاستیک به روش افشانش یا غوطه‌وری اعمال می‌گردند. ترکیبات آمونیوم نوع چهارم جزء پرکاربردترین آنتی استاتیک‌های موضعی هستند. با وجود این انواع افزودنی‌های ضد الکتریسیته ساکن داخلی، به علاوه انواع رطوبت گیرها یا انواع مواد قطبی نیز در صورتی که قابلیت پراکنش در سامانه‌های آبی یا الکل / آبی را داشته باشند می‌توانند به طور مشابه استفاده شوند.

۴. ارائه راه حل و بیان روش اجرایی برای بکارگیری اختراع :

در این اختراع پوشش نانوکامپوزیتی آلی- معدنی بر پایه اپوکسی سیلیکا که خاصیت ضد الکتریسیته ساکن دارد تهیه شد. برای ساخت این پوشش‌ها، از ترکیبات قطبی آمینو پروپیل تری اتوکسی سیلان^۱، N-(۲-آمینواتیل)-۳-آمینوپروپیل تری متوکسی سیلان^۲، ۳-[۲-(۲-آمینواتیل آمینو) اتیل آمینو] پروپیل تری متوکسی سیلان^۳، که به ترتیب دارای یک، دو و سه گروه آمینی در ساختار مولکولی خود می‌باشند استفاده شد. فرایند سل- ژل برای تهیه این پوشش‌ها با توجه به مزایای مذکور فراوان انتخاب شد. جهت ساخت این نوع پوشش‌ها مراحل زیر انجام شد.

^۱ Aminopropyltriethoxysilane

^۲ N-(۲-Aminoethyl)-۳-aminopropyltrimethoxysilane

^۳ ۳-[۲-(۲-aminoethylamino)ethylamino]propyltrimethoxysilane

مرحله اول:

ابتدا پیش‌ماده‌های آلکوکسی فلزی که در این سیستم از مواد تترا اتوکسی اورتو سیلیکات^۴ (TEOS) و ۳-گلیسیدوکسی پروپیل اورتو سیلیکات^۵ (GPTMS) با نسبت‌های استوکیومتری معین با هم مخلوط شدند سپس در حضور حلال مناسب و کاتالیزور و آب که به تدریج در حال اضافه شدن بود واکنش هیدرولیز صورت گرفت که نتیجه آن بدست آمدن سل بی رنگ، شفاف و همگن بود. سرعت همزدن و دمای سیستم باید در محدوده مناسب قرار گیرد. سل حاصل دارای اندازه ذرات نانومتری بوده که با آنالیز LLS، این نتایج گزارش شد.

مرحله دوم:

به منظور سخت شدن، بالا رفتن وزن مولکولی و تشکیل پوشش هیبریدی پلیمری از عامل پخت آمینی استفاده شد به این صورت که با انتخاب نسبت استوکیومتری مناسب، به محلول اضافه شده و اجازه می‌دهیم در دمای اتاق و به اندازه مشخصی مخلوط شوند. در این کار از عامل پخت آمینی بدلیل قدرت بازی بالا و باز کردن حلقه اپوکسی در سیستم استفاده شد.

مرحله سوم:

این مرحله با افزودن ترکیبات آمینی نوع اول، نوع دوم و نوع سوم با نسبت مولی کنترل شده به ترکیب بدست آمده از مرحله اول ادامه پیدا می‌کند. اجازه می‌دهیم در دمای محیط همزدن انجام شود. یادآوری می‌شود که منظور از ترکیبات قطبی آمینی نوع اول، نوع دوم و نوع سوم، مواد آمینی استفاده شده‌ای هستند که به ترتیب دارای یک، دو و سه گروه آمینی بر روی زنجیر مولکولی خود می‌باشند. در جدول ۱، نسبت‌های استوکیومتری بکار برده شده این ترکیبات نسبت به پیش‌ماده‌های آلکوکسی سیلانی در پوشش‌های هیبریدی مشاهده می‌شود.

^۴ Tetraethoxyorthosilicate

^۵ ۳-Glycidoxypyltrimethoxysilane

جدول ۱: نسبت‌های مولی استفاده شده برای ترکیبات آمینی نوع اول، نوع دوم و نوع سوم نسبت به پیش‌ماده‌های آلکوکسی سیلانی

۰ / ۱	۰ / ۲	۰ / ۵	۱	۲	Aminopropyl triethoxysilane (آمین نوع اول)
۰ / ۱	۰ / ۲	۰ / ۵	۱	۲	N-(۲-Aminoethyl)-۳-aminopropyl trimethoxysilane (آمین نوع دوم)
۰ / ۱	۰ / ۲	۰ / ۵	۱	۲	۳-[۲-(۲-aminoethylamino) ethylamino] propyltrimethoxysilane (آمین نوع سوم)

مرحله چهارم:

محصول نهایی قبل از رسیدن به زمان ژل شدن بر روی سطح مورد نظر که قبلاً بوسیله محلول **NaOH** شامل ۵٪ وزنی، آب اسید با $\text{pH}=2$ والکل مناسب در دما معین و طی مدت زمان مشخص اصلاح سطح شده، اعمال می‌گردد. جهت رسیدن به ضخامت و یکنواختی مناسب پوشش، از پوشش‌دهی چرخشی، غوطه‌وری و کمک گرفتن از فیلم کش دقیق می‌توان استفاده کرد که در این کار پوشش‌دهی غوطه‌وری و استفاده از فیلم کش بکار برده شد. پس از خشک شدن فیلم، دمای ۱۳۰-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد جهت پخت نهایی پوشش‌ها انتخاب شد و اجازه داده شد نمونه‌ها برای مدت زمان مشخص در آون تحت این دما قرار بگیرند. در جدول ۲، نسبت‌های مولی انتخابی از پیش‌ماده‌های آلکوکسی سیلانی، حلال و عامل پخت نشان داده شده است.

جدول ۲: نسبت‌های مولی به کار رفته برای تهیه پوشش نانوکامپوزیتی آنتی استاتیک

Curing agent / (GPTMS+TEOS)	Solvent / (GPTMS+TEOS)	GPTMS / TEOS
۱ : ۱	۱۵ : ۱	۲ : ۱

پوشش‌های حاصله تحت آزمون‌های بررسی خاصیت رسانایی، خواص فیزیکی، مکانیکی، نوری قرار گرفتند. برای رسیدن به فرمولاسیون بهینه پارامترهای مختلفی از جمله دما، زمان **Mixing**، نوع حلال انتخابی، کاتالیزور و **pH** محلول، عامل پخت و نسبت ترکیب پیش‌ماده‌های آلکوکسی سیلانی بررسی شد که برخی فرمولاسیون‌ها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳: بررسی پارامترهای تاثیر گذار جهت بدست آوردن فرمولاسیون بهینه و مناسب

نسبت استوکیومتری مواد آلکوکسی سیلانی	زمان Mixing	نسبت حلال به پیش ماده ها	PH سیستم	عامل پخت	نوع حلال سیستم	دمای واکنش (°C)
۱ : ۱	۵ min	۱ : ۵	۲	۱ : ۰/۵	اتانول	۲۵
۱ : ۲	۳۰ min	۱ : ۱۰	۲/۵	۱ : ۱	متانول	۳۵
۲ : ۱	۲ h	۱ : ۱۵	۳	۱ : ۱/۵	۱-پروپانول	۴۵
۳ : ۱	۵ h	۱ : ۲۰	۷	۱ : ۲	n-پروپانول	۵۵
۱ : ۳	۱۲ h	۱ : ۳۰	> ۷	۱ : ۳	—	۶۵
—	۲۴ h	۱ : ۵۰	—	۱ : ۵	—	—

خلاصه نتایج :

۱. برای آزمون مقاومت الکتریکی سطحی از دستگاه DAVENPORT استفاده شد و با توجه به نتایج حاصل شده، با اضافه شدن مقدار مشخص از افزودنی های، رسانایی مورد نظر جهت ایجاد خاصیت آنتی استاتیک بدست آمد. بدین ترتیب که ترکیبات آمینی نوع ۳ سرعت بیشتری در جهت کاهش مقاومت الکتریکی سطحی نشان دادند.
۲. با استفاده از آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، سطح پوشش ها دارای ترکیبات قطبی برای همه نمونه ها کاملاً صاف، یکنواخت و بدون حفره و ترک مشاهده شد.

۴. با آزمون میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، مشاهده شد که اندازه ذرات پوشش‌ها ۳۰-۶۰ نانومتر می‌باشد.

۵. تست Transparency، درصد عبور و شفافیت این پوشش‌ها را در همه طول موج‌های مرئی، بالای ۹۴٪ گزارش کرد که گواه بر شفافیت بالای این پوشش‌ها می‌باشد و با افزایش ترکیب درصد این افزودنی‌ها شفافیت زیاد دستخوش تغییر به درصدهای پایین‌تر نیست.

۶. با استفاده از آزمون cross-cut، چسبندگی هر دو نمونه پوشش به دست آمده بر روی سطوح شیشه‌ای انجام شد و مشاهده شد که چسبندگی این پوشش‌ها با زیرلایه مطلوب می‌باشد.

۷. با آنالیز گرمایی TGA پایداری حرارتی نمونه‌ها بررسی شد و مشاهده شد که این پوشش‌ها از مقاومت حرارتی بالایی برخوردارند.

۸. نتایج حاصل از آزمون میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، سطح بسیار صاف، هموار و با زبری سطحی بسیار کم پوشش‌ها را نشان داد که میانگین زبری سطحی (RMS) پوشش‌ها ۱۰ nm ~ گزارش شد.

مزایای اختراع

۱. پوشش‌های ساخته شده در این اختراع مقاومت الکتریکی سطحی پایینی نشان دادند که می‌توانند در جاهایی که خاصیت ضد الکتریسیته ساکن مد نظر است ایفای نقش کنند و بار استاتیک به وجود آمده در سطح را انتقال دهند.

۲. این پوشش‌ها با توجه به داشتن جزء آلی و معدنی می‌توانند خواص تلفیقی این دو ترکیب را با هم در سیستم داشته باشند و علاوه بر خواصی مانند سختی و پایداری حرارتی مناسب، انعطاف و فرایند پذیری مطلوبی نیز به همراه داشته باشند.

۳. پوشش‌های هیبریدی تهیه شده دارای چسبندگی مطلوبی بر روی سطح شیشه می‌باشند.

۴. شفافیت بسیار بالای این پوشش‌ها می‌تواند کاربرد آن را در صنایع نوری هموار کند.

۵. تهیه نمودن این پوشش‌ها با توجه به تولید آن‌ها در دمای پایین، کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش هزینه تولید را به همراه دارد.

۶. ساختن این پوشش‌ها با روش مذکور امکان کارکردن راحت و کم‌خطری را می‌دهد، بطوریکه احتیاج به هیچ‌گونه تجهیزات گران‌قیمت نیست.

۷. امکان افزودن عوامل تقویت‌کننده دیگر در این پوشش‌ها که خواص گوناگون و ویژه‌ای داشته باشند با مطالعه بر سازگاری و برهمکنش سطحی آنها با این پوشش‌ها وجود دارد.

بیان صریح کاربرد :

پوشش‌های تهیه شده در این اختراع با فرمولاسیونهای خاص در شیشه مانیتورها، پنجره‌ها و ورقه‌ها جهت ایجاد خاصیت ضد الکتریسیته ساکن، در الکترودهای شفاف، سنسورهای گاز، سلول‌های خورشیدی، در کاربردهای الکتریکی و الکترونیکی، در صنعت نساجی برای تهیه پارچه‌های ضد الکتریسیته ساکن، صنعت اپتوالکترونیک و در ساخت پنجره‌های الکتروکرومیک کارایی دارند.