عنوان: خواص و کاربرد انواع ساختار نانوالیاف الکتروریسی شده

نویسندگان : ۱- سیده معصومه قاسمی نژاد ۲- محسن افسری ولایتی
۳- محمدهادی مقیم

سیستم جامع آموزش فناوری نانو

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در راستای تأمین نیازهای آموزشی دانش آموزان و دانشجویان مقاطع و رشته‌های مختلف و سایر علاقه مندان به علوم وفناوری نانو اقدام به تدوین سیستم جامع آموزش فناوری نانو نموده است. فایل حاضر، فایل ارائه مقاله ای است که در سایت آموزش فناوری نانو با جانمایی:

دوره؛ نانوساختارها

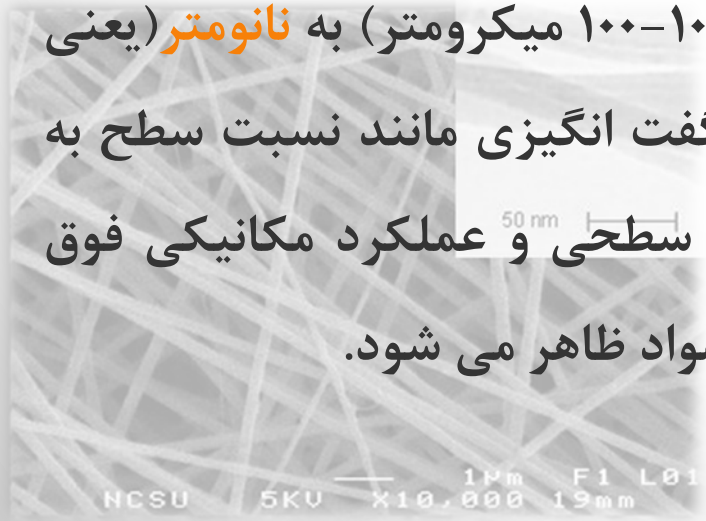
درس؛ نانوالیاف

جلسه؛ سوم

بارگذاری گردیده که به منظور کمک به یادگیری مطالب اصلی توسط کاربر و نیز روان شدن برگزاری کارگاه ها و سمینارهای آموزشی، طراحی شده که در اختیار علاقه مندان قرار گرفته است. استفاده از این فایل ها ضمن کمک به یادگیری بهتر مخاطبان، برگزاری سمینارها و کارگاه های تخصصی را برای نهادهای ترویجی آسانتر خواهد نمود.

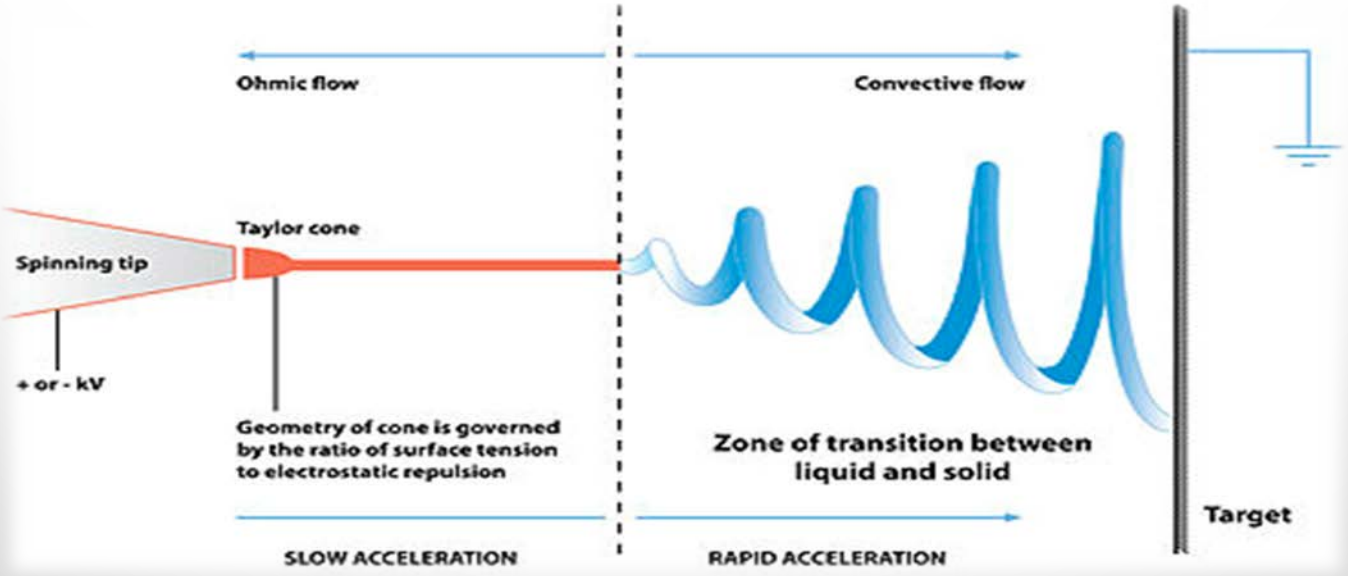
مقدمه

- **نانوالیاف** دارای خواص و مشخصه هایی هستند که آنها را از سایر ساختارهای یک بعدی (مانند نانوسیم و نانومیله) متمایز می سازد.
- نانوالیاف می توانند از **مواد اولیه مختلف** مانند کامپوزیتها، سرامیکها و پلیمرها ساخته شوند.
- وقتی قطر مواد لیفی پلیمری از میکرومتر (یعنی ۱۰-۱۰۰ میکرومتر) به **نانومتر**(یعنی ۰/۱-۰/۰۰۱ میکرومتر) کاهش می یابد، خواص شگفت انگیزی مانند نسبت سطح به حجم زیاد، قابلیت انعطاف پذیری در ویژگیهای سطحی و عملکرد مکانیکی فوق العاده (مانند سختی و استحکام کششی) در این مواد ظاهر می شود.



تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

- روشهای زیادی مانند طراحی، سنتز با الگو، جداسازی فاز، خودآرایی، الکتروریسی و ... برای تولید نانوالیاف پلیمری مورد استفاده قرار می گیرند.
- **الکتروریسی** ساده ترین روش برای تولید نانوالیاف با انواع ساختارها مانند ساختار توخالی و یا هسته-پوسته با طول زیاد، قطر یکنواخت و با انواع ترکیبات می باشد.



http://edu.nano.ir

تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

- این روش به جز در مورد دافعه الکترواستاتیکی بین بارهای سطحی (به جای نیروی برشی یا مکانیکی) برای کاهش پیوسته قطر جت ویسکوالاستیک، مشابه روش تجاری طراحی کردن میکرو الیاف است.
- در مقایسه با طراحی کردن مکانیکی، ریسندگی الکترواستاتیکی منجر به تولید الیاف با قطر کوچکتر می شود.
- الکتروریسی مانند طراحی کردن مکانیکی فرایند پیوسته ای است و می تواند برای تولید محصولات در مقیاس بزرگ مورد استفاده قرار گیرد.

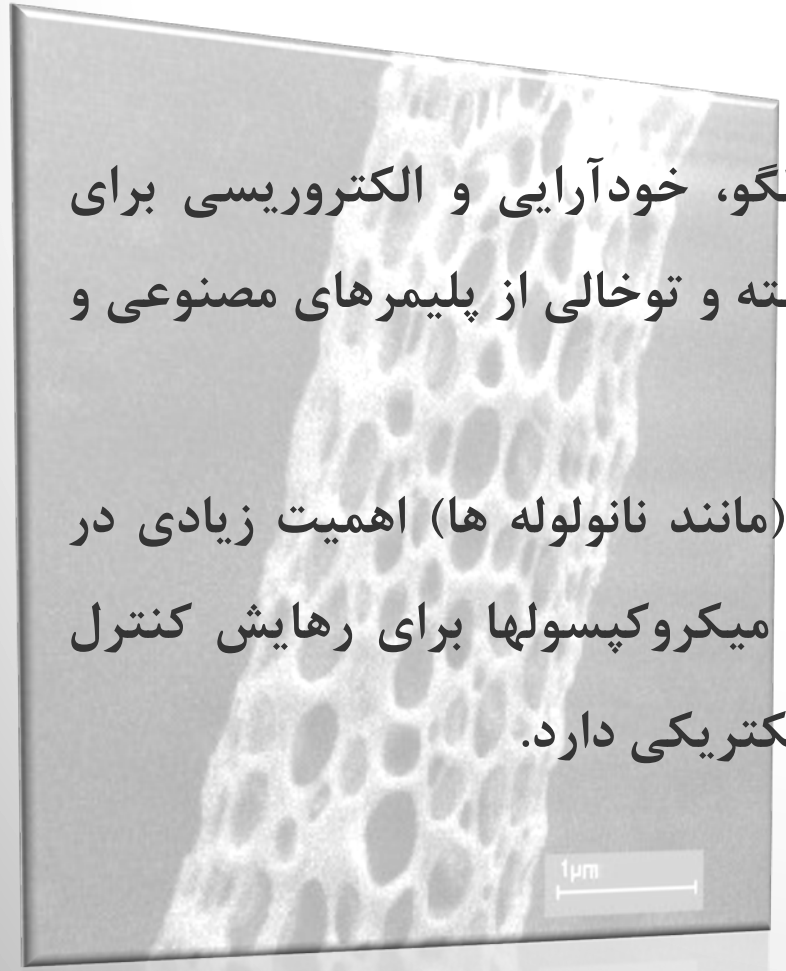
http://edu.nano.ir

تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

- در الکتروریسی مانند فرایند **پاشندگی الکترواستاتیکی** (یا پاشش الکتریکی) از ولتاژ بالا برای القاء جت مایع استفاده می شود.
- در ریسندگی الکتریکی، لیف جامد به عنوان جت الکتریکی تولید می شود (ترکیبی از محلولهای پلیمری با ویسکوزیته بالا) که به علت دافعه الکترواستاتیکی بین بارهای سطحی و تبخیر حلال به طور پیوسته منبسط خواهد شد.

تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

- نانوالیاف تولید شده می توانند دارای **ساختار ثانویه** مانند ساختار توخالی و هسته-پوسته باشند.
- **فرایندهای پیشرفته** زیادی مانند سنتز با الگو، خودآرایی و الکتروریسی برای ساخت الیاف و لوله های متخلخل، هسته-پوسته و توخالی از پلیمرهای مصنوعی و طبیعی وجود دارد.
- نانوساختارهای یک بعدی با ساختار توخالی (مانند نانولوله ها) اهمیت زیادی در حوزه هایی مانند نانوسیالها و ذخیره انرژی، میکروکپسولها برای رهایش کنترل شده دارو، کاتالیست، سنسور و دستگاههای الکتریکی دارد.



http://edu.nano.ir

تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

- الکتروریسی می تواند مستقیماً برای تولید **نانوالیاف توخالی** مورد استفاده قرار گیرد:
- **دو مایع ویسکوز ولی غیر قابل اختلاط**، برای مثال روغن معدنی و محلول اتانول محتوی PVP و تیتانیوم ایزوپرکسید ($Ti(OiPr)_4$) ، به عنوان ماده اولیه برای هسته و پوسته مورد استفاده قرار می گیرند. به طور همزمان از لوله های مویین داخلی و خارجی برای تشکیل جت ترکیبی پایدار استفاده می شوند و نانوالیاف هسته-پوسته ساخته شده از TiO_2/PVP و روغن معدنی به عنوان محصول نهایی تولید می شود.
- حذف انتخابی فاز روغن به وسیله ی حلال معین، منجر به تشکیل الیافی توخالی حاوی دیوارهای TiO_2/PVP می شود.

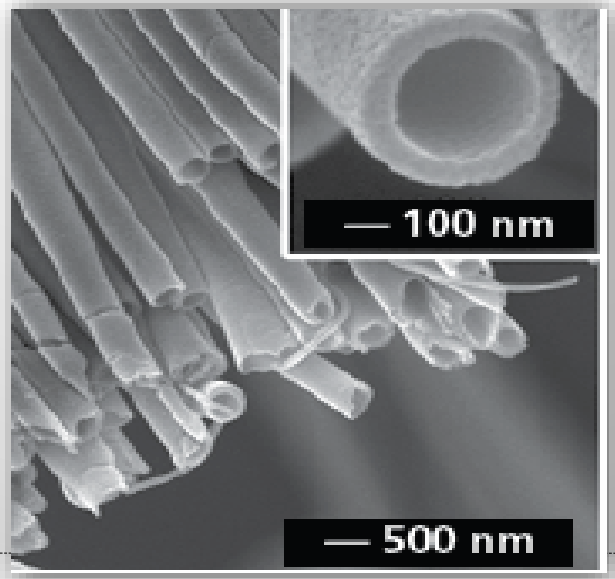
http://edu.nano.ir

تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

- نانوالیاف توخالی سرامیکی می توانند با حذف هر دو ماده روغن و PVP از طریق کلسیناسیون الیاف ریسندگی شده در دمای تنظیم شده در هوا بدست آید.
- ضخامت پوسته و قطر داخلی نانوالیاف با کنترل شرایط ریسندگی (مانند قدرت میدان الکتریکی، غلظت مایع پوسته و نرخ ورود هر دو مایع) در محدوده ای از ده نانومتر تا چند صد نانومتر تغییر می کند.
- مشکل ناپایداری نانوساختارهای توخالی پلیمری با تزریق پیش ماده سل-ژل غیر آلی برای محلول ریسندگی، حل می شود.
- قدرت و پایداری نانوساختارهای لوله نهایی می تواند با تشکیل شبکه ژل در پوسته پلیمری در طول فرایند ریسندگی بهبود پیدا کند.

تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

- اخیرا نشان داده شده است که **نانوذرات** یا انواع مولکولها می توانند به وسیله انحلال این مواد در مایع هسته، در درون ساختار توخالی بکار روند.
- ساخت **نانوالیاف توخالی چند دیواره** با بکارگیری بیش از دو لوله مویین هم محور امکان پذیر می گردد.
- تاکنون نانو الیاف توخالی SnO_2، CuO و ZnO با روش الکتروریسی هم محور ساخته شده است.

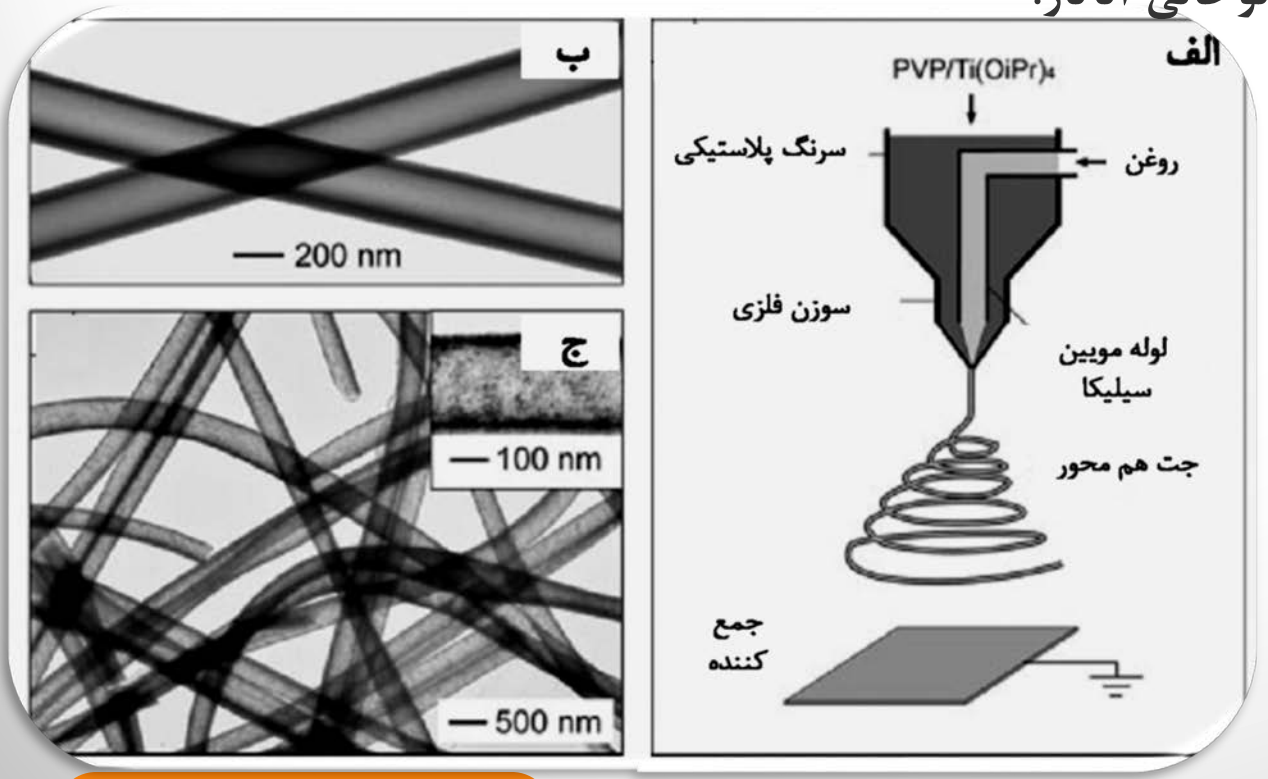


تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

الف) نمایی از سیستم الکتروریسی برای تولید نانوالیاف توخالی. این دستگاه از سرنگ با دو لوله مویینه هم محور ساخته شده است.

ب) تصویر TEM نانوالیاف توخالی که دیوار آن از کامپوزیت PVP و دی اکسید تیتانیوم تشکیل شده است.

ج)تصویر TEM نانوالیاف توخالی آناتاز.



http://edu.nano.ir

تولید نانوالیاف با روش الکتروریسی

- در روش دیگری از الیاف پلیمری الکتروریسی شده، به عنوان **قالب** برای تولید نانو الیاف توخالی استفاده می شود.
- به طور کلی این روش شامل سه مرحله می باشد:

۱- ساخت الیاف پلیمری با استفاده از الکتروریسی به عنوان قالب

۲- پوشش دهی الیاف با هدف جامد

۳- حذف قالب با فرایندهای گرمایی، برای تولید نانو الیاف توخالی.

http://edu.nano.ir

خواص نانوالیاف توخالی

- **نانوالیاف پلیمری** کاربردهای متنوعی شامل کپسوله کردن دارو، سنسورهای زیستی، فیلتراسیون و الکترونیک دارند.

طول فوق العاده زیاد

- در مقایسه با نانوساختارهای یک بعدی ساخته شده با سایر روشهای فیزیکی و شیمیایی، نانوالیاف الکتروریسی شده به شدت **طویل** هستند.
- الکتروریسی یک فرایند پیوسته است و طول الیاف می تواند تا چندین کیلومتر ادامه پیدا کند.

خواص نانوالیاف توخالی

- در فرایند الکتروریسی، الیاف طویل می توانند در سه بعد تجمع پیدا کرده و پارچه ها یا غشاهای غیربافتی را تشکیل دهند.
- پارچه های متخلخل در حوزه های مختلفی کاربرد دارند. به عنوان مثال پوسته سبک بال میکرو دستگاههای هوایی از نانوالیاف پلیمری الکتروریسی شده روی یک قالب بال تشکیل می شود.

خواص نانوالیاف توخالی

مساحت سطح زیاد و ساختار متخلخل پیچیده

- نانوالیاف توخالی نسبت به نانوالیاف معمولی، نسبت سطح به حجم بیشتری دارند.
- در واکنشهای شیمیایی (مانند کاتالیست) به علت مساحت سطح زیاد، کاربرد دارد.

نظم در سطح مولکولی

- الکتروریسی با کشش سریع جت به وسیله میدان الکتریکی و تبخیر حلال همراه است.
- زنجیره پلیمری نیروی برشی زیادی را در طول فرایند الکتروریسی تجربه می کند.
- این نیروی برشی و انجماد سریع، از برگشت زنجیره پلیمری به ساختار تعادلی جلوگیری می کند و در نهایت محصولات منظمی تولید می شود.

کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

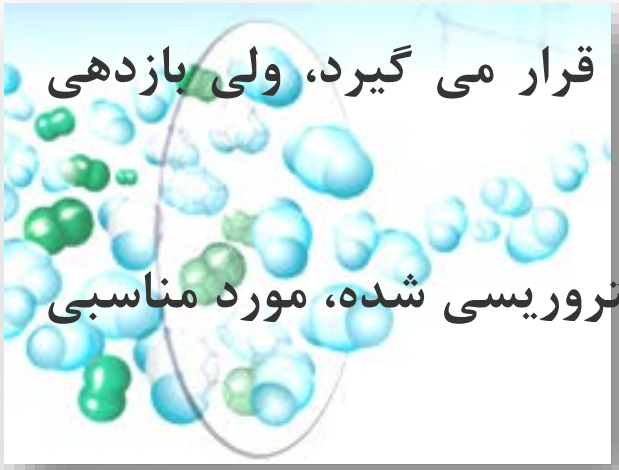
- دو سوم از کاربردهای الکتروریسی در زمینه پزشکی می باشد. مابقی این کاربردها مربوط به فیلتراسیون و دیگر حوزه ها است.

غشاءهای ساخته شده از نانوالیاف و لباسهای هوشمند

- غشاءها معمولاً مواد پلیمری هستند که برای جداسازی محلول‌ها و یا مخلوط گازها مورد استفاده قرار می گیرد.
- غشاءهای متشکل از الیاف الکتروریسی مقاومت زیادی به هدایت جریان هوا در مقایسه با غشاءهای معمولی دارند، در حالی که مقاومت به انتقال بخار آب در آنها نسبت به لایه های غشاء تجاری بسیار کمتر است.
- غشاء الکتروریسی شده قابلیت زیادی برای بدام انداختن ذرات آئروسل دارد.

http://edu.nano.ir

کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

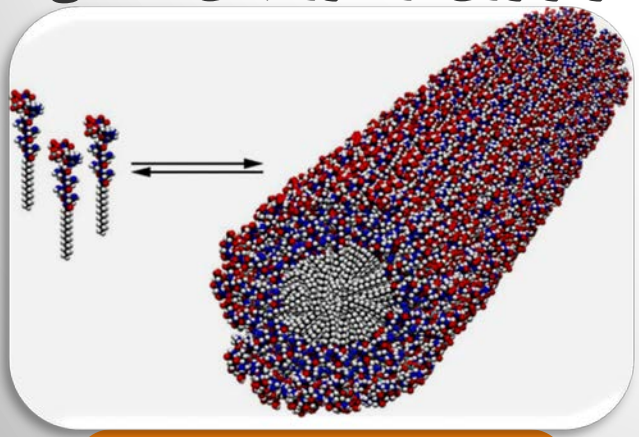


- گرچه لایه های بسیار نازکی از الیاف مورد استفاده قرار می گیرد، ولی بازدهی فیلتراسیون زیاد می باشد.
- پارچه های حفره دار و سبک متشکل از نانوالیاف الکتروریسی شده، مورد مناسبی برای ساخت لباسهای محافظ است.
- بازدهی بالا فیلتراسیون غشاء غیربافتی الکتروریسی شده در صنایع جداسازی و فیلتراسیون شناخته شده است.
- از تجمع گونه ها و ترکیبات فعال در نانوالیاف الکتروریسی شده می توان برای ساخت لباس هوشمند استفاده کرد.
- این لباسها به هر نوع تغییرات محیطی عکس العمل نشان می دهند.

کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

کاربرد زیست پزشکی

- نانوالیاف الکتروریسی شده به واسطه ساختار منحصر به فردشان در مهندسی بافت بسیار مورد توجه هستند.
- شبکه های سه بعدی نانوالیاف حاوی پروتئین در داربستهای طبیعی برای رشد بافت مورد استفاده قرار می گیرند.
- مهندسی بافت به داربستهای مصنوعی با ترکیب، مرفولوژی و گروههای عاملی سطحی مشابه با همتای طبیعیش نیاز دارد.



کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

- پارچه غیر بافتی متشکل از نانوالیاف الکتروریسی شده گروهی از مواد ایده آل برای تقلید ماتریکس خارج سلولی در مهندسی کردن بافت می باشد.
- الیاف الکتروریسی شده به عنوان پوشش دهنده زخم استفاده می شود.

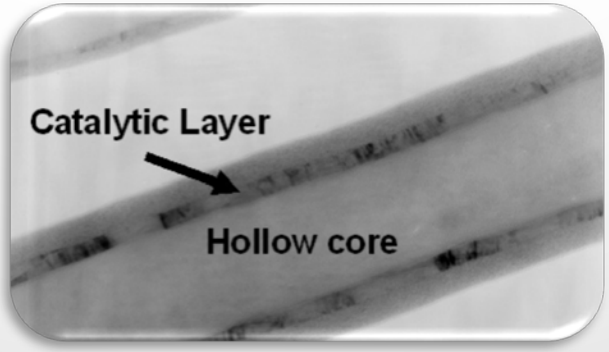
پوششهای متخلخل متشکل از ساختارهای لیفی، زخم را از نفوذ باکتری محافظت کرده و الگوی مناسبی را برای انتقال بخار تامین می کند.

- پوششهای غیربافتی الکتروریسی شده به واسطه مساحت سطح زیاد کاربرد بالقوه-ای به عنوان محافظ یا حامل برای رسانش دارو دارند.

کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

محافظها بر پایه نانوالیاف برای آنزیم و کاتالیست

- نانوالیاف (پلیمری و سرامیکی) به واسطه اندازه کوچک و مساحت سطح زیاد، محافظهای جامد مورد توجهی برای کاتالیستهای مرسوم و آنزیمها هستند.
- برخلاف آنزیمهای محافظت شده با نانوذرات، الیاف حامل آنزیم می تواند براحتی از سیستمهای واکنش بازیابی شوند.
- در برخی از موارد واکنش پذیری آنزیم و کاتالیست موجود در لیف الکتروریسی شده نسبت به این مواد در نانو ذرات چند برابر افزایش یافت.

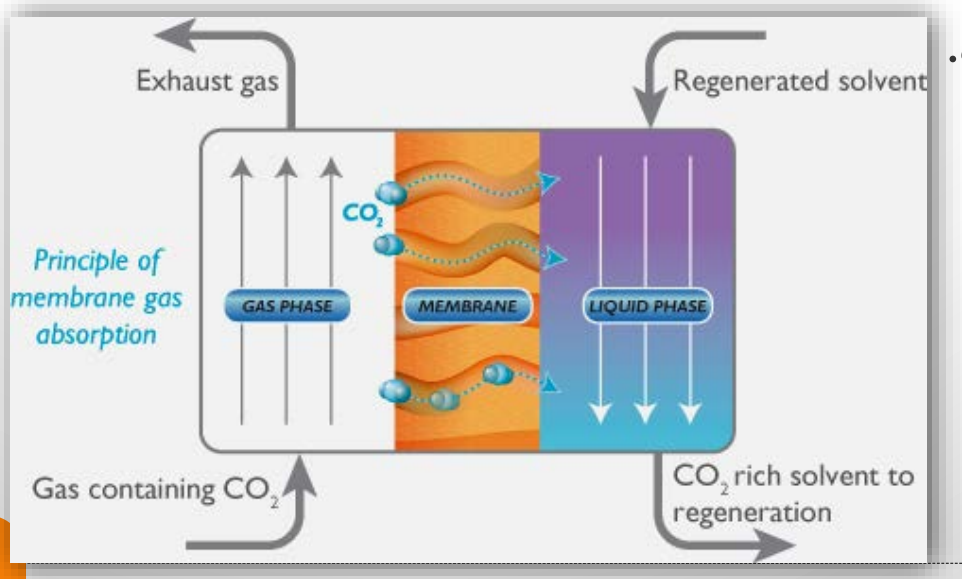


http://edu.nano.ir

کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

سنسورها بر پایه نانوالیاف

- برخی از دانشمندان، نانوالیاف الکتروریسی شده حاوی فلئورسانس را به عنوان سنسورهای فلئورسانسی مورد استفاده قرار دادند.
- نانوالیاف توخالی در مقایسه با نانوالیاف جامد، فعالیت سطحی بیشتری دارند که مسیرهایی را برای نفوذ ایجاد می کنند و به گاز اجازه نفوذ به لایه های سنسور را می دهند.

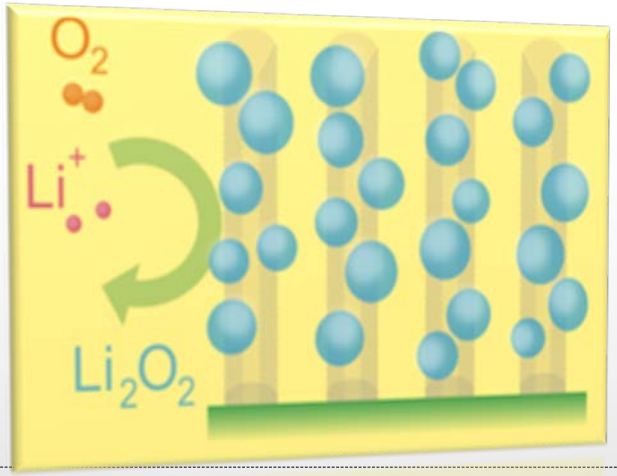


http://edu.nano.ir

کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

الکترود بر پایه نانوالیاف

- نانوالیاف متخلخل، ماتریکسهای خوبی برای حفظ الکترولیتهای پلیمری هستند و به شدت در ساخت باتریهای لیتیومی با عملکرد عالی مورد استفاده قرار می گیرند.
- غشاء متخلخل زمانیکه با محلول الکترولیتی مرطوب می شود، هدایت یونی افزایش یافته ای را نشان می دهد.
- ساختار متخلخل این غشاءها انتقال یونها را تسهیل می سازد.



http://edu.nano.ir

کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

نانوالیاف به عنوان الگوهای مصنوعی

- نانوالیاف الکتروریسی شده به عنوان الگو مصنوعی برای تولید نانوساختار یک بعدی توخالی بکار می رود.
- اخیراً از نانوالیاف الکتروریسی شده به عنوان الگو برای تولید کانالهای نانوسیال استفاده می شود.
- در این مورد، نانوالیاف متشکل از پلی کربناتهای تجزیه شونده گرمایی روی زیرلایه قرار می گیرد، با شیشه پوشش داده شده و در نهایت پس از اینکه نانوالیاف به صورت انتخابی با گرما حذف شد، کانالهای نانوسیال ایجاد می گردد.
- برخلاف کانالهای ساخته شده با روش لیتوگرافی مرسوم، سطح مقطع بیضی شکل و گوشه های تیز در کانالهای تولید شده با قالب لیف الکتروریسی حذف می شود.

http://edu.nano.ir

کاربرد نانوالیاف الکتروریسی شده

دستگاههای نوری و الکترونی بر پایه نانوالیاف

- در سالهای اخیر، نانوالیاف الکتروریسی شده با فعالیتهای الکتریکی و الکتریکی-نوری مشابه نانوسیمهای فلزی یا نیمه هادی سنتز شده با سایر روشها، به واسطه قابلیت بالقوه آنها در ساخت نانو دستگاههای الکترونیکی و الکترونوری، توجه زیادی را به خود جلب کرده اند.
- محققین با بررسی خواص الکتریکی نانوالیاف پلی آنیلین/PEO با قطر کمتر از ۱۰۰ نانومتر، متوجه شدند که این خاصیت به قطر نانوالیاف بستگی دارد.

http://edu.nano.ir

نتیجه گیری

- ✓ امروزه الکتروریسی قابلیت تولید انواع الیاف پلیمری آلی، سرامیکی و مواد کامپوزیتی با قطر قابل کنترل را دارد.
- ✓ الکتروریسی برای تولید مستقیم نانوالیاف با ساختار هسته-پوسته یا توخالی گسترش پیدا کرده است.
- ✓ تحقیقات در زمینه تولید ساختارهای ثانویه (متخلخل، هسته-پوسته و توخالی) نانوالیاف الکتروریسی شده، شیوه های جدیدی را برای طراحی الکترودهای پیشرفته، منبع کاتالیست و دستگاههای حسگر تامین می کند.
- ✓ نانوالیاف توخالی با سطح مقطع دایره ای، کانال ایده الی برای ساخت دستگاههای نانوسیال هستند.
- ✓ آنها همچنین به عنوان الگو برای تولید نانوساختارهای یک بعدی استفاده می شوند.

http://edu.nano.ir

مشارکت در توسعه سیستم جامع آموزش فناوری نانو

سیستم جامع آموزش فناوری نانو با مشارکت دانشجویان و علاقه مندان در مقاطع دکتری وکارشناسی ارشد گرایش های مختلف فناوری نانو و سایر رشته های مرتبط با این فناوری نوین در حال توسعه است. لذا از تمامی اساتید، دانشجویان، متخصصین و علاقه مندان تقاضا می گردد نظرات، پیشنهادات و انتقادات خود را به منظور توسعه هر چه بهتر این سیستم با سایت آموزش فناوری نانو در میان بگذارند.

Edu@nano.ir

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
کارگروه ترویج و فرهنگ سازی عمومی

پایان

Edu@nano.ir