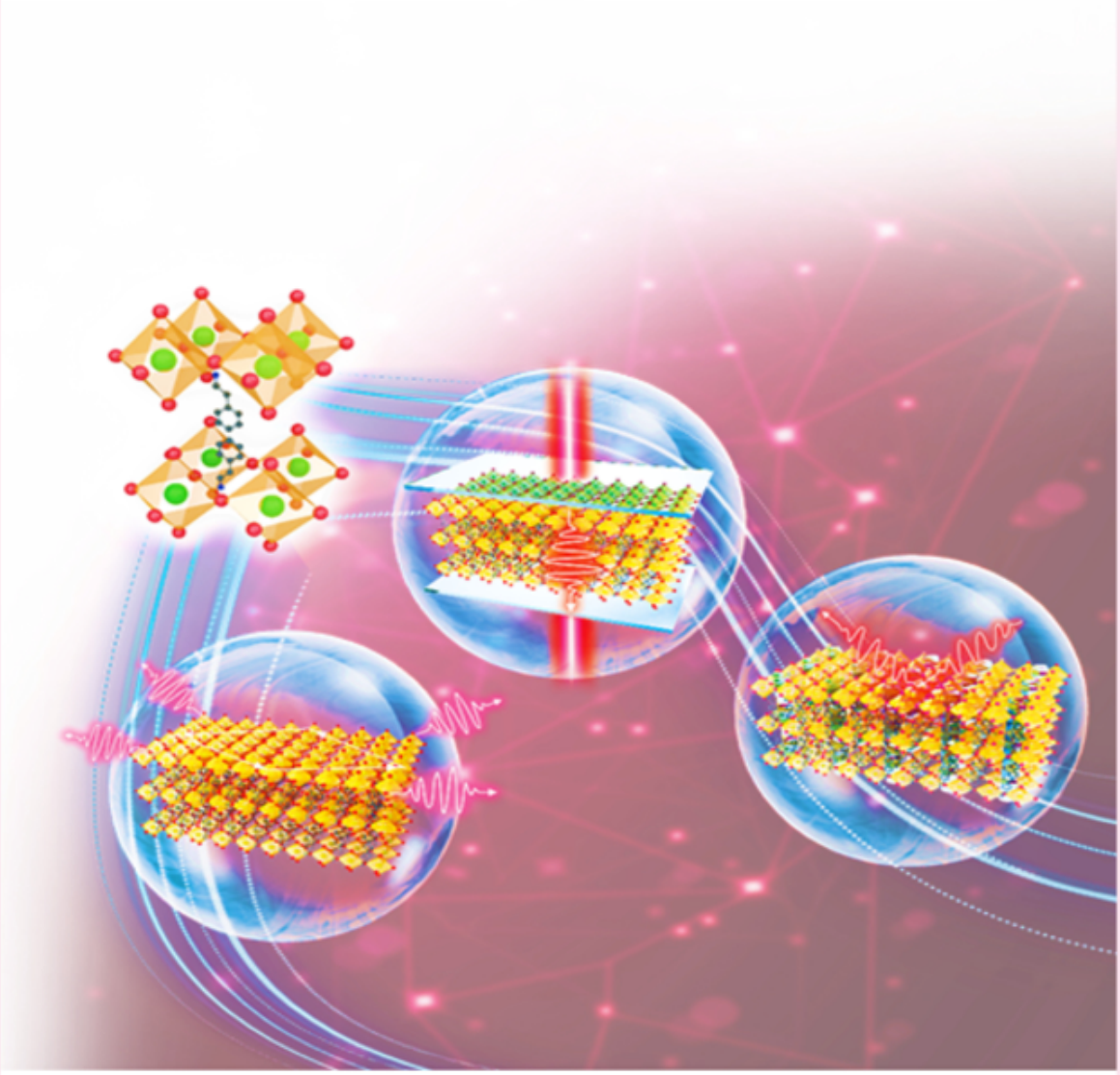
نانو ساختار های الکتریکی



نویسنده : دکتر افشین رشید

درباره نویسنده

نویسنده : افشین رشید

سطح علمی نویسنده : دکترای نانو _ میکرو الکترونیک

تارنما : www.electronic-tarfand.blog.ir

پست الکترونیک : afshinrashid342@gmail.com

Dr.afshin_rashid@yahoo.com

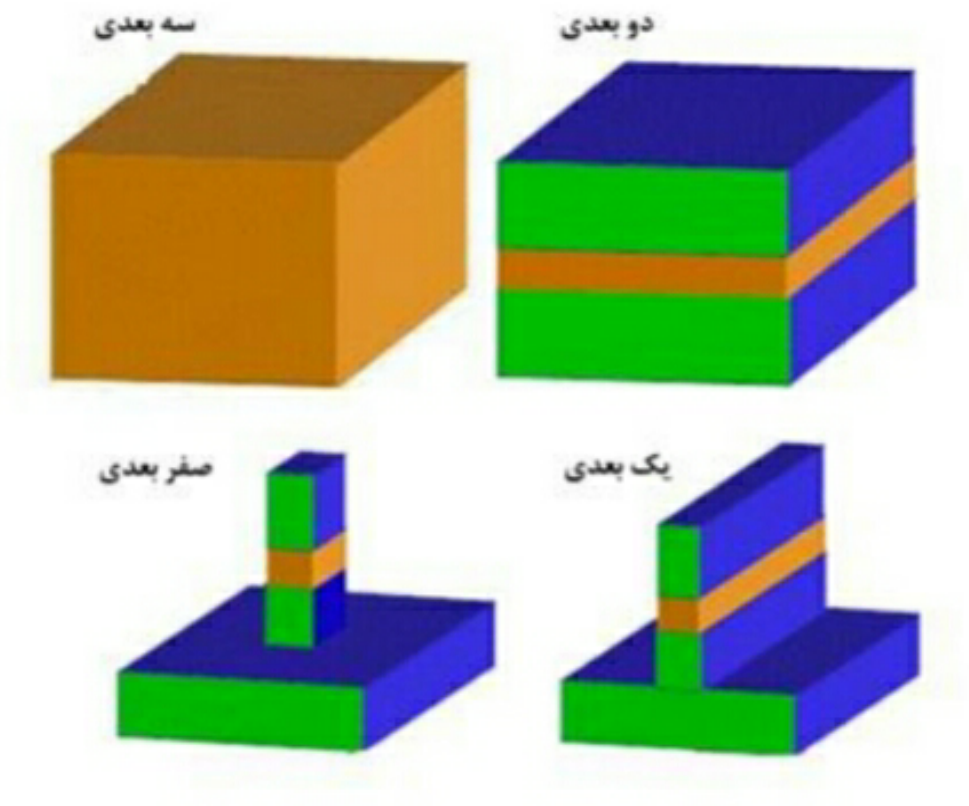
شماره تماس : 09198162769

پیشگفتار نویسنده کتاب دکتر افشین رشید

در ستایش علم الکترونیک همین بس که کاربردی ترین علوم در جوامع میباشد . و از یاد نبریم نانو _میکرو الکترونیک برترین گرایش علوم الکترونیک و کلید دستیابی به یک فناوری برتر در نیمه ی سَده پیش رو میباشد. شاید باور کردنی نباشد اما تغییر در حجم و بازطراحی مدار های الکترونیکی و مخابراتی بر پایه علوم نانو الکترونیک میتواند تا چند برابر کارایی و قدرت این عناصر الکترونیکی افزایش دهد. و از نظر پیشرفت علمی دست با تر در صنایع دریایی ؛ نظامی ؛ پزشکی ؛ الکترونیکی ؛ مخابنقط _ارتباطی ؛ به ارمغان آورد .

پایه اصلی نانو تکنولوژی بر استفاده از مواد است. هر ماده ای در فضا دارای سه بعد طول، عرض و ارتفاع است. اگر در ماده ای حداقل یکی از این سه بعد در محدوده نانومتری باشد به آن یک ماده، یک نانو ساختار گویند. در مورد محدوده نانومتری تعریف پذیرفته شده ای وجود ندارد اما یک تعریف مقبول تر محدوده ای بین یک تا صد نانومتر است.حتی با وجود ابعاد چند صد نانومتری در یک ماده، باز هم آن را یک نانو ساختار می نامند. در واقع تعریف ناحیه 1 تا 100 نانومتر برای داشتن یک تعریف و استاندارد است.این تقسیم بندی نانو مواد (نانو ساختار ها) یک تقسیم بندی ظاهری و بی ارزش نیست. این سه نوع نانو ساختار، هم از جهت سنتز و تولید، و هم از جهت خواص و کاربرد ها تفاوت های اساسی با هم دارند. به طور کلی خواص الکتریکی، نوری، مغناطیسی، سطحی و غیره این سه ساختار با یکدیگر تفاوت های اساسی دارند و بالطبع کاربرد هایشان نیز متفاوت است.از نانو ساختار های یک بعدی می‌توان برای ادوات الکترونیکی استفاده کرد در حالی که برای نانو مواد صفر بعدی و دو بعدی چنین کاربردی وجود ندارد. هر جرم و ماده ای که در دنیای فانی بوجود آمده دارای ابعاد مختلف فیزیکی ؛ شیمیایی؛ ساختاری؛ میباشد و این مهم در علوم نانو به خصوص نانو

الکترونیک برای بوجود آوردن ادوات و نانو مواد جدید nanoporuos بیشتر مورد توجه قرار گرفته است .



نانو مواد صفر بعدی (D1:)

موادی که در هر سه بعد دارای اندازه ی نانومتری می باشند و هیچ بعد آزادی ندارند. بر اساس برخی دسته بندی ها به این دسته از نانو ساختار ها، نانو ذرات نیز گفته می شود. عوامل تاثیرگذار بر خواص نانو ذرات، اندازه و جنس ذرات هستند. نانو ذرات کاربردهای مختلفی در صنایع مختلف مانند اتومبیل (ضد خش کردن بدنه، ضد بخار

کردن شیشه ها، الستیک های مقاوم و...(، پزشکی)ساخت دارو های جدید، تشخیص عالیم بیماری ها و ...(، تصفیه آب و فاض ب، الکترونیک، صنایع نظامی) و... دارند. نانو ذرات میتوانند بسته به کاربردشان در اشکال مختلف مانند کروی، بیضوی، مکعبی، منشوری، ستونی و... ساخته شوند. نانوذرات ممکن است از یک جزء تشکیل شده باشند یا اینکه ترکیبی از چند جزء ماده باشند. همچنین نانوذرات میتوانند به صورت خالص و یا ترکیبی از چند ماده مختلف باشند.

نانو مواد تک بعدی (D1 :)

نانو مواد تک بعدی دارای دو بعد در مقیاس نانو و یک بعد آزاد می باشند. نانو سیم ها، نانو میله ها، نانو لوله ها، نانو الیاف همگی جز مواد نانو ساختار تک بعدی می باشند. عوامل تاثیرگذار روی خواص نانو ساختارهای تک بعدی، جنس و نسبت طول به قطر(d/L)آن می باشند. مهم‌ترین وی‌ژگی نانو ساختارهای تک بعدی فلزی هدایت الکتریکی آنها در راستای محور سیم است. نانوسیم ها کاربرد های زیادی در بخش های مختلف مانند ساخت رایانه های بسیار کوچک با سرعت بسیار با ، ساخت لیزرهای بسیار کوچک، تشخیص بیماری ها، حافظه های مغناطیسی و ... دارند.

نانو سیم ها نیز می توانند به صورت خالص و یا ترکیبی از چند نوع ماده مختلف باشند.

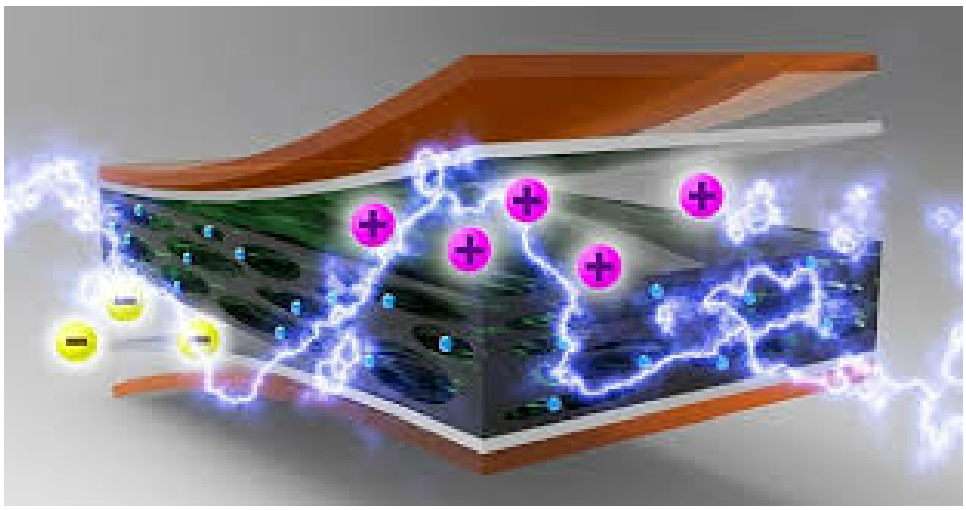
نانو مواد دو بعدی (D2:)

این مواد دارای دو بعد آزاد و یک بعد در مقیاس نانو می باشند. مواد با یک بعد در مقیاس نانو عمدتا شامل الیه های نازک(Films Thin) یا پوشش های سطحی می باشد. عوامل تاثیرگذار در خواص نانو پوشش ها، جنس و ضخامت آنها می باشد. برای مثال سلفون های نگه دارنده مواد غذایی یک نوع پوشش هستند. حال اگر ضخامت آنها در ابعاد نانو باشد، به آنها نانوپوشش گفته می شود. نانوپوشش ها الیه هایی با ضخامت 0 تا 011 نانو متر هستند که به صورت پوشش روی مواد دیگر قرار می گیرند و باعث تغییر خواص و ویژگی های آنها می شوند. الیه های نازک نیز می توانند به صورت خالص و یا ترکیبی از چند ماده مختلف باشند.

نانو مواد سه بعدی (D3:)

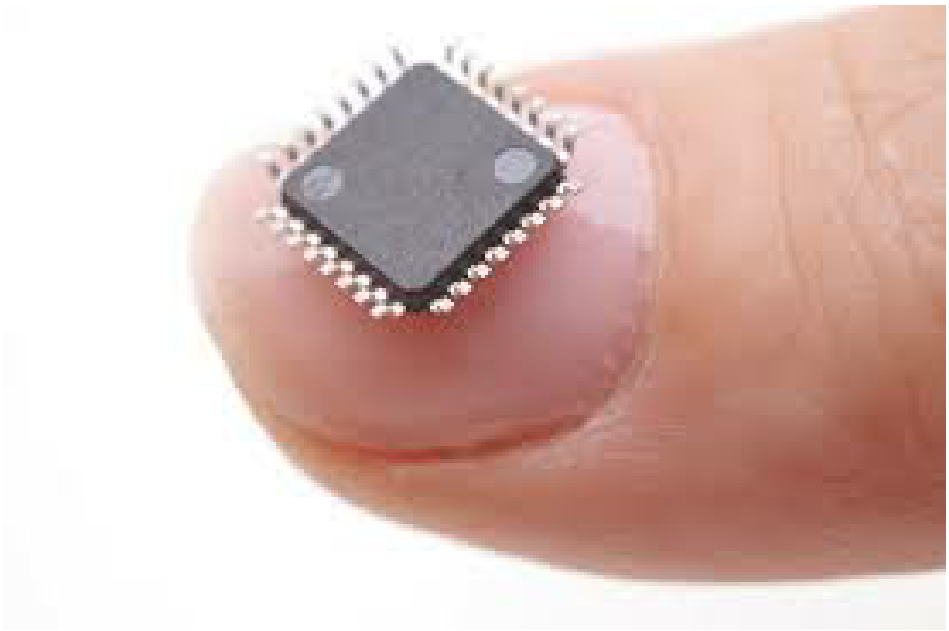
یعنی هر سه بعد آنها در مقیاس آزاد است. این تعریف با تعریف مواد نانو ساختار در تناقض است، زیرا هیچ یک از

سه بعد آن در مقیاس نانو نیست. این دسته شامل نانوکامپوزیت ها)مواد مرکبی که شامل چند ماده است(و مواد حجیم نانو ساختار)یا مواد تودهای نانوساختار(می باشد. مواد حجیم نانوساختار موادی هستند که اندازه واحدهای سازنده مجزای آنها حداقل در یک بعد کمتر از 011 نانومتر باشد. بعضی مواد یک سری خواص را ندارند. برای مثال پالستیک خاصیت رسانایی الکتریکی ندارد. اما اگر ماده ای همانند ذرات فازی که خاصیت رسانایی دارند را به آن اضافه کنیم، ماده مخلوط تولید شده میتواند خاصیت رسانایی داشته باشد. به این مواد کامپوزیت یا ماده مرکب گفته میشود. ماده مرکب ممکن است از بیش از دو ماده تشکیل شده باشد که هر یک از مواد اضافه شده میتواند قابلیت تقویت یکی از خواص را داشته باشد. در صورتی که حداقل یکی از اجزای کامپوزیت نانو ساختار باشد، به آن نانو کامپوزیت میگوییم. به عنوان مثال میتوان رسانایی پلیمرها را با استفاده از نانو لوله های کربنی افزایش داد.



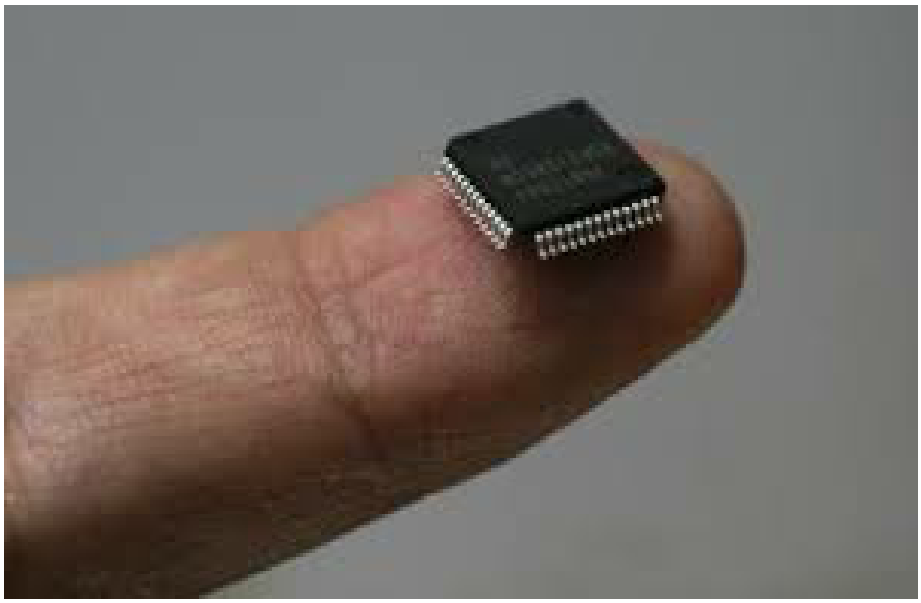
بین روش های رایج تولید نانو ساختار ها کشش، قالب، جدایش فازی، خودآرایی و الکتروریسی الکتروریسی مزایای زیادی از قبیل سهولت تولید، امکان صنعتی شدن، قابلیت کنترل ابعاد مواد اولیه نانو چیپ ها و نانو ترانزیستورها تکرار پذیری دارد. مواد تشکیل دهنده بیشتر چیپ ها و نانو چیپ ها سیلیکون میباشد . با اعمال ولتاژ مناسب (ولتاژ آستانه) به محلول سیلیکونی، نیروی دافعه بر کشش سطحی سیلیکون غلبه کرده و جت تشکیل می شود. با تبخیر ح ل از جت، تغییر فاز مایع به جامد صورت گرفته و نانو مواد اولیه چیپ ها تشکیل می شود. پارامترهای زیادی بر مشخصه نانو ساختار ها تولید شده با این روش تاثیرگذار است، مهمترین پارمترهای تاثیرگذار عبارتند از فاصله بین سوزن و جمع کننده، ولتاژ اعمالی، نرخ جریان و غلظت محلول سیلیکونی ؛ با تغییر این پارامترها می توان به ابعاد بهینه نانو چیپ ها دست یافت. قطر نانو ساختار ها با نرخ جریان و فاصله رابطه خطی و با پتانسیل و غلظت محلول سیلیکونی در تولید نانو چیپ ها و نانو ترانزیستورها رابطه غیرخطی دارد. با افزایش فاصله و پتانسیل الکتریکی، قطر نانو ساختار ها کاهش و با افزایش نرخ جریان و پتانسیل الکتریکی، افزایش می یابد. در تولید قالب نانو چیپ ها و نانو ترانزیستور زمانی که نیروی

دافعه بر کشش سطحی غلبه می کند، میدان الکتریکی به یک مقدار بحرانی یا آستانه می رسد. در ابتدا جت در الگوی خطی حرکت کرده سپس به آرامی از الگوی خطی دور شده و شکل پیچیده ای را در طول مسیر به سمت جمع کننده تشکیل می دهد. ساختار و ساختمان تولید نانو چیپ ها و نانو ترانزیستور ها و طول جت متناسب با ولتاژ اعمالی است. ساختار نانو مخروط تیلور با تغییر قدرت میدان و متعاقبا (دانسیته بار جت) ، از محدب به مقعر تغییر می کند.



نانو ترانزیستور یکی از مهمترین قطعات الکتریکی نانو است که وظایفی مثل تقویت کنندگی مدار، منبع تغذیه و ... را دارد. و در ساختار و ساختمان داخلی چیپ ها و نانو چیپ ها مورد استفاده قرار میگیرد .کوچک شدن اجزا در سیستمها و مدارهای میکروالکترونیک باعث رشد چشمگیر

این صنعت در سالهای اخیر شده است. سرعت رشد این صنعت به حدی است که با کوچکتر شدن اجزا، تعداد ترانزیستورهای موجود در واحد سطح هر تراشه نیمه هادی و نانو چیپ ها افزایش یافته است.



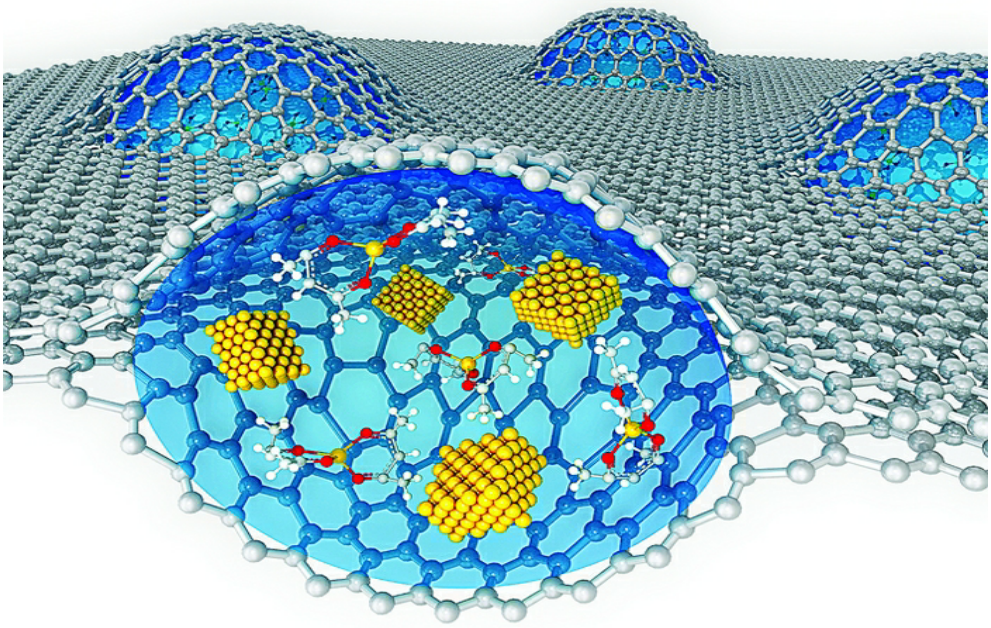
کوچک شدن ابعاد این اجزا میتواند باعث کاهش مصرف مواد اولیه و انرژی، کاهش قیمت تمام شده این قطعات و افزایش سرعت و بازدهی آنها گردد. بنابراین ساخت و توسعه ابزار الکترونیک با ابعاد کوچکتر و سرعت و بازدهی بیشتر روز به روز اهمیت بیشتری پیدا کرده است. روش لیتوگرافی یکی از روشهای متداول برای ساخت مدارهای الکترونیکی است. با کمک این روش میتوان ساختارهایی با دقت و ابعاد 01 نانومتری ساخت. پیداکردن تکنیکهایی که با کمک آنها بتوان از این روش برای تولید صنعتی این قطعات (نانو چیپ ها و میکرو چیپ ها) استفاده نمود.نانو

ساختار DND نمونه ای از تکثیر سیم های فعال برای تولید آن مانند پلیمرها مشکلی وجود ندارد فقط باید خواص آن مورد بررسی قرار گیرد تا متوجه چگونگی تغییرات آن شد.

برای این منظور به ذکر مثالی پرداخته میشود:

به منظور استفاده از DND برای محاسبه جریان بر حسب ولتاژ، یک فاصله 8 نانو متری بین دو الکترود فلز مفروض میشود، پس با اعمال یک ولتاژ میتوان جریان را محاسبه کرد. نکته ای که از واکنش برداشت میشود این است که نمودار جریان بر حسب ولتاژ نموداری نامتقارن است، یعنی اینکه جریان برای ولتاژی به طور مثال بین 1 -و 2 ولت اجازه عبور ندارد درحالی که برای 2 -و 1 -جریان میتواند عبور کند و این یعنی اینکه DND میتواند عملیکسوسازی را انجام دهد. در مورد هدایت از داخل DNA سه نظریه مد نظر است، یکی اینکه DND یک نیمه هادی با گاف خیلی بزرگ است. دیگر اینکه DND یک نیمه هادی با گافکوچک و نیز اینکه DND دارای خاصیت فلزی است. موضوع در اصل این است که DND ماده بسیار پیچیدهای است که شرایط محیطی به شکل بسیار زیادی میتواند بر روی خواص آن تاثیر بگذارد یکی از این شرایط محیطی موثر حضورآب است، DND هایی که در محیط خشک باشد با DND هایی که در محیط مرطوب باشد بسیار متفاوت است. لذا با توجه به شرایط محلی حاکم بر DND نمیتوان یک نتیجه

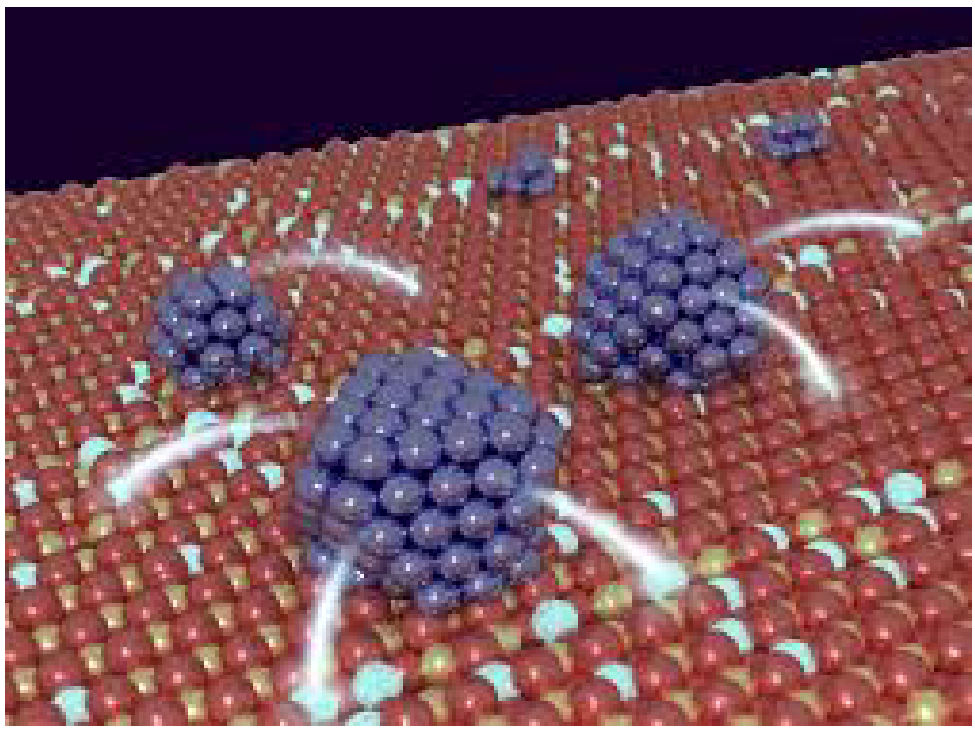
قطعی در مورد اینکه DND فلز است یا نیمه فلز بیان کرد اما آنچه که مسلم است این است که DND یک نیمههادی با گاف بزرگ است. در حالت عادی یونهایی وجود دارد که با دستکاری آنها میتوان خواص هدایتی DND را تغییر داد یعنی میتوان امید داشت که با افزودن یونهایی بتوان حتی آن را به فلز تبدیل کردیک نکته جالب دیگر این است که میتوان از DND به عنوان قالب استفاده کرد و در مکانهای مشخصی روی DND سری فلزات را قرار داد تا یک سیم فلزی دور DND ایجاد شود. دراین حالت DND به عنوان قالبی برای پایدار نگه داشتن سیم مورد نظر استفاده قرار گیرد.



بررسی پایداری DND با توجه به شرایط محلی حاکم بر سیستم نیز امکانپذیر است. هدایت DND در دو مسیر

مشخص صورت میگیرد. وقتی DND را به عنوان هدایت کننده جریان درنظر گرفته شده یک بار میتواند در جهت موازی محورش جریان را عبور دهد و یک بار نیز میتواند عمود بر محورش جریان را عبور دهد، حال برای هدایت در جهت عمود بر محور میتوان اینگونه فرض کرد که وقتی نوک STM مولکول نانو لوله های کربنی در بالایDND قرار میگیرد جریان به شکل عمود از جفتهای بازی که وجود دارد وارد نوک STM میشود این کار میتواند هم به عنوان آزمایشی برای دیدن تصویر DND و هم برای اندازه گیری عبور جریان جفتهای بازی به کار رود ومیتوان بدین شکل رسانش AT و CG (جفتهای بازهایی که در مارپیچ DND وجود دارند) را محاسبه کرد. DND میتواند یک ابزار در تولید محصو ت نانوالکترونیک کاربردهای فراوانی داشته باشد، با توجه به اینکه DND به طور طبیعی در طبیعت و سلولهای موجودات زنده وجود دارد میتوان از آن در تولید دیگر ادوات نانو تکنولوژی همانند نانو موتور ها سود جست. کنترل و پایداری DND نیز با توجه به خواص ذاتی و محلی آن امکانپذیر بوده و جای تامل و بحث دارد. بر اساس یک رابطه بین مکانیک Si / Cu مدلسازی نانو ذرات مولکولی و مکانیک جامدات، یک مدل انرژی-معادل برای خواص مکانیکی و ساختار نانو مولکولی یه اسپاترنیگ مواد به کار گرفته میشود .

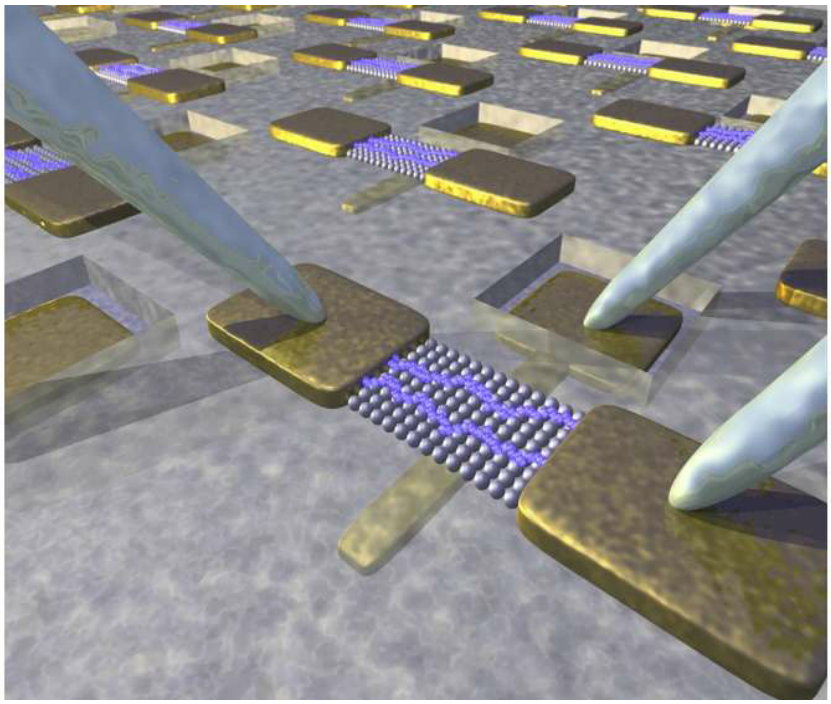
در فناوری نانو الکترونیک برای انجام اینگونه فرآیندها باید در از پارامترها و سیستمهای خاص استفاده کرد. مثلا فرآیند فلز نشانی استفاده از فلز مس بجای فلز رایج آلومینیوم برای اتصا ت درونی بین قطعات مختلف عملی در Si در زیر Cu اجتناب ناپذیر است. اما نفوذ سریع اتمهای عملیات حرارتی منجر به تشکیل یه سلیساید مس و در نهایت سبب تخریب قطعه الکترونیکی میشود. برای رفع این و Ta از یک یه میانی از مواد دیرگذار مانند ًمشکل معمول به عنوان سد نفوذی برای بهبود پایداری حرارتی Mo یا w نقطه ،ذوب نقطه همانند ذرات نانو ماکروسکوپی لاخواص قدر به که ای نمونه طریق از ،الکتریکی رسانایی و جوش بزرگ آزمایشگاهی معمول شرایط در گیری اندازه برای کافی ،است



خصوصیت های نانو ساختارها نیز به نوبه ی خود اصالت خصوصیات های نانو ساختار و زمینه های احتمالی کارکرد آن ها را مشخص می نماید.بازه ی 1 تا 1000nm را به عنوان محدوده ی نانو ساختارها معرفی میشود ،وی‌ژگی مهم نانو ساختار ها کنترل فرآیند های خود سازمان است. بازه ی تغییر فعالیت نانو ساختار به ماهیت و شکل نانو ساختار بستگی دارد. با این حال، اگر انرژی میدان نانو ذره با انرژی پرتودهی الکترو مغناطیسی قابل قیاس باشد و اگر در محدوده ی معین طول موج با رخداد واکنش های شیمیایی در مواد تحت پرتودهی تغییرات چشمگیر ایجاد گردد فعالیت نانو ذره ها تا اندازه ی 100nm چشمگیر خواهد بود.اتم های سطح نانو ساختارها از لحاظ انرژی جبران نشده اند. بطور کلی، رشد انرژی نانو ذره را می توان بصورت انرژی کل اتم های سطح ذره بیان نمود. در سطح ذرات نانو ساختار ها آزادی جنبش اتم های سطح محدود است و تنها جنبش های ارتعاشی و حرکت الکترون ها امکان پذیر می باشد. این دو نوع جنبشی به یکدیگر وابسته اند چون جابجایی ابرهای الکترونی اتم ها بطور حتم بسامدهای ارتعاشی پیوندهای اتم ها را تغییر می دهد. از طرف دیگر، تغییر مکان الکترون های ظرفیت در پیوندها قطبیت پیوند و اجسام موسوم به ابر مولکول را تغییر می دهد در این صورت انتقال الکترون به سطح انرژی با تر

امکان پذیر می شود.اهمیت مقیاس نانو در تغییر خواص و خصوصیات مواد در این ابعاد است. خواصی مانند رسانایی الکتریکی، خواص الکترو مغناطیسی و غیره. شروع تغییر خواص مواد با کوچکسازی آن بیش از هر چیز به نوع ماده و خاصیت مورد نظر بستگی دارد. به عنوان مثال با کوچک شدن ابعاد یک ماده، عموما برخی از خواص الکترو مغناطیسی نانو مولکولی مواد مانند رسانایی ذرات نانو در مواد بهبود مییابد. این افزایش استحکام تنها در محدوده چند نانومتر اتفاق نمیافتد و ممکن است استحکام مادهای چند ده و حتی صد نانومتری نیز بسیار بیشتر از ماده توده ای بزرگ مقیاس باشد. از طرفی تغییر برخی خواص همانند رسانایی در نانو ترانزیستور ها و خواص الکترومغناطیسی در نانو سیم ها ممکن است در ابعاد تنها چند نانومتر رخ دهد.خود تجمعی (نانو ذرات) در نانو ساختار ها یک فرآیند خودبخودی است که با استفاده از آن نانو مولکولها / نانو فازها به عملکرد سازمان یافته تبدیل می شوند. دو نوع مهم از نانو ساختار ها نانو ذرات رسانا (ذرات ریز ساختار، اغلب مواد نیمه رسانا) هستند. نانو ذرات خود تجمعی ساخته شده از نیمه هادی ها بسته به اندازه مقیاس آنها نانو ساختار ها را تغییر می دهند. نانو ساختار ها میتوانند مقادیر زیادی از جریان الکتریکی را انتقال دهند ، بسیار بیشتر از نانو سیم ها و نانو نوار

های گرافنی به طور کلی خود تجمعی در نانو ساختار ها سبب افزایش برهمکنش نانو الکترو مغناطیسی (نانو ذرات) در نانو مواد رسانا و نیمه هادی ها میشود.



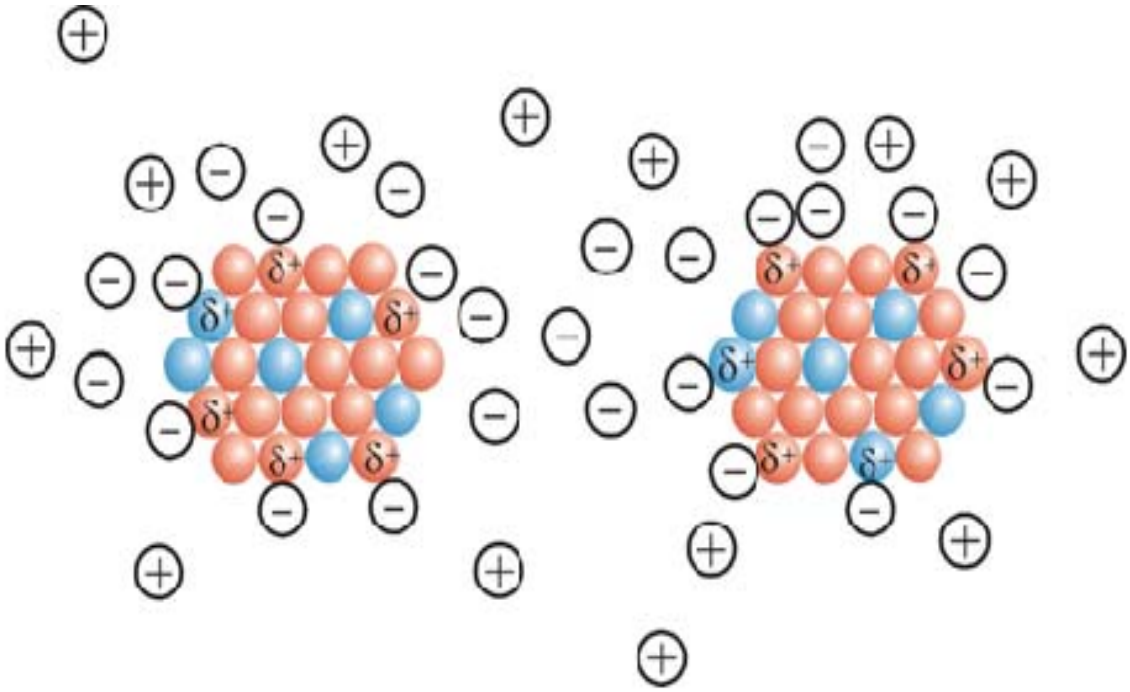
نانو ذرات یا Nanoparticle در خوشه های فلز و فلز اکسید و نانو کامپوزیت های فلز/ کربن برعکس نانو ساختارهای کربن سهم)ء وه بر پیوندهای فلزی و کووالانسی(مهمی در پیوندهای کئوردینانسی) دارند که موجب خود سازمان یابی سیستم آن ها می شود. در عین حال، پیوندهای مذکور می توانند تغییر ساختار الکترونی فلزات d را افزایش دهند و در نتیجه تعداد الکترون های منفرد و تعداد گشتاور مغناطیسی اتم را افزایش دهند.در ساخت و تکثیر ادوات نانو نتایج رشد انرژی نانو ذره را می توان بصورت انرژی

کل اتم های سطح ذره بیان نمود. بدیهی است که آزادی جنبش اتم های سطح محدود است و تنها جنبش های ارتعاشی و حرکت الکترون ها امکان پذیر می باشد. این دو شکل جنبشی به یکدیگر وابسته اند چون جابجایی ابرهای الکترونی اتم ها بطور حتم بسامدهای ارتعاشی پیوندهای اتم ها را تغییر می دهد. از طرف دیگر، تغییر مکان الکترون های ظرفیت در پیوندها قطبیت پیوند و اجسام موسوم به ابر مولکول را تغییر می دهد در این صورت انتقال الکترون به سطح انرژی با تر امکان پذیر می شود.از این لحاظ، نانو ساختارهای فلز/ کربن جالب ترین گونه های مورد بررسی هستند. در این نانو ساختارها خوشه های فلزی با پاکت کربنی که آن ها را از محیط محافظت می نمایند تعامل دارند و به این دلیل این نانو ساختارها را نانو کامپوزیت های فلز/ کربن می نامند. کاربرد نانو ذره های فلز/ کربن به شکل سوسپانسیون های ریز و سول ها در حد واسط های معین برای تثبیت مواد پلیمری آلی و معدنی به رزونانس پارامغناطیسی الکترون بستگی دارد ، این امکان وجود دارد که این ادوات را با رنگ ها، اندازه ها و خواص مختلف رشد داد.بررسی ساختار شکاف باند این ادوات ء وه بر معرفی روشی در مورد عملکرد سیستم های یک بعدی، امکان بهبود خواص نانو _ میکرو الکتریکی قطعات الکترونیکی را مهیا ساخته است.ادوات مبتنی بر مواد آلی

به دلیل پیوندهای سست بین ملکولی در قسمت های ایجاد شده از آنها، تا حد زیادی به لحاظ مکانیکی، می توانند انعطاف پذیر باشند. برعکس این مواد آلی، مواد معدنی مانند سیلیکن، ژرمانیوم و گالیوم آرسنایدتنها در انواع کریستالی قابلیات استفاده در ساختار ادوات الکترونیکی را دارند که در این حالت نیز پیوندهای الکترونی، انعطاف پذیری را در آنها غیر ممکن می سازد.در مورد نانو ساختارهای حلقوی میتوان از اثرهای رسانایی نام برد. یکی از مهمترین سامانه های حلقوی گرافین است که در مادهٔ چگال نخستین ساختار دوبعدی پایدار شناخته میشود. پیدایش گرافین تأثیر زیادی در پیشرفت الکترونیک مولکولی داشته است.با این حال به دلیل فقدان گاف در طیف انرژی آن، کنترل دقیق رفتار رسانشی آن با مشکل مواجه است. راه حل ممکن برای رهایی از این تنگنا، محدود کردن گرافین در یک بعد و ایجاد نانو نوارهای گرافینی است که یک گاف در طیف انرژی ایجاد میکند. اندازهٔ این گاف با عرض و دستگردی ساختار قابل کنترل خواهد بود و با توجه به ساختار نانو نوارها که از حلقه های گرافن تشکیل شده اند، میتوان اثر رسانش الکتریکی آنها را با شار مغناطیسی گذرنده از حلقه های نانو لوله ها کنترل کرد.اگر عرض نانو نوار باریک گرافن باریک تغییر کند ، در این حالت از هفت تا نه اتم ، در گذار یک منطقه به خصوص

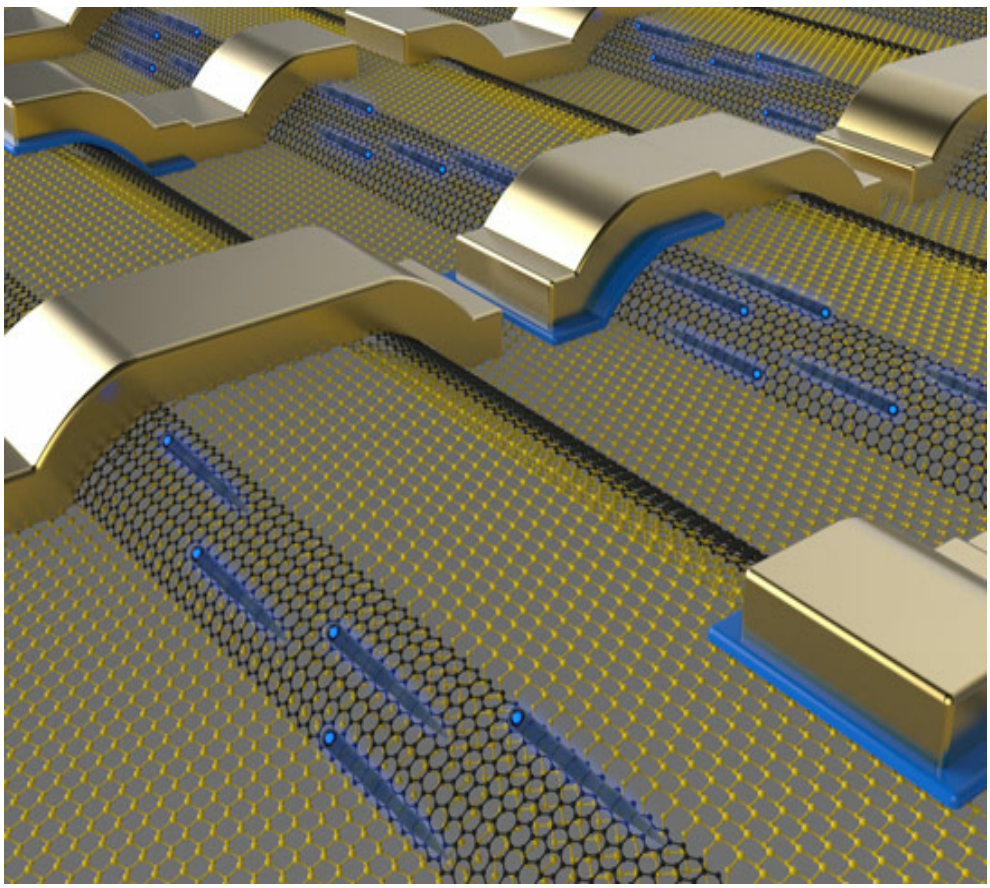
ایجاد می شود، زیرا خصوصیات الکترونیکی دو ناحیه با یک روش خاص ، به روش توپولوژیکی ، متفاوت " محافظت می شود. "و بنابراین ، حالت کوانتومی جدید بسیار قوی در منطقه انتقال ایجاد می شود. این حالت کوانتومی الکترونیکی محلی اکنون می تواند به عنوان یک خصوصیات اصلی برای تولید نیمه هادی ها ، فلزات یا عایق های خاص - و احتما ً حتی به عنوان یک خصوصیات در نانو الکترونیک مورد استفاده قرار گیرد.بر اساس این زنجیره های کوانتومی رمان یا Roman ، اثر های رسانایی سامانه های حلقوی گرافین (Nano graphene tape) در نانو لوله های تک یه CNT و CNTs با هدایت الکتریکی با می توانند ساخته شوند .مقاومت الکترون به دلیل پراکندگی مرز دانه و پراکندگی دیواره جانبی الکترونها افزایش می یابد. افزایش گرمایش ژول و قابلیت حمل کم جریان اتصال در ابعاد نانو در مقیاس ، و به دلیل خاصیت الکتریکی قابل توجه و سایر خواص آن ، گرافن به یک کاندیدای قابل اعتماد برای اتصا ت نسل بعدی تبدیل می شود. گرافن کمترین ماده مقاومت با چگالی جریان با ، میانگین بزرگ مسیری آزاد و تحرک زیاد الکترونی است. برای اجرای عملی ، ورق گرافن با باریک باریک یا نانو ریبن گرافن (GNR) مناسب ترین ماده اتصال است. با این حال ، ساختار هندسی در مقایسه با اثر های رسانایی سامانه های حلقوی

گرافین (Nano graphene tape) در نانو لوله های تک یه CNT و CNTs ، خاصیت نانو الکتریکی را به میزان کمی تغییر می دهد.



در فناوری نانو الکترونیک برای انجام اینگونه فرآیندها باید از پارامترها و سیستمهای خاص استفاده کرد. به خصوص در فرآیند فلز نشانی استفاده از فلز مس بجای فلز رایج آلومینیوم برای ارتباط درونی بین قطعات مختلف عملی اجتناب ناپذیر است. اما نفوذ سریع اتمهای Cu در زیر Si در عملیات حرارتی منجر به تشکیل یه سلیساید مس و در نهایت سبب تخریب قطعه الکترونیکی میشود. برای رفع این

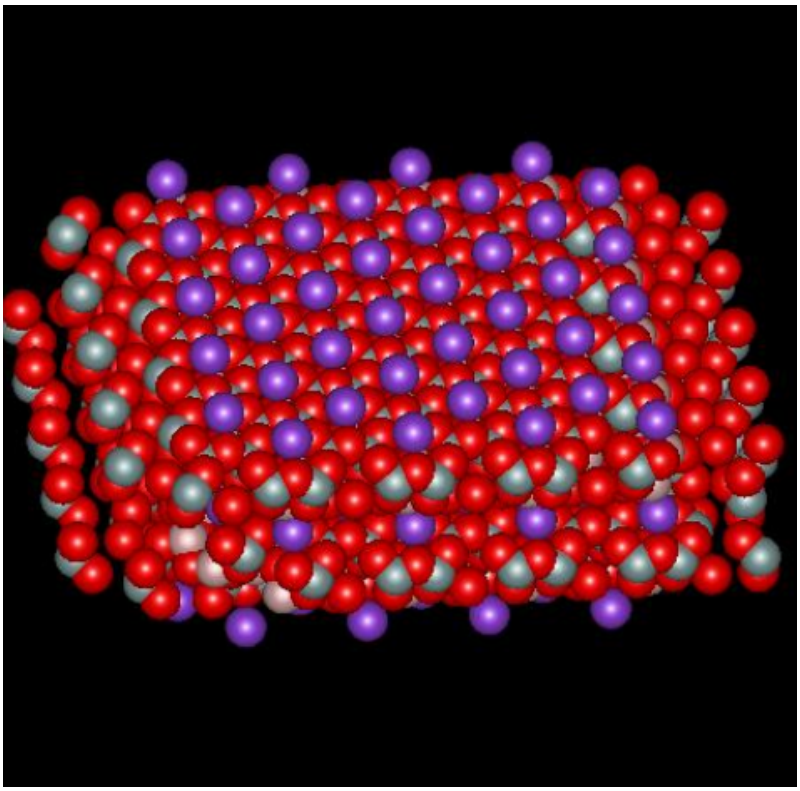
مشکل مخصوص از یک یه میانی از مواد دیرگذار مانند Ta و w یا Mo به عنوان سد نفوذی برای بهبود پایداری حرارتی یه Si / Cu استفاده میکنند.در مشخصه یابی نانو ذرات و سیستمهای چند یه ای Si /Ta/Cu تأثیر ولتاژ بایاس منفی بر بهبود خواص الکتریکی و ساختاری سد نفوذی یه اسپاترنیگ Taدر سیستم Si/Ta وجود دارد. فرآیندهایی سطح زیر یه Si از جمله سوزش توسط فناوری نانو الکترونیک و باریکه یونی صورت میگیرد. این گونه از مدارهای مجتمع با خصوصیات منحصر به فرد خود در مقیاس نانومتری کاربرد های متنوعی از سیستمهای مزوسکوپیک دارند.



خواص ماکروسکوپی نانو ذرات همانند نقطه ذوب، نقطه جوش و رسانایی الکتریکی، از طریق نمونه ای که به قدر کافی برای اندازه گیری در شرایط معمول آزمایشگاهی بزرگ است، صورت میپذیرد. هنگامی که نقطه ذوب یک نانو مولکول اندازهگیری میشود، در حقیقت رفتار تعداد بسیار زیادی از مولکولهای نانو ذرات مورد بررسی قرار میگیرد و این امر برای تمامی مواد درست نیست؛ هنگامی که اندازه مواد کاهش یافته و به ابعاد نانومتری میرسد، ممکن است رفتار و خصوصیات نسبی متفاوتی نسبت به همان ماده در ابعاد بزرگ دیده شود.خواص نانو مواد و نانو ذرات میتواند وابسته به اندازه آن باشد. این واقعیت میتواند با این حقیقت شناخته شده که خواص مواد) جامد، مایع و گاز(تنها به اتمها و مولکولهای تشکیل دهندهی ماده و نوع پیوند آنها و یا به چیدمان اتمها مرتبط است، تناقض داشته باشد. این امر در ابعاد ماکرو و میکرو صادق است. ولی همه چیز در ابعاد نانو تغییر یافته که در نتیجه ی آن خواص مواد ممکن است دستخوش تغییرات اساسی گردد. نانو سنسور های گرافنی گازی Nano graphen sensor خواص نوری، و نانو الکترونیکی منحصر به فرد این نانو ساختارها موجب شده تا برای توسعه ابزارهای کوچک، نظیر حسگرهای کم مصرف از این نانو مواد استفاده کنند. نانومواد گرافنی از نقطه نظر استفاده در حسگری گازی،

دیگر نانومواد را تهدید می‌کنند.حسگری گازی با (نانو مواد) حسگرهای الکترونیکی پایدار، حساس و ساده که بتواند مقادیر بس-یار کم از گازها را شناسایی کند، از چنین حس-گرهایی میتوان برای شناسایی مواد زیستی یا عوامل شیمیایی خطرناک استفاده کرد، در میان تمام نانو مواد، نانو مواد کربنی (گرافنی) گزینه بسیار مناسبی برای این کار هس‌تند. نانو مواد کربنی به دلیل خصوصیات ذاتی خود، دارای پتان‌سیل زیادب بعد کم، دارای مساحت برای تولید حسگر های خودکار هستند. ساختارهای کربنی دارای سطحی زیادی بوده که برای حسگری بسیار ایده آل است. بر عکس مواد چند بلوری نظیر عددی فاقد مرز دانه بوده که این خصوصیات موجب اکسیدهای فلزی، مواد کربنی که موج بپایداری دراز مدت حسگر میشود. برخی مواد کربنی، نظیر نانولوله کربنی و گرافن دارای نانو شبکه بلوری با کیفیت زیادی هستند، بنابراین حاملین بار در این ساختارها با سرعت با حرکت میکنند در حالی که نویز کمی ایجاد میکنند.از آنجایی که این دو عامل نقش بسیار مهمی برای ایجاد خواص هدایت دارد، اما کنترل و چند بعدی و ساختار بلوری با کیفیت با ساده تر است. خواص الکترو مغناطیسی نانو لوله های کربنی(گرافنی) موجب شده تا این مواد را بتوان در ادوات الکترونیکی انعطافپذیر مانند نانو سنسور گرافنی گازی Nano graphen sensor استفاده کرد.

انرژی مصرفی کم ادوات مبتنی بر نانو لوله کربنی باعث شده تا این ادوات بتوانند به صورت مستقل و بی نیاز از عامل شارژ کننده خارجی کار کنند. حرکت سیگنالهای الکترونیکی در محیط شیمیایی نسبت به روش های نوری از مزیتهایی برخوردار است.در ساخت حسگرها گرافن به عنوان یکی از آلوتروپ‌های جدید کربن، در حال سبقت گرفتن از نانو لوله های کربنی در ساخت حسگرها است. اما نانو مواد کربنی تنها محدود به گرافن و نانو لوله نیستند.



لیتوگرافی پرتو الکترونی امکان کنترل دقیق وی‌ژگی های نانو ساختار را فراهم می کند که اساس نانو تکنولوژی های مختلف را تشکیل می دهند. گروه ساخت و اندازه گیری

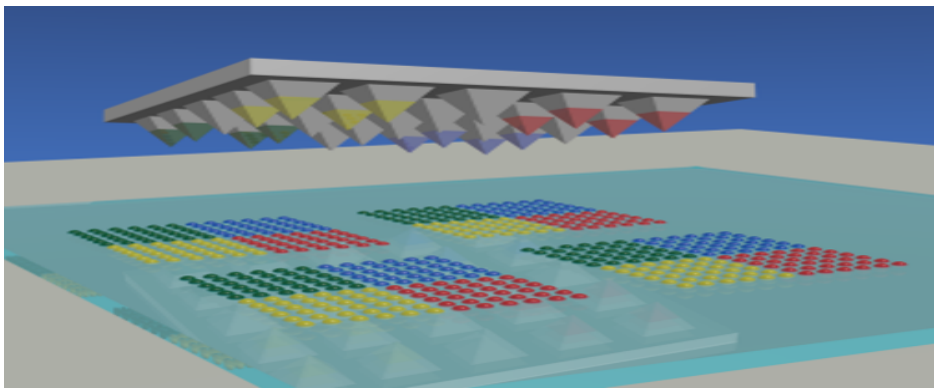
ساختار نانو دقت لیتوگرافی را در مقیاس نانومتر پیش می برد و فرآیند هایی را برای ساخت دستگاه ها و استانداردهای نوآورانه در حوزه های فیزیکی اعم از فوتونی تا سیال ایجاد می کند.نانو لیتوگرافی پرتو الکترونی امکان کنترل دقیق خصوصیات های نانو ساختار را فراهم می کند که اساس فناوری های مختلف دستگاه را تشکیل می دهند. وضوح جانبی 10 نانومتر ، دقت قرارگیری 1 نانومتر و زمینه های الگوسازی 1 میلی متر همه امکان پذیر است. با این حال ، دستیابی به این معیارهای عملکرد به عوامل وابسته به هم وابسته است که مخصوص نمونه است-تعریف و شکست الگو ، مواد بستر و ماسک ، فرآیندهای قبل از قرار گرفتن در معرض و پس از قرار گرفتن در معرض ، تعریف خصوصیات ترازو همچنین ، به طور مهم ، جزئیات عملکرد سیستم لیتوگرافی میباشد.به عنوان یک قابلیت اصلی ، و فرآیندهایی را توسعه که در محدوده لیتوگرافی پرتو الکترونی معمولی یا نزدیک به آن هستند تا دستگاه های مقیاس نانو و علم اندازه گیری را در زمینه های مختلف پیش ببرند ، مانند: شانه های فرکانسی در مقیاس تراشه برای حفظ زمان دقیق. اپتیک های غیر خطی یکپارچه برای طول موج و تبدیل فرکانس کوانتومی. و سیستم های نوری مکانیکی و میکرو/نانو الکترومکانیکی روی حفره برای مطالعات سنجش ، انتقال و

دینامیک غیر خطی ؛ مدار های یکپارچه فوتونیک کوانتومی با منابع نوری غیر خطی و کوانتومی برای ارتباط کوانتومی. سطوح فرابنفش تا مادون قرمز برای به دام انداختن و کاوش اتمها و یونها ، قطبیت سنجی ، تصویر برداری و شکل دهی پالس لیزری فوق سریع فضایی -زمانی. استاندارد های میکروسکوپ نوری برای تنظیم انحراف و برای پیشبرد قابلیتهای اساسی در لیتوگرافی پرتو الکترونی ، و در حال توسعه روشهایی برای کنترل ، اندازه گیری و درک بهتر فرآیندهای ساخت میباشد. برای کاهش مانع ورود لیتوگرافی پرتو الکترونی و بهبود کنترل دقت الگو ، جعبه ابزار نانولیتوگرافی نیز کاربرد دارد، برای بهبود جایگذاری الگو ، از لیتوگرافی پرتو الکترونی برای استانداردهای الگو برای میکروسکوپ همبستگی نیروی اتمی و میکروسکوپ نوری با وضوح فوق العاده استفاده می شود ، با محلی سازی دقیق با توان عملیاتی با و مشخصه سازی و بهینه سازی پارامترهای فرآیند. چنین اندازه گیری هایی یک حلقه بازخورد مثبت برای ساخت و اندازه گیری نانو ساختار ها ایجاد می کند.توانایی تولید ریز و نانو ساختار های وسیع در سطوح غیر مسطح برای بسیاری از کاربردها مانند اپتیک ، اُپتو الکترونیک ، نانو فُوتونیک ، فناوری تصویربرداری ، NEMS و ریز ادوات مهم است. با این حال ، ایجاد نانو ساختار های بزرگ در سطوح

منحنی یا غیر مسطح با استفاده از روش های الگوسازی موجود بسیار دشوار است. اضافه بر این ، انواع فناوری های نانو الگوی فعلی مانند لیتوگرافی پرتو الکترونی ، لیتوگرافی نوری ، لیتوگرافی تداخلی (IL) و غیره ، نمی توانند با تمام تقاضا های کاربردی کاربرد های صنعتی از نظر وضوح با ، توان با ، هزینه کم کنار بیایند. ، مساحت بزرگ و اُلگو های روی سطح غیر مسطح و خمیده. بنابراین ، فناوری جدید تولید نانو با حجم با به شدت نیاز به بهره برداری و توسعه دارد تا نیازهای فوق العاده بازار های رو به رشد را برآورده کند.لیتوگرافی نانو الکترونیکی در حال حاضر به عنوان یک روش نانو الگوی امیدوار کننده با هزینه کم ، توان با و وضوح با در نظر گرفته شده است ، به خصوص برای تولید الگو های مقیاس کوچک/نانو در مقیاس بزرگ و ساختار های پیچیده سه بعدی و همچنین جنبه های با خصوصیات های نسبت با توجه به این مزایای برجسته نیز به وجود آورده است. تبدیل ساختار های نوری در ترکیب با ساخت وسعت وسیع به یک روش موثرتر در این زمینه تبدیل می شود.توانایی تولید ریز و نانو ساختار های وسیع در سطوح غیر مسطح برای بسیاری از کاربردها مانند اپتیک ، اُپتو الکترونیک ، نانو فُوتونیک ، فناوری تصویربرداری ، NEMS و میکرو ادوات مهم است. با این حال ، ایجاد نانو ساختار های

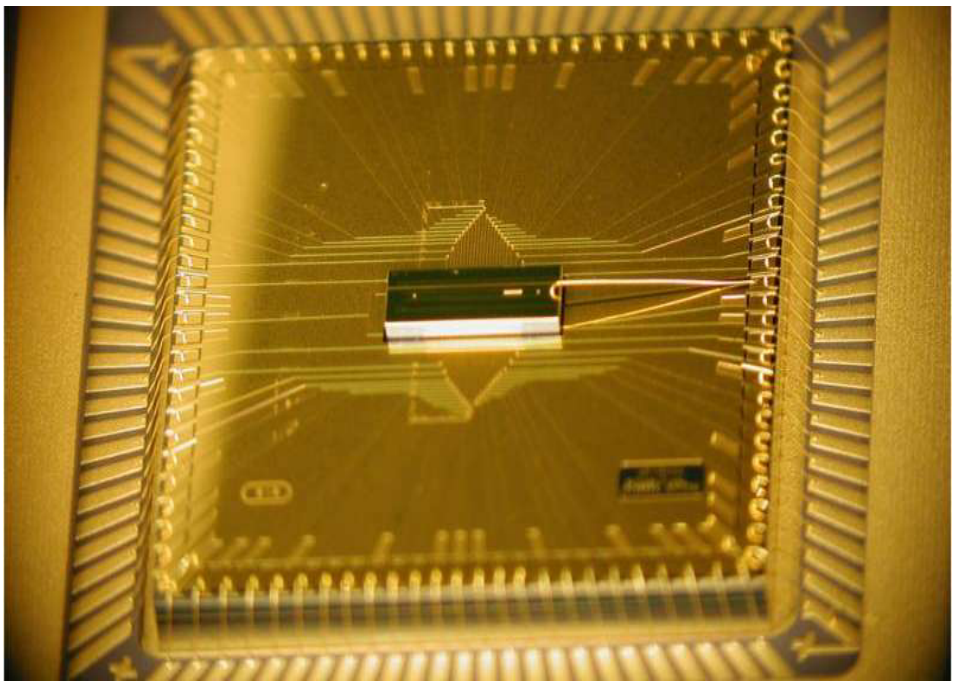
بزرگ در سطوح منحنی یا غیر مسطح با استفاده از روش های الگوسازی موجود بسیار دشوار است. اضافه بر این ، انواع فناوری های نانو الگوی فعلی مانند لیتوگرافی پرتو الکترونی ، لیتوگرافی نوری ، لیتوگرافی تداخلی (IL) و غیره ، نمی توانند با تمام تقاضا های کاربردی کاربرد های صنعتی از نظر وضوح با ، توان با ، هزینه کم کنار بیایند. ، مساحت بزرگ و الگو های روی سطح غیر مسطح و خمیده. بنابراین ، فناوری جدید تولید نانو با حجم با به شدت نیاز به بهره برداری و توسعه دارد تا نیازهای فوق العاده بازار های رو به رشد را برآورده کند.لیتوگرافی نانو الکترونیکی در حال حاضر به عنوان یک روش نانو الگوی امیدوار کننده با هزینه کم ، توان با و وضوح با در نظر گرفته شده است ، به خصوص برای تولید الگو های مقیاس کوچک/نانو در مقیاس بزرگ و ساختار های پیچیده سه بعدی و همچنین جنبه های با وی‌ژگی های نسبت با توجه به این مزایای برجسته نیز به وجود آورده است.تبدیل ساختار های نوری در ترکیب با ساخت وسعت وسیع به یک روش موثرتر در این زمینه تبدیل می شود.به طور کلی خواص الکتریکی، نوری، مغناطیسی، سطحی و غیره این سه ساختار با یکدیگر تفاوت های اساسی دارند و بالطبع کاربرد هایشان نیز متفاوت است.از نانو ساختار های یک بعدی می توان برای ارتباطات الکترونیکی استفاده کرد

درحالی که برای نانو مواد صفر بعدی و دو بعدی چنین کاربردی وجود ندارد.موادی که در هر سه بعد دارای اندازه ی نانو متری می باشند و هیچ بعد آزادی ندارند. بر اساس برخی دسته بندی ها به این دسته از نانو ساختار ها، نانو ذرات نیز گفته می شود. عوامل تاثیرگذار بر خواص نانو ذرات، اندازه و جنس ذرات هستند.



به طور جداگانه یا در ترکیب با لیتوگرافی پرتو الکترونیکی ، را می توان برای نانو ساختار دستگاه های بزرگ استفاده کرد. نانو لیتوگرافی یک فناوری لیتوگرافی در حال ظهور است که الگوی الگوبرداری با از نانو ساختارها را نوید می دهد.با نانو لیتوگرافی پرتو الکترونیکی می توان به خصوصیات های وضوح زیر 50 نانومتر در مناطق وسیع دست یافت. نانو لیتوگرافی پرتو الکترونیکی می تواند به طور قابل توجهی تولید نانو ساختار ها را با استفاده از طیف گسترده ای از مواد ساده کند. نانو لیتوگرافی پرتو الکترونیکی به طور ذاتی دارای کنترل بعدی بهتر است که می توان با استفاده از لیتوگرافی معمولی

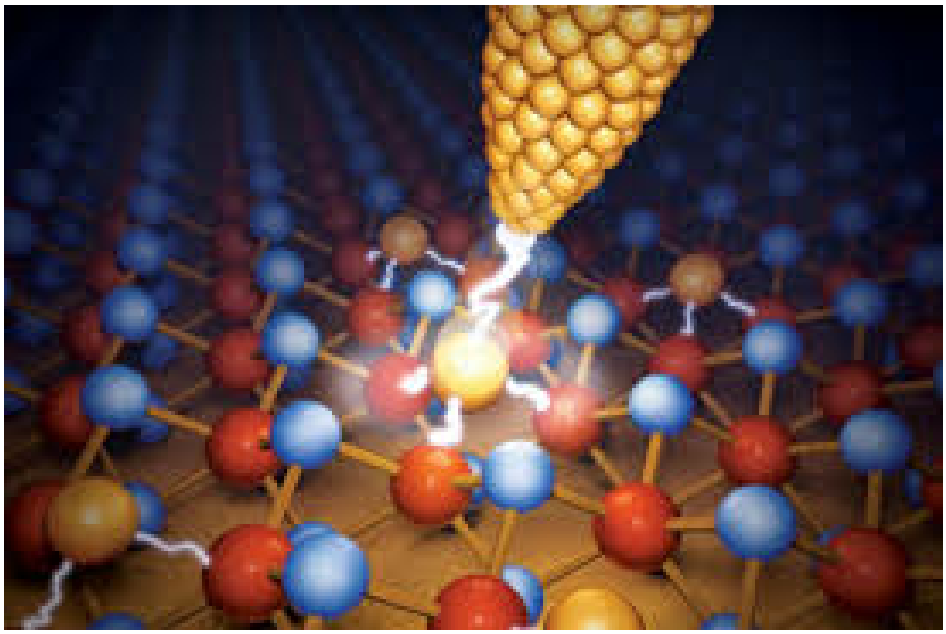
UV به دست آورد.الگو های دلخواه و پیچیده ای را با استفاده از پرتو متمرکز الکترون ها می نویسد. مزیت این است که تقریباً هر الگویی را می توان ایجاد کرد. نقطه ضعف تولید تجاری این است که زمان پردازش ویفر فردی می تواند نسبتاً طو نی (دهها تا هزاران ساعت) باشد.نانو لیتوگرافی ، که شبیه به تولید نیمه هادی استاندارد است ، به طور کلی از روش هایی برای ایجاد تصویر در یه مقاومتی پلیمری استفاده می کند.



نانو لیتوگرافی پرتو الکترونی در داخل محیط مخصوص یا در تجهیزاتی که مخصوص این کار طراحی شده است انجام می شود. در هر دو مورد ، یک پرتو الکترونی با تمرکز دقیق به طور متوالی در امتداد نمونه اسکن می

شود تا مقاومت نشان داده شود.فرایند نانو لیتوگرافی پرتو الکترونی در مقایسه با روش های دیگر به طور ذاتی کند است زیرا پرتو الکترون نیاز به مدت زمان محدودی در هر نقطه نوردهی دارد. به ندرت مشاهده می شود که چندین بار در معرض یک نمونه قرار گیرد. برخی اعمال برای قرار گرفتن در معرض پرتو چند الکترون در حال انجام است . در مقابل مدت زمان زیاد نوردهی ، رزولوشن بسیار با (زیر 100 نانومتر) به طور معمول توسط نانو لیتوگرافی پرتو الکترونی به دست می آید و با کمی بهینه سازی و تجهیزات مناسب به محدوده 10 نانومتر می رسد همانطور که در نانو لیتوگرافی پرتو الکترونی رخ می دهد ، مقاومت های مثبت و منفی در نانو لیتوگرافی پرتو الکترونی و همچنین توانایی انجام فرآیندهای بلند کردن که مرحله اچینگ را ذخیره می کند ، موجود است.نانو اسمبلر ها از از نانو ذرات تشکیل شده اند و اولین اثر کاهش اندازه ذرات افزایش سطح است، افزایش نسبت سطح به حجم نانو ذرات موجب می شود که اتم های واقع در سطح اثر بسیار بیشتری نسبت به اتم های درون حجم ذرات بر خواص فیزیکی ذرات داشته باشند.این خصوصیات واکنش پذیری نانو ذرات را به شدت افزایش می دهد.ساختار نانو اسمبلر ها یکی از خواص نانو ذرات نسبت سطح به حجم با ی این مواد است. با استفاده از این خاصیت می توان

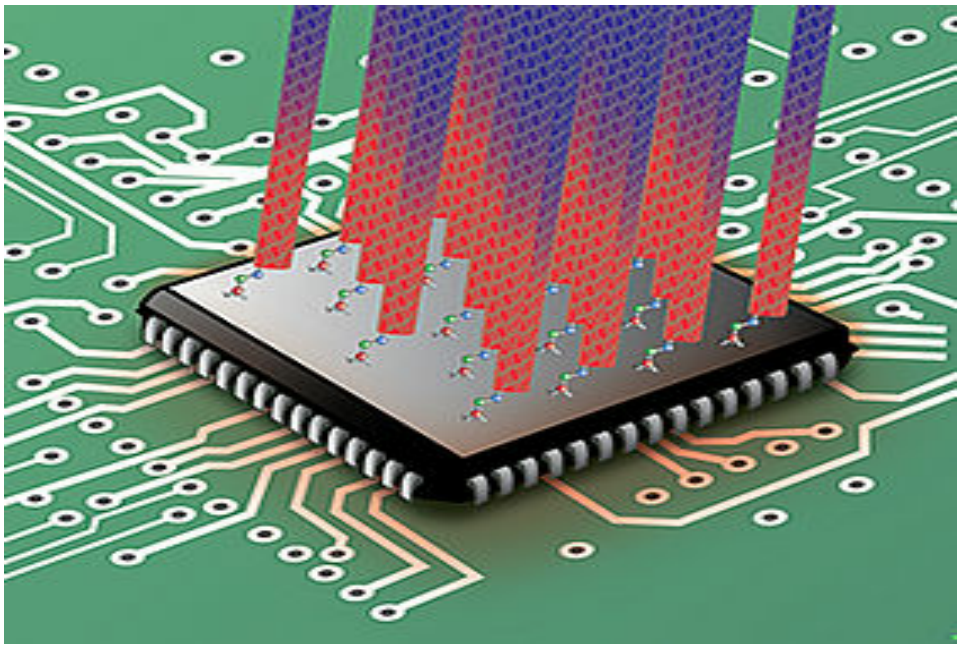
کاتالیزور های قدرتمندی در ابعار نانو متری تولید نمود.این نانو کاتالیزورها راندمان واکنش های شیمیایی را به شدت افزایش داده و همچنین به میزان چشم گیری از تولید مواد زاید در واکنش ها جلو گیری خواهند نمود.به کار گیری نانو ذرات در تولید مواد دیگر می تواند استحکام آنها را افزایش دهد و یا وزن آن ها را کم کند. مقاومت شیمیایی و حرارتی آن ها را با ببرد و واکنش آن ها را در برابر نور وتشعشعات دیگر تغییر دهد. با استفاده از نانو ذرات نسبت استحکام به وزن مواد کامپوزیتی به شدت افزایش خواهد یافت. در نانو ساختار های هوشمند مفهوم نانو اسمبلرNano-assemblies ترکیب میشود در تمام ارتباطات و کدهای مورد نیاز برای تولید موجودی مشابه خود .ماشین بسیار ریزی داریم که بلد است مشابه خود تولید کند، که در علم نانو به یک " نانو اسمبلر " تعبیر می شود.



نانو ساختار به عنوان هر ساختار با یک یا چند بعد تعریف می شود و در محدوده مقیاس نانو متر اندازه گیری می شود.نانو ساختار ها به مواد یا سازه هایی اط ق می شوند که حداقل یک بعد بین 1 تا 100 نانو متر داشته باشند. اهمیت مقیاس نانو در تغییر خواص و وی‌ژگیهای مواد در این ابعاد است. خواصی مانند رسانایی الکتریکی، خواص الکترو مغناطیسی و غیره. شروع تغییر خواص مواد با کوچکسازی آن بیش از هر چیز به نوع ماده و خاصیت مورد نظر بستگی دارد. به عنوان مثال با کوچک شدن ابعاد یک ماده، عموما برخی از خواص الکترو مغناطیسی نانو مولکولی مواد مانند رسانایی ذرات نانو در مواد بهبود مییابد. این افزایش استحکام تنها در محدوده چند نانومتر اتفاق نمیافتد و ممکن است استحکام مادهای چند ده و حتی صد نانومتری نیز بسیار بیشتر از ماده توده ای بزرگ مقیاس باشد. از طرفی تغییر برخی خواص همانند رسانایی در نانو ترانزیستور ها و خواص الکترومغناطیسی در نانو سیم ها ممکن است در ابعاد تنها چند نانومتر رخ دهد. خصوصیات مواد چند بعدی انعطاف پذیر sTMD در ابعاد نانو نیمه هادی مدرن باعث تحول در فن آوری های گسترده ای از قبیل الکترونیک ، روشنایی ، انرژی خورشیدی و ارتباطات شده اند . اکثر نانو فلزات و نانو آلیاژ های فلزی، نیمه هادیها، سرامیکها و برخی از نانو

پلیمر ها که ساختار کریستالی دارند، نظم بلند برد در ساختار شان دارند. وسعت این نظم در بین اتمها یا یونها بیشتر از 100 نانومتر باشد. اتمها یا یونها در سه بعد به طور منظم تکرار میشوند. مواد با نظم بلند برد را مواد کریستالی مینامند. اگر موادی دارای یک کریستال بزرگ باشد، به آنها مواد تک کریستال میگویند. مواد تک کریستال در بسیار زیاد از کاربرد های الکترونیکی و نوری مناسب میباشند، به طور مثال تراشه های کامپیوتر از سیلیکون تک کریستال ساخته میشود. مواد پلی کریستال از کریستالهای کوچک بسیار زیاد در سه بعد تشکیل میشود. تک طبقه ها با توجه به پایداری آنها در ساختار های H یا T طبقه بندی می شوند ، جایی که H متداول ترین ساختار با تقارن TMD و هماهنگی فلز منشوری مثلثاتی است و T نشانگر ساختاری با تقارن چند بعدی و هماهنگی فلزات هشت ضلعی است و ساختار های ناپایدار میباشد.به طور خاص ، TMD های تک یه گروه نانو چند بعدی نیمه هادی های شکاف مستقیم هستند ، در حالی که دو یه ها و چند یه ضخیم تر آنها شکاف غیر مستقیم دارند. به عنوان مثال مواد چند بعدی انعطاف پذیر sTMD در ابعاد نانو همه هنگام عبور از دو یه به یه به یک یه متقاطع از شکاف غیر مستقیم به مستقیم می شود.به طور کلی ساختار الکترونیکی مواد چند بعدی انعطاف پذیر sTMD به مرحله کریستال وابسته

است و در نتیجه طیف وسیعی از شخصیت های الکترونیکی شامل فلزی ، نیمه فلزی ، نیمه هادی و ابر رساناها (SC) برای مواد چند بعدی انعطاف پذیر sTMD های مختلف ایجاد می شود.



تمام اتمهای موجود در نانو ساختار ها Nano Structure در هر دمایی مقدار مشخصی از انرژی را به دلیل نوسانهای خود، به خود اختصاص میدهند. میزان دامنه این نوسان در تمام اتمهای نانو ساختار ها یکسان نیست. بلکه اتمهای سطحی به دلیل آزادی فضایی بیشتری که در اختیار دارند، دامنه نوسان بیشتری نیز دارند. به این ترتیب میتوان رفتار عجیب جامدات در کاهش دمای ذوبشان را توضیح داد. رسیدن مقدار میانگین دامنه ارتعاشات اتمی به ضریب مشخصی از مقدار ثابت شبکه نانو ساختار ها ، این

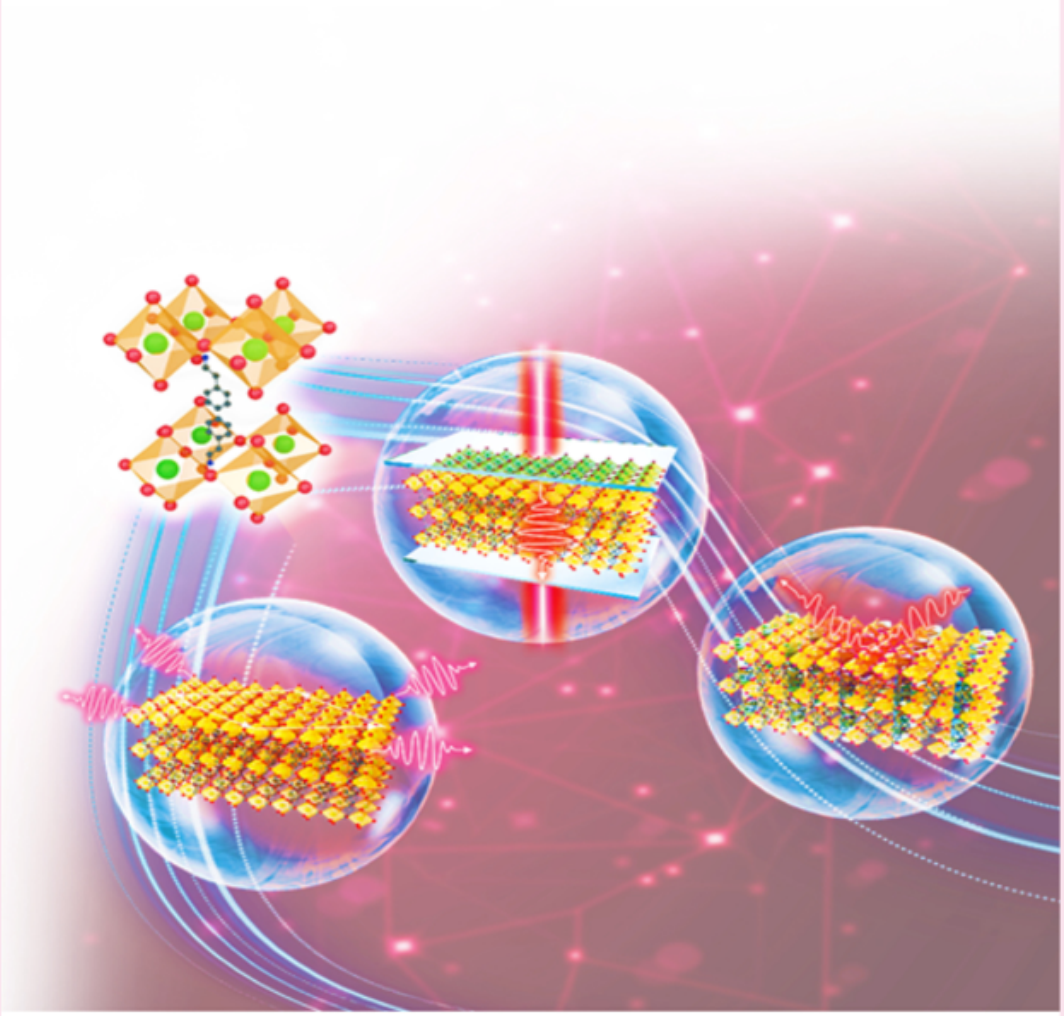
ارتعاشات دیگر نمیتوانند بدون آسیب رساندن و تخریب شبکه نانو ذرات افزایش یابند. بنابراین، با افزایش میانگین دامنه ارتعاشات به مقادیر بیشتر، نانو ساختار ها از قالب شبکه بلوری خارج شده و ذوب میشود. اتمهای سطحی، میانگین نوسانهای با تری دارند و اگر تعداد اتمهای سطحی زیاد شود، میتوانند بر میانگین دامنه نوسانهای کل اتمهای ماده تاثیر واضحی بگذارند. بنابراین با کوچک شدن ابعاد نانو ساختار ها تا حدی که نسبت تعداد اتمهای سطح به تعداد اتمهای حجم به مقدار چشمگیری برسد، میانگین دامنه نوسانهای نانو مولکولی افزایش قابل توجهی خواهد یافت؛ در این شرایط، با افزایش ناپایداری سطحی ماده، دمای ذوب نانو نانو ساختار ها Nano Structure کاهش پیدا خواهد کرد.در تغییر (ساختار) نانو ساختار ها Nano Structure از پدیده های طبیعی حرارتی ناشی از کوچک شدن ساختمان مواد، ناپایداری حرارتی نانو ذرات است. همانگونه که میدانید،(گرما دارای انرژی E)است، که 03 - میزان انرژی آن متناسب با دمای محیط است. این انرژی برابر با KBT است. در این رابطه KB ثابت بولترمان و یک مقدار ثابت برابر با و T دما بر حسب کلوین است. بنابراین، وقتی نانو ساختار ها در محیطهای مختلف قرار میگیرند، در اثر گرما به الکترونها انرژی(-0 01*0/33JK)داده میشود. حال یک خصوصیات از یک ذره را در نظر بگیرید

که به صورت کلی به (حجم نانو ذره V) بستگی دارد. انرژی این وی‌ژگی به صورت U و تابعی از V است. هنگامی که حجم به اندازه کافی کوچک باشد، به طوری که KBT بزرگتر از U باشد، آنگاه شرایط از نظر حرارتی ناپایدار خواهد بود.وی‌ژگی مهم همه ی نانو ساختارها در این موضوع خ صه شده که تعداد اتم های (سطح) در آن ها نسبت به تعداد اتم های (حجم) بیشتر است. این نسبت با کاهش اندازه ی(نانو ذره) افزایش می یابد. بنابراین اندازه ی نانو ذره خصوصیات مهم آن محسوب می شود.اشکال و اندازه های نانو ساختارها بطور طبیعی بر اساس ترکیب و شرایط تشکیل آن ها تعیین می شود. خصوصیات های نانو ساختارها نیز به نوبه ی خود اصالت خصوصیات های نانو ساختار و زمینه های احتمالی کارکرد آن ها را مشخص می نماید.بازه ی 1 تا 1000nm را به عنوان محدوده ی نانو ساختارها معرفی میشود ،خصوصیات مهم نانو ساختار ها کنترل فرآیند های خود سازمان است.بازه ی تغییر فعالیت نانو ساختار به ماهیت و شکل نانو ساختار بستگی دارد. با این حال، اگر انرژی میدان نانو ذره با انرژی پرتودهی الکترو مغناطیسی قابل قیاس باشد و اگر در محدوده ی معین طول موج با رخداد واکنش های شیمیایی در مواد تحت پرتودهی تغییرات چشمگیر ایجاد گردد فعالیت نانو ذره ها تا اندازه ی 100nm چشمگیر خواهد بود.درباره ریز

ساختار ها در علوم نانو ممکن است گمان شود موادی که به صورت توده ای در اطراف دیده میشود از گسترده تر شدن نظم ساختاری اولیه به وجود آمده اند. به عبارت دیگر ممکن است تصور شود که نانو ساختار های توده ای، شکل گسترش یافته ساختار اولیه است و بنابراین تمامی خواص و رفتار ساختار اولیه را دارا خواهد بود.این تصور با مشاهدات رفتاری مواد متفاوت است. به عنوان مثال، در ساختار گرافن با این تصور انتظار میرود که استحکام در راستاهای مختلف متفاوت باشد، زیرا ساختار اولیه در جهت صفحات شکل زنبوری دارای استحکام با و در جهت عمود بر صفحات، دارای استحکام کمی است.بنابراین گرافن فقط در برخی جهات خاص باید بتواند قابلیت حرکت نانو ذرات ها روی یکدیگر را داشته باشد.گرافن بهترین و کاربردی ترین مواد اولیه در تولید نانو چیپ ها و نانو قطعات الکترونیکی میباشد.در نتیجه عوامل تاثیرگذار در خواص توده ای مواد به صورت اجمالی و ساده عبارتاند از عناصر تشکیل دهنده مواد، ساختار مواد و ریزساختار مواد. به صورتی ساده میتوان خواص تودهای مواد را مشابه با خصوصیات یک شهر دانست. به طور مثال معماری نانو مواد در بحث الکترونیک بسیار شبیه عناصر تشکیل دهنده مواد به صورت مصالح بکار گرفته شده در ساختمانهای شهر، ساختار مواد که چگونگی قرار گرفتن عناصر در کنار

یکدیگر و اتصا ت میان آنها را مشخص میکند به صورت ساختمانهای شهر (منظور نظم و یکپارچگی کامل) و ریزساختار که چگونگی کنار هم قرار گرفتن ساختار میکروسکوپی را معین میکند، به صورت الگوهای مشخص در نظر گرفته میشود.ریز ساختار ها در علم (نانو الکترونیک) نیز به شدت حیاتی و کاربردی خواهد بود.نانو ساختار به عنوان هر ساختار با یک یا چند بعد تعریف می شود و در محدوده مقیاس نانو متر اندازه گیری می شود.نانو ساختار ها به مواد یا سازه هایی خصوصیات اعمال می شوند که حداقل یک بعد بین 1 تا 100 نانو متر داشته باشند.اهمیت مقیاس نانو در تغییر خواص و خصوصیات مواد در این ابعاد است. خواصی مانند رسانایی الکتریکی، خواص الکترو مغناطیسی و غیره. شروع تغییر خواص مواد با کوچکسازی آن بیش از هر چیز به نوع ماده و خاصیت مورد نظر بستگی دارد. به عنوان مثال با کوچک شدن ابعاد یک ماده، عموما برخی از خواص الکترو مغناطیسی نانو مولکولی مواد مانند رسانایی ذرات نانو در مواد بهبود مییابد. این افزایش استحکام تنها در محدوده چند نانومتر اتفاق نمیافتد و ممکن است استحکام مادهای چند ده و حتی صد نانومتری نیز بسیار بیشتر از ماده توده ای بزرگ مقیاس باشد. با استفاده از مشخصه های اُپتیکی می توان این تغییرات را اندازه گیری کرد.

نانو ساختار های الکتریکی



نویسنده : دکتر افشین رشید