

خبرنامه

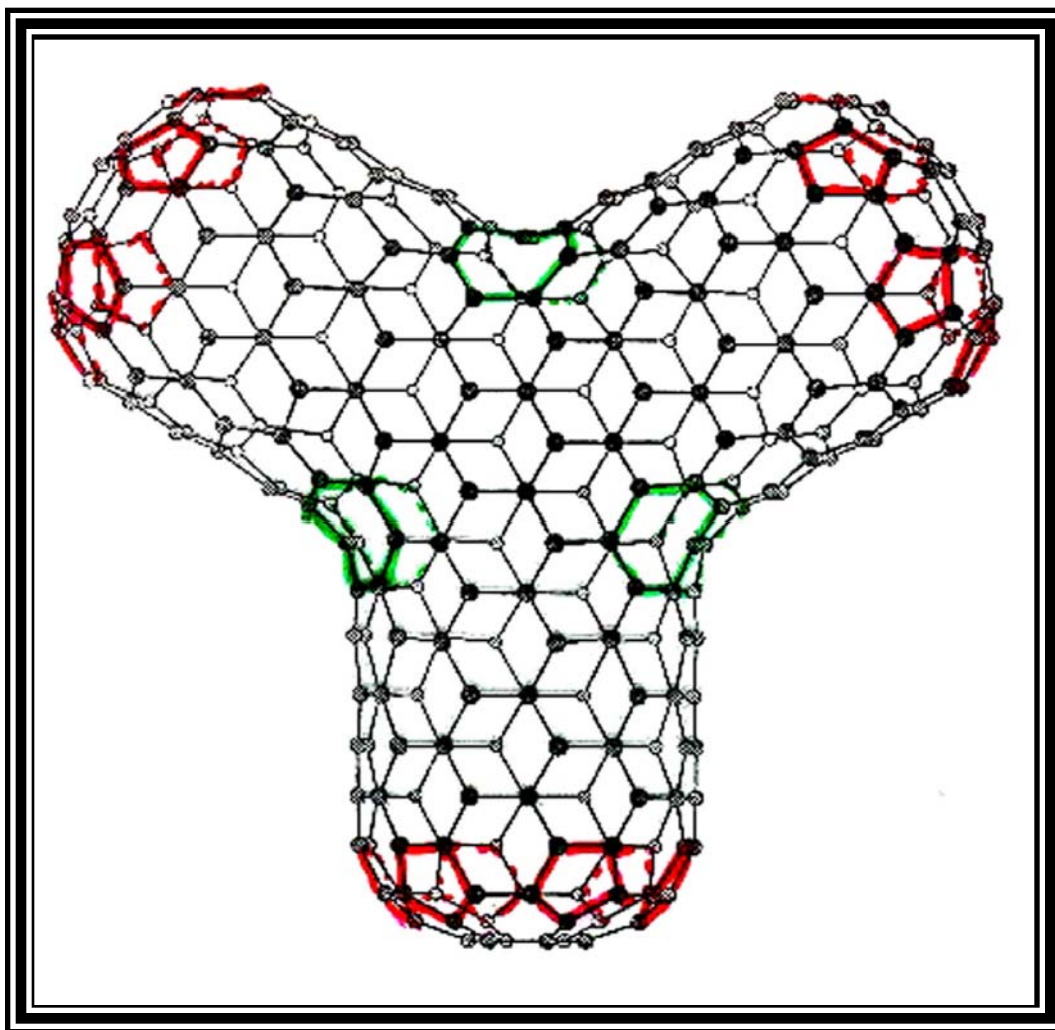
تحولات نانوتکنولوژی

دفتر همکاریهای فناوری

کمیته مطالعات سیاست نانوتکنولوژی

نیمه دوم دی ۱۳۸۱

مجموعه شماره ۳۰۵



Nanotechnology Newsletter

<http://www.Iramano.org>

<http://www.Tco.ac.ir/nano>

رئیس جمهوری اسلامی ایران:

پیرامون طرح نانوتکنولوژی (تیر ماه ۱۴۰۰)

طرح بسیار جالبی است، سالهاست که انتظار دریافت چنین طرحهایی را داشته‌ام. با آینده‌نگری به مساله

نگریسته شده است و دست کم مشخصات مورد نظر من در این طرح ذکر شده است:

□ آینده دار بودن طرح و تأثیر آن در زندگی بشر

□ نو بودن و در نتیجه عقب نبودن ما از این عرصه

□ وجود دانشمندان و استعداد های درخشان

اگر این ملاکها در مورد این طرح باشد، یکی از مواردی است که بصورت اصولی باید پیگیری شود و

پشتوانه‌های آن به لحاظ بودجه و نیز نیروی انسانی دست اندرکار، مشخص و بصورت یک پروژه در

اختیار دستگاه یا فرد مشخصی قرار گیرد.

بخشی از پیام دکتر عارف، معاون اول رئیس جمهور

به اولین همایش نانوتکنولوژی انقلاب صنعتی آینده:

نانوتکنولوژی، عرصه مهمی در علم و فناوری است که در سالهای اخیر توجه کشورها، بنگاهها،

مراکز آموزشی و پژوهشی و محققان را به خود جلب نموده است. حضور در این عرصه برای کشورها

اجتناب ناپذیر بوده و برای کشور ما نیز ضرورت دارد اما در این عرصه تصمیم‌گیری بموقع و صحیح

ضرورت داشته و یکی از الزامات اصلی آن تشکیل شبکه نوآوری در محورهای منتخب می‌باشد.

تولین و اجرای طرح جامع و آینده‌نگر و نهاد هماهنگ‌کننده فرابخشی نیز یکی دیگر از شرایط اصلی

موفقیت در این عرصه می‌باشد.

فهرست

- ۱..... نانومدارهای الکترونیکی دو شاخه
- ۴..... ادوات حافظه نانولوله‌ای
- ۴..... تبدیل نانولوله‌های فلزی به آلی
- ۸..... منبع الکترون جدید برای میکروسکوپیهای الکترونی
- ۸..... ارتباط بین اندازه و روش‌شناسی منبع
- ۱۱..... ساخت کریستال فوتونیک توسط نانولوله‌های همراستا
- ۱۴..... روش جدید تشخیص DNA
- ۱۷..... آموزش؛ بخش کلیدی در تحقیقات نانو
- ۱۹..... برخی از اختراعات مرتبط با نانوتکنولوژی (از سال ۲۰۰۰)
- ۲۴..... شرکتهای سازنده تجهیزات نانوتکنولوژی

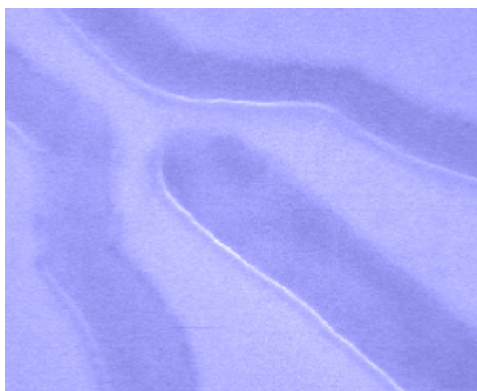
توضیح شکل روی جلد: ساختار مولکولی نانولوله Y شکل جهت استفاده در مدارهای الکترونیکی

این کمیته آماده دریافت اخبار و مقالات شما می‌باشد.

صندوق پستی: ۴۶۷۱-۱۴۱۵۵ تلفن: ۷-۸۹۵۰۵۱۵

نقل مطالب این خبرنامه با ذکر منبع بلامانع است.

نانومدارهای الکترونیکی دو شاخه



۲۵ نوامبر ۲۰۰۲ - هر چقدر

ترانزیستورهای متداول به سمت کوچکتر شدن پیش می‌روند، توانایی خود را در تقویت سیگنالها از دست می‌دهند که این امر به معنای از دست دادن جایگاه آنها به عنوان ترانزیستور می‌باشد.

یک مدار Y شکل در ابعاد بسیار کوچک می‌تواند سیگنالها را بهتر از ادوات کلاسیک تقویت کند. این اثر ممکن است ناشی از ظرفیت کوانتومی باشد.

امروزه محققین با استفاده از اثرات کوانتومی موفق به ساخت یک نانومدار الکترونیکی با انشعاب Y شکل، (YBS)، شده‌اند که سیگنالها را بطور

همزمان تقویت می‌کند. این وسیله بی‌ظنیر که در شماره ۲۵ نوامبر مجله PRL شرح داده شده است، تنها یکی از معدود طرح‌هایی است که ممکن است منجر به مدارهایی با ویژگیهای اتمی شود.

در ترانزیستورهای اثر میدانی، ولتاژ الکتروود گیت، جریان الکترونها درون سیم‌های مجاور این قطعه را کنترل می‌کند. یک ترانزیستور در مدار، تقویت کننده نامیده می‌شود، زیرا تغییرات اندک ولتاژ در پایه گیت می‌تواند منجر به تغییرات وسیعتری در خروجی شود. راندمان گیت توسط ظرفیت آن مشخص می‌شود؛ مقدار باری که الکتروود گیت می‌تواند با اعمال ولتاژ خارجی عبور دهد. این در حالیست که با کوچک شدن ترانزیستورها، ظرفیت گیت نیز کمتر می‌شود و در نتیجه تقویت سیگنال، یا بهره کاهش می‌یابد. لو کاس ورجس از [دانشگاه ورزبرگ](#) آلمان می‌گوید: □ همه در جستجوی مکانیزم بهره مناسب در نانو الکترونیک هستند. باید در انتظار نتایج جدید بود. □

وی و آلفرد فورچل، سرپرست تیم، به همراه همکارانشان تصمیم به بررسی سوئیچ

الکترونی Y شکل گرفتند، در این سوئیچ یک مسیر سیگنال به دو شاخه تقسیم می‌شود. تحقیقات پیشین حاکی از آن است که در این ابعاد، طبیعت موج گونه الکترون از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بر همین اساس، YBSها ظرفیتی کوانتومی از خود نشان خواهند داد که امکان ایجاد بهره با وجود ولتاژ گیت اندک را برای YBSهای کوچک فراهم می‌سازد.

الکترونهای وارد شده به YBS، پیش روی خود، با مسیری نیمه‌هادی مواجه می‌شوند که آنها را به دو دسته تقسیم می‌کند، درست مانند شکل Y. هنگامیکه الکترونها به این دوراهی می‌رسند یک جفت الکترون گیت که در سمت چپ و راست Y واقع شده‌اند، بر حسب ولتاژ خارجی اعمال شده به گیتها، الکترونها را به درون این انشعابها هدایت می‌کنند. مانند ترانزیستورهای معمولی، اختلاف ولتاژ بین پایانه‌های گیتها (ورودی) با جاری شدن الکترونها درون انشعابات Y تقویت می‌شود و تغییرات ولتاژ گسترده‌ای بین انشعابات (خروجی) ایجاد می‌کند. در YBSهایی که به اندازه کافی کوچک هستند، انشعابات ممکن است تا حدودی "خود گیت" باشند چرا که این انشعابات قادرند ظرفیتهای کوانتومی کسب کنند که منجر به تقویت مضاعف سیگنالها شود.

جهت آزمایش این تئوری، ورچس و همکارانش در لایه‌ای از آرسنید گالیوم موجود بر روی یک لایه آرسنید آلومینیوم گالیوم شکل Yمانندی به ضخامت ۵۰ نانومتر تراشیدند. با افزایش جریان الکترونها، بهره، بیش از آنچه فیزیک کلاسیک پیش بینی کرده بود افزایش یافت و به حدود ۳۰ رسید. ورچس احتمال داد که این بهره زیاد توسط ظرفیت کوانتومی توجیه پذیر باشد، زیرا شواهد بدست آمده از این تئوری با اطلاعات موجود هماهنگ است، با این وجود وی اظهار داشت که جهت اطمینان، آزمایشهای بیشتری باید صورت گیرد. وی گفت: "تحریک ذاتی YBS ممکن است محققین را قادر به ساخت مدارهایی با اجزاء کوچکتر سازد، زیرا این

مدارها به تحریک خارجی کمتری احتیاج دارند."

کارل هس از دانشگاه ایلینوی در اوربانا چمپین اعلام کرد: "اصل ترانزیستوری جدیدی در اینجا وجود دارد و از آنجا که اصول زیادی در این مورد موجود نمی باشد، این امر به سهولت ممکن است منجر به کاربردهای جدیدی گردد. با وجودی که این وسیله ۱۰ برابر بزرگتر از مدارهای سیلیکونی قابل تصور می باشد، امکان کاهش ابعاد آن تا حدود ابعاد اتمی قابل پیش بینی است."

منبع: <http://focus.aps.org>

ادوات حافظه نانولوله‌ای

۴ دسامبر ۲۰۰۲ - نانولوله‌های کربنی در ساخت ترانزیستورهای آزمایشگاهی، حسگرهای شیمیایی و حافظه‌هایی بسیار کوچکتر از نمونه‌های امروزی بکاررفته‌اند. برای توسعه نمونه‌های آزمایشگاهی به وسایل عملی، نیاز به عبور از مانعی بزرگ با عنوان کنترل رشد نانولوله‌ها می‌باشد.

تبدیل نانولوله‌های فلزی به آلی

رشد نانولوله‌ها بصورت ترکیبی از دو نوع نیمه‌هادی و فلزی است که نوع نیمه‌هادی آن از لحاظ کاربردهای فنی، مطلوبتر می‌باشد. در آوریل سال ۲۰۰۱ محققین IBM اعلام کردند که با ارسال جریان کافی درون دسته‌ای از نانولوله‌ها جهت سوزاندن لوله‌های فلزی موفق به حذف نانولوله‌های فلزی شده‌اند، در عین حال مقدار جریان بکار رفته موجب تخریب لوله‌های نیمه‌هادی نشده است.

علاوه بر این، محققین در موسسه ماکس پلانک آلمان به روش دیگری برای ساخت دسته‌هایی از لوله‌های نیمه‌هادی دست‌یافته‌اند که لوله‌های میکروسکوپی جهت استفاده در ادوات حافظه تولید می‌نماید. این روش، محققین را قادر به اکسید کردن دسته‌ای از نانولوله‌ها و یا نانولوله‌های منفرد که قطری به کوچکی ۲ نانومتر دارند می‌سازد.

مارکو بورگارد، یکی از دانشمندان [موسسه تحقیقات حالت جامد ماکس پلانک آلمان](#) گفت: "اکسید نمودن دسته‌ای از نانولوله‌ها، لوله‌های فلزی را به نیمه‌هادی تبدیل می‌کند. دسته‌های اکسید شده می‌توانند به صورت آرایه‌های بزرگتر درآمده و واحدهای ساختمانی اصلی حافظه‌های ارزان قیمت با ظرفیت ذخیره اطلاعات بسیار بالا را تشکیل دهند."

وی گفت: "این فرآیند می‌تواند از لحاظ تئوری، ادوات حافظه‌ای فراهم سازد که در هر

سانتیمتر مربع آن یک ترلیون بیت قرار می‌گیرد. □ یک ترلیون بیت معادل ظرفیت ۳۱ عدد DVD می‌باشد.

محققین با درک این امر که نیمی از دسته‌های نانولوله‌هایی که برای مدت چند ماه در معرض هوای باز قرار داشتند از نوع فلزی به نیمه‌هادی تبدیل شدند، این فرایند را کشف کردند. این اتفاق از آن جهت رخ می‌دهد که اتمهای اکسیژن هوا با اتمهای کربن موجود در نانولوله‌های فلزی ترکیب شده و اکسید غیر فلزی می‌سازند.

محققین توانستند این اثر را با حرارت دادن نانولوله‌ها در معرض هوا یا با افزودن پلاسمای اکسیژن به آنها ایجاد کنند. پلاسمای گازی است که اتمهای آن یونیزه شده است، به این معنا که الکترونهای بیشتر یا کمتری نسبت به حالت عادی دارد و می‌تواند جریان الکتریسیته را هدایت کند.

محققین از نتیجه فرایند اکسیداسیون برای ساخت نمونه‌ای از ادوات حافظه، از لوله‌های اکسید شده بهره گرفتند. در این ادوات، از یک نانولوله اکسید شده یا دسته‌ای از نانولوله‌های اکسید شده به عنوان کانال نیمه‌هادی ترانزیستور استفاده می‌شود. اطلاعات بوسیله بار الکتریکی اندک متعلق به یک و یا تعداد اندکی الکترون ذخیره شده در حفره موجود در سطح نانولوله که بواسطه اکسیداسیون ایجاد شده است نمایان می‌گردد. حفره‌ها، توده‌های کربن آمورفی هستند که به نانولوله‌های کریستالی متصل شده‌اند.

محققین با ارسال ۳ ولت جریان برق از درون نانولوله‌ها، باری را در حفره سطحی ذخیره کردند. در حافظه‌های الکترونیکی، عموماً حضور بار معادل یک و نبود آن معادل صفر است. محققین برای خواندن یک‌ها و صفرها، جریان اندکی را جهت اندازه‌گیری هدایت نانولوله‌ها، به درون آنها ارسال کردند. نانولوله‌هایی که حاوی بار هستند، از هدایتی هزار برابر بیشتر از دیگر لوله‌ها برخوردارند.

ادوات حافظه ذخیره کننده بار بر مبنای نانولوله‌ها برای اولین بار، سالها پیش ابداع شدند. اخیراً گروه‌های تحقیقاتی در [دانشگاه مری لند](#) و [دانشگاه پنسیلوانیا](#) موفق به ساخت آزمایشگاهی این ابزارآلات شده‌اند.

بورگارد اعلام کرد: "ابزار حافظه موسسهٔ ماکس پلانک قادر است بارها را بمدت طولانی تری نسبت به سایر حافظه‌ها در خود ذخیره سازد. □ محققین مریلند زمان ذخیرهٔ بار را حدود ۱/۴ ساعت و محققین پنسیلوانیا ۱۶ ساعت گزارش کردند. بنا بر اظهارات بورگارد ابزار حافظه ماکس پلانک قادر است بارها را برای مدتی بیش از ۱۲ روز در خود ذخیره کند. ادوات حافظه ذخیره کننده بار می‌تواند به عنوان حافظه غیرفرار کامپیوتر، که هنگام قطع برق اطلاعاتش را حفظ می‌کند، استفاده شود.

وینسنت کرسپی، استادیار فیزیک دانشگاه پنسیلوانیا گفت: □ این تحقیق بسیار مهم است و ادوات حافظه را قادر می‌سازد که به یک نانولوله با سه اتصال مجهز شود. به نظر می‌رسد که این تله بار، خود بخود پدیدار شده‌است."

پیش از بکارگیری این وسیله در کاربردهای عملی، محققین به کنترل دقیق و تکرارپذیر روی مشخصات تله بار نیاز خواهند داشت.

بورگارد اظهار داشت: "محققین قصد دارند به مطالعه بیشتر فرایند اکسیداسیون و طبیعت حفره‌های ذخیره بار پردازند. هدف دیگر آنها دستیابی به اصلاحات شیمیایی قابل کنترل مانند اتصال الکتروشیمیایی مناسب ترکیبات شیمیایی یا توده‌های کوچک فلزی به نانولوله‌هاست که از این اتصالات می‌توان برای ذخیره بار استفاده کرد."

وی گفت: "المان حافظه نانولوله محققین می‌تواند ظرف پنج تا ده سال آینده در کاربردهای عملی بکار گرفته شود. □"

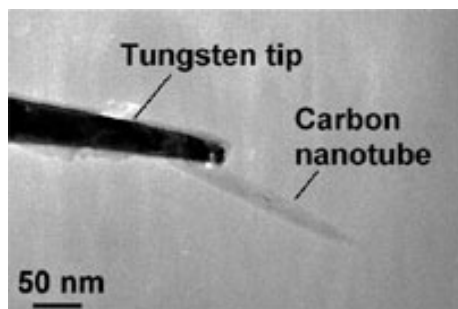
نتایج تحقیقات گروه بورگارد در شماره ۲۱ اکتبر ۲۰۰۲ مجله [App. Phys. Lett](#) منتشر

شده است. بودجه این تحقیق توسط انجمن ماکس پلانک تامین گردید

منبع: <http://www.trnmag.com>

منبع الکترون جدید برای میکروسکوپهای الکترونی

۲۸ نوامبر ۲۰۰۲ - از عوامل محدود کننده



عملکرد میکروسکوپ الکترونی می‌توان به اندازه و روشنایی منبع الکترونی آن اشاره کرد. امروزه منبعی از نانولوله کربنی چند دیواره ساخته شده است که می‌تواند هر دو عوامل فوق را به شکل قابل ملاحظه‌ای ارتقاء دهد.

تصویر TEM از یک گسیل کننده میدان نانولوله‌ای که به انتهای یک تیرک تنگستن متصل شده است.

ارتباط بین اندازه و روشنایی منبع

در میکروسکوپی الکترونی همواره بین اندازه موثر و روشنایی منبع ارسال الکترون، ارتباط معکوس وجود دارد. یک نقطه کوچکتر، درجه تفکیک تصویر را افزایش می‌دهد، اما به قیمت افزایش نویز و افزایش زمان انتخاب تصویر. در مقابل، روشنایی بیشتر، نویز را کاهش داده و امکان انتخاب سریعتر تصویر را در ازاء درجه تفکیک کمتر فراهم می‌سازد. بطور کلی، افزایش یکی سبب کاهش دیگری می‌شود. این در حالیست که بر اساس مقاله‌ای که در [مجله Nature](#) منتشر شد، نیلز دیونگ و همکارانش موفق به ساخت منبع الکترونی از نانولوله کربنی شده‌اند که روشنایی زیادی داشته و می‌تواند تضاد بین اندازه و روشنایی منبع را بهبود بخشیده و عملکرد میکروسکوپهای الکترونی و سایر وسایل مبتنی بر پرتو الکترون را افزایش دهد.

پیش از اکتشاف آنها، در طول یک دهه گذشته، فهرست کاربردهای بالقوه نانولوله‌های کربنی به شکل قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. گستره وسیعی از این کاربردها ناشی از توانایی این مواد در گسیل الکترون به درون محیط خلاء، تحت میدانی الکتریکی است؛ این ویژگی با عنوان گسیل میدان از کاتد سرد شناخته شده است. هم‌اکنون، تعداد زیادی از وسایل

مبتنی بر گسیل میدان نانولوله‌های کربنی ساخته شده است که عبارتند از: لامپهای فلئورسنت، صفحه نمایش‌های مسطح، میکروتربیوهای خلاء و حتی منابع قابل حمل اشعه ایکس. مهمترین مزیت استفاده از گسیل کننده‌های میدان نانولوله‌ای در این است که انتظار می‌رود مقاومتر بوده و هزینه ساخت کمتری نسبت به مواد رایج گسیل میدان داشته باشد. در کاربردهای پیشرفته که هزینه از اهمیت کمتری برخوردار است، مانند ساخت میکروسکوپهای الکترونی مرغوب، سایر خواص گسیل میدان نانولوله‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

دو ویژگی یک منبع الکترون که در تعیین درجه تفکیک میکروسکوپ الکترونی بسیار مهم می‌باشند، انرژی ساطع شده از الکترونهای گسیل شده و خاصیتی معروف به "روشنایی کاهیده"^۱ می‌باشد. انرژی ایجاد شده توسط الکترونهای گسیل شده بوسیله نانولوله‌های کربنی در برخی از مطالعات پیشین اندازه‌گیری شده است که بسیار محدود و برای ساخت میکروسکوپهای مرغوب الکترونی ایده آل است. روشنایی کاهیده که به چگالی جریان و اندازه موثر منبع الکترون وابسته است به خوبی شناسایی نشده است.

یونگ و همکارانشان برای تخمین روشنایی کاهیده، یک تیرک^۲ گسیل میدان نانولوله‌های را بوسیله اتصال نانولوله کربنی چند دیواره با شکل مناسب به انتهای یک تیرک تنگستن، ساخته و به عنوان منبع الکترون یک میکروسکوپ الکترونی خلاء بکار گرفتند (شکل را ببینید). آنها با ترسیم امتداد مسیر الکترونهای گسیل شده، اندازه شعاع منبع را حدود ۲ نانومتر محاسبه کردند که بیشتر الکترونها از در دورن مخروط باریکی در انتهای نانولوله انتشار یافته بودند. مهمتر آنکه، آنها دریافتند روشنایی کاهیده این منبع حدود $1 \text{ A sr}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ V}^{-1} \times 10^9$ می‌باشد که از محاسبات پیشین و نیز از کلیه منابع الکترون موجود و در حال مصرف، بیشتر

۱- Reduced brightness

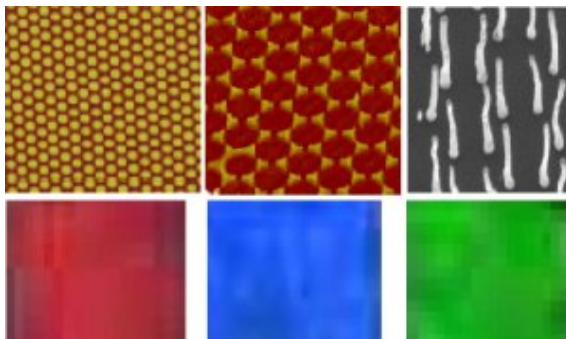
۲- Tip

می باشد.

اخیراً با استفاده از گسیل کننده‌های بسیار باریک و اتمی، روشنایی کاهیده بیشتر از آنچه در این تحقیق گزارش شده است ایجاد شده است، اما زمان گسیل آنها بسیار کوتاه است. همین امر آنها را برای کاربردهای عملی نامناسب می‌سازد. در مقابل، قدرت و پایداری منابع نانولوله کربنی استثنایی است و طول عمر مفیدی بیش از چند صد ساعت دارند. این امر بعلاوه گسیل انرژی اندک (قابل مقایسه و حتی کمتر از سایر منابع) و روشنایی شدید و اندازه کوچک آنها منجر به پیشرفتهای برجسته‌ای در عملکرد میکروسکوپیهای الکترونی با درجه تفکیک بالا خواهد شد و به پیشرفت در روش‌های جدید شناسایی مواد مانند طیف‌نگاری تلفات انرژی الکترون^۱ و هولوگرافی الکترونی کمک خواهد کرد.

منبع: <http://www.nature.com>

ساخت کریستال فوتونیک توسط نانولوله های همراستا



۴ دسامبر ۲۰۰۲ - گروهی از

دانشمندان، با رشد نانولوله های کربنی هم

راستا، روی دسته هایی از نقاط نیکلی که

توسط لیتوگرافی نانوکره های خود سامان

ایجاد شده اند، موفق به ساخت

کریستال های فوتونیک شدند.

محققینی از [مرکز سیستم های](#)

[نظامی ارتش ایالات متحده \(Natick\)](#) ،

[کالج بوستن](#) و [دانشگاه ماساچوست در بوستن](#) و [آزمایشگاه نانو](#) در ایالات متحده و [موسسه هان -](#)

[میتز آلمان](#)، دریافتند که این کریستالها می توانند کاربردهایی در اپتوالکترونیک و مخابرات

داشته باشند.

ژیفن رن از کالج بوستن، اعلام کرد: "نانوساختارها ابعادی در حدود طول موج نور

مرئی دارند و به همین دلیل می توانند مستقیماً به عنوان ادوات اپتوالکترونیک پویا بکار روند.

برای مثال آرایشهایی از نانولوله ها می توانند مانند نانوانتن های نوری عمل کنند که قادر به

دریافت و ارسال مستقیم امواج نوری می باشند. □

دانشمندان برای ساختن کریستالها، ابتدا شرایط خودسامانی برای یک لایه از

نانوکره های پلی استایرن در مساحتی حدود ۱۰ میلیمتر مربع روی زیر لایه سیلیکون فراهم نمودند

و سپس ذرات کاتالیزور نیکل را روی زیر لایه نشاندهند. آنها از نانوکره ها به عنوان ماسکی برای

رسوب نیکل توسط لیتوگرافی پرتو الکترونی استفاده کردند؛ حذف ذرات پلی استایرن توسط

تولوئن، ساختاری لانه زنبوری از نقاط نیکل بر جا می گذارد.

این نقاط نیکی به عنوان کاتالیزوری برای رشد نانولوله‌های کربنی هم راستا توسط فرایند رسوبدهی شیمیایی بخار به کمک پلاسما^۱ عمل میکنند. رن گفت: "ما دریافتیم که خودسامانی ارزان قیمت نانولوله و نیز ایجاد تنوع در آرایش‌های آنها امکانپذیر است."

آرایه متناوب نانولوله‌های هم راستا بدلیل شکست نور مرئی، رنگی بنظر می‌رسد. رن اعلام کرد: "ما برای اولین بار نشان دادیم که فعل و انفعالات قوی بین آرایه‌های متناوب نانولوله‌ها و تشعشع الکترومغناطیس مرئی وجود دارد. فعل و انفعال ساده‌ای وجود دارد که منجر به بروز اثرات تداخل و تفرق نور می‌گردد، درست مانند فعل و انفعالات کریستال فوتونیک که پراکنش حالت‌های فوتونیک را تغییر داده و موجب پیدایش نوارهای روشن و تاریک نور میشود. □

وی ادامه داد: "کریستال‌های فوتونیک در ساخت قطعاتی چون دی مولتی پلکسر^۲، دی مدولاتورها^۳، فیلترها و سوئیچ‌های ارزان قیمت کاربرد دارند. در میان کاربردهایی که از ویژگی‌های فوتونیک آرایشها، مانند نوارهای روشن و تیره بهره می‌گیرند می‌توان به فیلترهایی با راندمان بالا و سطوح بازتابش بدون تلفات اشاره کرد."

لازم به ذکر است که این گروه به فعالیت خود جهت ارتقاء کیفیت نانولوله‌ها و افزایش مقیاس تولید آرایه‌های خودسامان ادامه خواهد داد. رن اظهار داشت: "ما همچنین در تلاش جهت ترکیب نانولوله‌های کربنی و مواد دیگر با استفاده از لایه نشانی فیلم نازک هستیم تا قطعات نوری با خواص اپتوالکترونیک مطلوب ایجاد کنیم. مهمتر آنکه، فعالیت‌های خود را در زمینه کاربرد ادواتی که از خواص بنیادی نور در آرایه‌های نانولوله‌ای بهره میگیرند ادامه خواهیم داد."

^۱- PECVD

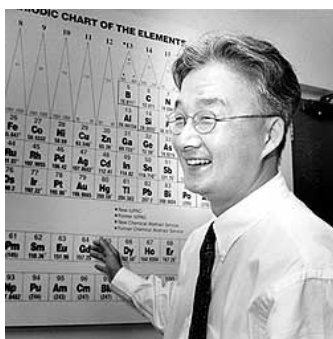
^۲- Demultiplexer

^۳- Demodulator

این دانشمندان، نتایج تحقیقات خود را در مجله [Nano Letters](http://nanotechweb.org) گزارش کردند.

منبع: <http://nanotechweb.org>

روش جدید تشخیص DNA



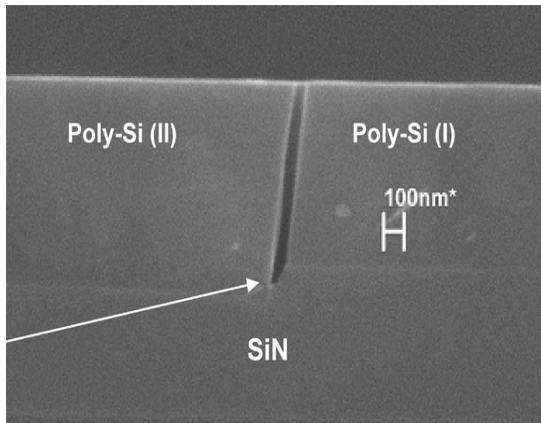
دکتر لی

دسامبر ۲۰۰۲ یکی از تحولات عرصه نانوبیوتکنولوژی دانشگاه کالیفرنیا، برکلی (UC) ممکن است منجر به دستیابی به ابزاری جدید برای تشخیص بیماری و تشخیص دارو شود. حجم این ابزار مبتنی بر تراشه تشخیص DNA به گونه‌ای است که درون جیب جای می‌گیرد.

دکتر لوکلی، استاد بیومهندسی این دانشگاه و از

بنیانگذاران مرکز حسگرها و راه‌اندازهای برکلی، به همراه دانشجویانش به شرح یک تراشه کوچک پرداخت که به واسطه خواص الکتریکی‌اش در تشخیص DNA به کار می‌رود. این میکرو ارایه‌های DNA با "تراشه‌های ژنی" قادر به آنالیز نمونه‌های DNA و تشخیص بیولوژیکی آنها هستند. این تراشه‌های سیلیکونی یا شیشه‌ای با دهها هزار رشته DNA که جفت رشته‌های آنها از هم جدا شده است، پوشانده می‌شوند. هر DNA مرجع از یک توالی باز خاص تشکیل یافته است که کد ژنتیکی آن محسوب می‌شوند. این کدها برای هر مرضی یا پاتوژن، منحصر بفردند و همین انحصاری بودن آنها است که موجب تشخیص DNA می‌گردد. نمونه DNA مورد آزمایش به رشته‌های مجزا از هم تبدیل شده و برای تجزیه و تحلیل، وارد تراشه می‌شود. از آنجا که بازهای خاص در DNA همیشه به بازهای خاص دیگری متصل می‌شوند، رشته مورد نظر با رشته مکمل خود ترکیب خواهد شد. با مشخص کردن اینکه DNA مورد نظر با کدام رشته ترکیب شده است می‌توان آنرا شناسایی کرد. حال مسئله اصلی، سعی در تشخیص ترکیب شدن رشته‌های DNA با همدیگر است.

طبق اظهارات لی: "بسیاری از سیستمهای تجاری تشخیص DNA بر مبنای تشخیص



شیارهای ۵۰ نانومتری برای قرار گرفتن DNAهای

نشاندارد کردن DNA و تجهیزات تشخیص مرجع

نوری کار می کنند و شما مجبورید DNA را به یک مولکول فلورسنت متصل کرده و آنرا بالیزر تحریک کنید و سپس فلورسانس شدن آنرا ببینید."

در این زمینه نیاز به استفاده از دیگر

روشهای مغناطیسی و الکترومغناطیسی در

آن می باشد. طبق اظهارات لی، این فرآیندها نه تنها زمان بر می باشند بلکه هزینه بالایی نیز احتیاج دارند.

روش لی، مبتنی بر استفاده از الکترونیک به جای اپتیک است. وی با استفاده از فنون

ساخت نانومتری، تراشه های پلی سیلیکونی ساخته است که دارای نانوشیارهایی به پهنای ۵۰

نانومتر هستند. دورن هر کدام از این نانوشیارها یک رشته DNA مرجع قرار داده می شود و

سپس ولتاژی بر روی آن اعمال شده و ظرفیت آن (توانایی ذخیره بار) اندازه گیری می شود.

ظرفیت مواد موجود در شیارها که با ترکیب شدن رشته های DNA تغییر می کند، توسط

خاصیت دی الکتریک این مواد اندازه گیری می شود.

لی می گوید: "شما می توانید DNA نمونه را به سطح تراشه اضافه کرده و با مشاهده

تغییر در سیگنالهای الکتریکی، به ترکیب شدن رشته های DNA پی ببرید."

لی و تمیش در تلاشند تا حساسیت این وسیله را افزایش دهند. وی می گوید: "مرحله

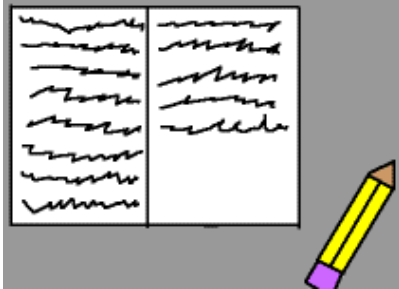
بعدی تحقیقات، طراحی یک سیستم نانوسیالاتی، لوله کشی نانومتری، جهت کنترل جریان

DNA نمونه درون شیارها است."

طبق اظهارات وی، این کار در سطح مشترک الکترونیک حالت جامد و پلیمرهای زیستی نرم می‌باشد که توسط ارگانوسم‌های زنده ساخته می‌شوند.

منبع: <http://www.coe.berkeley.edu>

آموزش؛ بخش کلیدی در تحقیقات نانو



۱۲ دسامبر ۲۰۰۲ - بنابر اظهارات محققین،

دانشمندان نانو تکنولوژی دریافته اند که پروژه های آنها باید حاوی منابع آموزشی برای آیندگان باشد. کنفرانسی در دفتر مرکزی بنیاد ملی علوم آمریکا با هدف تاکید بر تحقیقات نانو تکنولوژی در دست اجراست که بودجه آن

توسط این سازمان تامین می شود. تمامی پروژه های مطرح شده در این کنفرانس حاوی برخی روشهای توسعه آموزشی بود.

جان ردوینگ، استاد مهندسی و علوم مواد [دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا](#) گفت: "تمایل این بنیاد به آموزش، نشانه مثبتی می باشد." دانشگاه پنسیلوانیا اخیراً سرپرستی تحقیقات ۴ ساله ای با هزینه ۱/۴ میلیون دلار را بر عهده دارد که این تحقیقات شامل سیمهایی در ابعاد نانو و بررسی کاربردهای احتمالی آن در کامپیوتر و الکترونیک می باشد.

وی ادامه داد: "آنها در جستجوی روش های آموزش متفاوت با استاندارد آموزش دوره لیسانس هستند. محققین گاهی چنان بر کار خود متمرکز می شوند که لازم است به آنها یادآوری نمود که دامنه گسترده ای از انسانها می تواند از همکاری در برنامه و یا تنها دریافت اطلاعات بیشتری نسبت به موضوع بهره مند گردند."

وی افزود: "هر نوجوان می تواند از آموزش فواید شگفت انگیز نانو تکنولوژی تقریباً در تمام ابعاد زندگی بهره مند گردد."

کارهای بسیار جالبی در زمینه نانو تکنولوژی وجود دارد که اگر عملی گردد می تواند دانش آموزان را جذب شغلهایی در این زمینه نماید.

بنابر اظهارات میهیل روکو، مشاوره ارشد [NSF](#) در زمینه نانو تکنولوژی، دلایلی تجربی

نیز برای بهبود وضعیت آموزشی نانوتکنولوژی در دسترس می‌باشد.

وی اظهار داشت: "در آینده نزدیک و چه بسا بسیار سریعتر از آنچه مردم انتظار دارند، این زمینه از دانش به صنعت، کشاورزی و مراقبت بهداشتی راه خواهد یافت و لازم است مردم در این تکنولوژی جدید وارد و از آن بهره‌مند گردند."

روکو گفت: "این بنیاد همچنین در حال آغاز برنامه‌های جداگانه لیسانس و K-۱۲ می‌باشد تا دانش‌جویان را در مسیر نانوتکنولوژی قرار دهد. تا تابستان ۲۰۰۳ مدل‌های آموزشی برای دبیرستانها فراهم خواهد شد و در حال حاضر معلمین مشغول همکاری با NSF می‌باشند تا از مناسب بودن این مدلها برای برنامه آموزشی اطمینان حاصل شود. در حال حاضر دانش‌جویان تنها ابعادی از شیمی یا مکانیک را می‌آموزند و تصویر گسترده‌ای از آنها را مشاهده نمی‌کنند. ما به دنبال ایجاد تحول سازمان یافته‌ای در آموزش هستیم تا دانش‌جویان با فراگیری مطلبی بتوانند فوراً تمام ابعاد آنرا دریابند."

وی می‌افزود: "یکی از نقاط قوت نانوتکنولوژی، طبیعت میان رشته‌ای آن است. پدیده‌های شیمیایی، مکانیکی و پدیده‌های وابسته، در ابعاد نانو نمی‌توانند از همدیگر تفکیک شوند. بنابراین دامنه وسیعی از علوم در هر پروژه به کار می‌رود. نباید افراد را به اجبار به سمت میان رشته‌ای شدن هدایت کرد، تا آنها خود نیاز به یکدیگر را درک کنند. قصد ما ایجاد بنیانی در تمامی رشته‌های تحصیلی است تا سبب شکل‌گیری رهیافتی هموار در این عرصه شود."

وی اظهار داشت: "فعالتهای اخیر نانوتکنولوژی در ژاپن و اروپا به سختی پیش می‌رود،

زیرا آنها این زمینه را بسیار محدود تعریف کرده‌اند."

منبع: <http://www.upi.com>

برخی از اختراعات مرتبط با نانو تکنولوژی

(از سال ۲۰۰۰)

دسامبر ۲۰۰۲ - درک اهمیت تحقیقات نانو تکنولوژی موجب رشد فزاینده اختراعات در این زمینه شده است. در ذیل، لیست برخی از اختراعات ثبت شده در US Patents ارائه می شود. البته این فقط درصد بسیار اندکی از این اختراعات است و ارائه تمامی آنها در این خبرنامه میسر نمی باشد.

۱ - روش ساخت نانو استمپ و ایجاد اجزای نانومتری توسط آن بر روی یک زمینه

شماره ثبت اختراع: ۶۳۶۵۰۵۹

تاریخ ثبت اختراع: ۲ آوریل ۲۰۰۲

۲ - ساخت حسگرهای مزوسکوپیکی غیرمغناطیسی نیمه هادی با مقاومت مغناطیسی به روش لیتوگرافی جزیره ای

شماره ثبت اختراع: ۶۳۵۳۳۱۷

تاریخ ثبت اختراع: ۵ مارس ۲۰۰۲

۳ - تولید انبوه نانولوله های همراستای بسیار خالص بر روی زمینه بزرگ توسط روش رسوبدهی شیمیایی حرارتی بخار

(ایجاد نانوذرات کاتالیست فلزی بر روی زمینه (بروش حکاکی^۱) و رشد نانولوله ها به روش CVD بر روی آنها)

شماره ثبت اختراع: ۶۳۵۰۴۸۸

تاریخ ثبت اختراع: ۲۶ فوریه ۲۰۰۲

۴ - ابزار و روش کنترل برهم کنش بین تیرک و سطح نمونه در میکروسکپ نیروی اتمی و

^۱ - Etching

دندان‌سازی نانومتری

نانولوله تک جداره توسط امواج اولترا سونیک در استن پخش می‌شود و با تبخیر استن،

نانولوله‌ها روی صفحه‌های مسی لایه نشانی می‌شوند.

شماره ثبت اختراع: ۶۳۴۹۵۹۱

تاریخ ثبت اختراع: ۲۶ فوریه ۲۰۰۲

۵- روش آماده‌سازی فیلم نانولوله کربنی

شماره ثبت اختراع: ۶۳۴۶۰۲۳

تاریخ ثبت اختراع: ۱۲ فوریه ۲۰۰۲

۶- تولید مواد با اثرات طول باند نوری

(ایجاد دوغابی از سرامیک دی‌الکتریک نانو کریستالی یا مواد نیمه‌هادی و یک پلیمر و

لایه نشانی آن بر روی یک زمینه، خشک کردن فیلم حاصل، به منظور حذف پلیمر. می‌توان از

اکسید تیتانیوم به عنوان ماده سرامیکی یا نیمه هادی و از پلی استایرن به عنوان پلیمر استفاده

نمود.)

شماره ثبت اختراع: ۶۳۳۹۰۳۰

تاریخ ثبت اختراع: ۱۵ ژانویه ۲۰۰۲

۷- آرایه نانو الکترودها

شماره ثبت اختراع: ۶۳۲۵۹۰۴

تاریخ ثبت اختراع: ۴ دسامبر ۲۰۰۱

۸- ساختارهای فیبری حاوی نانوفیبریلها و دیگر فیبرهای نساجی

(ساخت نانو فیبرهایی با قطر بین ۴ انگستریم تا ۱ نانومتر با فرآیند الکترو اسپینینگ)

شماره ثبت اختراع: ۶۳۰۸۵۰۹

تاریخ ثبت اختراع: ۳۰ اکتبر ۲۰۰۱

۹- روش نانوساختار دهی لایه‌های کربن آمورف

(بکارگیری یک پروب هادی یا نیمه‌هادی جهت ایجاد میدان الکتریکی در لایه کربن. فاصله پروب از لایه به گونه‌ای است که "گسیل میدان" یا "تونل زنی" الکترون بین پروب و لایه اتفاق می‌افتد. ولتاژ اعمال شده موجب ایجاد حفره‌هایی در لایه کربن می‌شود.)

شماره ثبت اختراع: ۶۳۰۶۷۷۹

تاریخ ثبت اختراع: ۲۳ اکتبر ۲۰۰۱

۱۰- الگودهی نانومتری برای ایجاد سیمهای طولانی

شماره ثبت اختراع: ۶۲۹۴۴۵۰

تاریخ ثبت اختراع: ۲۵ سپتامبر ۲۰۰۱

۱۱- روش و فرآیند تصویر برداری و شکل دهی ادوات و سطوح مختلف

شماره ثبت اختراع: ۶۲۶۲۴۲۶

تاریخ ثبت اختراع: ۱۷ جولای ۲۰۰۱

۱۲- روش ساماندهی شیمیایی قطعات نانومتری

(استفاده از مولکولهای DNA جهت ساخت ترانزیستورها، خازنها، دیودها و...)

شماره ثبت اختراع: ۶۲۴۸۵۲۹

تاریخ ثبت اختراع: ۱۹ ژوئن ۲۰۰۱

۱۳- روش ساخت محیط ضبط مغناطیسی با دانه‌های مغناطیسی مفرد و دانسیته بالا

شماره ثبت اختراع: ۶۲۱۴۴۳۴

تاریخ ثبت اختراع: ۱۰ آوریل ۲۰۰۱

۱۴- فرآیند تولید ذرات بسیار ریز

(این روش مبتنی بر واکنش مکانیکی - شیمیایی یک ترکیب فلزی با یک عامل مناسب

جهت تولید مواد نانومتری جامد است.)

شماره ثبت اختراع: ۶۲۰۳۷۶۸

تاریخ ثبت اختراع: ۲۰ مارس ۲۰۰۱

۱۵ - روش و تجهیزات ساخت مستقیم نانو ذرات

شماره ثبت اختراع: ۶۱۸۳۸۱۷

تاریخ ثبت اختراع: ۶ فوریه ۲۰۰۱

۱۶ - روش ساخت حافظه غیر فرار با استفاده از نانونقاط کریستالی

شماره ثبت اختراع: ۶۱۶۵۸۴۲

تاریخ ثبت اختراع: ۲۶ دسامبر ۲۰۰۰

۱۷ - استفاده از تشعشع و نانوذرات برای بهبود دارورسانی در تومورهای جامد

شماره ثبت اختراع: ۶۱۶۵۴۴۰

تاریخ ثبت اختراع: ۲۶ دسامبر ۲۰۰۰

۱۸ - روش آماده سازی نانولوله‌های کربنی تک دیواره

(هلیم به عنوان گاز بی اثر استفاده می‌شود. تخلیه قوس DC بین الکترودهای کربن با فلزهای

متفاوت موجب می‌شود کربن و فلزهای روی هر دو الکتروود تبخیر شوند، فلزها تشکیل آلیاژ

کاتالیستی دهند و نانولوله تک دیواره تشکیل شود.)

شماره ثبت اختراع: ۶۱۴۹۷۷۵

تاریخ ثبت اختراع: ۲۱ نوامبر ۲۰۰۰

۱۹ - روش خودسامانی نقاط کوانتومی سیلیکونی

شماره ثبت اختراع: ۶۳۷۵۷۳۷

تاریخ ثبت اختراع: ۲۳ آوریل ۲۰۰۲

۲۰ - مواد با کارکرد فیزیکی

شماره ثبت اختراع: ۶۳۷۶۶۵۵

تاریخ ثبت اختراع: ۲۳ آوریل ۲۰۰۲

منبع: <http://www.nanotechbulletin.com>

شرکتهای سازنده تجهیزات نانوتکنولوژی

دسامبر ۲۰۰۲ - شرکتهای زیادی در چند سال اخیر به فعالیت در عرصه نانوتکنولوژی

پرداختهاند. گستره فعالیت این شرکتها بسیار وسیع است.

در جدول زیر لیست شرکتهای فعال در ساخت و ارائه خدمات در زمینه تجهیزات

نانوتکنولوژی ارائه می شود.

فعاليتها	موقعیت	شرکت
این شرکت در زمینه تکنولوژی و ابزار آلات تحلیل و تصویربرداری از خواص مهم سطوح یولوژیکی، شیمیایی و نیمههادی و ذخیره سازی اطلاعات و صنایع وابسته شهرت دارد.	ایالات متحده آمریکا کالیفرنیا	Accurion Scientific Instruments
تهیه نرم افزار جهت پردازش دیجیتال تصویر	اتریش - گراز	Alicona Imaging
تهیه وسایل تحلیل سطح جهت کاربردهای صنعتی و تحقیقات دانشگاهی	ایالات متحده آمریکا کالیفرنیا	Ambios Technology
طراحی، توسعه، ساخت، بازاریابی و نگهداری SPM و وسایل اندازه گیری مبتنی بر میکروویو مستقیم و غیرمخرب	ایالات متحده آمریکا کالیفرنیا	Ariel Technologies
تهیه ابزار تحقیقاتی برای علم و تکنولوژی در ابعاد نانو و MFP (پروب نیروهای مولکولی)؛ وسیله ای با حساسیت یک پیکونیوتن برای اندازه گیری نیرو - های بین مولکولها و درون آنها می باشد.	ایالات متحده آمریکا کالیفرنیا	Asylum Research
گسترش وسایل اندازه گیری آزمایشگاهها در زمینه تحقیقات علمی و صنعتی	آلمان - منهم	Atomic Force F&E
توسعه تکنولوژیهای فوق مینیاتوری نانو آرایه ای، برای تحلیل بیومولکولی با ظرفیت بالا در فاز جامد و محصولات AFM	ایالات متحده آمریکا Ames	BioForce Nanosciences
تهیه سیستمهای مجتمع و پیشرفته اشعه ایکس و ارائه راه حلها برای تحلیلها مولکولی و نیادی توسط XRD و خاصیت فلورسانس اشعه	ایالات متحده آمریکا ویسکانسین مدیسون	Bruker AXS

ایکس		
این شرکت سیستمهای با کیفیت بالا را برای بررسی دقیق الکترونیکی خواص مواد در ابعاد میکرو تهیه می کند و یک MFPP چند کاره برای اندازه گیری دقیق الکتریکی در ابعاد میکرو ارائه می کند. یک سیستم خودکار پروب پیمایشگر بر اساس پروبهای میکروسکوپی چهار نقطه - ای SCOM نیز در این شرکت در حال ساخت است	دانمارک - لینگبای	Copenhagen Applied Research
تهیه کننده محصولات STM, SNOM, AFM طراحی و ساخت UHV، سیستمهای پردازش فیلم نازک و اجزاء آن	دانمارک - هرلو فنلاند و در سرتاسر جهان	Danish Micro Engineering DCA Instruments
سازنده دوربینهای دیجیتال و محصولات آن جهت بررسیهای میکروسکوپی	ایالات متحده آمریکا میشیگان	Diagnostic Instruments
طراحی، ساخت و فروش محصولاتی در زمینه بافت شناسی، میکروسکوپ نوری، میکروسکوپ الکترونی، علم مواد و محصولاتی جهت تولید، کنترل و کاربرد تکنولوژی پرتو الکترون	ایالات متحده آمریکا ملساچوست	Energy Beam Sciences
تحلیل میکرونی، تصویربرداری دیجیتال برای SEM، نمایش دهنده های اشعه ایکس و نقطه کوانتومی، وسایل میکروسکوپ الکترونی، مواد تجاری آزمایشگاهی خصوصاً در زمینه سطح، فیلم نازک و شناسایی مقادیر اندک مواد	ایالات متحده آمریکا نیوجرسی	Evex Analytical
طراحی و اجرای آزمایش، اندازه گیری، نمایش و ارائه راه حل های اتوماسیون فیبرنوری برای صنعت ارتباطات جهانی، مانند آزمایش عملکرد بهینه، وسایل اندازه گیری و مکاندهی نانومتری	کانادا - کبک	EXFO
راه حل های نرم افزاری برای مدلسازی فیزیکی طراح و سازنده تجهیزات آماده سازی و تصویربرداری از نمونه ها به وسیله میکروسکوپ الکترونی	سوئد، استوکهلم و سرتاسر جهان ایالات متحده آمریکا پنسیلوانیا	FEMLAB Fischione Instruments

لایه کننده خلعات علمی در هندوستان علوم زیستی	هندوستان - حیدرآباد ایالات متحده امریکا سان دیگو	Forevision Instruments Genicon Sciences
این مجموعه، شرکتی جدید در زمینه تکنولوژی SPM است. این شرکت در سال ۲۰۰۱ به عنوان همکار گروه SPM دانشگاه بریستول شکل گرفت و بر تجربه خود در زمینه وسایل ساده و کاربردهای آن در علم بیولوژی و پلیمر متکی است	انگلستان - بریستول	Infinitesima
سازنده، فروشنده و ارائه دهنده خدمات میکروسکوپیهای الکترونی مانند SEMها و TEMها و انواع مختلفی از وسایل تحلیلیگر مانند طیفسنجهای جرم، NMRها، ESRها و تجهیزات نیمههادی	ایالات متحده آمریکا ملاساچوست	JEOL USA
این مجموعه شرکتی جوان و در حال رشد در زمینه نانوبیولوژی است	آلمان - برلین	JPK Instruments
لایه راه حل‌هایی بر مبنای میکروسکوپیهای نوری با درجه تفکیک زیاد برای کاربردهایی در زمینه بیوپزشکی و بازار صنعت	آلمان - وتزلار	Leica Microsystems - Light Microscopy Unit
CVP SEM, TEM	انگلستان - کمبریج آلمان - ایرکوخن ایالات متحده آمریکا ترنود	LEO Electron Microscopy
محصولات SPM	ایالات متحده آمریکا اورگان پورت‌لند] و بسیاری از کشورهای دیگر]	MikroMasch Cantilevers & Gratings for SPM
محصولات SPM	ایالات متحده آمریکا، آریزونا	Molecular Imaging
طراحی، توسعه، ساخت و نگهداری از سیستمهای لیتوگرافی مورد استفاده سازندگان وسایل نیمه‌های	ایالات متحده آمریکا تگزاس	Molecular Imprints
تهیه تجهیزات آزمایش مکانیکی و شبیه‌سازی مانند	ایالات متحده آمریکا	MTS Systems

آزمایشهای نانومکانیکی	مینسوتا	
ل ارائه خدمات آزمایشگاهی، در زمینه شناسایی ویژگی های سطحی در ابعاد میکرو و نانو	آلمان - مونستر	nanoAnalytics
ل ارائه راه حل های ساده و بی نظیر برای مصرف کنندگان TEM و مجهز کردن آن به وسایل دستکاری و اندازه گیری برای مشاهده ویژگی های الکترونیکی و مکانیکی مواد	سوئد - گوتنبرگ	Nanofactory Instruments
نانولیتوگرافی	ایالات متحده آمریکا - شیکاگو	NanoInk
ل ارائه راه حل هایی برای اجتماع میکروسکپ های با درجه تفکیک بالا مانند SNOM, PSTM, ANSOM, AFM, CCD, SEM	رژیم اسرائیل - اورشلیم	Nanonics Imaging
تهیه وسایل علوم نانو به همراه ملحقات و تدارکات برای محققین و مهندسين	ایالات متحده آمریکا آریزونا	Nanoscience Instruments
محصولات AFM, SPM	سوئیس - نیوکسل	Nanosensors
تمرکز اصلی این شرکت بر تحقیق و توسعه SPM و ایجاد ابزاری با درجه تفکیک نانومتری می باشد	آلمان - لیستال	NanoSurf
طراحی و ساخت و گسترش SPM ها و وسایل وابسته به آن	اسپانیا - مادرید	Nanotec Electronica
توسعه وسایل تصویربرداری و دستکاری مولکول در محیط های میکروسکوپی و نانوسکوپی	ایالات متحده آمریکا آیووا	Novascan Technologies
[پیش از این با نام PIEZOMAX Technologies شهرت داشت] قطعات متحرک بسار دقیق و کنترل کنندهایی برای تحقیق و تولید در ابعاد نانو	ایالات متحده آمریکا ویسکانسین مدیسون	nPoint
SPM و ملحقات آن	روسیه - مسکو	NT-MDT
تهیه و توسعه تکنولوژیها و فرایندهایی برای تولید و تحلیل میکرو و نانوساختارها و ارائه راه حل هایی برای انجام فعالیتهای مرتبط با ذخیره اطلاعات، نیمه هادی ها، تابلوهای مدار چاپی و حسگرها	سوئد - مالم	Obducat
مشهور در وسایلی برای علم سطح و SPM	آلمان - تانوستین	Omicron
میکرو حاملها	ژاپن	Olympus

تهیه کننده محصولات و خدمات پیشرفت در نانوتکنولوژی و علوم نانو	ایالات متحده آمریکا کالیفرنیا	Pacific Nanotechnology
تحلیل سطح و شناسایی ویژگی‌های مواد، وسایل، خدمات آزمایشگاهی و مشاور	ایالات متحده آمریکا مینسوتا، و سراسر جهان	Physical Electronics
سازنده SPM	ایالات متحده آمریکا کالیفرنیا	Quesant Instrument Corporation
طراح، سازنده و بازاریاب خط کامل تولیدات SPM	ایالات متحده آمریکا میشیگان	RHK Technology
تکنولوژی وسایل تحلیلی و صنعتی	ژاپن- توکیو	Rigaku/MSc
SEM و سخت افزارها و نرم افزارهای اضافی جهت ارتقاء سیستم برای تحقیق و آموزش	ایالات متحده آمریکا ماساچوست	SEMTech Solutions
سازنده، توسعه دهنده و فروشنده برای سنسجس فیلم نازک و تکنولوژی پردازش پلاسما	آلمان- برلین	SE NTECH Instruments
همکار تجاری و تکنولوژیک شرکت MikroMasch و سازنده حاملهای سیلیکون تجاری و محدوده‌های کالیبراسیون برای SPM	روسیه- مسکو	Silicon-MDT
سازنده قطعات SPM	آلمان- هرزجزات	Sputtered Films
سازنده و تهیه کننده تجهیزات میکروالکترونیک دقیق برای ساخت و پژوهش		Surface Imaging Systems
در سال ۱۹۹۷ به عنوان بخشی از IBM آلمان تاسیس شد. تولید کننده آرایه‌ای تیرک پروب سیلیکونی AFM و شناسایی ویژگی‌های این تیرکها و همچنین توسعه و تولید اجزاء MEMS سیلیکونی سه بعدی برای سیستمهای پرتوالکترون و ابزار میکروسیالاتی و میکرواپتیک	آلمان	Team Nanotech
MEMS, نیمه هادیها, مخابرات و ذخیره اطلاعات	ایالات متحده آمریکا	Tegal Corporation
تولید کننده SPM	آلمان	Triple-OMicroscopy
تولید کننده جهانی ادوات سنسجس و اندازه گیری، ادوات حکاکی با پرتویون، تجهیزات فرایند رسوبدهی مورد نیاز در تولید اجزا میکروالکترونیک	ایالات متحده آمریکا نیویورک	Veeco Instruments

سازنده تجهیزاتی با عملکرد بهینه برای کاربردهای علمی و صنعتی، با تمرکز بر راه حل‌های جدیدی برای میکروسکوپ نوری و SPM	آلمان و ایالات متحده آمریکا	WITec
محصولات سنجش و اندازه گیری	آلمان و سرتاسر جهان	Zeiss

منبع: <http://www.nanotech-now.com>