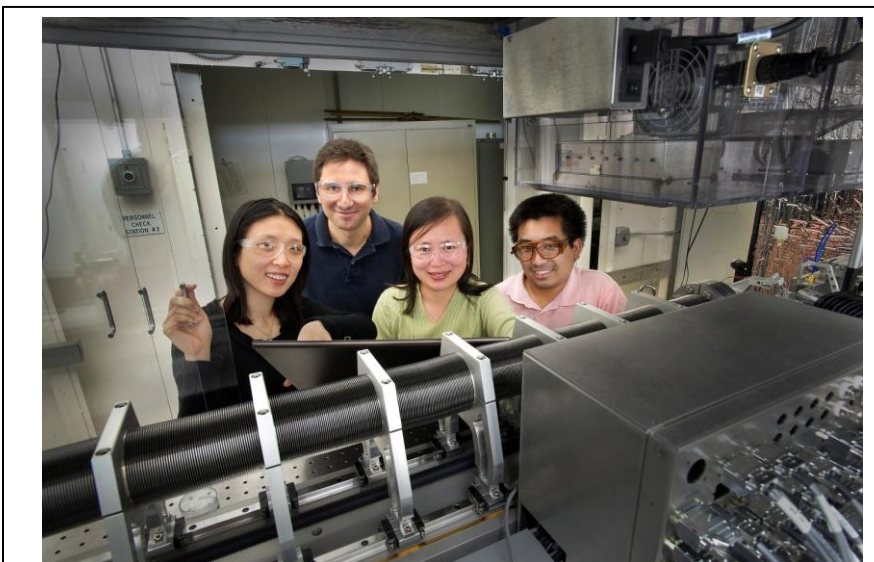


میکروسکوپ جدید ساختارهای نانومتری را به شکل خیره‌کننده‌ی سه‌بعدی تصویر می‌کند

۱۸ آوریل ۲۰۱۲

میکروسکوپی جدید که با پرتو x کار می‌کند پیچیدگی‌های مواد را در مقیاس کوچک‌تر از یاخته‌های انسان می‌کاود و تصاویری سه‌بعدی با تفکیک‌پذیری بی‌سابقه به‌دست می‌دهد. دانشگران آزمایشگاه ملی بروک‌هیون وابسته به وزارت انرژی‌ی آمریکا با ترکیب درجه‌بندی (کالیبراسیون)‌های خودکار می‌توانند با سرعت و دقت بیش



همکاران پژوهشگر از علوم فوتونی و فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر پشت دستگاه میکروسکوپ پرتو x عبوری (TXM) جدید استفاده‌اند از چپ به‌راست: یو-چن کارن چن-ویگارت، کن اردانمز، جو ونگ (رهبر تیم)، و کریستوفر انگ.

از هر میکروسکوپ دیگر هزارها تصویر بسازند و با هم ترکیب کنند. مشاهده‌ی مستقیم ساختارهایی به پهنای ۲۵ نانومتر امکان پیش‌رفت در چندین زمینه‌ی پژوهشی از جمله پژوهش‌های انرژی، محیط زیست، زیست‌شناسی، و دفاع را فراهم می‌کند.

میکروسکوپ ابتکاری‌ی پرتو x عبوری‌ی تمام میدان (TXM)^۱ که بودجه‌اش از محل لایحه‌ی بازیافت و بازسرمایه‌گذاری آمریکا^۲ تأمین شده است در چشمه‌ی ملی‌ی نور سنکروترون (NSLS)^۳ آزمایشگاه بروک‌هیون به‌بار آمده و در آنجا راه انداخته شده

است. چشمه‌ی نور پرتوهای لازم برای تصویرسازی را فراهم می‌کند. مقاله‌ی جدیدی که در آوریل ۲۰۱۲ در مجله‌ی *Applied Physics Letters* منتشر شد موفقیت آزمایش این سیستم رهگشا را شرح می‌دهد. این دستگاه تصاویر دوبعدی را که از زوایای مختلف گرفته می‌شود به‌سرعت با هم ترکیب می‌کند تا ساختارهای سه‌بعدی بسازد.

فیزیکدان بروک‌هیون، جون ونگ که نویسنده‌ی اصلی مقاله و رهبر تیم پژوهشی‌ست که نخست TXM را پیش‌نهاد کرد می‌گوید: "می‌توانیم ساختار سه‌بعدی مواد را در مقیاس نانومتر ببینیم. دستگاه خیلی خوب کار می‌کند و چند مشکل عمده‌ی گریبان‌گیر میکروسکوپ‌های پرتو x را حل می‌کند. با هیجان منتظریم که ببینیم این فناوری چه‌گونه پژوهش را به‌پیش خواهد راند."

¹ Full field Transmission X-ray Microscope

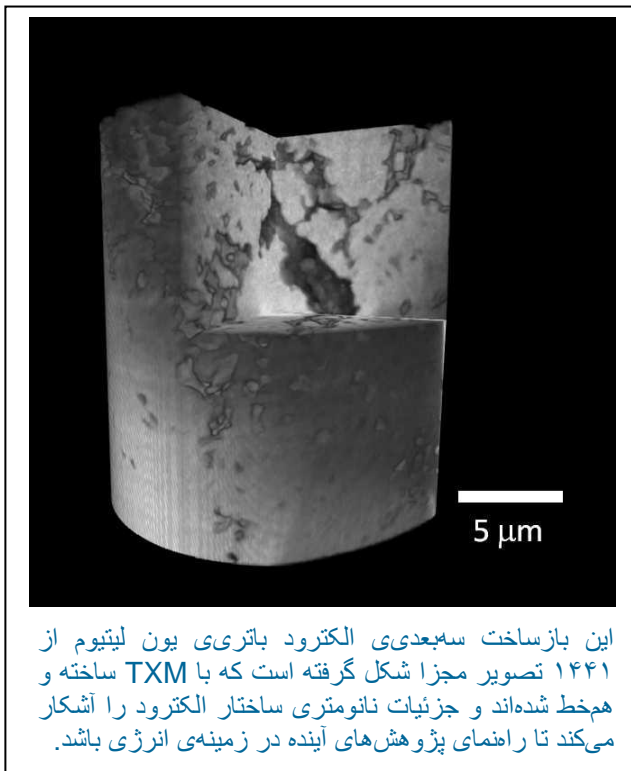
² The American Reinvestment and Recovery Act

³ National Synchrotron Light Source

ساخت یک بعد بیشتر

تیم ونگ ساختار الکتروند ۲۰ میکرونی باتری یون لیتیوم را که اندازه‌ی پیرامونش در حد موی سر انسان است بررسی کرد. عملکرد باتری را برهمکنش داخلی بین فضاهای خالی و ذرات معین می‌کند و بررسی‌ی این کنش‌ها نیاز به دانش دقیق در باره‌ی ساختار نانومتری الکتروند دارد.

تیم ونگ ۱۴۴۱ تصویر دوبعدی از الکتروند گرفت. این نمونه‌ی بسیار کوچک را ماشین‌ئی می‌گرداند تا از همه زوایا تصویر گرفته شود. ترکیب این تصاویر و به‌دست‌آوردن ساختار سه‌بعدی که داشتن دقت در هر نانومتر آن مهم است چالش اصلی‌ست. لرزش‌های معمول میکرونی در این مقیاس معادل با این است که در گرفتن تصویر از شخصی آن شخص یک متر به این سو و آن سو بپرد.



این بازساخت سه‌بعدی الکتروند باتری یون لیتیوم از ۱۴۴۱ تصویر مجزا شکل گرفته است که با TXM ساخته و هم‌خط شده‌اند و جزئیات نانومتری ساختار الکتروند را آشکار می‌کند تا راه‌نمای پژوهش‌های آینده در زمینه‌ی انرژی باشد.

پیش از این سیستم جدید اگر دانشگران می‌خواستند چنین تصویری بسازند می‌بایست هر تصویر را خودشان هم‌خط کنند یا به‌کندی با نرم‌افزار جابه‌جایی‌ها را تغییر کنند. این روش دو اثر بزرگ محدودکننده داشت: یکی این‌که لازم بود نمونه ویژگی‌های بارز درونی داشته باشد تا راه‌نمای هم‌خط‌کردن تصاویر باشد و به‌این ترتیب نوع موادی که می‌توان آزمود محدود می‌شود. دیگر این‌که هم‌خط‌کردن دستی نیاز به زمان آن‌قدر زیاد دارد که دست‌بیش با صدها تصویر می‌توان کار کرد. این وضعیت را TXM تغییر می‌دهد.

نخستین بار است که می‌توان نمونه روی سکونی سوار کرد و درحالی‌که باتری می‌چرخد و تصاویر ساخته می‌شوند جابه‌جایی‌های نانومتری در هر جهت را با سه حسگر اندازه گرفت. کامپیوتر که تصاویر را ضبط می‌کند پس از درجه‌بندی با استفاده از گوی‌ئی طلایی هر نوع جابه‌جایی را به‌شکل خودکار به‌حساب می‌آورد و تصاویر را جمع می‌کند و تصویر دقیق سه‌بعدی ساخته می‌شود. کل فرآیند چهار ساعت طول می‌کشد و این زمان کم مدیون پرتوهای x از NSLS است و کامپیوتر یا میکروسکوپ کمتر در آن نقش دارند.

آینده‌ی سه بعد

چشمه‌ی ملی دوم نور سنکروترون بروک‌هیون (NSLS-II) که قرار است در ۲۰۱۵ به بهره‌برداری برسد از ویژگی‌های این TXM بیش از این بهره خواهد برد. با شار (یا درخشندگی) بیشتر باریکه‌ی چشمه‌ی نور جدید تصویرسازی از باتری یون لیتیوم که با NSLS ۱۰۰۰۰ ثانیه وقت برد ۱۰۰۰ مرتبه سریع‌تر خواهد بود و در زمان ۱۰ ثانیه انجام خواهد شد.

علاوه بر مشاهده‌ی مستقیم ساختار مواد، TXM را می‌توان برای درک ساختار عنصری و شیمیایی مواد نیز به‌کار برد. طی تصویرسازی همراه با طیف‌نمایی که با آن می‌توان برهمکنش‌های یکتا بین ماده و تابش را دید دانشگران می‌توانند بزرگ‌نمایی را ثابت نگاه دارند و پیکربندی‌های مجزای شیمیایی را درون نمونه‌ها بشناسند. تیم ونگ اینک کار پژوهشی برای تثبیت این توانایی را شروع کرده است.

تصویرسازی ی نانومتری برای صنعت

خرید میکروسکوپ با لایحه‌ی بازیافت و سرمایه‌گذاری مجدد امریکا میسر شده است که هدفش تشویق فعالیت اقتصادی و ایجاد شغل است. *ایکس‌رادیا* شرکتی که مقرش در کالیفرنیاست ابزار جدید را ساخته است و فیزیکدان‌های آزمایشگاه بروک‌هیون در ارتباط نزدیک با مهندسان این شرکت کار کرده‌اند و اهداف پژوهشی و مختصات عمل‌کرد دستگاه را برای مهندسان شرح داده‌اند.

وَنگ می‌گوید که این همکاری بسیار موفقیت‌آمیز بوده است: "هنوز با هم در ارتباط هستیم و به آنها در باره‌ی عمل‌کرد میکروسکوپ اطلاعات می‌دهیم تا بتوانیم در آینده طراحی را متحول کنیم."

در حالی‌که موضوع اصلی‌ی کار TXM سوخت‌های جایگزین و روش‌های جدید برای انبارکردن انرژی‌ست بینش‌هایی که تا کنون به‌دست آمده است برای ساختار ریشه‌های گیاهان، کاتالیزگرها، و الکترونیک پیش‌رفته نیز به کار رفته است. موفقیت تصویرسازی سه‌بعدی نظر کاربران تجاری را نیز جلب کرده است و شرکت‌های بزرگی مانند UOP و IBM برای کار با TXM وقت گرفته‌اند. اداره‌ی پروژه‌های پیش‌رفته‌ی دفاعی (DARPA) نیز می‌خواهد از میکروسکوپ جدید برای بررسی‌ی ساختارهای پیچیده‌ی میکروتراشه‌های وارداتی استفاده کند.

منبع:

New Microscope Captures Nanoscale Structures in Dazzling 3D

http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/PR_display.asp?prID=1406