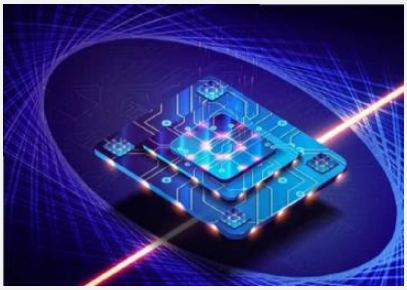

پنجشنبه 17 آبان 1403 - 06:50

ابداع ترانزیستورهای ۳ بعدی که برتر از فناوری سیلیکون هستند

دانشمندان موسسه فناوری ماساچوست(MIT) از ترانزیستورهای سه بعدی بسیار کارآمد رونمایی کردند که می‌توانند از فناوری سیلیکونی پیشی بگیرند.

دانشمندان موسسه فناوری ماساچوست(MIT) از ترانزیستورهای سه بعدی بسیار کارآمد رونمایی کردند که می توانند از فناوری سیلیکونی پیشی بگیرند. این ترانزیستورهای سه بعدی جدید با استفاده از مواد نیمه رسانای فوق نازک طراحی شده اند.

به گزارش ایسنا، پژوهشگران موسسه فناوری ماساچوست(MIT) نوع جدیدی از ترانزیستورهای سه بعدی را توسعه داده اند که می تواند نسبت به ترانزیستورهای مبتنی بر سیلیکون فعلی از نظر انرژی کارآمدتر و قدرتمندتر باشد.

این ترانزیستورهای سه بعدی جدید با استفاده از مواد نیمه رسانای فوق نازک طراحی شده اند.

یانجیه شائو(Yanjie Shao) فوق دکترای MIT و سرپرست این مطالعه می گوید: این یک فناوری با پتانسیل جایگزینی سیلیکون است، بنابراین می توانید از آن با تمام عملکردهایی که در حال حاضر سیلیکون دارد، اما با بهره وری انرژی بسیار بهتر استفاده کنید.

ترانزیستورها مکانیک کوانتومی را برای دستیابی به عملکرد بالا در ولتاژ پایین در یک ناحیه نانومقیاس مهار می کنند.

اندازه کوچک آنها راه را برای عصر جدیدی از الکترونیک فوق متراکم، با کارایی بالا و کم مصرف هموار می کند.

غلبه بر محدودیت ها

ترانزیستورهای سیلیکونی به عنوان سوئیچ های الکترونیکی عمل می کنند. یک اعمال ولتاژ ساده باعث تغییر حالت چشمگیر در ترانزیستور، از خاموش به روشن می شود. این حالت روشن/خاموش نشان دهنده ارقام باینری است که محاسبات را امکان پذیر می کند.

بازده یک ترانزیستور به شیب سوئیچ آن مرتبط است. شیب تندتر به طور مستقیم با مصرف انرژی کمتر ارتباط دارد. این بدان معنی است که ترانزیستور را می توان به سرعت روشن و خاموش کرد و به زمان کمتر و در نتیجه انرژی کمتری نیاز دارد.

با این حال، یک محدودیت اساسی به نام «حد بولتزمن»(Boltzmann tyranny)، حداقل ولتاژ مورد نیاز را برای عملکرد ترانزیستور در دمای اتاق تحمیل می کند.

این حد به طور کلی در ترانزیستورهای سیلیکونی یافت می شود و این ترانزیستورهای جدید برای غلبه بر آن از مواد نیمه رسانای فوق نازک و مکانیک کوانتومی برای دستیابی به عملکرد بالا در ولتاژ پایین استفاده می کنند.

محققان MIT برای ساخت این ترانزیستورهای جدید به مواد نیمه رسانای گالیم آنتی مونید(gallium antimonide) و آرسنید ایندیم(indium arsenide) روی آوردند.

علاوه بر این، آنها اصول تونل زنی کوانتومی را در معماری دستگاه خود گنجانده اند. در این پدیده، الکترون ها می توانند در موانع احتمالی نفوذ و از آنها عبور کنند.

هندسه منحصر به فرد این ترانزیستور

ترانزیستورهای تونل زن اغلب از جریان خروجی کم رنج می برند. این محدودیت مانع از عملکرد آنها در برنامه های کاربردی می شود، چرا که برای عملکرد کارآمد نیاز به جریان بالا دارند.

برای رفع این مشکل، مهندسان بر روی هندسه سه بعدی ترانزیستورها کار کردند. برای این کار، آنها ساختارهای ناهمگون نانوسیمی با قطر تنها ۶ نانومتر ساختند که این کار منجر به ایجاد کوچکترین ترانزیستورهای سه بعدی گزارش شده تا به امروز شد.

این تکنیک به لطف محصور شدن کوانتومی به آنها کمک کرد تا به شیب های سوئیچ شدن تیز و جریان بالا دست یابند. محصور شدن کوانتومی زمانی اتفاق می افتد که الکترون ها به فضاهای کوچک محدود شوند.

این محدودیت پتانسیل تونل زنی پیشرفته را باز می کند و عملکرد دستگاه را متحول می کند.

شائو می گوید: ما انعطاف پذیری زیادی برای طراحی این ساختارهای ناهمگون مواد داریم، بنابراین می توانیم به یک مانع تونل زنی بسیار نازک دست پیدا کنیم که به ما امکان می دهد جریان بسیار بالایی داشته باشیم.

در طول این آزمایش، دستگاه ها شیب سوئیچ شدن تیزتری نسبت به ترانزیستورهای سیلیکونی معمولی نشان دادند. این بدان معناست که آنها می توانند حالت ها را سریع تر و کارآمدتر تغییر دهند و راه را به روی دستگاه های الکترونیکی سریع تر و کم مصرف تر باز کنند.

بر اساس بیانیه مطبوعاتی پژوهشگران، این ترانزیستورها نسبت به ترانزیستورهای مشابه بهبود عملکرد ۲۰ برابری را نشان دادند.

شائو خاطرنشان کرد که این اولین بار است که توانستیم با این طراحی به چنین شیب سوئیچ شدن دقیقی دست پیدا کنیم.

محققان در تلاشند تا فرآیند ساخت این را ترانزیستورها بهبود بخشند تا از عملکرد ثابت ترانزیستور در کل تراشه اطمینان حاصل کنند.

آنها برای تقویت بیشتر یکنواختی در حال بررسی طرح های جایگزین ترانزیستورهای سه بعدی مانند ساختارهای باله ای شکل عمودی هستند.
این یافته ها در مجله Nature Electronics منتشر شده است.