



ریاست جمهوری
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان

انقلابی در خنک سازی دیتاسنترها با لیزر

منبع: سایت Sandia LabNews | نویسنده: تروی راملر



Sandia
National
Laboratories



خلاصه مطلب

فناوری جدید لیزرهای خنک‌کننده، نقاط داغ تراشه‌های دیتاسنترها را هدف می‌گیرد و تا ۴۰٪ در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌کند. این روش با جایگزینی سیستم‌های آبی پرمصرف، آینده دیتاسنترها را سبزتر و ارزان‌تر می‌کند. با حذف محدودیت‌های حرارتی، تراشه‌ها دیگر تحت تأثیر "کاهش عملکرد در دمای بالا" قرار نمی‌گیرند و قدرت پردازش سیستم‌ها به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. این یعنی حل مسائل پیچیده‌تر با سرعتی بی‌سابقه.



برای مشاهده متن اسکن کنید



متن کامل

یک شرکت ادعا می‌کند که لیزرها می‌توانند انرژی و آب را نجات دهند. آزمایشگاه‌های سانديا در حال کمک به آزمایش این ایده هستند. آزمایشگاه‌های ملی سانديا (Sandia National Laboratories) در حال همکاری با یک شرکت فناوری برای آزمایش ایده‌ای درخشان در زمینه خنک‌سازی کامپیوترها هستند.

استارت‌آپ Maxwell Labs، واقع در ایالت مینه‌سوتا، وارد یک توافق‌نامه همکاری تحقیق و توسعه (CRADA) با سانديا و دانشگاه نیومکزیکو شده است تا خنک‌سازی فوتونیکی مبتنی بر لیزر (laser-based photonic cooling) برای تراشه‌های کامپیوتری را به نمایش بگذارد. این شرکت در حال توسعه فناوری جدیدی برای تنظیم دمای تراشه‌ها است که می‌تواند مصرف برق را به‌طور قابل توجهی کاهش داده و بازدهی سیستم‌های خنک‌سازی متداول مبتنی بر هوا و آب را افزایش دهد.

رکتیم سارما (Raktim Sarma)، فیزیک‌دان ارشد پروژه از سانديا، گفت: «حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد از انرژی مصرف‌شده در مراکز داده صرف خنک‌سازی می‌شود.»

او افزود: «در برخی جوامع، میزان آب مورد نیاز برای این سیستم‌ها می‌تواند منابع محلی را تحت فشار قرار دهد.»

قطعات آزمایشی میکروتراشه‌ای Maxwell ممکن است راه‌حلی برای صنعت مراکز داده باشد؛ جایی که هزینه‌های انرژی به یک نگرانی رو به رشد تبدیل شده‌اند.

مایک کارپه (Mike Karpe)، یکی از بنیان‌گذاران و مدیر رشد Maxwell گفت:



«اگر این پروژه موفق شود، نه تنها نیاز فوری به صرفه‌جویی در انرژی را پاسخ خواهد داد، بلکه مسیر را برای عملکرد پردازنده‌ها در سطح‌هایی هموار خواهد کرد که قبلاً غیرممکن به نظر می‌رسید.»

مراکز داده مکانی هستند که هزاران سرور ایمیل‌ها، جستجوهای اینترنتی و دیگر فعالیت‌های آنلاین را پردازش می‌کنند. برخی شرکت‌ها نیز مراکز داده خصوصی برای فعالیت‌هایی مانند آموزش سامانه‌های هوش مصنوعی (AI training) دارند که توان پردازشی بالایی نیاز دارد. تمام این فعالیت‌ها حرارت تولید می‌کنند و مراکز داده نیازمند سیستم‌های خنک‌سازی گسترده‌ای هستند تا از داغ شدن بیش از حد سرورها جلوگیری کنند.

ورود لیزر

اگرچه لیزرها بیشتر برای گرم کردن مواد (مثلاً در جوشکاری، حکاکی یا چاپ سه‌بعدی) شناخته شده‌اند، تحت شرایط خاصی هم می‌توانند خنک کنند. این اتفاق زمانی رخ می‌دهد که فرکانس خاصی از نور لیزر با هدفی بسیار کوچک و بسیار خالص از یک عنصر خاص منطبق شود. به عنوان نمونه، در برخی رایانه‌های کوانتومی (quantum computers)، لیزرها برای نگه داشتن اتم‌های منفرد در دماهای بسیار پایین استفاده می‌شوند.

سارما هشدار داد که یک سیستم لیزری نمی‌تواند یک خانه یا مواد حجیم را خنک کند، اما ممکن است برای تراشه‌هایی مانند واحدهای پردازش گرافیکی (GPU) مؤثر باشد، اگر نور خنک‌کننده بتواند بر نقاط داغ بسیار کوچک متمرکز شود.

او گفت: «ما واقعاً فقط باید نقاطی به اندازه صدها میکرون (تقریباً به اندازه



یک ذره گرد و غبار) را خنک کنیم.»

جیکوب بالما (Jacob Balma)، مدیرعامل Maxwell، می‌گوید شرکت او دقیقاً چنین هدفی دارد. ایده این است که از صفحه سرد فوتونیکی (photonic cold plate) برای جایگزینی یا تکمیل سیستم‌های خنک‌سازی آبی و هوایی استفاده شود. این روش همچنین اجازه می‌دهد حرارت استخراج‌شده به صورت نور بازیابی شده و دوباره به الکتریسیته تبدیل شود.

در برخی سیستم‌های کنونی، آب سرد از میان کانال‌های میکروسکوپی در صفحات سرد مسی عبور داده می‌شود تا حرارت تراشه را جذب کند. در روش Maxwell، صفحه سرد نوری جایگزین این سیستم است. این صفحه از مواد و ساختارهایی در مقیاس نانو به کوچکی ویروس‌ها، یعنی هزار برابر نازک‌تر از موی انسان ساخته می‌شود تا نور لیزر خنک‌کننده را به نقاط داغ هدایت کند.

بالما می‌گوید مدل‌های شرکت نشان می‌دهند این سیستم می‌تواند تراشه‌ها را خنک‌تر از روش‌های آبی نگه دارد. او توضیح داد: «این موضوع امکان طراحی‌های نوآورانه برای بازیابی انرژی را فراهم می‌کند که با فناوری‌های خنک‌سازی سنتی امکان‌پذیر نیست.»

اگر این مدل‌ها صحیح باشند، روش جدید خنک‌سازی می‌تواند اجازه دهد تراشه‌ها در سطوح بالاتری کار کنند بدون آن‌که بیش از حد داغ شوند، و در نتیجه هم بازدهی عملکرد و هم کارایی انرژی را بهبود می‌بخشد.

بالما گفت: «توانایی نور برای هدف‌گیری و کنترل حرارت موضعی در مقیاس‌های مکانی و زمانی نوری، محدودیت‌های طراحی حرارتی را رفع می‌کند؛ محدودیت‌هایی که چنان بنیادی در طراحی تراشه هستند که پیش‌بینی



آن‌چه طراحان تراشه با این آزادی خواهند کرد دشوار است اما مطمئنم این موضوع نوع مسائلی که می‌توان با کامپیوترها حل کرد را به‌صورت بنیادین تغییر خواهد داد.»

تخصص سان‌دیا در ساخت مواد بسیار خالص

الخاندرو رودریگز (Alejandro Rodriguez)، مدیر ارشد فناوری Maxwell و استاد دانشگاه پرینستون، قبلاً با سارما در طراحی ساختارهای نانوفوتونیکی (nanophotonic structures) برای کاربردهای دیگر همکاری کرده بود. او گفت: «از همان همکاری مشخص شد که دکتر سارما و سان‌دیا از محدود شرکایی هستند که چشم‌انداز، اشتیاق و توانایی فنی لازم برای حل این پروژه میان‌رشته‌ای و پیشرو در حوزه مواد، الکترونیک و فوتونیک را دارند.» سان‌دیا تخصص ویژه‌ای در کار با ماده‌ای به نام آرسنید گالیم (Gallium Arsenide) دارد — نیمه‌رسانایی شبیه سیلیکون که بخش اصلی طراحی صفحه سرد Maxwell را تشکیل می‌دهد.

از آن‌جا که نور لیزر ناخالصی‌ها را گرم می‌کند و اثر خنک‌کنندگی را از بین می‌برد، صفحه سرد باید از لایه‌های کریستالی بسیار خالص و نازک از آرسنید گالیم ساخته شود. این لایه‌ها با نام لایه‌های اپیتاکسیال (epitaxial layers) شناخته می‌شوند.

سارما گفت: «و این همان چیزی است که ما در آن مهارت داریم.»

سان‌دیا سابقه طولانی در تولید نیمه‌رساناهای با کیفیت بالا دارد و منبع اصلی تراشه‌ها برای ذخایر تسلیحات هسته‌ای آمریکا بوده است. همچنین



این آزمایشگاه به صورت مشترک مرکز فناوری‌های نانوی یکپارچه (CINT) را با آزمایشگاه ملی لس‌آلاموس اداره می‌کند.

سارما و دانشمند دیگر سانديا، سادوویکاس آدامانه (Sadhvikas Addamane)، که هر دو از دانشمندان CINT هستند، از روشی به نام اپیتاکسی با پرتو مولکولی (Molecular Beam Epitaxy - MBE) برای رشد ویفرها و ساخت این دستگاه‌ها استفاده خواهند کرد.

آدامانه گفت: «با MBE، از منابع فوق‌العاده خالص استفاده می‌کنیم، می‌توانیم ضخامت لایه‌ها را با دقت کمتر از یک لایه اتمی کنترل کنیم و تمام فرآیند رشد را در خلأی بسیار بالا انجام می‌دهیم.»

بر اساس توافق‌نامه جدید تحقیقاتی، Maxwell طراحی‌های فنی را تهیه خواهد کرد، سانديا دستگاه‌ها را خواهد ساخت و دانشگاه نیومکزیکو عملکرد حرارتی آن‌ها را تحلیل خواهد کرد.

این نوع توافق‌نامه‌ها (CRADA) برای تقویت مشارکت‌های دوجانبه سودمند ایجاد می‌شوند تا تحقیقات و توسعه پیشرفته را به سمت تجاری‌سازی فناوری هدایت کنند. در سال مالی ۲۰۲۴، سانديا وارد ۷۲ توافق‌نامه CRADA جدید شد که در ۷۵ سال تاریخ این آزمایشگاه رتبه دوم برای بیشترین قرارداد سالانه شان محسوب می‌شود.