

<http://physicsweb.org/article/news/4/9/18>

2000/09/29

نظریه‌ی کوانتومی حد پراش را در می‌نورد

شاید فرآیند کوانتومی‌یی که اینشتین [1] به آن کنش‌شبح‌وار اشاره‌دور می‌گفت، به ساخت نسل جدیدی از کامپیوترهای کوچک‌تر و سریع‌تر منجر شود. به‌طور معمول، اندازه‌ی تراشه‌های سیلیسیمی را به اصطلاح حد پراش محدود می‌کنند. نمی‌شود ترانزیستری یا نقش‌تولیدشده‌بانور دیگری درست کرد که اندازه‌اش از نصف طول موج نور کم‌تر باشد. اما پژوهش‌گران آزمایش‌گاه جت پروپالشن [2] در ایالات متحده، و دانش‌گاه ویلز در بنگر [3] نشان داده‌اند با استفاده از فتون‌های درگیر می‌شود نقش‌ها‌یی درست کرد که از حد پراش بارها کوچک‌تر اند [4].

تراشه‌های کامپیوتر را با فرآیندی به اسم لیتوگرافی نوری می‌سازند. در این فرآیند، نقش مورد نظر با اثر نور روی یک زیرلایه‌ی حساس به نور پوشش‌دهنده‌ی سیلیسیم ایجاد می‌شود. مشکلی تراشه‌سازان‌ی که می‌خواهند اجزای کوچک‌تر و کوچک‌تر بسازند این است که مواد لازم برای تهیه‌ی عدسی‌ها و اجزای نوری دیگر، در طول موج‌های کم‌تر از فرابنفش مؤثر نیستند. پس با لیتوگرافی نوری نمی‌شود ساختارهای کوچک‌تر از 100 nm به دست آورد.

پارسال الی یابلونویچ [5] و روتخر وین [6] پیش‌نهاد کردند برای دوبرابر کردن حد تفکیک در مدارهای یک‌پارچه از روش‌های کلاسیک دوفتونی استفاده شود. پژوهش‌گران در کارهای اخیرشان نشان داده‌اند با استفاده از فتون‌های درگیر می‌شود حد تفکیک را به‌طور نظری تا 25 nm رساند. وقت‌ی دو یا چند ذره با هم درگیر باشند، تابع موج توصیف‌کننده‌ی آن‌ها را نمی‌شود به شکل حاصل ضرب تابع موج‌های تک‌ذره‌ای نوشت. به این ترتیب، فتون‌های درگیر عملاً مثلی یک واحد رفتار می‌کنند و انرژی‌شان با هم ترکیب می‌شود. پس طول موج مؤثر N فتون درگیر $1/N$ برابر طول موج یک فتون می‌شود و به

این ترتیب، اندازه‌ی کوچک‌ترین نقش‌ی که می‌شود روی تراشه درست کرد $1/(2N)$ برابر طول موج می‌شود. سم براؤنستین [7] از دانش گاو ویلن، بَنگِر می‌گوید: ” ما مشکلی بس آمد را دور زده ایم. با این روش، انگار داریم از نوری با بس آمدِ بیش‌تر استفاده می‌کنیم، چون فتون‌ها به طور دست‌جمعی رفتار می‌کنند.“

پژوهش‌گران سیستم ساده‌ای را در نظر دارند که در آن با استفاده از دو پاریکه‌ی نورِ تداخل‌کننده نقش‌های دوبعدی‌یی روی تراشه درست می‌شود. آن‌ها می‌گویند در این آرایه با استفاده از روش کاهشِ بس آمدِ پارامتری نوری به‌سادگی می‌شود جفت فتون درگیر درست کرد. در این فرآیند (که نخستین بار در 1995 انجام شده است) فتون‌های پرانرژی‌یی که به درون بلور دمیده می‌شوند تحت تأثیر پراش غیرخطی قرار می‌گیرند و به دو فتون هم‌بسته تجزیه می‌شوند.

براؤنستین می‌گوید برای استفاده از این روش کوانتمی فقط انجام تغییرات کوچک‌ی در روش‌های پرهزینه‌ی تولید تراشه لازم است، برخلاف روش‌های غیرلیتوگرافی‌یی که دارند بررسی‌شان می‌کنند، مثلاً استفاده از الکترون‌ها یا یون‌ها. اما برای این که این روش را بشود در عمل به کار برد باید چند مشکل فنی حل شود، از جمله باید زیرلایه‌ی ای پیدا کرد که بتواند فتون‌های درگیر را جذب کند.

- [1] Einstein
- [2] Jet Propulsion
- [3] Bangor
- [4] Physical Review Letters **85** 2733
- [5] Eli Yablonovitch
- [6] Rutger Vrijn
- [7] Sam Braunstein