

<http://physicsweb.org/article/news/5/4/12>

2001/04/26

ابزارهای نانولوله‌ای در مرکز توجه

اجزای مدارهای میکروالکترونیک معمولاً مرتباً دارند کوچک‌تر می‌شوند و به‌زودی به حد ناشی از ویژه‌گی‌های بنیادی سیلیسیم می‌رسیم. فیزیک‌پیشه‌ها به این خوش‌بین‌اند که زمان‌ی نانولوله‌های کربنی وارد کار شوند، هر چند خواص الکترونیکی‌شان هنوز کاملاً شناخته نشده است و کارکردن با آن‌ها هم سخت است. دو گروه در ایالات متحده پیش‌رفت مهمی کرده‌اند. گروه چارلز لیپر [1] از دانش‌گاه هاروارد [2] رفتار الکترونیکی چندین نوع از نانولوله‌ها را تعیین کرده است. فیدین آوریس [3] و هم‌کارانش از آی‌بی‌ام [4] هم روشی برای جداکردن نانولوله‌های فلزی و نیم‌رسانا از هم پیدا کرده‌اند [5].

نانولوله‌های کربنی صفحه‌های لوله‌شده‌ی گرافیت‌اند، که قطرشان فقط چند نانومتر است. خواص الکترونیکی هر لوله (این که رسانا، نیم‌رسانا، یا نارسانا است) به این بسته‌گی دارد که لوله از یک لایه گرافیت ساخته شده یا از چند لایه، و این که صفحه‌ها را با چه زاویه‌ای به هم پیچیده‌اند. شکل لوله‌ها را (بسته به مقدار این زاویه) زیگ‌زاگ یا صندلی می‌نامند.

لیپر و هم‌کارانش با استفاده از میکروسکپی تونلی روبشی، از نانولوله‌های زیگ‌زاگ و صندلی در مقیاس اتمی تصویربرداری کردند. تصور می‌شده هر دوی این‌ها فلزی‌اند. اما درخ‌واره‌ی انرژی نانولوله‌های زیگ‌زاگ گاف‌هایی وجود دارد، که به معنی آن است که این نانولوله‌ها کاملاً فلزی نیستند و خواص غیرمنتظره‌ی نیم‌رسانایی دارند. این گروه دریافت گاف انرژی نانولوله‌های با شعاع کم‌تر بیش‌تر است. در خوشه‌های نانولوله‌ی صندلی هم ساختارهای گاف‌وار دیده می‌شود، که از آن بر می‌آید بعضی از خاصیت‌های این‌ها هم غیرفلزی است. اما تک‌نانولوله‌های صندلی گاف انرژی ندارند، و این تأیید می‌کند آن‌ها کاملاً فلزی‌اند. به گفته‌ی پژوهش‌گران، این یافته‌ها پی‌آمدهای مهمی در

درک مان از خواص الکترونیکی، و نیز در کاربردهای بالقوه‌ی نانولوله‌های کربنی دارد. معمولاً در فرایند تولید نانولوله‌های کربنی مخلوطی از این لوله‌ها به دست می‌آید. زاویه‌ی پیچش و تعداد لایه‌ها در لوله‌های مختلف تولید شده یک‌سان نیست، به همین علت گستره‌ای از خواص الکترونیکی به دست می‌آید. تا کنون، همین مانع استفاده از این لوله‌ها در ابزارهای الکترونیکی بوده است. اما حالا آوریس و هم‌کارانش روشی برای جدا کردن نانولوله‌های فلزی و نیم‌رسانا بار آورده اند.

این گروه یک لایه از مخلوط نانولوله‌ها را روی یک ویفر سیلیسیم نشانده و سپس با استفاده از لیتوگرافی باریکه‌ی الکترون روی آن الکترودهای چشمه، دریچه، و دروا ایجاد کرد. با اعمال ولتاژ دریچه، نانولوله‌های نیم‌رسانا موقتاً به حالت نارسا می‌روند. سپس جریان بسیار بزرگی به الکترودها اعمال می‌شود. نانولوله‌هایی که در حالت نارسا هستند آسیب نمی‌بینند، اما نانولوله‌های فلزی از بین می‌روند. این گروه به همین روش توانسته یک آرایه از ترانزیسترها اثر میدان درست کند، و معتقد است همین اصل را می‌شود برای دیگر سیستم‌های الکترونیکی مولکولی هم به کار برد.

- [1] Charles Lieber
- [2] Harvard
- [3] Phaeton Avouris
- [4] IBM
- [5] Science **292** 702; Science **292** 706