

<http://physicsweb.org/article/news/11/5/16>

2007/05/17

## اسپین - الکترون‌ها در سیلیسیم محفوظ می‌ماند

یک گروه پژوهش‌گر در ایالات - متحد مدعی اند برای اولین بار الکترون‌ها ی اسپین قطبیده به سیلیسیم تزریق کرده اند. به این ترتیب، یک گام به تحقق - تجارتي ی ابزارها ی اسپین‌ترونیکی (که علاوه بر بار - الکترون اسپین - آن را هم به کار می‌برند) نزدیک تر شده ایم. در ابزار - ظریف - این گروه، الکترون‌ها را از یک آلیاژ - فرومغناطیسی به یک تکه سیلیسیم می‌رانند و در این قطعه الکترون‌ها مسافت ی حدوداً  $1 \mu\text{m}$  را می‌پیمایند بی آن که قطبش - شان از دست برود. این گروه هم چنین توانسته اسپین - الکترون‌ها را طی - حرکت - الکترون‌ها درون - سیلیسیم بچرخاند و سرانجام الکترون‌ها را جدا کند و قطبش - شان را بسنجد [1].

ابزارها ی اسپین‌ترونیکی مدارها یی اند که در آن‌ها هم بار و هم اسپین - الکترون برای انتقال، انبارش، و فرآوری ی اطلاعات به کار می‌رود. علی‌الاصول، با چنین ابزارها یی می‌شود توان - فرآوری ی اطلاعات در کامپیوترها ی سنتی را زیاد کرد، یا حتی ممکن است چنین ابزارها یی را در کامپیوترها ی کوانتومی به کار برد.

سیلیسیم باید محیط - مناسب ی برای ابزارها ی اسپین‌ترونیکی باشد چون انتظار می‌رود مسافت ی که الکترون‌ها بدون - ازدست‌رفتن - قطبش اسپینی یشان می‌پیمایند، در سیلیسیم بسیار بیش‌تر باشد تا در فلزها. به علاوه، سیلیسیم انتخاب - غالب - صنایع - الکترونیکی است و اسپین‌ترونیکی - سیلیسیمی قاعداً با فرآیندها ی تجاری ی ام‌روزی ی تراشه‌سازی سازگاری دارد.

مشکل این‌جا است که تا کنون نتوانسته بودند الکترون‌ها ی اسپین قطبیده وارد - سیلیسیم کنند. الکترون‌ها ی اسپین قطبیده معمولاً در مواد - فرومغناطیس (مثل - آهن) پیدا می‌شوند. در این مواد اسپین - بیش‌تر - الکترون‌ها در جهت ی قرار می‌گیرد که دو قطبی ی

مغناطیسی پشان در جهت مغناطیده‌گی باشد. اگر یک لایه از یک فلز فرومغناطیس را به یک تکه سیلیسیم وصل کنند، با اعمال یک ولتاژ می‌شود الکترون‌ها را از آهن‌ریا به سیلیسیم راند. متأسفانه به خاطر ناهم‌خوانی امیدانس بین فلز و نیم‌رسانا، الکترون‌ها در گذر از مرز این دوماهه قطبش پشان را از دست می‌دهند.

در مورد نیم‌رساناها ی دیگر (مثل گالیم آرسنید) این مشکل به این ترتیب حل می‌شود که الکترون‌ها ی اسپین قطبیده از مرز تونل می‌زنند و از ناهم‌خوانی امیدانس اجتناب می‌شود. اما برای این باید مرز بین فلز و نیم‌رسانا بسیار باریک و تیز باشد، که وقت ی لایه‌ها ی یک فلز فرومغناطیس را روی سیلیسیم رشد می‌دهند چنین نمی‌شود. ایان آپل باؤم [2] و بیکیین هوانگ [3] از دانش‌گاه دلاویر [4] و داؤمُنسما [5] از کیمبریج نانوتک [6] در ماساچوسیت، راه ی برای حل این مشکل یافته اند. برای این کار الکترون‌ها ی داغ (پرانرژی‌تر) را از مرز فلز-نیم‌رسانا می‌گذرانند. این الکترون‌ها مثل الکترون‌ها ی جریان‌های الکتریکی ی رانده‌شده با ولتاژ (که تحت تاثیر امیدانس قرار می‌گیرند) رفتار نمی‌کنند، بل که مثل گلوله‌ها یی اند که به مرز شلیک می‌شوند و امیدانس بر آن‌ها اثر ندارد. به همین خاطر، این الکترون‌ها ی بالیستیکی بدون ازدست‌دادن قطبش وارد سیلیسیم می‌شوند.

این پژوهش‌گران در یک پی‌وندگاه تونلی متصل به یک لایه ی 5 nm از جنس یک آلیاز فرومغناطیسی ی کبالت-آهن الکترون داغ ساختند. بعد این الکترون‌ها را درون یک فرومغناطیس تزریق کردند. الکترون‌ها آن‌جا اسپین قطبیده می‌شدند و بعد آن‌ها را درون سیلیسیم می‌فرستادند. الکترون‌ها بعد از گذشتن از سیلیسیم وارد یک لایه ی فرومغناطیسی ی دیگر می‌شوند و به این ترتیب، می‌شود قطبش اسپین آن‌ها پس از گذشتن پشان از سیلیسیم را سنجید.

آپل باؤم و هم‌کاران اش توانستند با اعمال یک میدان مغناطیسی به این ابزار جهت قطبش اسپین الکترون‌ها حین حرکت پشان از درون سیلیسیم را بچرخانند. مقدار این پیش‌روی را می‌شود با تغییر دادن میدان مغناطیسی یا با تغییر دادن سرعت الکترون‌ها با اعمال یک میدان الکتریکی تنظیم کرد. این پژوهش‌گران، با مشاهده ی این پیش‌روی توانستند تئید کنند که الکترون‌ها درون سیلیسیم واقعاً اسپین پشان را حفظ کرده اند.

این سنجش‌ها باید در دما ی بسیار کم 85 K انجام می‌شدند تا نشت جریان از ابزار کم شود. اعمال چنین دماها یی در کاربردها ی عملی ساده نیست، اما آپل باؤم به

فیزیکس وب [7] گفت این ابزار چیزها ی مهم ی را درباره ی ترابرد اسپین درسیلیسیم روشن کرده است.

- [1] Nature **447** 295
- [2] Ian Appelbaum
- [3] Biqin Huang
- [4] University of Delaware
- [5] Douwe Monsma
- [6] Cambridge NanoTech
- [7] PhysicsWeb