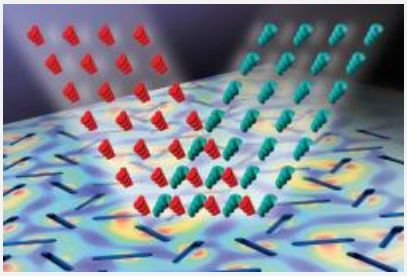

جمعه 29 شهریور 1392 - 07:11

فراماد، ابزار بازی دانشمندان با نور

مهندسان فراماده جدیدی ساخته‌اند که قادر به ارائه ضریب شکست منحصربه‌فردی است. میزان انحراف نور از مسیر خود هنگام عبور از این ماده کمتر از تمام ضریب شکست‌های یافت شده در طبیعت است.

مهندسان فراماده جدیدی ساخته‌اند که قادر به ارائه ضریب شکست منحصربه‌فردی است. میزان انحراف نور از مسیر خود هنگام عبور از این ماده کمتر از تمام ضریب شکست‌های یافت شده در طبیعت است.
یکی از امکانات مهیج فراماد (مواد مهندسی شده که دارای خواصی هستند که در مواد طبیعی یافت نمی شود) امکان بالقوه کنترل نور توسط آنها به روش هایی است که تا پیش از این هرگز امکان پذیر نبوده است. خواص اپتیکی جدید چنین موادی می تواند به تولید لنزهای کاملی منجر شود که امکان مشاهده مستقیم پروتئین های منحصربه فرد به وسیله میکروسکوپ نوری را فراهم کرده یا برعکس اشیا را به طور کامل از معرض دید پنهان کند. اگرچه فراماد در دهه گذشته انقلابی در مبحث اپتیک ایجاد کرد، اما تاکنون قدرت آنها به دلیل ناتوانی در عملکردشان روی پهنای باند گسترده نور از نظر پنهان مانده بود.

در طول دهه گذشته طراحی موادی که قابلیت عملکرد در سراسر طیف مرئی را داشته باشد به صورت یک چالش قابل توجه باقی مانده بود. اتم های مصنوعی مواد جدید به گونه ای طراحی شده تا با طیف گسترده ای از فرکانس های نور کار کند. محققان معتقدند با انجام تنظیماتی می توان از این مواد لنزهای میکروسکوپی کامل یا نهان سازهای نامرئی ساخت.

جنیفر دیون، استاد علوم مواد مهندسی و عضو وابسته به دانشگاه استنفورد در آزمایشگاه شتاب دهنده ملی SLAC می گوید: مجموعه ضریب شکست هایی که طبیعت در اختیار ما قرار داده، محدود است. تمام مواد موجود در طبیعت دارای ضریب شکست مثبت هستند.

به عنوان مثال هوا در شرایط استاندارد دارای کمترین ضریب شکست در طبیعت است. ضریب شکست هوا اندکی بیش از یک اندازه گیری شده است. ضریب شکست آب 1.33 و ضریب شکست الماس حدود 2.4 است. هر چه ضریب شکست ماده ای بیشتر باشد به این معناست که میزان انحراف نور از مسیر اصلیش هنگام عبور از آن ماده بیشتر می شود. با این تفسیر می توان گفت که اگر ضریب شکست ماده ای نزدیک به صفر یا منفی باشد پدیده فیزیکی جالبی رخ داده است. تصور کنید که یک نی را به لبه لیوان آبی تکیه داده اید. اگر ضریب شکست آب منفی بود نی معکوس دیده می شد. استفاده از تکنیک محوسازی برای پنهان کردن یک شیء یا داشتن لنز کامل و جلوگیری از انکسار مستلزم استفاده از موادی است که قادر به کنترل دقیق مسیر نور به شیوه ای مشابه باشند. فراماد قادر به ارائه چنین پتانسیلی هستند.

اتم های مصنوعی

برخلاف مواد طبیعی که خواص اپتیکی آن به شیمی اتم های تشکیل دهنده بستگی دارد، خواص اپتیکی یک فراماده از هندسه نانو سلول های خود یا همان اتم های مصنوعی مشتق می شود. با دستکاری هندسه این سلول ها می توان ضریب شکست را تنظیم کرده و ضریب شکست مثبت، منفی یا صفر به فراماده بخشید.

یکی از دردسرهایی که هر ماده اینچنینی نیاز به تعامل با آن دارد میدان های الکتریکی و مغناطیسی نور است. بسیاری از فراماد طبیعی در برابر میدان مغناطیسی نوری با طول موج مرئی و مادون قرمز کدر هستند. (اجازه عبور به آنها نمی دهند)

در تلاش های قبلی برای تولید فراماد، اتم های مصنوعی مرکب از دو جزء تولید شد؛ یک جز در تعامل با میدان الکتریکی و جزء دیگر برای تعامل با میدان مغناطیسی بود. اشکال چنین رویکردی این است که هر جزء با رنگ های متفاوتی از نور در تعامل است و به طور معمول دشوار است این دو جزء در طیف گسترده ای از طول موج همپوشانی داشته باشند.

برای رفع این مشکل گروه محققان به سرپرستی دیون یک اتم تک جزیی با خصوصیاتی طراحی کردند تا به ماده اجازه دهد به بهترین شکل با هر میدان الکتریکی و مغناطیسی نور تعامل داشته باشد.

گروه با استفاده از ریاضیات پیچیده به شکل جدیدی از ماده رسیدند که دگرگونی اپتیکی نامیده می شود. آنها با یک ساختار مسطح دووجهی که دارای خواص اپتیکی مطلوب بود کارشان را اغاز کردند که البته نمی توانست اتم مناسبی برای فراماد محسوب شود. سپس هنگام تهیه نقشه اتم درست شبیه یک طراح، شکل کروی را تبدیل به یک صفحه صاف کردند. سپس این ساختار نامتناهی را تا

زده و ضمن حفظ خواص اپتیکی، آن را به یک شیء سه بعدی در مقیاس نانو تبدیل کردند.

جسم تبدیل شده شبیه هلال ماه بوده و نوک آن باریک و در وسط پهن تر بود. فراماده جدید شامل اتم های هلالی شکل در مقیاس نانو بودند که در یک آرایه تناوبی مرتب شده بود.

فراماده طراحی شده در طول موج حدود 250 نانومتر و در نواحی چندگانه طیف مرئی و طیف نزدیک مادون قرمز دارای ضریب شکست منفی بود. محققان معتقدند با چند ترفند دیگر می توانند این فراماده را در سراسر طیف مرئی قابل استفاده سازند.

یکی از محققان تیم می گوید: ما می توانیم هندسه این اتم های هلالی شکل را تنظیم کرده یا اندازه آنها را کوچک تر کنیم تا فراماده قادر به پوشش تمام طیف نور مرئی از 400 تا 700 نانومتر شوند. احتمالا این فراماده نتواند مانند شنل نامرئی هری پاتر بزودی باعث مخفی شدن اشیا شود.

با این حال فرصت های پژوهشی به وجود آمده ناشی از تحقیق روی این ماده جدید محققان را شگفت زده خواهد کرد. فرامواد به طور بالقوه به ما اجازه می دهد که کارهای زیادی روی نور انجام دهیم. کارهایی که حتی تاکنون چیزی درباره آن نمی دانستیم. گارسیا می گوید: حتی من پس از این همه تحقیق نمی توانم تمام کاربردهای این مواد را تصور کنم. این پژوهش جعبه ابزار جدیدی برای انجام کارهایی است که قبلا هرگز انجام نشده است.

futurity / مترجم: آتنا حسن آبادی