

<http://physicsweb.org/article/news/10/9/7>

2006/09/14

یک گام به سوی میکروسکپی با یک آبرعدسی

یک گروه پژوهش‌گر در آلمان و ایالات متحده برای اولین بار با استفاده از یک آبرعدسی چند عکس اپتیکی مستقیم میدان نزدیک تهیه کرده‌اند. آبرعدسی‌ها را با مواد با ضریب شکست منفی می‌سازند و شاید این تک‌خال به کاربرد این مواد در پیش‌برد میکروسکپی میدان نزدیک در تصویربرداری از نمونه‌های زیستی و موادی که در الکترونیک کاربرد دارند بینجامد [1].

تفکیک میکروسکپی‌ها اپتیکی سنتی، با پدیده‌های میدان نزدیک محدود می‌شود. به خاطر این پدیده‌ها با آنها نمی‌شود از چیزهایی عکس گرفت که کوچک‌تر از حدوداً یک طول موج‌اند، و این کاربرد این میکروسکپی‌ها را محدود می‌کند. علت آن است که بخش میدان نزدیک نور (که جزئیات فضایی زیر طول موجی جسم را دربردارد) در فاصله کمی میرا می‌شود، در حالی که بخش میدان دور را به‌ساده‌گی می‌شود با یک عدسی سنتی بازگوانی کرد.

میکروسکپی‌ها اپتیکی میدان نزدیک روبشی (اس‌ان‌ام [2] ها) می‌توانند از این حد فراتر روند، به شرط این که در نزدیکی سطح نمونه کار کنند. اما این شرط هم این میکروسکپی‌ها را به مطالعات سطحی محدود کرده است، و در مورد مثلاً نمونه‌های حساس زیستی خطر تماس مکانیکی به وجود می‌آید.

یک گروه پژوهش‌گر از گروه نانوفتونیک مؤسسه زیست‌شیمی ماکس پلانک [3] در آلمان، هم‌راه با یک گروه فیزیک‌پیشه از دانش‌گاه تگزاس [4]، با کاربرد یک آبرعدسی در یک اس‌ان‌ام سنتی تصویرهای مستقیم زیر طول موجی گرفته‌اند.

رایبر هیلنبراند [5] (پژوهش‌گر ارشد گروه ماکس پلانک) به فیزیکس وب [6] گفت:

” برای اولین بار نشان داده ایم تصویری که یک آبرعدسی درست می‌کند را می‌شود با روش‌های اپتیکی هم (به جای ضبط بالیتوگرافی که قبلاً گزارش شده بود) ثبت کرد. با آبرعدسی، میکروسکوپی اپتیکی میدان نزدیک دیگر به مطالعات سطحی محدود نمی‌شود. به این ترتیب کاربردهای جدیدی عملی می‌شوند، چون دیگر لازم نیست کاوه بسیار نزدیک به جسم باشد.“

این آزمایش چیزهایی هم در این باره روشن می‌کند که آبرعدسی‌ها چه‌گونه کار می‌کنند: برای اولین بار دامنه و فاز افت و خیز میدان اپتیکی یک آبرعدسی مشخص شده، به بود تفکیک هم کمی شده.

از کاربردهایی که این گروه به آن‌ها اشاره کرده تصویربرداری از اجسام زیستی در محیط طبیعی ایشان است. به علاوه، آبرعدسی‌های فرورسرخ را می‌شود در صنایع نیم‌رسانا به کاربرد و اتصال‌های فلزی زیر لایه‌های شیشه یا دی‌الکتریک‌های دیگر را کاوید.

آبرعدسی SiC به کلفتی 880 nm است و شامل یک بلور SiC به کلفتی 440 nm بین دو لایه SiO₂ هر یک به کلفتی 220 nm است. این آبرعدسی را بین نُک یک اس‌ان‌اُم فرورسرخ و جسم گذاشتند. جسم یک لایه طلا بود که روی آن سوراخ‌هایی با قطرهای مختلف درست کرده بودند. این پژوهش‌گران از یک طرف آبرعدسی هم نوردهی (با فرورسرخ) کردند و هم آشکارسازی، و دریافتند با نوری با طول‌موج حدوداً 11 μm می‌شود یک حفره 540 nm را آشکار کرد. (اندازه‌ی چنین حفره‌ای تقریباً یک بیست‌م طول‌موج فرودی است.)

گنادی شوتس [7] از دانش‌گاه تیگزاس به فیزیکس وب گفت: ”توانسته ایم از جسم‌هایی عکس بگیریم که قبلاً برای عکس‌برداری از آن‌ها با میکروسکوپ‌های اپتیکی میدان نزدیک باید نُک را در فاصله‌ی حدوداً 50 nm از آن‌ها می‌گذاشتند. در این آزمایش، با استفاده از آبرعدسی توانستیم این فاصله را به حدوداً 1 μm افزایش دهیم.“ این پژوهش‌گران بنا دارند آبرعدسی‌های نازک‌تری بار آورند تا تفکیک به‌تر شود و ضمناً می‌خواهند با استفاده از آبرعدسی‌های نقره این روش را برای نور مرئی هم به کار ببرند.

[2] Scanning near-field optical microscope (SNOM)

[3] Max Planck

[4] University of Texas

[5] Rainer Hillenbrand

[6] physicsweb

[7] Gennady Shvets