

Optics and Photonics
Society of Iran



OPSI

ماهنامه علمی تخصصی انجمن اپتیک و فوتونیک ایران

سال ششم • شماره دهم • دی ۱۳۹۹

ایجاد شرایط بهینه برای ابررسانایی مواد در دمای اتاق با استفاده از پالس لیزر
ساخت گرافن رسانا از چوب با استفاده از لیزر توسط شیمیدانان دانشگاه رایس
استفاده از مدهای تاریک شبکه در نانو لیزر پلاسمونیک نور مرئی



صاحب امتیاز :

انجمن علمی اپتیک و فوتونیک ایران

مدیر مسئول :

سیده مهري حميدي سنگدهي (عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی)

گرافيست، صفحه آرا و تهیه خبر:

سعید خزائی

-
- ۱ ایجاد شرایط بهینه برای ابررسانایی مواد در دمای اتاق با استفاده از پالس لیزر
- ۳ توسعه لیزر پیکوثانیه با دقت بالا توسط دانشمندان روسی برای ناولبری ماهواره‌ای
- کانونی کردن سه‌بعدی طیف وسیعی از طول‌موج با دقت کمتر از طول موج توسط عدسی اکسید
- ۵ گرافن
- ۶ ساخت گرافن رسانا از چوب با استفاده از لیزر توسط شیمیدانان دانشگاه رایس
- ۸ به کارگیری توری پراش از جنس الماس برای استفاده در اسپکتروسکوپی و لیزرهای توان بالا
- ۱۰ استفاده از مدهای تاریک شبکه در نانو لیزر پلاسمونیک نور مرئی
- ۱۲ عکس منتخب این شماره
- ۱۴ معرفی کتاب
- ۱۵ پوستر

ایجاد شرایط بهینه برای ابررسانایی مواد در دمای اتاق با استفاده از پالس لیزر

های I-LAMP و دانشگاه کاتولیک SacroCuore برشیا و پلی تکنیک میلان به صورت عملی، وارد عمل شدند.

به گفته دانشمندان یکی از بزرگترین موانع دستیابی به ابررسانایی در تکنولوژی های معمول این است که ابررساناها تمایل دارند در دماهای بالا و غلظت های آلائی‌دگی کم، عایق باشند؛ زیرا الکترون‌ها بجای اینکه در جهت شارش حرکت کنند، یکدیگر را دفع می‌کنند. برای مطالعه این پدیده، پژوهشگران بر روی یک ابررسانای خاص با خواص فیزیکی و شیمیایی بسیار پیچیده که از چهار نوع اتم مختلف از جمله مس و اکسیژن تشکیل شده، متمرکز شدند.

در مرحله اول یک پالس لیزر، ماده را از حالت تعادل خارج می کند. در مرحله دوم، در حالیکه ماده به حالت تعادلی خود باز میگردد، پالس فوق کوتاه مؤلفه های تعیین کننده برهمکنش بین الکترون‌ها را می‌شکند.

طی این فرآیند، دانشمندان پی برده اند که در این ماده، دافعه بین الکترون‌ها و در نتیجه ویژگی عایق بودن آنها،

با همکاری میان مرکز آموزش بین المللی مطالعات پیشرفته ایتالیا (SISSA Trieste, Italy)، دانشگاه کاتولیک برشیا و پلی تکنیک میلان، دانشمندان توانسته اند با استفاده از پالس های لیزری مناسب، برهمکنش های الکترونیکی را در ترکیبی شامل مس، اکسیژن و بیسموت بشکنند و در دمای اتاق شرایطی ایجاد کنند که الکترون‌ها یکدیگر را دفع نکنند. این موضوع شرط پیش نیاز و اساسی شارش جریان بدون هیچ مقاومتی در فرآیندی است که ابررسانایی نامیده می شود. این تحقیق در زمینه فیزیک ماده چگال، چشم انداز جدیدی برای توسعه مواد ابررسانا با کاربردهایی در الکترونیک، تشخیص و حمل و نقل گشوده است. جزئیات این تحقیق در مجله Nature به چاپ رسیده است.

با استفاده از روش های پیچیده تکنولوژی لیزری که امکان بررسی شرایط غیرتعادلی را فراهم میسازد، دانشمندان به روشی کاملاً مبتکرانه برای درک مشخصات نوع خاصی از مواد دست یافتند. گروه SISSA از نقطه نظر تئوری و آزمایشگاه

شوند، در کاربردهای تشخیصی این امکان وجود دارد که میدان های مغناطیسی خیلی بزرگ در فضاهایی بسیار کوچک ایجاد شود و بنابراین تصویربرداری تشدید مغناطیسی با دقت بالا در یک فضای بسیار کوچک امکانپذیر خواهد بود. در حوزه انتقال انرژی یا میکروالکترونیک، ابررساناها در دمای بالا، علاوه بر بازدهی بالا، ذخیره انرژی قابل توجهی را میسر میسازند.

منبع: laserfocusworld.com

حتی در دمای اتاق از بین می رود. این مشاهده بسیار جالب است زیرا پیش نیازی اساسی برای تبدیل مواد به ابررسانا است. به گفته محققین ما قادر هستیم این مواد را بعنوان نقطه شروع بکار برده و بعنوان مثال، ترکیب شیمیایی آنها را تغییر دهیم.

با کشف پیش نیازهای تولید ابررسانا در دمای اتاق، دانشمندان اکنون تجهیزات جدیدی برای ساخت صحیح در اختیار دارند: با اندکی تغییر در عناصر سازنده، فرمول صحیح زیاد دور از دسترس نیست. فراتر از ریل های ابررسانا که در صنعت حمل و نقل قطار استفاده می



توسعه لیزر پیکوثانیه با دقت بالا توسط دانشمندان روسی برای ناوبری ماهواره‌ای

پالس کوتاه تر و واگرایی کمتر پرتو لیزر، اندازه گیری فاصله بین لیزر و ماه را آسان تر می کند.

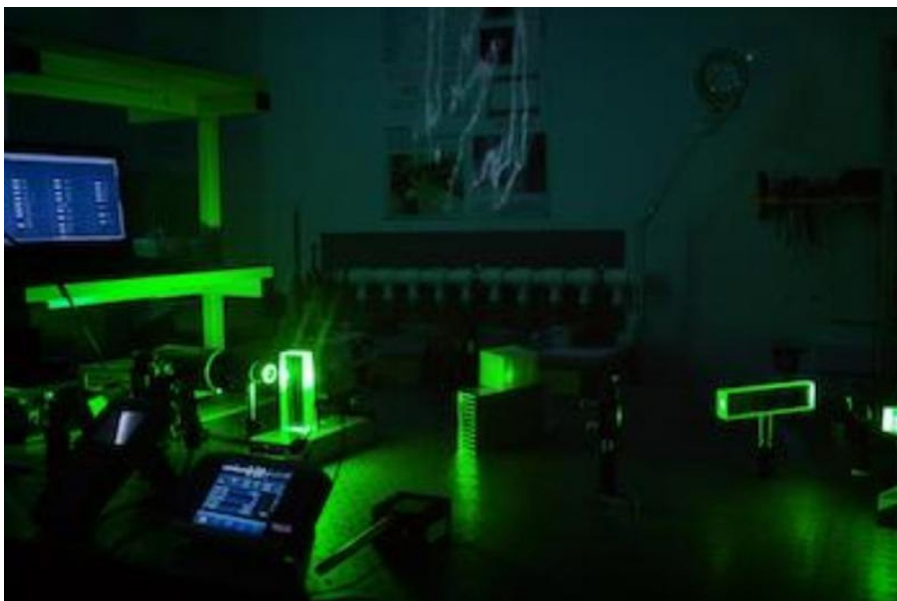
مشخصات لیزر توسعه یافته در این دانشگاه چنین است: لیزر Nd:YAG با طول موج ۱۰۶۴ نانومتر تقویت کننده توان نوسان گر اصلی (MOPA) پمپاژ شده با دیود، اندازه نسبتاً کوچک، واگرایی کم و پالس های کوتاه (پهنای پالس ۶۴ پیکوثانیه) با انرژی و نرخ تکرار پالس بالا. واگرایی پرتو لیزر، که درخشندگی را در فواصل دور مشخص می کند، نزدیک به حد تئوری است یعنی چندین مرتبه کمتر از شاخص های توصیف شده برای دستگاه های مشابه است.

سیستم لیزر به منظور جبران اعوجاج های حرارتی، مرتبه پایینی از اپتیک تطبیقی (AO) را شامل می شود. بخش اپتیک تطبیقی شامل اپتیک آستیگماتیک و یک آشکارساز چهاربخشی به منظور جبران اعوجاج های وابسته به زمان جبهه موج در تقویت کننده لیزر با انرژی بالا است.

آقای رومن بالماشنوف، مهندس

دانشمندان دانشگاه ITMO (سنت پترزبورگ، روسیه) برای اندازه گیری دقیق فاصله بین ماه و زمین لیزری با پهنای پالس کم و توان بالا ارائه داده اند که خطا در تعیین فاصله زمین و ماه را تا چند میلی متر کاهش می دهد. با استفاده از این داده ها می توان مختصات دقیق ماهواره های مصنوعی را با تأثیر جرم ماه دانست و از این اطلاعات برای ساخت سیستم ناوبری دقیق تر بهره برد.

عملکرد سیستم های GPS و GLONASS (معادل روسی GPS) بر اساس اندازه گیری دقیق فاصله بین شیء زمینی و چندین ماهواره فضایی است. مختصات ماهواره ای باید تا اندازه ممکن دقیق باشند تا از محل دقیق شیء اطمینان حاصل شود. به علاوه جرم ماه، خط سیر ماهواره را تحت تأثیر قرار می دهد. بنابراین، مختصات قمری را باید هنگام محاسبه موقعیت ماهواره در نظر گرفت. مختصات قمری با اندازه گیری فاصله تا ماه با استفاده از لیزر مکان یاب نتیجه می شود. دقت این مکان یاب ها به ویژگی های لیزر بستگی دارد. پهنای



مختصات صحیح ماهواره ای را امکان پذیر می سازد و سیستم ناوبری روسیه را دقیق تر می کند. میزان خطا هنگام قرار دادن کاربران ممکن است به کمتر از ۱۰ سانتی متر کاهش یابد.

آقای آندری مک رئیس مؤسسه تحقیقاتی فیزیک لیزر دانشگاه ITMO می گوید: این لیزر از چند نظر پیشرو است. بر اساس اطلاعات ما، این لیزر قدرتمندترین منبع تابش لیزری دارای پالس های متناوب پیکوثانیه در جهان است. لیزرهای این کلاس علاوه بر برنامه های کاربردی دقیق، می توانند برای عکسبرداری از اشیاء مداری مثل ماهواره ها یا بقایای فضایی استفاده شوند.

منبع: laserfocusworld.com

مؤسسه تحقیقاتی فیزیک لیزر و دانشجوی دکتری دانشکده فوتونیک دانشگاه ITMO می گوید: ساخت لیزر با طول پالس ده ها پیکوثانیه دیگر از نظر تکنیکی سخت نیست. با این حال، انرژی پالس خروجی این لیزر حداقل دو برابر بیشتر از آنالوگهای آن است؛ ۲۵۰ میلی ژول در طول موج سبز و ۴۳۰ میلی ژول در طول موج مادون قرمز. ما موفق شدیم به نرخ بالای تکرار پالس از مرتبه ۲۰۰ هرتز و پایداری انرژی دست یابیم، بنابراین انرژی پالس از پالسی به پالس دیگر تغییر نمی کند.

این لیزر جدید در یک مکان یاب لیزری قمری برای سیستم ناوبری GLONASS مورد استفاده قرار خواهد گرفت. این لیزر دسترسی بی درنگ به

کانونی کردن سه بعدی طیف وسیعی از طول موج با دقت کمتر از طول موج توسط عدسی اکسید گرافن

در سیستم های یکپارچه نانوفوتونیک و همچنین در تصویرسازی های غیرمخرب سه بعدی بیوپزشکی، فوتونیک هوافضا و انبرک لیزری مورد استفاده قرار گیرد. باؤوهاؤو ژیا، سرپرست تحقیقاتی نانوفوتونیک در مرکز میکروفوتونیک سوئین برن (CMP) می گوید:

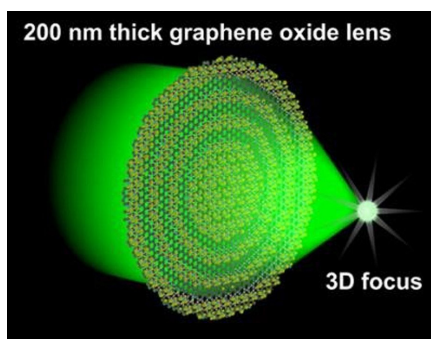
این لنز، توانایی متمرکز کردن سه بعدی با دقت کمتر از طول موج دارد که ۳۰ برابر موثرتر (از لنزهای تخت نانوفوتونیک موجود) است و می تواند نور با طیف وسیع از مرئی تا مادون قرمز نزدیک را شدیداً متمرکز کند و همچنین دارای روش ساخت ارزان قیمت و ساده است.

ژیاٹاؤوری ژنگ، سرپرست مخترعین این تحقیق می گوید:

این لنزهای منعطف اکسید گرافن، از لحاظ مکانیکی محکم هستند و تحت تنش زیاد، خصوصیات متمرکز کردن خوبی از خود نشان می دهند.

این تحقیق با حمایت مالی انجمن تحقیقات استرالیا انجام گرفته است.

منبع: laserfocusworld.com



محققان در دانشگاه سوئین برن (هاژرن، استرالیا) و دانشگاه موناخ (کلایتون، استرالیا)، یک لنز اپتیکی فوق نازک تخت از جنس اکسید گرافن را توسعه داده اند که با تنظیم مناسب ضریب شکست و ضریب جذب، اجازه رسیدن به کیفیت حد پراش را می دهد.

با استفاده از لیزر می توان به طور شیمیایی اکسید گرافن را کاهش داد که منجر به تغییر ضریب شکست و جذب گردد. این لنز تنها ۲۰۰nm ضخامت دارد و یک نقطه تمرکز سه بعدی با دقت کمتر از طول موج در میدان دور (با سایز ووکسل $5/3 \mu$) و در طیف وسیعی از ۴۰۰ تا ۱۵۰۰ نانومتر دارد. این لنز فوق نازک می تواند

ساخت گرافن رسانا از چوب با استفاده از لیزر توسط شیمی‌دانان دانشگاه رایس

در آزمایش‌های قبلی، LIG با گرم کردن سطح ورقه‌ای از پلی‌آمید با استفاده از لیزر ساخته می‌شد. در حال حاضر به جای یک ورق صاف از اتم‌های کربن شش ضلعی، LIG از یک سری ورقه‌های گرافن با یک لبه متصل به سطح زیرین و لبه‌های شیمیایی فعال در معرض هوا تشکیل شده است.

آقای تور می‌گوید که هر پلی‌آمیدی، LIG تولید نمی‌کند و برخی از چوب‌ها

دانشمندان دانشگاه رایس (هوستون، تگزاس) با تبدیل سطح چوب به گرافن، چوب را به یک رسانای برق تبدیل کرده‌اند. جیمز تور و همکارانش، از شیمی‌دانان دانشگاه رایس با استفاده از لیزر حکاکی دی اکسید کربن، یک لایه نازک از گرافن را با القای لیزری (LIG) بر روی یک قطعه چوب کاج، ایجاد کردند. گرافن ایجاد شده با القای لیزری در سال ۲۰۱۴ در دانشگاه رایس کشف شد.



نسبت به بقیه ترجیح داده می‌شوند. این تیم تحقیقاتی تحت هدایت دانشجویان فارغ التحصیل دانشگاه رایس، روکان‌یی و یی‌چان، آزمایش‌هایی را بر روی چوب توس و بلوط انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که به دلیل وجود ساختار لیگنوسلولوز در چوب کاج، گرافن با کیفیت بالاتری نسبت به چوب‌هایی با مقدار لیگنین پایین‌تر ساخته می‌شود. این فرآیند با یک لیزر صنعتی استاندارد CO₂ در دما و فشار اتاق و در محیطی از گاز بی اثر آرگون یا هیدروژن انجام می‌شود. بدون اکسیژن، گرمای ناشی از لیزر چوب کاج را نمی‌سوزاند، اما سطح را به ورقه‌هایی چین خورده از فوم گرافن متصل به سطح چوب تبدیل می‌کند. با تغییر توان لیزر، ساختار شیمیایی و مقاومت حرارتی LIG نیز تغییر می‌کند. با تنظیم توان، این لیزر بالاترین کیفیت P-LIG را نتیجه می‌دهد که P بیانگر Pine (چوب کاج) است. این آزمایشگاه کشف خودش را یک گام به جلو پیش برد و P-LIG را به الکترودی برای شکافتن آب به هیدروژن و اکسیژن و همچنین ساخت سوپرخازن‌ها برای ذخیره انرژی تبدیل کرد. برای مورد اول، آنها لایه‌هایی از کبالت و فسفر یا نیکل و آهن را بر روی P-LIG لایه نشانی کردند تا یک جفت الکتروکاتالیزور با مساحت زیاد که مؤثر و پایدار نیز هستند،

ایجاد کنند.

آقای تور می‌گوید: نشان‌دن پلی آنیلین روی P-LIG آن را تبدیل به یک ابرخازن ذخیره انرژی می‌کند که معیارهای عملکردی قابل استفاده دارد.

آقای روکان‌یی می‌گوید: کاربردهای کشف نشده بسیاری وجود دارد. به عنوان مثال ما می‌توانیم از P-LIG برای جمع‌آوری انرژی خورشیدی برای فتوسنتز استفاده کنیم. ما بر این باور هستیم که این کشف سبب می‌شود دانشمندان به مسئله مهندسی منابع طبیعی اطرافمان در جهت کارکرد بهتر، فکر کنند.

جیمز تور، مزیت این روش را در تجدید پذیر بودن این قطعات الکترونیکی می‌داند و اشاره می‌کند که گرافن یک ورق نازک از یک ماده معدنی طبیعی یعنی گرافیت است، بنابراین به جای اینکه زمین را پر از قطعات الکترونیکی کنیم، یک سری مواد به دست آمده از چوب را به زمین باز می‌گردانیم.

منبع: laserfocusworld.com

به کارگیری توری پراش از جنس الماس برای استفاده در اسپکتروسکوپی و لیزرهای توان بالا



امروزه با استفاده از تکنیک جدید موسسه پلی تکنیک لوزان سوئیس (EPFL)، توری‌های پراش با الماس خالص ساخته می‌شوند. سطوح این توری‌های پراش تا حد اتمی صیقل داده می‌شوند. این افزاره‌های جدید، در لیزرهای پرتوان تک طول موج یا لیزرهایی که از نظر طیفی تحت کنترل هستند و طیف نگارهای جدید استفاده می‌شوند. این تکنیک در کنفرانس DCM^{۲۰۱۷} که در ۵ سپتامبر برگزار شد، معرفی و ارائه شده است.

این توری‌های الماسی مناسب استفاده در طیف نگارها و افزاره‌های نوری لیزرهای پرتوان هستند. الماس از نظر رسانایی گرمایی مشخصات بی‌همتایی دارد و رسانش گرمایی آن ده‌ها برابر بزرگ‌تر از هر ماده دیگری است که تا به حال در توری‌های پراش استفاده شده است. الماس همچنین از نظر شیمیایی خنثی، از نظر فیزیکی بسیار سخت و در برابر پرتوهای فرابنفش به خوبی نور مرئی و فروسرخ عمل می‌کنند.

این تکنیک در تیمی به رهبری پروفیسور نیلز کوک استاد موسسه EPFL توسعه یافته است. از آنجا که این تکنیک، حکاکی اشکال از پیش طراحی شده روی صفحه‌های تک کریستالی الماس در ابعاد میلی‌متری را امکانپذیر می‌سازد، روشی بسیار پیشگام است. شیارهای این حکاکی در ابعاد چند میکرون است و سطوح آن به صورت اتوماتیک صیقل داده می‌شود. در این تحقیقات از الماس‌هایی که به روش CVD سنتز شده‌اند، استفاده شده است.

و صیقل دادن در مقیاس اتمی، انتخاب شوند. دستیابی به چنین مقیاس صیقل به کمک برش‌های لیزری ساده امکانپذیر نیست.

این تکنولوژی نوین که به کمک تجهیزات مرکز میکرونانو تکنولوژی (CMI) توسعه داده شده است، بسیار کاربردی است. پیش‌تر، این تکنولوژی برای سیلیکان استفاده شده بود اما در مورد الماس از این روش استفاده نشده بود. لازم به ذکر است که با توجه به اهمیت این موضوع آقای مارسل کیس دانشجوی دکتری در بین ۶ نامزد جایزه بورسیه DCM۲۰۱۷ قرار گرفت.

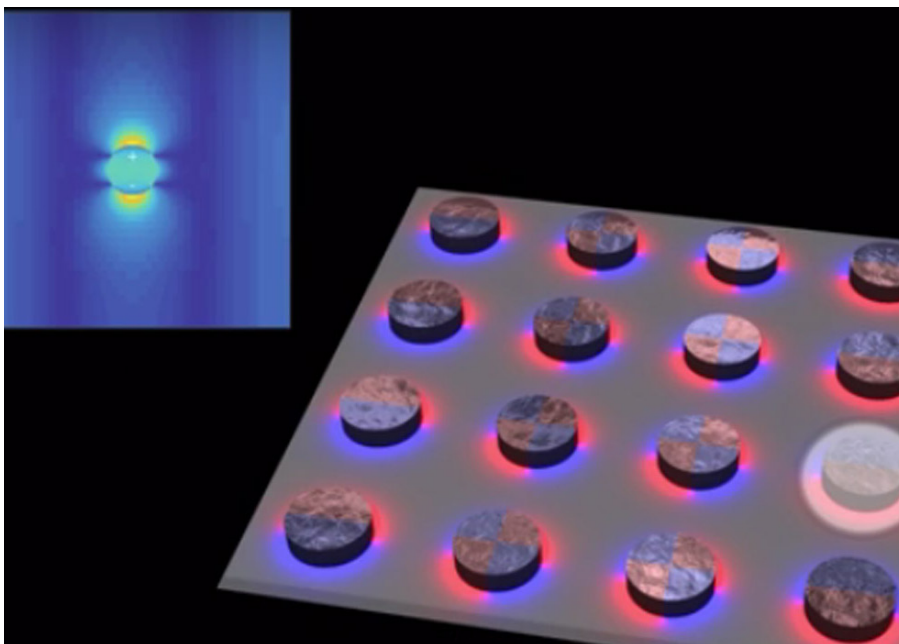
منبع: laserfocusworld.com

الماس‌ها مرحله به مرحله حکاکی می‌شوند. ابتدا پوششی سخت روی سطوح صفحه الماس لایه نشانی و ساخته می‌شود. سپس این پوشش مستقیماً در معرض پلاسمای اکسیژن قرار می‌گیرد و یون‌های اکسیژن به کمک یک میدان الکتریکی به سمت سطح الماس شتاب می‌گیرند و اتم‌های کربن را یک به یک از سطح الماس جدا می‌کنند. با تغییر و تنظیم شدت میدان الکتریکی، طرح مورد نظر روی الماس حکاکی می‌شود.

به گفته پروفیسور کواک در این پروژه، توری‌های پراشی با شیارهای مثلثی که به فاصله چند میکرون از هم قرار گرفته اند، ساخته شده است. در این فرآیند پارامترها به گونه ای تنظیم شده اند که چند الماس مناسب با قابلیت ایجاد شیارهای ۷ شکل



استفاده از مدهای تاریک شبکه در نانو لیزر پلاسمونیک نور مرئی



توانایی قرارگیری روی تراشه، باز میکند. عملکرد این لیزر بر پایه نانو ذرات نقره مرتب شده در یک آرایه متناوب است. برخلاف لیزرهای معمول با آینه های معمولی، این نانو لیزر از جفت شدگی تابشی بین نانو ذرات نقره استفاده میکند. این ذرات ۱۰۰ نانومتری به عنوان آنتنهای کوچک عمل میکنند. برای ایجاد نور لیزر با شدت بالا، فاصله بین ذرات با طول موج لیزر منطبق میشود تا تمام

پژوهشگران دانشگاه آلتو (شهر ایسپو، فنلاند) اولین گروهی هستند که نانو لیزر پلاسمونیک را در فرکانسهای نور مرئی توسعه داده و به اصطلاح از مدهای تاریک شبکه استفاده میکنند. طول عمر نور به دام افتاده در ابعاد نانو لیزر آنقدر کوتاه است که نور تنها حدود ده ها یا صدها بار رفت و برگشت میکند. این نتایج چشم انداز جدیدی را برای منابع نور همدوس بسیار کوچک و فوق سریع با

ای، شامل جریانهای با فاز مخالف در هر نانو ذره است که در حالت عادی فرکانس-های نور مرئی را تابش می‌کنند.

آقای تامی هاگالا، یکی از اعضای هیأت علمی می‌گوید: حالت‌های تاریک برای کاربردهایی با مصرف برق پایین، مورد توجه قرار می‌گیرد؛ اما بدون استفاده از هیچ ترفندی، لیزر دادن حالت تاریک ممکن است کاملاً بدون استفاده باشد زیرا اساساً این نور در آرایش نانو ذره ای به دام افتاده و نمیتواند خارج شود.

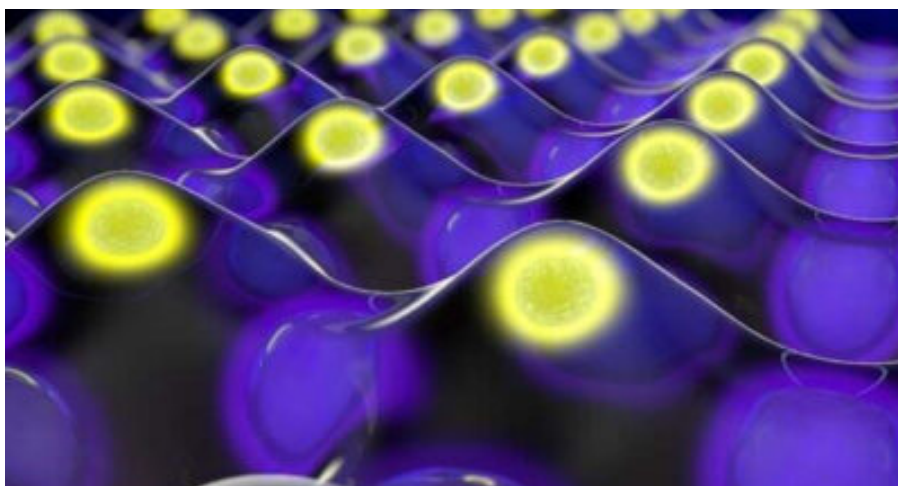
آقای هیکی رکولا، از دانشجویان دکتری می‌گوید: با استفاده از یک آرایه کوچک، راه فراری برای نور پیدا کردیم، به صورتیکه از لبه های آرایه، نانو ذرات، بسیار شبیه آنتنهایی رفتار میکنند که به بیرون تابش دارند.

منبع: aalto.fi

ذرات به صورت هماهنگ تابش کنند. انرژی ورودی (بهره) مورد نیاز برای لیزر دادن از مولکولهای فلورسنت آلی تأمین می‌شود.

چالش عمده این روش در دستیابی به لیزر، دوام نور در مدت زمان کافی در چنین ابعاد کوچکی است. یک راه حل هوشمندانه برای این مشکل بالقوه که توسط پژوهشگران ارائه شد، تولید لیزر در مدهای تاریک است.

دکتر پایوی تورما می‌گوید: مد تاریک با در نظر گرفتن آنتنهای منظم قابل درک است. یک تک آنتن زمانی که تحت تأثیر جریان شروع به کار می‌کند، به شدت تابش میکند؛ در حالیکه دو آنتن اگر با جریانهای مخالف شروع به کار کنند و بسیار نزدیک به یکدیگر قرار بگیرند، بسیار کم تابش میکنند. بنابراین به طور مشابه حالت تاریک در یک آرایه نانو ذره





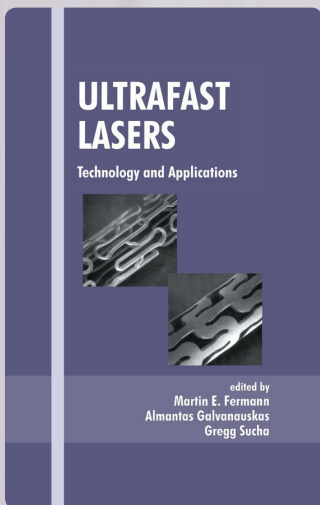
عکس منتخب این شماره

یک عکس فوری گرفته شده با
میکروسکوپ گیگاپیکسلی MCAM Falcon
توسط Ramona Optics.

منبع عکس: Gregor Horstmeyer, Ramona Optics, USA



معرفی کتاب



Ultrafast Lasers Technology and Applications

لیزرهای فوق سریع؛ تکنولوژی و کاربردها

انتشارات: CRC Press

نویسندگان: Martin E. Fermann, Almantas Galvanauskas, Gregg Sucha

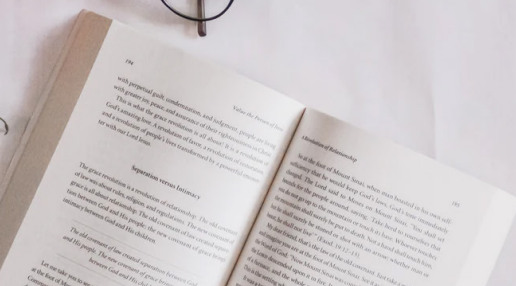
سال انتشار: ۲۰۰۳

قیمت: ۱۲۷ دلار

تعداد صفحات: ۸۰۸

چکیده کتاب:

این مرجع با پوشش تقویت کننده‌های فوق سریع پرنرژری و لیزرهای حالت جامد، فیبر و دیود، تحولات اخیر در فناوری لیزر پرسرعت را بررسی می‌کند. این یک بررسی جامع از فناوری لیزر فوق سریع، کاربردهای آن و روند آینده در مناطق مختلف علمی و صنعتی را ارائه می‌دهد. موضوعات عبارتند از: کاربردهای میکروماشینکاری برای فلزات، دی‌الکترونیک‌ها و بافت‌های بیولوژیکی، الکترونیک پیشرفته و پردازش نیمه‌هادی، توموگرافی انسجام نوری، میکروسکوپ چند عکس نمونه‌برداری و اسکن نوری، تولید و تصویربرداری تراهرتز، سیستم‌های ارتباطی نوری؛ کنترل فاز مطلق سیگنال‌های نوری؛ و بیشتر.





بیست و هفتمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران



9

سیزدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران

27th Iranian Conference on Optics and Photonics (ICOP 2021)

&

13th Iranian Conference on Photonics Engineering and Technology (ICPET 2021)

Jan. 26 to 28, 2021 - University of Sistan and Baluchestan

۷ تا ۹ بهمن ماه ۱۳۹۹ - دانشگاه سیستان و بلوچستان



تاریخ های مهم:

آغاز دریافت مقاله (۱ آبان)

آخرین مهلت ارسال مقاله (۳۰ آبان)

اعلام پذیرش مقاله (۱۵ دی)

شروع ثبت نام (۱ دی)

آخرین مهلت ثبت نام (۳۰ دی)

وبگاه همایش

<http://seminar.usb.ac.ir/icop2021>

اولین کنفرانس مجازی سالیانه اپتیک و فوتونیک ایران

وبگاه کنفرانس:

www.icop.ir

وبگاه دانشگاه سیستان و بلوچستان:

www.usb.ac.ir

تلفن دبیرخانه علمی کنفرانس: ۰۲۱-۴۴۲۵۵۹۳۷

تلفن دبیرخانه اجرایی کنفرانس: ۰۵۴-۳۱۱۳۶۳۳۷

دبیر علمی کنفرانس: عزالدین مهاجرانی

دبیر اجرایی کنفرانس: محمدعلی منصوری بیرجندی

