

Optics and Photonics
Society of Iran



OPSI

ماهنامه علمی تخصصی انجمن اپتیک و فوتونیک ایران

سال ششم • شماره ششم • شهریور ۱۳۹۹

کاربردهای پزشکی لیزرهای مونوکسید کربن در بخش جراحی
کاواک‌های نوری جدید با قابلیت رمزگذاری کوانتومی سریعتر اطلاعات
بهبود جوشکاری لیزری با آینه های سیلیکانی

ماهنامه علمی تخصصی انجمن اپتیک و فوتونیک ایران

Optics and Photonics Society of Iran (OPSI) Newsletter



صاحب امتیاز :

انجمن علمی اپتیک و فوتونیک ایران

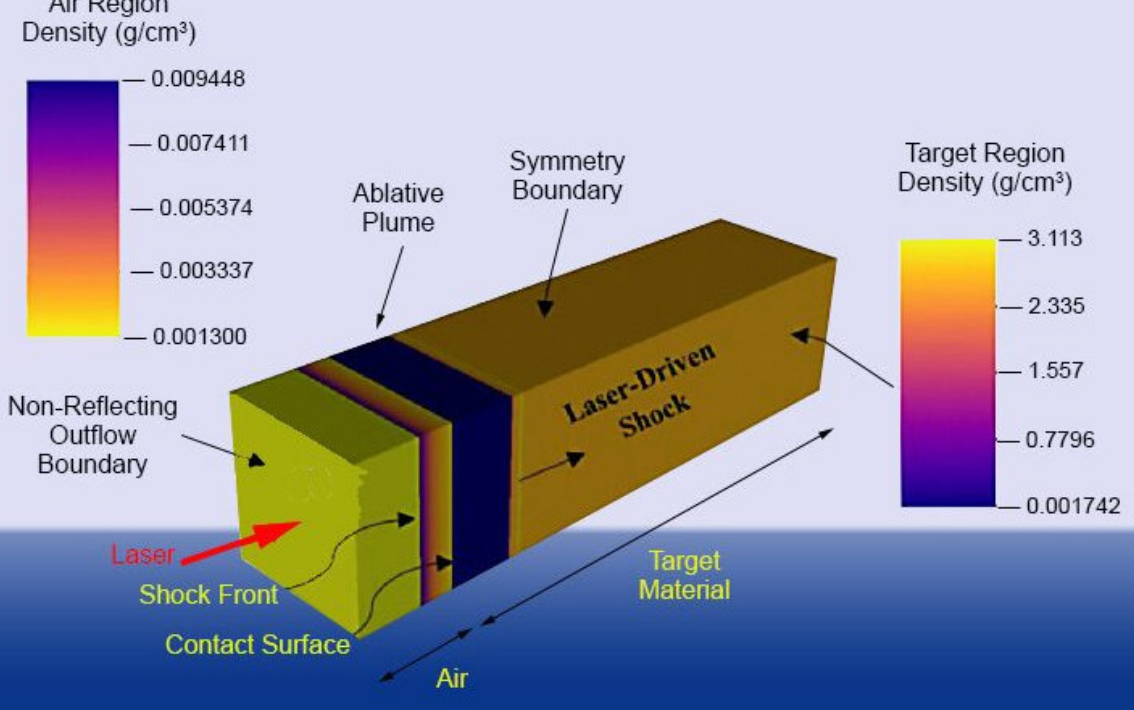
مدیر مسئول :

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

گرافیسٲ، صفحه آرا و تهیه خبر:

سعید خزائی

-
- | | |
|----|--|
| ۱ | بهبود فرآوری مواد صنعتی با استفاده از لیزر پالسی فوق کوتاه |
| ۴ | کاربردهای پزشکی لیزرهای مونوکسید کربن در بخش جراحی |
| ۷ | کاواک های نوری جدید با قابلیت رمزگذاری کوانتومی سریعتر اطلاعات |
| ۱۰ | بهبود جوشکاری لیزری با آینه های سیلیکانی |
| ۱۲ | عکس منتخب این شماره |
| ۱۴ | معرفی کتاب |
| ۱۵ | پوستر همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹ |



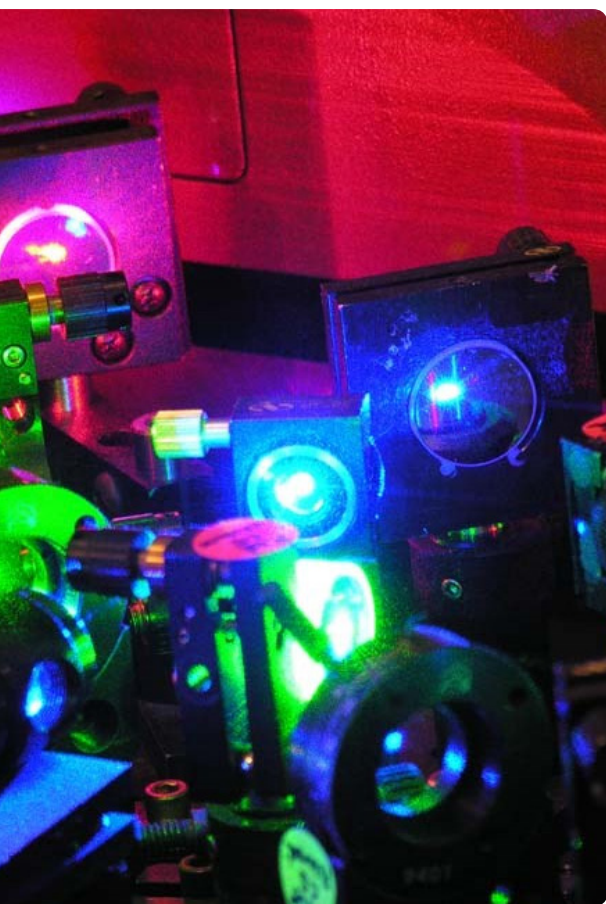
بهبود فرآوری مواد صنعتی با استفاده از لیزر پالسی فوق کوتاه

لایه ذوب شده طی فرآیندی که با عنوان relaxation شناخته می شود تحت تنش قرار گرفته و سرانجام سبب بیرون راندن ماده از طریق تولید حباب و ایجاد حفره می شود (رشد حباب های ناپایدار). محققین جهت مطالعه کننده کاری با پالس های لیزری فوق کوتاه بر روی سه ماده آلومینیوم، استیل ضد زنگ و سیلیکان از ترکیب نتایج تجربی و شبیه سازی های پیشرفته کامپیوتری در بازه ای از انرژی و طول موج لیزر، استفاده کردند. نتایج یافته های آنان نشان می دهد

تیم تحقیقاتی مؤسسه ملی لیورمور لارنس (LLNL) آمریکا با استفاده از پالس های فوق کوتاه لیزرهای ارزان قیمت و کم انرژی مکانیزم کارآمدی را برای کننده کاری لیزری ارائه کرده است که در کاربردهای صنعتی فرآوری مواد با لیزر قابل استفاده است.

در این روش، از پالس های با طول موج کوتاه و شار (انرژی بر واحد سطح) بالا برای تولید موج شوکی و ذوب کردن ماده هدف، استفاده می شود. بعد از عبور موج شوکی،

کنده کاری وسیع تر به دلیل تولید حباب و ایجاد حفره می شود. به گفته آقای Jeff Bude: "فرآیند کنده کاری (شوگ گرمایی که موجب ذوب و سپس کنده شدن ماده هدف با حباب سازی می شود) نسبت به حذف ماده از طریق بخار کردن، به انرژی کمتری



برای حذف ماده نیاز دارد و بنابراین روش مؤثرتری است." آقای Wes Keller تحلیلگر و سرپرست روابط عمومی LLNL می گوید:

که پالس های پیکوثانیه UV با شار بیشتر از 10^9 ژول بر سانتیمتر مربع می تواند با انرژی کمتر، ماده بیشتری را نسبت به پالس های با طول موج بلندتر از بین ببرد. به گفته آقای Jeff Bude (قائم مقام مرکز علوم و تحقیقات در LLNL): "شارهای بیشتر از 10^9 ژول بر سانتیمتر مربع بخصوص برای پالس های لیزری UV نسبت به طول موج های بلندتر و با شار کمتر رفتار بسیار متفاوتی دارند. سرعت کنده کاری برای شارهای بیش از 10^9 ژول بر سانتیمتر مربع و بخصوص برای نور UV افزایش می یابد. افزایش کنده کاری متناسب با افزایش بازده کنده کاری است، یعنی برای برداشتن یک حجم معین از ماده، نیاز به انرژی کمتر است. با مقایسه نتایج مربوط به لیزرهای با طول موج 355 نانومتر (فرابنفش) و 1064 نانومتر (مادون قرمز نزدیک) و شار از 0.1 تا 40 ژول بر سانتیمتر مربع، محققین دریافتند که طول موج کوتاه تر سبب ارتقاء میزان کنده کاری می شود. کنده کاری لیزری با استفاده از طول موج UV به مراتب مؤثرتر از طول موج مادون قرمز در هر سه ماده آلومینیوم، استیل ضد زنگ و سیلیکان است. شبیه سازی با استفاده از کد هیدرودینامیک تابشی (HIDRA) نشان داده است که افزایش بازدهی کنده کاری به این دلیل است که پالس های UV نفوذ عمیق تری دارند و انرژی را نزدیک تر به سطح هدف تخلیه می کنند که سبب تولید شوک های با فشار بالاتر، ذوب عمیق تر و

”مدل سازی این پدیده کار پیچیده ای است زیرا فرآیند جذب انرژی لیزر تا حد زیادی به پاسخ هیدرودینامیک ماده مرتبط است و به یک کد واحد مانند HYDRA که قابل کوپل شدن به پدیده های مختلف است نیاز دارد.“ محققین دریافتند که پاسخ ماده



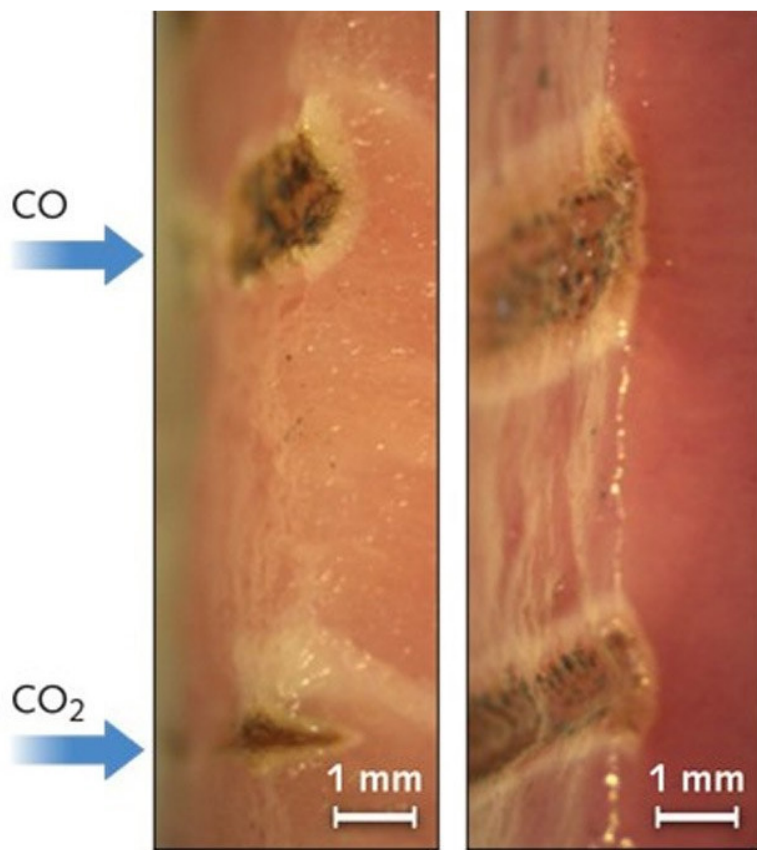
به لیزرهای پیکوثانیه تا حد زیادی مطلوب تر از پاسخ آن به لیزرهای فمتوثانیه رایج است. به گفته آقای Jeff Bude: ”برخی

از فرضیات ساده فیزیکی رایج در لیزرهای پالسی بسیار کوتاه (فمتوثانیه)، در مورد لیزرهای پیکوثانیه صحیح نیست. به گفته او در اینجا به جای اینکه ماده به آسانی انرژی لیزر را جذب و تبخیر کند، ماده حرکت کرده و منجر به پدید آمدن پولوم لیزری (ناحیه پلاسمایی ایجاد شده بعد از برخورد پالس لیزر به ماده) می شود. این بدین معناست که مدل ها باید به نحوی تنظیم شوند که هیدرودینامیک ماده ذوب شده و اندرکنش بین پالس لیزری و پلاسما (گاز یونیزه) در پولوم نیز شامل شوند.“ آقای Jeff Bude می گوید: ”برای مدلسازی صحیح اندرکنش لیزر-پلاسما، گروه های تحقیقاتی باید تعداد زیادی آزمایش های خلاقانه برای تصحیح نقص های موجود در مدل انجام دهند. با تشخیص فیزیک این پدیده، تیم ما کشف کرده است که شوک حرارتی برای ایجاد ذوب در عمق میکرونی ضروری است. بعد از ایجاد این ذوب عمیق با شوک حرارتی، حباب سازی موجب کنده کاری می شود. آنها دریافتند که پالس هایی که از لحاظ زمانی شکل دهی شده اند می توانند بر ناپایداری موجود در ماده ذوب شده غلبه کنند. بنابراین محققین می توانند از پالس های شکل دهی شده برای کندن مؤثرتر ماده استفاده کنند. این نتایج پیشنهاد می دهند که لیزرهای پالسی پیکوثانیه مزایای بیشتری از نظر قیمت، کارایی و کنترل تخریب نسبت به لیزرهای فمتوثانیه رایج دارند.

کاربردهای پزشکی لیزرهای مونوکسید کربن در بخش جراحی

محدود شدند. با این حال، در سال ۲۰۱۵، مهندسين شرکت Coherent (سانتا کلارا، کالیفرنیا) مشکل اطمینان پذیری این لیزرها را حل کردند و خانواده‌ای از لیزرهای CO بسته با طول عمر هزاران ساعت که در دمای اتاق کار می‌کنند را تولید کردند. طول موج لیزر CO، حدود ۵/۵ میکرومتر یعنی حدوداً نصف طول موج لیزر CO₂ (۱۰/۶ میکرومتر) است. بسیاری از مواد، از جمله شیشه، آب

لیزرهای مونوکسید کربن (CO) و دی اکسید کربن (CO₂) منابع مادون قرمز میانی تقریباً مشابهی هستند که پیشینه بسیار متفاوتی دارند. لیزرهای CO₂ طی ۵۰ سال گذشته در زمینه کاربردهای پزشکی و صنعتی به طور موفقیت آمیزی عمل کرده‌اند اما لیزرهای CO تا همین اواخر به دلیل قابل اطمینان نبودن، طول عمر محدود و نیاز آنها به خنک‌کاری، به کاربردهای آزمایشگاهی



و بافت‌های پستانداران، ویژگی‌های جذب بسیار متفاوتی در این طول موج‌های کوتاه‌تر دارند. محققین شرکت Art Photonics (برلین، آلمان)، اخیراً با استفاده از یکی از لیزرهای جدید شرکت Coherent، بررسی‌هایی را در زمینه چگونگی تفاوت در جذب ناشی از برهم‌کنش لیزر با بافت انجام داده‌اند. این اولین قدم برای بررسی قابلیت لیزرهای CO به عنوان ابزاری متمایز برای کاربردهای جراحی و درمانی مرتبط با آن است. بیشتر لیزرهای جراحی و پزشکی باید از طریق فیبر انتقال داده شوند. به گفته آقای ویچسلاو آرتیاشنکو، مدیر شرکت Art Photonics، این شرکت بستر انتقال نور از طریق فیبر، از محدوده ماورابنفش تا مادون قرمز شامل ناحیه دشوار ۴ تا ۱۶ میکرومتر را فراهم کرده است. این کابل‌های انعطاف پذیر برپایه فیبرهای مادون قرمز پلی کریستالی که از کریستال‌های هالید نقره قالب‌گیری شده‌اند، ساخته شده است. آقای ویچسلاو آرتیاشنکو می‌گوید: "آزمایش‌های اولیه با یک لیزر آزمایشگاهی CO نشان داد که طول موج کوتاه این لیزر می‌تواند مزیتی در برخی از کاربردهای جراحی باشد، زیرا در بعضی موارد طول موج کوتاه‌تر ممکن است سبب شود عمق نفوذ دو تا سه برابر بیشتر از لیزر CO₂ شود. این مسأله باید بیشتر بررسی شود."

آقای ماتياس اسکولز، مدیر بازاریابی شرکت Coherent، یادآور می‌شود که این

شرکت می‌خواهد پتانسیل لیزر CO را به عنوان یک لیزر جراحی بررسی کند و بدین منظور یک لیزر CO₄₀ وات (C-55L-5) را فراهم آوردند تا مطالعات دقیق‌تری را انجام دهند.

مقایسه آزمایشگاهی

این تیم برش‌هایی از بافت‌های مختلف حیوانی (قلب، ماهیچه و کبد) را که با لیزر CO₂ و CO انجام شده بود، با هم مقایسه کردند. شرایط برش برای دو لیزر تقریباً یکسان طراحی شده بود، باریکه خروجی با توان ۸ وات در عمق ۲ میلی‌متری داخل بافت با قطر ۵/۰ میلی متر کانونی می‌شود. با قرار دادن نمونه‌های مختلف بافت بر روی یک صفحه متحرک با یک سیستم اپتیکی یکسان، می‌توان چندین سرعت برش (۱، ۲ و ۴ میلی متر بر ثانیه) را مقایسه کرد. پس از برش، این نمونه‌ها یخ زده می‌شوند و با یک چاقو عمود بر جهت برش لیزر، بریده می‌شوند. این روش سبب می‌شود تصویربرداری مقطعی از برش‌های لیزر برای تفاوت‌های کیفی و کمی ممکن شود. تیم Art Photonics در هر سه نوع بافت و در هر سرعت برش، تفاوت‌های قابل توجهی را از نتایج بدست آمده از دو طول موج لیزر مشاهده کردند. در شکل موجود، برش نمونه‌های عضله چربی (چپ) و عضله قلب (راست) مربوط به بافت خوک که بوسیله نور لیزر CO (بالا) و CO₂ (پایین) با توان ۸ وات و سرعت ۴ میلی متر بر ثانیه در ۲ میلی‌متر



پایین‌تر از سطح بافت متمرکز شده است. کم کردن میزان خونریزی در جراحی لیزری منطقه سفید میزان انعقاد را نشان می‌دهد. این تصاویر میکروسکوپی از سطح مقطع بعد از برش عمودی با چاقو گرفته شده است. به گفته آقای آرتیاشنکو: "دو پارامتری که با برش لیزری بافت، به راحتی قابل مشاهده است مقدار بافت جدا شده و میزان ناحیه سفیدتر اطراف آن است، که در آن ناحیه بافت تا نقطه انعقاد گرم می‌شود اما برداشته نمی‌شود. در همه موارد لیزر CO₂ برش‌های نازک‌تر و عمیق‌تر ایجاد می‌کند، در حالی که لیزر CO سبب ایجاد یک منطقه انعقاد پهن‌تر و عمیق‌تر می‌شود. این مسئله بسیار مهم است زیرا انعقاد، عامل کلیدی برای

منبع: laserfocusworld.com

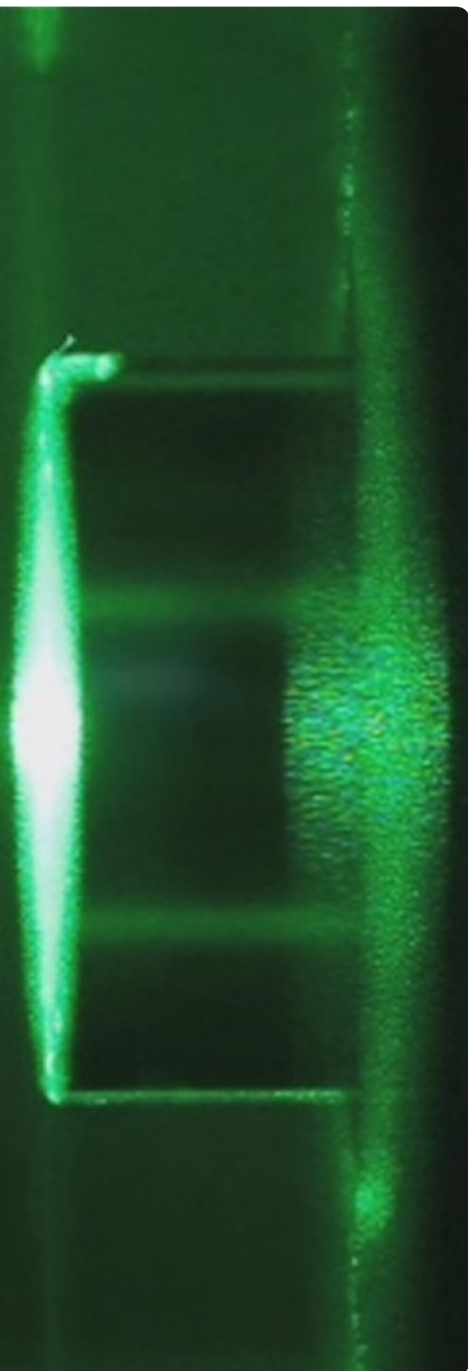
کاواک های نوری جدید با قابلیت رمزگذاری کوانتومی سریعتر اطلاعات

در مقاله منتشر شده در مجله Optical Materials Express، آقای کلایتا و همکارانش نشان دادند که نانو کاواک های توسعه یافته جدید با طول ۲۰۰ نانومتر و سطح مقطع ۱۰۰ نانومتر بطور قابل توجهی درخشندگی انتشار یافته نقطه های کوانتومی (ذرات نیمه هادی در مقیاس نانومتر که می توانند تک فوتون گسیل کنند) را افزایش می دهند و موجب انتقال ایمن و سریعتر داده ها در سیستم هایی می شوند که ساختار کاواکی دارند.

نانو کاواک ایجاد شده با استفاده از نقره با بازتابندگی بالا که برای پوشش اطراف یک ستون نیمه هادی در ابعاد نانو بر روی یک زیرلایه استفاده می شود، اجازه می دهد نور داخل نانو ستون حرکت کند و آن را به یک کاواک نوری بسیار کوچک تبدیل کند. پژوهشگران می گویند همین طراحی می تواند برای ساخت نانو کاواک ها از سایر موادی که برای گسیل تک فوتونی مناسب هستند، استفاده شود. این سیستم برای افزایش بازده گسیل

پژوهشگران دانشگاه استنفورد نوع جدیدی از کاواک های نوری را ساخته اند که می تواند انتقال داده امن و سریعتر را از طریق رمز گذاری کوانتومی انجام دهد. این پژوهش که در ماه ژانویه در مجله Optical Materials Express چاپ شد، نشان دهنده یک گام به سمت منابع تک فوتونی درخشانتر است و می تواند به تکنیک های رمزگذاری بر پایه کوانتوم کمک کرده و سبب بکار گیری رمزگذاری کوانتومی در افزاره ها شود.

در تکنیک های رمزگذاری کوانتومی از تک فوتون برای رمزگذاری داده ها استفاده می شود. با این حال محدودیت این روش، توانایی گسیل فوتون در نرخ بالا است. آقای یوسیف کلایتا پژوهشگر دانشگاه استنفورد می گوید: "یکی از مهمترین پارامترها در منابع تک فوتونی، درخشندگی (یا فوتون های جمع شده در واحد زمان) است زیرا هر چه درخشندگی بیشتر باشد، شما می توانید داده های بیشتری را به صورت ایمن با رمزگذاری کوانتومی انتقال دهید."

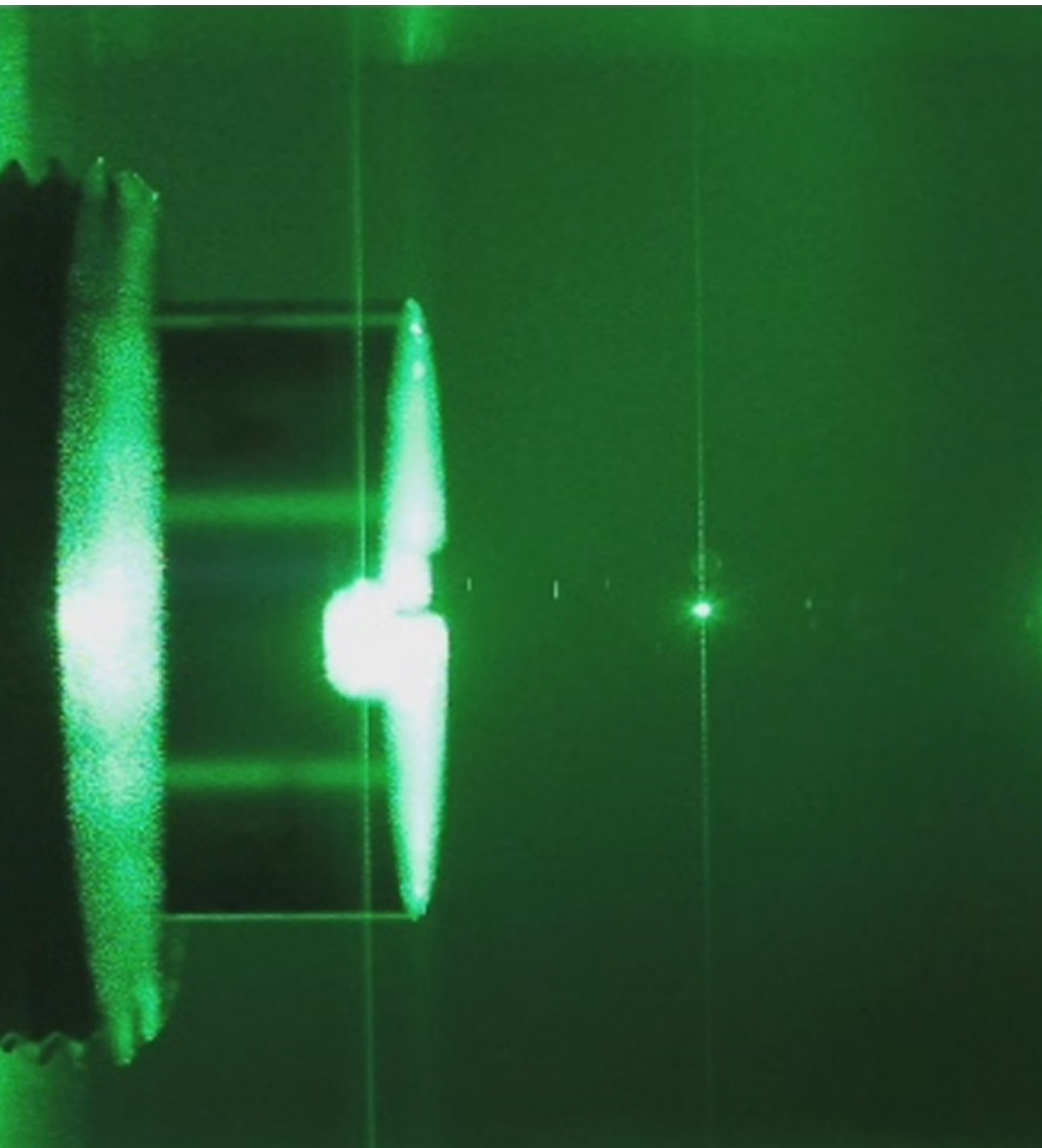


از یک نقطه کوانتومی، از برهمکنش نور/ماده در مقیاس نانومتر استفاده می کند که به نام اثر پارسل[۱] شناخته شده است. سیستم هایی که افزایش اثر پارسل را نشان می دهند، فوتون های بیشتری را در مدت زمان معین منتشر خواهند کرد که سبب میشود سیستم های رمزگذاری سریعتر از سیستم های کنونی عمل کنند.

آقای کلایتا میگوید: "ما نوع جدیدی از کاواک با حجمی چند برابر کوچکتر از حالت فعلی در سیستم های حالت جامد ارائه دادیم. این سیستم افزایش پارسل و بازده جمع آوری نور را در همان مدت زمان به دنبال دارد که سبب افزایش کلی درخشندگی منبع تک فوتونی می شود." پژوهشگران دریافته اند که نقاط کوانتومی قرار گرفته درون نانو کاواک های جدید، فوتون های بیشتری را بر واحد زمان نسبت به نقاط کوانتومی بیرون چنین کاواک هایی منتشر می کنند.

در حال حاضر پژوهشگران روی نانو کاواک های با ویژگی های بهتر در حال کار هستند. برای مثال، آنها به دنبال ایجاد نانو کاواک هایی در الماس هستند که به منابع تک فوتونی اجازه می دهند تا در دمای اتاق عمل کنند؛ این امر نیازی کلیدی برای استفاده در رمز گذاری کوانتومی در افزاره ها است.

آقای کلایتا میگوید: "پروژه جدید شایستگی ارزیابی حجم های بسیار کوچک را به ما نشان داد. هم اکنون ما در حال تلاش برای استفاده از دانش همراه با تجربه در بکارگیری کامپیوترها برای طراحی نوع جدیدی از کاواک با ابعاد و اشکال حتی بهتری هستیم تا سبب پیشرفت این موضوع شود."



بهبود جوشکاری لیزری با آینه های سیلیکانی

ویژه برای فرآیند معینی نصب میشود. گفته می‌شود آینه های لیزری که به صورت مشترک توسط مهندسان در موسسه تکنولوژی سیلیکان فرانхоفر (ISIT) در ایتزهو و موسسه تکنولوژی مواد و باریکه فرانхоفر (IWS) در درسدن توسعه داده شده اند،

انعطافپذیری بالاتری را در فرآوری لیزری ارائه میکنند. آینه های میکرونی سونش شده از سیلیکان در مرکز سیستم لیزری انعطاف پذیر جدید قرار دارند. این آینه های MEMS پایشگر، باریکه لیزر را منحرف و با دقت بالا روی قطعه کار هدایت می-کنند.

تاکنون امکان استفاده از این آینه های کوچک فقط با لیزرهای کم توان چند میلیواتی بوده است. این توان فقط برای نمایشگرهای فرا نما در شیشه-های جلوی خودرو و نه برای برش و جوش لیزری، کافی بود. در توانهای بالاتر ممکن بود آینه ها ذوب شوند. در سایه

آینه های میکرونی سیلیکانی که می-توانند باریکه های لیزری را با سرعت بسیار بالا هدایت کنند، به کاربرها اجازه میدهند که گرما را با دقت کامل به قطعه کار منتقل کنند. اما تاکنون این آینه ها به اندازه کافی قدرتمند نبوده اند که برای برشکاری و جوش-کاری لیزری مورد استفاده قرار گیرند.

در حال حاضر یک تیم از دو موسسه در فرانхоفر آینه هایی را توسعه داده اند که آنقدر سریع کار میکنند که کارهای چالش-برانگیز برشکاری و جوشکاری لیزری را انجام میدهند.

آینه های سیلیکانی سریع فنی MEMS که باریکه لیزر را منحرف و هدایت می کند. در صنایع ساخت خودرو و هواپیما، مواد مختلفی از جمله آلومینیوم و استیل مستحکم برای کاهش وزن خودرو یا هواپیما مورد استفاده قرار میگیرند. با وجود این، اغلب این مواد کارخانه های سازنده را با چالشهای برش و جوش لیزری روبرو میکند. سیستمهای فرآوری لیزری باید به صورت خاص با هر ماده مشخص تطبیق داده شوند. در بسیاری موارد، این قضیه به اپتیک مخصوصی نیاز دارد که به طور



هرتز هستند، پخش و توزیع شود. لیزر، یک پروفایل انرژی مشخص در نقطه کانونی اش دارد و همواره همان مقدار انرژی را وارد می-کند. اگر آینه ها به آرامی به جلو و عقب حرکت کنند، انرژی نمیتواند توزیع و پخش شود و به صورت موثر به ذوب شدن می-انجامد.

دکتر آندریاس وتزیچ متخصص بخش سائیدگی و برش لیزری در IWS فرانکوفر میگوید "نوسانات سریع باریکه لیزر به ما اجازه میدهد که گرما را توزیع و پخش کنیم و آنرا برای کار فراوری مربوط به صورت خیلی موثرتری تنظیم کرد."

وتزیچ همچنین گفته که "برای نمونه مس و آلومینیوم را میتوان به هم جوش داد و گرمای وارد شده را به صورت دقیق کنترل کرد که فلز بیشتر گرم شده و مقدار بیشتری از ماده ذوب شده ایجاد شود." همچنین آینهها جوشدادن آلیاژهای آلومینیوم به یک دیگر را آسانتر میسازد. در حال حاضر به نظر میرسد که جوش آلومینیم اغلب متخلخل و پر منفذ است، چراکه در حین جوشکاری مواد مشخصی از داخل آلیاژهای مذاب و حبابهای آن خارج میشوند.

با آینههای میکرونی، گرمای وارد شده میتواند به گونه ای کنترل شود که ماده ذوب شده به صورت مایع باقی بماند. در این صورت مواد خارج شونده به صورت کامل از داخل ماده مذاب خارج میشوند.

پوششدهی های جدید محافظت کننده که در پروژه مشترک توسعه داده شده و یک مونتاژ ویژه، آینه ها اکنون قدرت تحمل توان-های لیزری در بازه کیلو وات که برای فرآوری آلومینیوم یا صفحات استیل کافی است، را دارا هستند.

مزیت عمده آینه های نازک MEMS این است که این آینه ها میتوانند با سرعت فوق العاده زیاد به سمت جلو و عقب حرکت و نوسان کنند و به فرکانسهای تا ۱۰۰/۰۰۰ هرتز هم برسند. این به انرژی لیزر اجازه می-دهد که خیلی بیشتر از سیستمهای لیزری معمول که دارای آینه های با نوسانات ۱۰۰۰



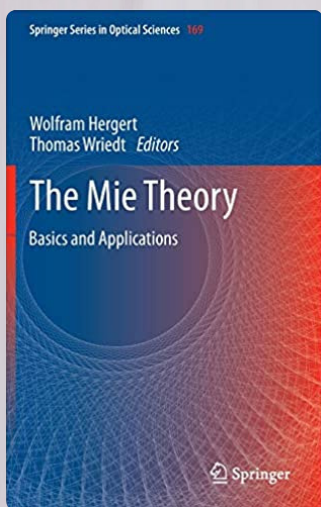
عکس منتخب این شماره

یک توری متقارن استوانه ای مرتبه هفتم، یک رنگین کمان LED RGB را ایجاد کرده است.

منبع عکس: Vahram Mekhitarian, Armenia



معرفی کتاب



The Mie Theory

تئوری می

انتشارات: Springer Singapore

نویسندگان: Wolfram Hergert & Thomas Wriedt

سال انتشار: ۲۰۱۲

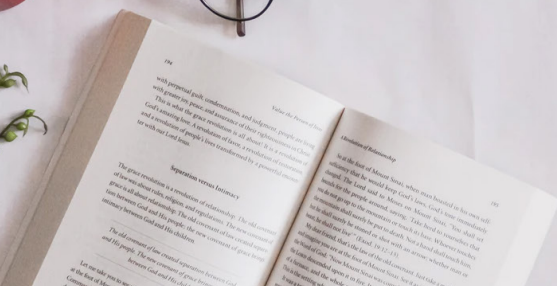
قیمت: ۱۳۷ دلار

تعداد صفحات: ۲۵۹

چکیده کتاب:

این کتاب به صورت مختصر نظریه Mie و کاربردهای فعلی آن را ارائه می‌دهد. این کار با مروری بر نظریه‌های فعلی، روش‌های محاسباتی، تکنیک‌های آزمایشی و کاربردهای اپتیک ذرات کوچک آغاز می‌شود. همچنین برخی اطلاعات بیوگرافی درباره گوستاو می، وجود دارد که مقاله مشهور خود را در مورد رنگ کلئوئیدهای طلا در سال ۱۹۰۸ منتشر کرد.

با این کتاب، شما می‌توانید؛ پراکندگی و جذب نور را برای هر شکل و ترکیبی از ذرات محاسبه کنید و همچنین اپتیک ذرات کوچک در تحقیقات صنعتی، جوی، نجومی و سایر موارد مورد توجه قرار گرفته است. این کتاب آخرین تحولات در زمینه‌های مختلف در نظریه پراکندگی مانند تشدید پلاسمون، پراکندگی چندگانة و نیروی نوری را پوشش می‌دهد.





نشریه تخصصی
فوتونیک و اپتیک

همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹

۱ و ۲ آبان



دانشگاه سیستان و بلوچستان

Iranian Nano-Photonic Conference 2020

October 22, 23

آغاز پذیرش مقاله: ۱ مرداد، آخرین مهلت ارسال مقاله: ۳۱ مرداد، اعلام پذیرش: ۲۰ مهر، آخرین مهلت ثبت نام: ۲۵ مهر

محورهای تخصصی

- افزاره های فوتونی پلاسمونی نانومقیاس
- نانومواد پلاسمونی و فوتونی
- نانو اپتوالکترونیک
- نور و مواد دوبعدی
- فرامواد و فراسطوح
- برعکسش نور - ماده در مقیاس نانومتری
- حشرهای فوتونی نانومقیاس
- نقاط کوانتی و مراکز رنگی
- اندازه گیری بر پایه نور - انبرک نوری و پلاسمونی
- یوفوتونیک
- نور ابرسرعی
- مکتوفوتونیک



Seminars.usb.ac.ir/inpho



باتوجه به شیوع ویروس Covid19 و اهمیت رعایت موازین بهداشتی، این همایش به صورت مجازی برگزار خواهد شد.