

۱۸۷۵۱
۹۶/۱۱/۲۶

به نام خدا

میکرو کاواک‌های اپتیکی

Optical Microcavities

مؤلفان:

دکتر محمّد سلیمی نسب

دکتر فرزاد شیرزادی تبر (عضو هیات علمی دانشگاه رازی)



۱۳۹۶

Optical Microcavities = میکرو کاواک‌های اپتیکی	
سرشناسه : سلیمی نسب، مریم، ۱۳۶۲- عنوان و نام پدیدآور : میکرو کاواک‌های اپتیکی = Optical Microcavities / مولفان مریم سلیمی نسب، فرزاد شیرزادی تبار. مشخصات نشر : تهران : سخنوران، ۱۳۹۶. مشخصات ظاهری : ۱۱۶ ص. شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۴۵۵-۶۶۸-۲ وضعیت فهرست نویسی : فیبا لیزرهای حالت جامد : Solid-state lasers : موضوع برهم کنش الکترومغناطیسی : Electromagnetic interactions : موضوع شیرزادی تبار، فرزاد، ۱۳۵۹ - : شناسه افزوده ۱۳۹۶ م ۹ اس/ ۱۷۰۵ TA : رده بندی کنگ ۶ : ۶۲۱/۱ : رده بندی دیویی شماره کتابشناسی ملی : ۶۵۶۰	نویسندگان مریم سلیمی نسب، فرزاد شیرزادی تبار ■ ناشر سخنوران ■ صفه رایبی طای جلد سز دران ■ سال چاپ زمستان ۱۳۹۶ ول ■ شمارگان ۱۰۰۰ نسخه ■ شابک ۹۷۸-۶۰۰-۴۵۵-۶۶۸-۲
	کلیه حقوق این اثر محفوظ می‌باشد.
تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر شمالی، بعد ۱، دوا، ۱۰، اون، شماره ۱۴۰۷ طبقه اول تلفن: ۶۶۴۷۶۳۰۶ - ۰۹۱۹۳۶۱۶۶۱۳ (synpu...@mail.com) ۰۹۱۲۰۶۱۷۲۸۳ سایت انتشارات: www.chapketab.com	قیمت ۱۵۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

۷. بیشگفتار

فصل اول

۹ میکرو کاواک

٩..... ١-١ مقد

۱-۲- تشا - گرهای میکروکره ۱۲

۳-۱- تکنولوژی اختراع و کرب ۱۳

۱-۴- مدهای ایستکی WG در میکروکوره ۱۴

۱۸..... ۱-۵- ضریب کیفیت

۱۹-۶-۱ فاکتور ظرافت

۷-۱- مکانیسم افت در میکروکره ۱۹

۱۰-۱- تکنولوژی ساخت فیبر نوری نازک شده ۲۲

۱۱-۱- میدان در فیر نوزک شده ۲۳

۱۲-۱- ساز و کار جفت شدگی مدهای الکترومغناطیسی در مو ۲۴

۱۳-۱- معادله میدان کره دی الکتریک - فیبر نوری ۲۵

فصل دوم

۲۹.....براکندگی رامن تقویت شده سطحی

۲-۱- پیدا کنندگی..... ۲۹

۳۰ ۲-۲- پراکندگی رایی

۳-۲- پیرا کندگی مای ۳۰

- ۴-۲- پراکندگی تامسون ۳۱
- ۵-۲- پراکندگی رامان ۳۱
- ۶-۲- نور شناخت غیرخطی ۳۳
- ۷-۲- آثار غیرخطی مرتبه سوم ۳۵
- ۸-۲- رفتار کلاسیکی پراکندگی رامان برانگیخته ۳۶
- ۹-۲- معادلات رامان ۳۹
- ۱۰-۲- پراکندگی رامان تقویت شده سطحی توسط نانو ذرات فلزی نجیب ۴۶
- ۱۱-۲- مدل درود ۴۷
- ۱۲-۲- پلاسمون سطحی ۴۹
- ۱۳-۲- پراکندگی پلاسمون سطحی ۵۴
- ۱۴-۲- پلاسمون سطحی جابجایی شده ۵۵
- ۱۵-۲- برهم کنش میدان الکتریکی مغناطیسی با نانو ذرات فلزی ۵۶
- ۱۶-۲- وابستگی شدت SERS به ساختار ذرات ۵۹
- ۱۷-۲- اساس عملکرد SERS ۶۰

فصل سوم

- بیوسنسورهای تشخیص آنزیم قلبی تروپونین I ۶۳
- ۱-۳- سکنه قلبی ۶۳
- ۲-۳- آنزیم قلبی تروپونین I ۶۴
- ۳-۳- حسگرهایی برای آشکارسازی CTNI ۶۶
- ۱-۳- حسگر فیبر نوری بر اساس تشدید پلاسمون سطحی ۶۶
- ۲-۳- حسگر موجبر با هسته مایع بر اساس فلوئورسانس ۶۶
- ۳-۳- حسگر نانو کانالی بر اساس SERS ۶۷

- ۴-۳-۴-۳ یو حسگر اپتیکی میکرو کره ۶۷
- ۴-۳-۴-۳-۱ حسگر میکرو کره بر اساس تئوری اختلال ۶۷
- ۴-۳-۴-۳-۲ حسگر میکرو کره بر اساس SERS ۶۸
- ۴-۳-۴-۳-۳ حسگر میکرو کره به عنوان تقویت کننده نوری ۶۹

فصل چهارم

- تقویت سیگنال رامان توسط نانو ذرات طلا ۷۱
- ۴-۱-۱-۴-۱ مقدمات ۷۱
- ۴-۲-۴-۲-۱ معادلات ریاضی حاکم ۷۳
- ۴-۳-۴-۳-۱ شرایط مرزی ۷۴
- ۴-۴-۴-۴-۱ روش شبیه سازی ۷۴
- ۴-۵-۴-۵-۱ سیستم میکرو کره- فیبر نوری ۷۵
- ۴-۶-۴-۶-۱ محاسبه انباشتگی میدان الکتریکی در میکرو کره ۷۷
- ۴-۷-۴-۷-۱ مد شعاعی میدان الکتریکی ۸۲
- ۴-۸-۴-۸-۱ مقایسه نتایج به دست آمده از مدل شبیه سازی سده باروش FDTD ۸۴
- ۴-۹-۴-۹-۱ مقایسه نتایج به دست آمده از مدل شبیه سازی با روش تحلیلی ۸۵
- ۴-۱۰-۴-۱۰-۱ خواص اپتیکی نانو ذرات طلا ۸۷
- ۴-۱۱-۴-۱۱-۱ سیستم میکرو کره- فیبر نوری با نانو ذرات طلا ۸۹
- ۴-۱۲-۴-۱۲-۱ بررسی فرکانس تشدید میکرو کره در حضور نانو ذره های الکتریک ۹۱
- ۴-۱۳-۴-۱۳-۱ تقویت میدان الکتریکی اطراف نانو ذره طلا ۹۳
- ۴-۱۴-۴-۱۴-۱ انتشار موج الکترومغناطیسی در فلز ۹۷
- ۴-۱۵-۴-۱۵-۱ بررسی SERS در سیستم شبیه سازی شده ۹۸
- ۴-۱۶-۴-۱۶-۱ پراکندگی رامان برانگیخته در میکرو کره ۱۰۱

۱۰۵ ۴-۱۷- عملکرد آشکارسازی

۱۰۹ واژه‌نامه

۱۱۱ منابع و مآخذ

www.ketab.ir

پیشگفتار

با اختراع لیزر، و پس از آن با ساخت فیبر نوری، شاخه اپتیک در علم فیزیک آنقدر گسترده گردید و کاربردهای آن آنقدر زیاد شد، که زمینه‌ای جدید موسوم به فوتونیک در علم متولد گردید. حوزه کاربردهای این فناوری شامل تمامی بخش‌های مورد نیاز بشر از جمله هوا و فضا، امور دفاعی، پزشکی و غیره می‌گردد. در حال حاضر بیوفوتونیک از موضوعات حساس و جالب در بعد مطالعاتی و کاربردی است و تنوعی از مباحث مختلف را در بر گرفته است. در بخش علم نانو و شاسایی ساختارهای زیستی، اثرات اپتیکی خطی و غیرخطی که در گستره علم فوتونیک قرار می‌گیرد امکانات زیادی برای مطالعه این ساختارها ایجاد کرده است. استفاده از اسپکتروسکوپی، فائرسانس القایی، اثرات غیرخطی درجه دوم و سوم، اثرات لیزرهای پرتوان، ریزمیکس، تغییر ساختار، اثرات تحریک زیستی توسط نور، بیوسنسورهایی که با استفاده از پدیده‌ای مربوط به نور عمل می‌کنند و بسیاری دیگر از این دسته امکانات هستند.

میکروکره‌های عایق به علت فاکتور کیفیت 10^{11} و وجود بخشی از نور خارج از سطح میکروکره که با محیط اطراف برهم‌کنش چشم‌گیری دارد، به عنوان حسگر بیولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با انباشته شدن میدان درون میکروکره، اثرات غیرخطی با توان آستانه پایین‌مانند پراکندگی رامان برانگیخته در آنها رخ می‌دهد. در این کتاب، با استفاده از شبیه‌سازی سیستم میکروکره جفت شده به فیبر نوری، مدهای تشدید مرتبه اول و دوم درون میکروکره به دست آمده‌اند. با به کار بردن نانوساختار پلازما روی سطح میکروکره، پلاسمون‌های سطحی جایگزیده اطراف نانو ذرات برانگیخته شده و به حالت تشدید درمی‌آیند. با تشدید پلاسمون‌های سطحی، میدان الکتریکی اطراف نانو ذرات به صورت جایگزیده فوق العاده قوی شده و در نتیجه فاکتور تقویت الکترومغناطیسی تا مرتبه 10^{12} برآورد شده است. با تکنیک SERS، پراکندگی رامان برانگیخته به ابزار قدرتمند و مناسبی برای آشکارسازی آنزیم تروپونین I با غلظت (ng/ml) ۱-۳ در خون تبدیل می‌شود.

در فصل اول کتاب، میکروکره سیلیکایی، فیبر نوری نازک شده و نحوه ساخته شدن آن‌ها توضیح داده شده است. از حل معادله موج هلمهولتز و در نظر گرفتن تقریب‌های مناسب، میدان الکتریکی درون میکروکره به دست آمده است.

در فصل دوم، در بخش ۲-۶ به بیان نور شناخت غیرخطی پرداخته و در بخش ۲-۸ رفتار کلاسیکی پراکندگی رامان به عنوان یک اثر غیرخطی مرتبه سوم مورد بحث قرار گرفته است. در بخش ۲-۱۷ این فصل، به معرفی روش SERS که در این کتاب مورد توجه قرار گرفته است، پرداخته شده است. در ادامه فصل، خواص اپتیکی نانو ذرات فلزی طلا، تشدید پلاسمون سطحی و نحوه برانگیخته شدن پلاسمون سطحی به طور مفصل شرح داده شد است. در انتهای فصل، وابستگی شدت SERS به ساختار نانو ذرات فلزی و اساس عملکرد SERS مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل سوم، به معرفی آنزیم تروپونین I به عنوان شاخص طلایی در تشخیص سکت قلبی پرداخته می‌شود. پس از معرفی ویژگی‌های حسگرهایی که تا کنون برای آشکارسازی این آنزیم در خون مورد استفاده قرار گرفته‌اند، می‌پردازیم. در بخش آخر این فصل، تاریخچه بیوحسگرهای اپتیکی میکروکره بر اساس نوری اختلال و SERS ساخته و طراحی شده‌اند مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل چهارم، با استفاده از نرم افزار شبیه‌سازی Comsol Multiphysics 3.5، سیستم میکروکره جفت شده به فیبر نوری را شبیه‌سازی کرده و نتایج تشدید میکروکره در حالت تشدید مرتبه اول و دوم به دست آورده شده است. در مدار شبیه‌سازی شده بعدی، سیستم میکروکره جفت شده به فیبر نوری را در حضور یک نانو ذره طلا روی سطح میکروکره شبیه‌سازی شده و تقویت میدان الکتریکی اطراف نانو ذره طلا محاسبه شده است. در انتهای فصل به بررسی پراکندگی رامان برانگیخته در میکروکره پرداخته شده و با به دست آوردن ماکزیمم توان سیگنال رامان، آنزیم تروپونین I آشکارسازی شده است.