

پلاسمونیک های فعال و فرامواد پلاسمونیکی تنظیم پذیر

نویسندگان:

آناتولی وی زابیتس

استفان ای مایر

مترجمین:

دکتر محمدرضا سلطانی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تیران

دکتر ایمان چهارمحالی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد آندیمشک

عنوان و نام پدیدآور	:	پلاسمونیک‌های فعال و فرامواد پلاسمونیک تنظیم‌پذیر نویسندگان [اصحیح: ویراستار] آناتولی زایاتس، استفان ای. مایر؛ مترجمان محمدرضا سلطانی، ایمان چهارمحالی.
مشخصات نشر	:	تهران: فرهوش، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	:	۲۱۲ ص.
شابک	:	978-600-495-222-4
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	عنوان اصلی: [Active plasmonics and tuneable plasmonic materials, 2013].
موضوع	:	پلاسمون‌ها Plasmons (Physics)
موضوع	:	فرامواد Metamaterials
شناسه افزوده	:	زایاتس، آناتولی و. ویراستار Zayats, A. V. (Anatoly V)
شناسه افزوده	:	مایر، استفان ا. ویراستار . Maier, Stefan A
شناسه افزوده	:	سلطانی، محمدرضا، ۱۳۶۲ - مترجم
شناسه افزوده	:	چهارمحالی، ایمان، ۱۳۶۴ - مترجم
رده بندی کنگر	:	۱۳۹۶ پ ۸ پ ۱۷۶/۸ QC
رده بندی دیویی	:	۵۳۰/۴۴
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۰۶۱۱



پلاسمونیک‌های فعال و فرامواد پلاسمونیک تنظیم‌پذیر
نویسندگان: آناتولی وی زایاتس، استفان ای. مایر
مترجمین: محمدرضا سلطانی، ایمان چهارمحالی

ناظر فنی: حدیث السادات برانی
صفحه آرا: اکرم ملک نژاد
طراح جلد: رضا کاوه
نویت چاپ: اول - زمستان ۱۳۹۶
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
قیمت: ۱۷۰۰۰ ریال

کلیه حقوق چاپ و نشر مخصوص و محفوظ ناشر است.

آدرس: میدان انقلاب، ضلع جنوب شرقی، ساختمان مترجمان، بلاک ۱۷، طبقه ۱ و طبقه ۲
نمایشگاه و فروشگاه مرکزی: میدان انقلاب، روبه روی درب اصلی دانشگاه تهران، ساختمان پارسا، بلاک ۳۶، طبقه ۱ و ۱-
تلفن: ۰۹۱۰۷۸۹۲۷۴۷ و ۰۶۹۳۱۶۶۹ دورنگار: ۸۹۷۸۴۵۵۸
وب سایت: www.farhooshpub.com

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱	مقدمه
۱۵	بخش اول: اسپیسر، تقویت پلاسمونی و جبران هد رفت یا افت
۱۵	معرفی اسپیسر و اسپیس کردن
۱۶	اصول اسپیسر
۲۱	مروری مختص آخرین پیشرفت‌ها در اسپیسرها
۲۴	تئوری کوانتر اسپیسر
۲۴	حالت ارتعاش سطح پلاسما و محاسبه‌ی آن
۲۷	ماتریس معادلات تکانه کوانترم (معادلات نوری بلانچ) برای اسپیسر
۳۱	معادلات نظام CW
۳۶	عملکرد اسپیزر در مد CW
۴۰	اسپیسر به‌عنوان نانو تقویت‌کننده‌ی کم‌توان فوق‌سریع
۴۲	اسپیسر منواستابل به‌عنوان یک نانو تقویت‌کننده در نظام گذرا
۴۷	جبران سازی تلفات با بهره و اسپیزینگ
۴۷	مقدمه جبران سازی تلفات به‌وسیله بهره
۴۸	گذردهی مواد نانو پلاسمونی
۵۰	مدهای ویژه پلاسمونی و گذردهی تشدید مؤثر فرا ماده‌ها
۵۴	بررسی اسپیسینگ و جبران سازی تلفات توسط بهره
۵۸	بحث در مورد تحقیقات چاپ‌شده در مورد جبران اتلاف و تولید پلازما در نواحی سطحی
۶۵	بخش دوم
۶۵	مقدمه
۶۸	تأثیرات اولیه و مدل‌های غیرخطی فلزی
۶۹	انتقالات غیرخطی موضعی به‌وسیله گرمایش حامل
۷۲	غیرخطی بودن پلاسمانیروی پاندروموتیو
۷۳	فرآیند پارامتریک در فلزات
۷۶	فرساب و آسیب فلز

انتشار غیرخطی پلاریتون های پلاسمون سطحی.....	۷۸
مدهای SPP غیرخطی.....	۷۸
سالیتون های پلاسمون.....	۷۹
انتشار غیرخطی پلاریته سطح پلاسمون.....	۸۲
تزیوج گر (کویلر) موج بر پلاسمونیک غیرخطی.....	۸۵
غیرخطی بودن پلاسمون سطحی محلی.....	۸۷
حفره ها و ارتقا تداخلات غیرخطی.....	۸۷
ارتقا اثرات غیرخطی خلأ.....	۹۱
توالی ها مونیکی بالا.....	۹۳
محدودیت های ارتقا میدان محلی.....	۹۴
خلاصه.....	۹۷
بخش سوم: مواد نانو رود پلاسمونیک به عنوان پلت فرم های نانوفوتونیک فعال.....	۹۹
مقدمه.....	۹۹
هندسه فرا مواد نانو میله ای.....	۱۰۱
ویژگی های نوری.....	۱۰۳
توصیف میکروسکوپی مدهای الکترومغناطیسی فرا مواد.....	۱۰۳
تئوری مؤثر واسط برای تمامواد نانو میله.....	۱۱۱
مواد اسپیلون زدیک به صفر و تأثیرات پراکندگی فزاینده.....	۱۱۵
حالت های هدایت شونده در دال تمامتریال ناهمسانگرد.....	۱۱۸
اثرات غیرخطی در تمامتریال های نانو.....	۱۱۹
نانو میله تمامتریال هیبرید شده با عایق غیرخطی.....	۱۲۱
غیر خطینگی فلز ذاتی تمامتریال های نانو.....	۱۲۳
پلاسمونیک مولکولی در فرا مواد.....	۱۲۸
تأثیرات الکترونوری در فرا ماده های نانو میله های پلاسمونی هیبرید با بلوره های مایع.....	۱۴۱
نتیجه گیری.....	۱۴۳
بخش چهارم.....	۱۴۵
مقدمه.....	۱۴۵
رویکرد انتقال منسجم.....	۱۴۹
مجموعه ای از ساختارهای پلاسمونیک منطقی.....	۱۵۰

۱۵۲	 ساختارهای مفرد کامل
۱۵۸	 ساختارهای پلاسمونیکی منحصربه‌فرد
۱۶۵	 ساختارهای پلاسمونیک رزونانسی
۱۶۸	 محصولات نوری با باند گسترده و تمرکز نانویی
۱۶۸	 جذب پهنای نوری گسترده
۱۷۱	 تعادل بین انباشتگی و مصرف انرژی
۱۷۵	 بسط و فشرش به 3D
۱۷۶	 رویک C1
۱۷۷	 پلاسمون ی سطحی و انفرادی‌ها
۱۷۷	 کنترل پهنای باند بازتابش
۱۸۰	 اثر گندگی
۱۸۲	 هیبریداسیون پلاسمونیک بازتابش با انتقال نور
۱۸۳	 رفتار رزونانسی
۱۸۵	 خصوصیات نانوفوکوسینگ
۱۸۷	 فراتر از تقریب شبه استاتیک
۱۸۷	 تصویر تبدیل منسجم
۱۸۹	 اتلاف‌های تابشی
۱۹۴	 تقویت فلوئورسان
۱۹۴	 تقویت‌کننده فلوئورسان در میدان نزدیک آنتن‌ها
۱۹۶	 روش CT
۲۰۰	 تأثیرات غیر موضعی
۲۰۱	 نقشه‌برداری هم‌دیس غیرموضعی بودن
۲۰۳	 فیزیک دیم‌های موضعی
۲۰۶	 خلاصه و دورنما
۲۰۷	 همکاران

مقدمه

پلاسمونیک، فواید منحصر به فردی را در تمامی زمینه‌های علوم و تکنولوژی درجایی که استفاده از نور در بعد نانویژگی عمده‌ای باشد را ارائه می‌کنند. پلاسمونیک‌ها بر نوسان یکپارچه الکترونی حاصل از نور تابیده شده در نزدیکی سطح فلز تکیه می‌کنند که پلاسمون سطح نامیده می‌شود و به این ترتیب می‌توان امواج الکترومغناطیسی را در طول موج پایین و ابعاد نانویی کنترل کرد. در نتیجه، نور می‌تواند به گونه‌ای مؤثر با استفاده از این برانگیختگی پلاسمونی مورد استفاده قرار گیرد. در سال‌های اخیر، فلزات با ساختار نانو کنترل بی‌نظیری را بر ویژگی‌های اپتیکی نور مانند خطی بودن و همچنین فرآیندهای غیرخطی اپتیکی نور ممکن ساخته است. عنوان نتیجه، نانو پلاسمونیک‌ها به حیطه‌ی تحقیقاتی عمده‌ای تبدیل شده است و پیشرفت‌های مهمی در زمینه‌های اصلی کاربردی مانند فناوری اطلاعات، انرژی، ساختارهای پلاسمونی ذخیره‌سازی در تراکم بالا، علوم زیستی و امنیت اطلاعات را به وجود آورده است؛ و به موازات آن در زمینه‌های فرا ماده، ساختارهای پلاسمونی ترکیبی جهت دستیابی به قابلیت‌های جدید اپتیکی در محدوده‌ی نور مرئی و طیف فروسرخ ضروری است، مانند ضریب شکست منفی، وضوح فوق‌العاده بالا و پوشش دهی. انواع مختلف فرا ماده بر اساس رزوناتور اسپلت-رینگ، ساختارهای توری شکل (تور ماهی گیری)، نانو میله و دیگر مواد در کل محدوده‌ی طیف الکترومغناطیس از میکروویوها تا طول موج‌های نور مرئی ارائه داده‌ایم. انواع اجزای پلاسمونی پسیو مثل آینه‌ها، عدسی‌ها، موج‌برها و ارتعاش دهنده‌ها مشخص شده است. بعد از این موفقیت‌های اولیه، توسعه‌ی ابزار پلاسمونی اکتیو که قادر به کنترل نور در ابعاد نانو با محرک خارجی الکترونی یا نوری در حال حاضر مورد بحث است. به عنوان مثال در دسترس بودن فرا ماده‌های قابل تنظیم با

ویژگی های اپتیکی کنترل شده از طریق سیگنال های خارجی به صورت گسترده ای زمینه ی احتمالی کاربرد آن ها را گسترش خواهد داد.

تعداد تحقیقات منتشر شده در پلاسمونیک های پسیو اکتیو فرا ماده ها، بسیار سریع در حال رشد است. احساس کردیم برای خوانندگان علاقه مند مهم است در این زمینه ها «مرور مختصری» با اطلاعاتی در مورد اصول و جایگاه صنعت در این زمینه را فراهم کنیم. پلاسمونیک های اکتیو فرا ماده ها زمینه های تحقیقاتی با رشد سریع هستند و احتمالاً نمی توانیم ارائه پوشش کافی از تمامی موضوعات در این زمینه داشته باشیم. به جای آن، این کتاب شامل بخش های نوشته شده توسط نویسندگان پیشرو در این زمینه است که پلاسمونیک های اکتیو از اصول پایه تا پیشرفت های کاربردی جدید را پوشش می دهد. بخش های اولیه که نام پلاسمونیک های غیرخطی، تقویت کننده های سیگنال های پلاسمونی و اسپرها، سبیل های نوری برای طراحی نانو ساختارهای پلاسمونی، فرا ماده های پلاسمونی غیرخطی و اکتیو کنترل دراز، طریق طراحی فاصله گذار فاز را پوشش می دهد. بخش های آخر شامل آشکارسازها، پلاسمونی یک ارجه، تصویربرداری با طول موج پایین و فرا ماده های ناهمسانگرد، لنزهای پلاسمونی قابل تنظیم و همین طور سطح پلاسمونی ترا هرتز برای سنس کردن می شود.

این کتاب با مروری بر دست آوردها در نانو پلاسمونیک ها شروع می شود. این خود شامل موضوعاتی همچون بهره اسپیسرو پلاسمونی، تقویت و جبران تلفات می شود. هردوی مفاهیم تئوریک بنیادی و پیشرفت های تجربی مرور شده است در بخش ۲ طرز کار فیزیکی مرتبط با غیرخطی بودن در نانو ساختارهای پلاسمونی بحث شده است. پلاریتون های غیرخطی سطح پلاسمونی، سولیتن های پلاسمون و قطعات موج بر غیرخطی به همراه بررسی غیرخطی های افزایش داده به وسیله پلاسمون های سطحی محلی و نانو آنتن ارائه شده است. نانولوله های فرا ماده پلاسمونی در بخش ۳ معرفی شده اند؛ ویژگی های اپتیکی آن ها و همین طور داشتن خواص اکتیو غیرخطی بودن آن ها پاسخ های اپتیکی قابل تنظیم را ممکن می سازد. مبدل های اپتیکی قابل تغییر ابزار فوق العاده قوی را برای طراحی نانو ساختارهای پلاسمونی با واکنش اپتیکی مطلوب مثل آشکارسازی پهنای باند (نور) و سازه های متمرکز

بر نانو فوکوس را فراهم می‌کند و همچنین طراحی حفره‌هایی که برای افزایش فلورسانس در نزدیکی نانو ساختارهای پیچیده مناسب باشد. این ریز ابزار جدید و همچنین فشرده تأثیر غیر موضعی بودن آن در بخش ۴ مطرح شده است.

در بخش بعدی بررسی ساختمان نمونه‌های تنوریک مورد بحث قبلی برای جبران افت SPP و تقویت در انواع مختلف موج بر SPP را انجام داده است. بخش ۶ اصول کنترل نور در مهندسی پایداری فاز به آنتن پلاسمونی را معرفی می‌کند. قوانین کلی انعکاس و شکست نور در حضور پراکندگی فاز سطحی خطی، مشخص‌سازی شکست نور به دو بخش عمده و قابل تنظیم تغییردهنده فاز تولید گرداب نوری که حرکت چرخشی زاویه‌دار را انجام می‌دهد؛ بحث شده است. کتب انواء آشکارساز نوری در ابعاد نانو با موج بر پلاسمونی و نانو سازه‌ها در بخش ۷ به‌طور کلی بررسی می‌شوند. استفاده از مفاهیم پلاسمونی از ناحیه طیف نوری تاباند THz به‌طور مختصر از جنبه کاربردهای سنسی در بخش ۸ بررسی شده‌اند. روش‌های پیشرو پلاسمونی در مودهای طیفی با نیمه‌رسانا و یا از طریق سطوح فلزی دارای الگو نشان داده شده است. این بخش با بررسی احتمالات مطرح شده به واسطه‌ی ماده‌ی جدید محرک گرافن پایان می‌یابد. مرور فصل تصویربرداری با طول موج پایین با استفاده از محیط انتقال شدیداً متغیر در روش کانالیزاسیون ریز بخش ۹ ارائه گردیده است. در آخر این که بخش ۱۰ دیدگاه کلی در مورد دستگاه‌های پلاسمونی و توجهی بر مبنای قطعات فوکوس، شکست نور ارائه می‌دهد. ویژگی‌های تصویرسازی پلاسمونی لنزهای پلاسمونی می‌تواند به‌صورت خارجی و یا از طریق شاخص بازتابی کنترلی انرژی مایه نانو ساختار تنظیم شود.

نوع مهیجی از تحولات جدید بیرون از حیطه‌ی این کتاب وجود دارد که از کنترل بر انتشار تک فوتونی با نقاط کوانتومی کوپل شده تا نانو ساختار فلزی و توضیح نظام SPP کوانتومی تا موضوعات بیشتر مورد استفاده قرار گرفته، همچون نانو سنسورها یا حسگرهای نانو بیولوژیکی اپتیکی یا الکتریکی را شامل می‌شود. در کل پیش‌بینی می‌کنیم که ترکیب ساختارهای پلاسمونی چه موج بر و چه حفره‌های نانوذره باشد، با محیط انتقال اکتیو

به صورت گسترده ای ورود پلاسمونیک ها را به دستگاه ها تسريع می بخشد. بخش های این کتاب تصویر کوتاهی از احتمالات مهیجی که در پیش رو است فراهم می آورد.