

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

ادوات نانوفتونیک مجتمع

ترجمه:

دکتر کریم عباسیان

(عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز)

سولماز اشرفی جو



سرشناسه	: زالوسکی، زئو - Zalevsky, Zeev
عنوان و نام‌پدیدآور	: ادوات نانوفوتونیک مجتمع / زیوز الوسکی، ابراهیم عبدالحکیم [صحیح عبدالحلیم]؛ مترجمان کریم عباسیان، سولماز اشرفی جو.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۶ ص. : مصور، جدول، نمودار .
شابک	: ۱۶۰۰۰ ریال : ۱۶۲-۰-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Integrated nanophotonic devices, c2011
موضوع	: نانوفوتونیک
شناسه افزوده	: عبدالحلیم، ابراهیم - Abdulhalim, Ibrahim
شناسه افزوده	: اشرفی جو، سولماز، ۱۳۶۰- مترجم
شناسه افزوده	: عباسیان، کریم، ۱۳۵۰- مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۲ الف۴/ز۲/ا۱۵۳۰ TA
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۴۰۹۰۷۸

ادوات نانوفتونیک مجتمع



ترجمه	: کریم عباسیان - سولماز اشرفی جو
مدیر تولید	: رضا کرمی‌شاهنده
صفحه‌آرایی	: واحد تولید انتشارات فدک ایستاتیس (فاطمه نوروزی)
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۳
تیراژ	: ۵۰۰
چاپ و صحافی	: یزدا
قیمت	: ۱۶۰۰۰ ریال
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۰-۱۳۵-۴

دفتر انتشارات:	تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردبیهشت - بین‌لبافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
تلفن:	۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
دفتر فروش:	تهران - خیابان انقلاب - روپروی تربیت‌بدنی دانشگاه تهران - جنب بانک صادرات - کتابفروشی محسن
تلفن:	۶۶۴۹۲۶۶۲
نماینده‌گی:	خیابان انقلاب - نیش ۱۲ فروردین - بلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صانعی
تلفن:	۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵

ایمیل و وبسایت: www.fadakbook.ir - info@fadakbook.ir

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستاتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستاتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایستاتیس

مقدمه‌ی مترجمین

نانوفوتونیک یک زمینه‌ی در حال توسعه و پرکاربرد با دو زمینه‌ی جذاب است: تصویربرداری و ساخت ادواتی برای حسگری و انتقال اطلاعات. به وسیله‌ی نانوفوتونیک می‌توان به دانش و فناوری ادوات با ابعاد زیر میکرون (کمتر از صد نانومتر) و ادواتی برای اندرکنش با فوتون‌ها رجوع کرد. اصول توسعه یافته در زمینه‌ی نانوفوتونیک تأثیرات گسترده‌ای در هر دو بخش خدمات عمومی و صنعتی دارند. همچنین، دارای کاربردهای بالقوه‌ای از جمله محاسبات سریعتر و عینک‌های هوشمند تا کاربردهای پزشکی، ایمنی و امنیت ملی است. پیشرفت‌های اخیر در زمینه‌ی نانوتکنولوژی امکان تحقق ادوات فوتونیک‌ای را فراهم ساخته که قبلاً به صورت تئوریک مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته‌اند. در زمینه‌ی توانایی‌های محاسباتی، پیشرفت‌هایی تحقق یافته که طراحی دقیق چنین ادواتی را قبل از به کار گیری فرآیند ساخت موجود فراهم می‌آورند. با تنوع بسیار زیاد این زمینه، فعالیت تحقیقاتی بین رشته‌ای توسط دانشمندانی از رشته‌های فیزیک، منالوژی، مهندسی الکترواپتیک، مهندسی فرآیند و بیوفیزیک به سرعت در حال ظهور و گسترش است.

یکی از زمینه‌های مورد علاقه‌ی نانوفوتونیک به تحقق نانوادیات با مدولاسیون فوتونیک و سنسورها مربوط می‌شود. تلاش برای مجتمع‌سازی ادوات دینامیک فوتونیک با مدارات میکروالکترونیک یک گرایش مهم علمی و صنعتی است، چرا که در حال حاضر پردازش عمدتاً به وسیله‌ی تراشه‌های میکروالکترونیک و انتقال اطلاعات برای مسافت‌های طولانی از طریق لینک‌های اپتیکی انجام می‌شوند. علاوه بر آن پردازش فوتونیک می‌تواند مشکلات متعدد تولید شده در تراشه‌های میکروالکترونیک فشرده را به ویژه در حوزه‌ی فرکانس‌های بالا حل کند. چنین مشکلاتی شامل تلف توان، مشکلات تداخل و غیره می‌شوند. این کتاب پیشرفت‌های اخیر در طراحی، ساخت و آزمایش مدارات مدولاسیون فوتونیک مجتمع را ارائه خواهد کرد. به دلیل جهش اخیر در توسعه‌ی توانمندی‌های ساخت نانوتکنولوژی، زمینه‌ی ادوات میکروفوتونیک و نانوفوتونیک در طی چند سال اخیر به طور چشمگیری تغییر یافته است.

این کتاب که به عنوان منبعی جامع در اختیار فارغ‌التحصیلان مقطع کارشناسی و نیز دانشجویان تحصیلات تکمیلی و همچنین محققان صنعت و دانشگاه قرار گرفته است، یک دید جامع و گسترده و بروز شده‌ای از تکنولوژی‌های مدولاسیون فوتونیک مدرن را ارائه می‌کند. این کتاب با ارائه‌ی پیش‌زمینه‌ی تئوریک، اصول فیزیکی مورد نیاز این زمینه‌ی نوظهور شروع می‌شود که بخش‌های پیش‌زمینه‌ی تئوریک می‌توانند به عنوان یک منبع مقدماتی برای دانشجویان کارشناسی در موضوعات نور غیر خطی، موجبری و نیمه‌هادی‌ها استفاده شوند.

در اینجا لازم است از خانواده‌های محترم خویش خصوصا خانم لیلا نبوی آزاد بناب که در طول ترجمه‌ی این کتاب ما را بصورت بی‌دریغ حمایت کردند، صمیمانه قدردانی و تشکر نماییم. همچنین از مسئولین انتشارات فدک ابرساتیس، علی‌الخصوص جناب آقای مجیدرضا زروئی مدیر انتشارات و آقایان کرمی تشکر و سپاسگزاری می‌نمائیم. در پایان از کلیه‌ی دانشجویان، محققین و اساتیدی که این کتاب را مورد مطالعه قرار می‌دهند تقاضا می‌کنیم ما را از نظرات و پیشنهادهای سازنده‌ی خود در خصوص تصحیح مشکلات تایپی و مربوط به متن کتاب محروم نساخته و اطلاع رسانی نمایند، تا در تجدید چاپ مورد استفاده قرار گیرد که پیشاپیش از نظر لطف آنها تقدیر و تشکر می‌نماید.

karim.abbasian@gmail.com

وقت برای نوشتن یک نامه‌ی کوتاه برای شما نداشتیم، بنابراین نامه‌ی بلندی را نوشتم.

[مارک تواین]

نانو فوتونیک یک رشته‌ی جدید و مهیج در حال توسعه با دو زمینه‌ی اصلی تصویربرداری/بینائی و ادوات حسگر و انتقال اطلاعات است. به وسیله‌ی نانوفوتونیک معمولا به علم و ادوات درگیر با ساختارهای با ابعاد زیرمیکرون (به ویژه کمتر از ۱۰۰ نانومتر) که با فوتونها اندرکنش می‌کنند، اشاره می‌کنند. رشته‌های تحصیلی توسعه یافته در زمینه‌ی نانوفوتونیک دارای اثرات گسترده در دو حوزه‌ی خصوصی و عمومی با کاربردهای بالقوه از توان محاسباتی سریعتر و عینک‌های هوشمند گرفته تا ایمنی و امنیت ملی و کاربردهای پزشکی هستند. پیشرفت‌های اخیر در حوزه‌ی نانو تکنولوژی، تحقق اصول فوتونیک و ادواتی، که قبلا تنها به صورت تئوریک می‌توانستند بررسی شوند، را ممکن می‌سازد. پیشرفتهای در قابلیت‌های محاسباتی، اجازه‌ی طراحی دقیق چنین ادواتی قبل از به کارگیری فرآیند ساخت موجود را می‌دهند. تنوع این حوزه بسیار گسترده است به طوری که، بصورت تسریع، یک فعالیت تحقیقاتی چند رشته‌ای شامل فیزیک، علم مواد، مهندسی الکترو-اپتیک، مهندسی فرآیند و بیوفیزیک در حال ظهور است.

یکی از حوزه‌های اصلی و مطلوب رشته‌ی نانوفوتونیک مربوط به تحقق نانوادوات مجتمع برای مدولاسیون فوتونیک و سنسورها است. به جهت این واقعیت که در حال حاضر، پردازش اطلاعات اساسا به وسیله‌ی تراشه‌های میکرو الکترونیک و انتقال اطلاعات، به ویژه برای مسافت‌های طولانی، از طریق لینک‌های اپتیکی انجام می‌گیرند، تلاش برای مجتمع‌سازی ادوات دینامیک فوتونیک با مدارهای میکروالکترونیک یک گرایش عمده علمی و همچنین صنعتی می‌شود. علاوه برآن، پردازش فوتونیک قادر است تنگناهای متعدد تولید شده در تراشه‌های میکروالکترونیک فشرده را به ویژه در فرکانس‌های بالا رفع کند. چنین تنگناهایی شامل مشکلات اتلاف توان، تداخل صدا و غیره می‌شوند. این کتاب، پیشرفت‌های اخیر در طراحی، ساخت و آزمایش مدارات مدولاسیون فوتونیک مجتمع را ارائه خواهد کرد. به جهت جهش اخیر در توسعه‌ی قابلیت‌های ساخت نانو تکنولوژی، حوزه‌ی ادوات میکروفوتونیک و نانو فوتونیک مجتمع در طی چند سال اخیر به صورت چشمگیری تغییر یافته است.

در این کتاب، که هدف آن دانشجویان تحصیلات تکمیلی در علوم دقیق و همچنین محققان صنعتی و آکادمیک است، دورنمای مدرن گسترده و جامعی از تکنیک‌های مدولاسیون فوتونیک موجود، که شامل روش‌های شناخته شده‌ی متعدد اخیرا توسعه یافته هستند، را ارائه می‌کند. این کتاب با ارائه‌ی پیش‌زمینه‌ی تئوریک اصول فیزیکی، مورد نیاز برای دنبال کردن مفاهیم تکنیکی این رشته‌ی

نوظهور، شروع می‌شود. این فصل‌های مربوط به پیش‌زمینه‌ی تئوریک می‌توانند به عنوان مطالب مقدماتی دوره‌های لیسانس با عناوین اپتیک غیرخطی، موجبر نوری و نیمه هادیها مورد استفاده قرار گیرند.

مولفان تمایل دارند از دانشجویان و همچنین همکاران تحقیقاتی که در به دست آوردن بعضی از نتایج تحقیق این کتاب نقش داشته‌اند، سپاسگزاری کنند. به ویژه تقدیر و تشکر مخصوص از آقای آرکادی رادنیسکی، دکترافر لیمون، دکترلوکا باسینارو، دکترآنا ماریا جراردینو، دکتردن کوچوک، دکتر آوراهاام چلی، پروفیسور مناخیم ناتان، آقای اصف شهمنون و آقای یوعد آبراهام، خانم سوفیا بوهبات، پروفیسور مایکل روزنبلو، پروفیسور اری زابان، خانم آلینا کارابچویسکی، خانم الگا کراسنیکف، خانم میری گیلبار، آقای آتف شلینی، آقای آمیت لاهاو، آقای اونر سفرانی، آقای شاهار مور، آقای افیرآهارون و پروفیسور مارک آسلندر نموده‌اند.

در آخر مولفان از خانواده‌های خود به خاطر حمایت آنان در طول آماده‌سازی این کتاب کمال تشکر را دارند. به ویژه، زیو زالوسکی از همسر خود آنات و بچه‌های خوب و پرشور خود، از، دوریت و گیدن و همچنین ابراهیم عبدالحلیم از همسرش فاتین و پسرانش هیشام و ادهم برای حمایت و بردباری آنان تقدیر می‌کنند.

فهرست مطالب

فصل ۱ پیش‌زمینه‌ی فیزیکی ۱

مقدمه‌ای برای نور غیرخطی ۲	۱.۱
اصول بنیادی نیمه‌هادیها ۳۶	۲.۱
مقدمه‌ای بر موجبرهای فوتونیک ۶۳	۳.۱

فصل ۲ فیزیک مدولاسیون نوری ۷۱

مدولاتورهای مگنتو-اپتیکی ۷۲	۱.۲
مدولاتورهای الکترو-اپتیکی ۷۳	۲.۲
کریستال‌های مایع ۷۵	۳.۲
جذب الکتریکی نور ۸۱	۴.۲
نور غیرخطی ۸۲	۵.۲
اثرات برولویین و رامان ۸۵	۶.۲
اثر پلازما در سیلیکون ۸۶	۷.۲
مروری بر ادوات فوتونیک ۸۶	۸.۲

فصل ۳ مدارات مدلاسیون فوتونیک سیلیکونی ۱۰۱

مرور کلی ۱۰۲	۱.۳
ادوات مخصوص ۱۱۱	۲.۳

فصل ۴ روش‌های ساخت ادوات مجتمع ۱۲۹

روش‌های تشکیل تصویر ۱۳۰	۱.۴
-------------------------	-----

روش‌های انتقال الگو به سطح ۱۳۷	۲.۴
کاربردهای نانو فوتونیک و نانو تکنولوژی‌ها ۱۴۴	۳.۴

فصل ۵ طرح‌های غیرمتعارف مدولاسیون ۱۴۹

روش‌های اپتو-الکترونیک هیبریدی ۱۵۰	۱.۵
روش تمام نوری براساس اثر پاشیدگی پلاسما ۱۶۴	۲.۵
مدولاسیون بر مبنای تله‌اندازی ذره ۱۷۴	۳.۵
میکروگیت منطقی مجتمع تمام اپتیکی ۲۰۱	۴.۵
ادوات فوتونیکی انتخاب‌کننده‌ی طیفی و قطبشی براساس نانو میله‌های دی‌الکتریک ۲۰۷	۵.۵

فصل ۶ امواج پلاسمونیک ۱۱۹

مقدمه ۲۲۰	۱.۶
پدیده‌ی SPR ۲۲۲	۲.۶
کاربردهای پلاسمونیکها ۲۵۶	۳.۶
جهت‌گیری تحقیقات در آینده ۲۸۸	۴.۶

فصل ۷ سیال‌شناسی نوری ۳۰۵

مقدمه ۳۰۶	۱.۷
مکانیک میکروسیال و نانوسیال ۳۰۹	۲.۷
ملاحظات ساخت ۳۱۲	۳.۷
خلاصه‌ای از کاربردهای سیال‌شناسی نوری ۳۱۴	۴.۷

پیش‌زمینه‌ی فیزیکی

- ۱.۱ مقدمه‌ای برای نور غیرخطی ۲
- ۲.۱ اصول بنیادی نیمه هادیها ۳۶
- ۳.۱ مقدمه‌ای بر موجبرهای فوتونیک ۶۳