«پژوهشگر گرامی»

صفحاتی راکه مشاهده می فرمائید، گزیده ای محدود از یک سند پژوهشی طولانی است که شامل :

- صفحه روی جلد
- چکیده فارسی و انگلیسی
- صفحه اول مقدمه
- منابع
- فهرست مطالب
- پیشنهادات

برای مشاهده فرمت دیجیتالی پایان نامه ها / رساله ها می توانید به آدرس ذیل مراجعه کنید:

http://lib.uok.ac.ir:8080

در صورت به وجود آمدن هرگونه مشکل و پرسش در زمینه دسترسی، تهیه و استفاده از منابع الکترونیکی و دیجیتال به بخش پایان نامه ها و منابع دیجیتال کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد مراجعه نموده و تماس بگیرید!

شماره تماس ۰۸۷-۳۳۶۲۴۰۰۶

دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی برق

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته برق گرایش افزاره‌های میکرو نانوالکترونیک

عنوان :

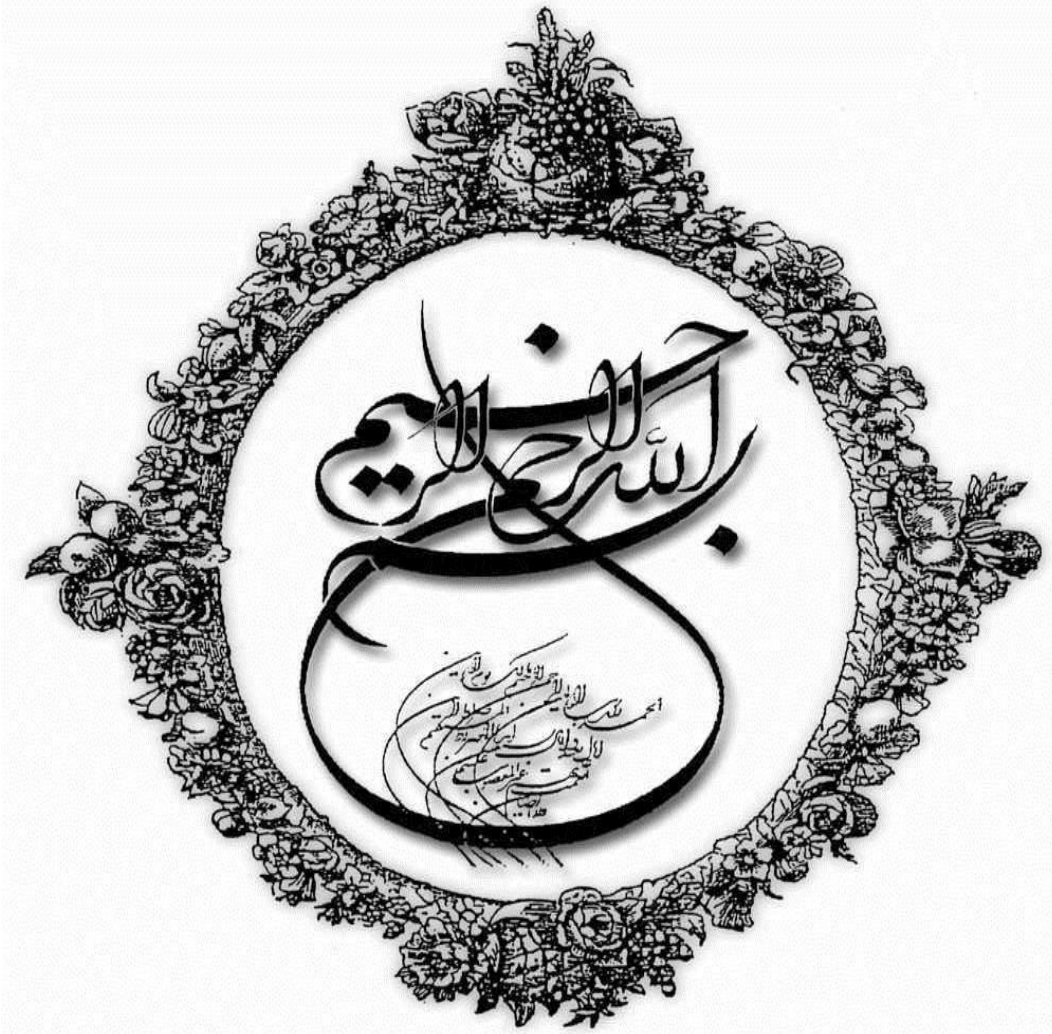
بهبود تشخیص ضریب شکست با استفاده از حسگرهای فیبر نوری

پژوهشگر:
شهین شفیع‌زاده

استاد راهنما:
دکتر محمد رزاقی

استاد مشاور:
دکتر فروغ خزیمه سربیشه

اسفند ۱۳۹۹


بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه کردستان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی برق

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته برق گرایش افزاره‌های میکرو نانوالکترونیک

عنوان :

بهبود تشخیص ضریب شکست با استفاده از حسگرهای فیبر نوری

پژوهشگر:

شهین شفیع‌زاده

استاد راهنما:

دکتر محمد رزاقی

استاد مشاور:

دکتر فروغ خزیمه سربیشه

اسفند ۱۳۹۹

دانشگاه کردستان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی برق

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش افزاره‌های میکرو نانوالکترونیک

عنوان:

بهبود تشخیص ضریب شکست با استفاده از حسگرهای فیبر نوری

پژوهشگر:

شهین نفیع‌زاده

در تاریخ ۱۳۹۹/۱۲/۲۱ توسط کمیته تخصصی ر هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با درجه **خوب** به تصویب رسید.

هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱.استاد راهنما	دکتر محمد رزاقی	دانشیار	
۲.استاد مشاور	دکتر فروغ خزیمه سرشته		
۳.استاد داور خارجی	دکتر مجتبی گندم‌کار	استاد یار	
۴.استاد داور داخلی	دکتر هادی جهانی‌راد	استادیار	

مهر و امضاء مدیر گروه

دکتر هادی جهانی راد

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

دکتر عبداسلام قادری

چکیده

فیبر نوری یک موجبر استوانه‌ای از انتقال اطلاعات درحال حاضراستفاده می‌شود از دو ناحیه به نام‌های هسته [1]و پوشش [2]که با ضریب شکست[3]متفاوت که ازدو لایه پوششی از جنس پلاستیک تشکیل می‌شود. فیبر نوری از لحاظ انتشار نور، به دو دسته به نام‌های فیبر تک مد [4]و فیبرچند مد [5] تقسیم شده است. حسگر فیبر نوری باعث حس کردن [6]پارامترهایی مانندما، فشار، رطوبت، غلظت مواد شیمیایی راآسان می‌کند حسگرهای نوری نسل تازه‌ای از حسگرها را، به دنیای علمی و صنعتی امروزه را معرفی کرده‌اند. در حال حاضر شرکت‌های تولید کننده حسگرها به سوی استفاده از تکنولوژی نوری در جهت ساخت و بهبود کیفیت ویژگی‌های حسگرها گام برداشته است.مزیت‌های فراوان حسگرهای فیبر نوری از جمله ایمنی در برابر تداخل‌های الکترومغناطیسی، قابلیت مجتمع شوندگی با سایر مولفه‌های الکتریکی در تراشه‌های کوچک و آشکارسازهای سریع در محل، باعث شده که تحقیقات زیادی با جنس شیشه است که برای محوریت طراحی مناسب حسگرهای فیبر نوری صورت بگیرد. همچنین پیشرفت‌های اخیر و کاهش قابل توجه هزینه‌ها باعث توجه و تفحص بیشتری در زمینه ساخت حسگر فیبر نوری شده است . جهت شبیه سازی عملکرد حسگر فیبر نوری از نرم افزار Comsol Multi Physics استفاده می‌شود. این نرم افزار در طراحی قطعات نوری و الکتریکی پیشرفته در تحقیقات نوین علمی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کلیدواژه: فیبر نوری، حسگر فیبر نوری، Comsol Multi Physice

1.Core
2. Cladding
3. Refractive Index
4. Single Mode
5. Multi-Mode
6. Sens

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱- معرفی موضوع ۱
۱-۲-تاریخچه حسگرهای فیبر نوری ۲
۱-۳- اهداف تحقیق ۳
فصل دوم: مروری بر ادبیات موضوع ۴
۲-۱- مقدمه ۴
۲-۲- مبانی فیبر نوری ۵
۲-۲-۱- قسمت‌های تشکیل شده فیبر نوری ۵
۲-۲-۲- فیبر با ضریب شکست پله‌ای و تدریجی ٦
۲-۲-۳- فیبر نوری تک مد و چند مد ٦
۲-۲-۴- مقایسه فیبرهای تک مد و چند مد ۸
۲-۳- پارامترهای فیبر نوری ۸
۲-۴- مزایای فیبر نوری ۹
۲-۴-۱- قیمت پایین ۹
۲-۴-۲- پهنای باند وسیع و نرخ ارسال داده بالاتر ۹
۲-۴-۳- محافظت در مقابل تداخل و تزویج ۱۱
۲-۴-۴- وزن کم و قطر کوچک ۱۱
۲-۵- حسگرهای زیستی ۱۱
۲-۵-۱- ساختار ۱۲
۲-۶- انواع مختلفی از دسته‌بندی‌های حسگرهای وجود دارد که به صورت زیر می‌باشد ۱۳
۲-۶-۱- حسگرهای ذاتی و غیرذاتی ۱۳
۲-۶-۲- بر اساس نقاط اندازه‌گیری: حسگر نقطه به نقطه، حسگر مالتی پلکس، حسگر توزیعی ۱۳
۲-۶-۳- بر مبنای نوع کارکرد آن: حسگر شیمیایی ۱۳
۲-۶-۴- بر مبنای فرآیند تعدیل و تفکیک حسگر(مدولاسیون): حسگر شدت، حسگر فاز، حسگر فرکانس ۱٤
۲-۷- انواع حسگرهای نوری ۱۴

۲-۷-۱- حسگر فیبر نوری ۱٤
۲-۷-۲- حسگر بلور فوتونی ۱۵
۲-۷-۳- حسگرتوری براگ ۱۵
۲-۷-۴- حسگر مبتنی بر تداخل سنج‌ها ۱٦
۲-۷-۵- حسگر مبتنی بر پلاسمون سطحی ۱۷
۲-۸- عمکرد حسگرهای نوری به دو صورت می باشد ۱۷
۲-۸-۱- آشکارساز فلئورسنس نشاندار ۱۷
۲-۸-۲- روش‌های آشکارسازی درحسگرهای غیرنشاندار ۱۷
۲-۹- اصول حسگرهای نوری ۱۸
۲-۹-۱- عامل‌های زیست شناختی ۱۸
۲-۹-۲- تبدیل فیزیکی حسگر ۱۸
۲-۱۰- مشخصه حسگرهای نوری ۱۹
۲-۱۰-۱- حساسیت ۱۹
۲-۱۰-۲- دینامیک رنج ۲۰
۲-۱۰-۳-کمترین حد آشکارسازی ۲۰
۲-۱۰-۴- مواد حسگری ۲۱
۲-۱۰-۵- زمان پاسخ ۲۱
۲-۱۱- میدان میراشونده ۲۱
۲-۱۲- حسگر فیبر نوری مبتنی بر میدان میراشونده ۲۲
۲-۱۲-۱- روش‌های خارج کردن میدان میرا شونده ۲۳
فصل سوم: روش تحقیق ۲۵
۳-۱- مقدمه ۲۵
۳-۲- معرفی نرم افزار کامسول ۲۵
۳-۳- شبکه بندی ۲۶
۳-۴- تعیین شرایط مرزی ۲۷
۳-۵- پورتدهی ۲۸
۳-۶- PML ۲۹
۳-۷- ایجاد مدل هندسی حسگر شبیه سازی شده ۲۹
فصل چهارم: نتایج شبیه‌سازی ۳۱

۴-۱- مقدمه ۳۱
۴-۲- نتایج شبیه‌سازی ۳۲
۴-۳- ساختار پیشنهادی ۳۶
۴-۳-۱- حسگر فیبر نوری بدون پوسته ۳۶
۴-۳-۲- حسگر فیبر نوری با پوسته ۴۵
۴-۴- یافتن مد عرضی صحیح با تشخیص محدود شدگی مد درداخل موج بر ۵۱
۴-۴-۱- محاسبه پارامترهای ساختار ۵۲
فصل پنجم: جمع‌بندی و پیشنهادها ۵۴
۵-۱- مقدمه ۵۴
۵-۲- جمع‌بندی موضوع ۵۴
۵-۳- نوآوری ۵۵
۵-۴- پیشنهادات ۵۵
منابع ۵۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱: پارامترهای مورد استفاده در شبیه سازی حسگر فیبر نوری بدون پوسته ۳۳
جدول ۴-۲: مقادیر حساسیت برای حسگر فیبر نوری بدون پوسته بر حسب n و TR ۳۹
جدول ۴-۳: پارامترهای حسگر فیبر نوری با پوسته ۴۷
جدول ۴-۴: مقادیر حساسیت برای حسگرفیبر نوری با پوسته برحسب n وTR ۴۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱: ساختمان یک فیبر نوری ۶
شکل ۲-۲: ساختار و پروفایل ضریب شکست پله‌ای ۶
شکل ۲-۳: انتقال نور در یک فیبر تک مد ۷
شکل ۲-۴: انتقال نور در یک فیبر چند مد با ضریب شکست تدریجی ۷
شکل ۲-۵: انتقال نور در یک فیبر چند مد با ضریب شکست پله‌ای ۸
شکل ۲-۶: انتقال پرتو نور در فیبر نوری ۹
شکل ۲-۷: برش عرضی از یک فیبر کریستال فوتونیک ۱۵
شکل ۲-۸: حسگر توری براگ ۱۶
شکل ۲-۹: تصویری از موج میرا که با مولکولهایی که گیر افتاده است برهم کنش انجام میدهد. وجود تحلیل شونده‌ها باعث تغییرات موضعی در RI میشود این موج میرا از سطح موجبر در حد ده تا چند صد نانومتر نفوذ کرده است با این وجود نسبت به تغییرات RI دور از زیست حسگر واکنش نشان نمی‌دهد. ... ۱۹
شکل ۲-۱۰: نمودار حساسیت ۲۰
شکل ۲-۱۱: موج میرا شونده در مرز دو محیط با ضریب شکست متفاوت ۲۲
شکل ۲-۱۲: a) یک فیبر نوری تک مد. b) یک حسگر فیبر نوری مبتنی بر میدان میراشونده ۲۳
شکل ۲-۱۳: روش حرارت دادن ۲۳
شکل ۲-۱۴: روش شیمیایی ۲۴
شکل ۲-۱۵: روش مکانیکی ۲۴
شکل ۳-۱: مش‌بندی ۲۷
شکل ۳-۲: مرز داخلی در یک حسگر فیبر نوری ۲۷
شکل ۳-۳: پورت ورودی در یک حسگر فیبر نوری ۲۸
شکل ۳-۴: پورت خروجی در یک حسگر فیبر نوری ۲۸
شکل ۳-۵: حسگر فیبر نوری با محیط بی‌نهایت ۲۹
شکل ۴-۱: روش حرارت برای مخروطی کردن فیبر ۳۲
شکل ۴-۲: شماتیک حسگر فیبر نوری ۳۳
شکل ۴-۳: حسگر فیبرنوری با TR=1 ..... ۳۴
شکل ۴-۴: حسگر فیبر نوری با TR=0.8 ..... ۳۴
شکل ۴-۵: حسگر فیبر نوری با TR=0.6 ..... ۳۵

شکل ۴-۶: حسگر فیبر نوری با TR=0.4 ..... ۳۵
شکل ۴-۷: حسگر فیبر نوری با TR=0.2 ..... ۳۶
شکل ۴-۸: شماتیک نصفه حسگرفیبرنوری..... ۳۷
شکل ۴-۹: شکل سه بعدی حساسیت برای حسگر فیبر نوری بدون پوسته برحسب n و TR طبق مقادیر جدول۴-۲ ..... ۴۲
شکل ۴-۱۰: نمودار انتقال برحسب n وTR ۴۲
شکل ۴-۱۱: میدان الکتریکی برای TR=0.2 n=6..... ۴۳
شکل ۴-۱۲: میدان الکترکی برای TR=6.5 n=0.2..... ۴۴
شکل ۴-۱۳: میدان الکتریکی برای TR=0.5 و n= 8..... ۴۴
شکل ۴-۱۴: پروفایل میدان در یک نقطه خاص برای حسگر فیبر نوری ۴۵
شکل ۴-۱۵: شماتیک حسگر فیبرنوری همراه با پوسته (هسته با رنگ بنفش و پوشش با رنگ قرمز مشخص شده است) ۴۶
شکل ۴-۱۶: شکل سه بعدی حساسیت برای حسگر فیبر نوری با پوسته بر حسبn و TR طبق جدول ۴-۳ ..... ۴۹
شکل ۴-۱۷: مقایسه پروفایل میدان الکتریکی با (الف) تا (د) ضرایب شکست مختلف و (ه) و (و) پروفایل حسایت برای حالت TR=0.1وn=1 ..... ۵۰
/شکل ۴-۱۸: محاسبه سه فرکانس تشدید در روش Spools در نزدیکی فرکانس مرجع، محاسبه مد دوم از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود. تکرار محاسبات دقت را افزایش می دهد ۵۲
شکل ۴-۱۹: مقایسه توزیع میدان عرضی به دست آمده ، الف: اگر فرکانس مرجع دور از فرکانس تشدید مد باشد . ب: اگر فرکانس مرجع به کمک نتیجه ی حالت قبل در نزدیک فرکانس تشدید انتخاب شود. ۵۲

فهرست علائم اختصاری

ضریب شکست هسته	n1
ضریب شکست پوسته	n2
شعاع هسته	A
شعاع حسگر	TR
فاصله از محور	R
پارامترنمودار ضریب شکست	**G**
طول فیبر	**L**
قطر هسته	**D**
ضریب شکست	RI
واحد ضریب شکست	RIU
حد آشکارسازی	LOD
مقیاس سنجش	FOM
حد آشکار سازی ذاتی	ILOD
بازتاب داخلی کلی	TIR
امواج الکترومغناطیسی	EM
بلورهای فوتونی	Phcs
پلاسمون تشدید سطحی	SPR
فیبر تک مد با پاشندگی انتقال یافته	DSF
فیبر تک مد با پاشندگی انتقال یافته غیر صفر	NZDSF
فیبر تک مد با پاشندگی	DFF

فصل اول: مقدمه

۱-۱- معرفی موضوع

در قرن هفدهم بر این باور بودند که نور باریکه‌ای از ذرات بسیار کوچک است. که توسط یک منبع منتشر می‌شود. و این ذرات در خط راست حرکت کرده و از مواد شفاف می گذرد. این تئوری نور هندسی، پدیده‌های نور مانند انعکاس و انکسار توجیح کرده است. پدیده‌های تداخل و پراش [۱]نور، نتوانست آن را توجیح کند ناتوان بود. درسال ۱۸۱۵ میلادی، آگوستین فرنسل [۲]نشان داد که اگر حرکت مستقیم نور بطور تقریبی با حرکت موجی بررسی شود، پراش نور را می‌توان توضیح داد. با توجه به اینکه نور یک موج الکترومغناطیسی می‌باشد، که می‌تواند به طریق الکتریکی یا شیمیایی تحریک شود وتحت شرایط ویژه‌ای انتشار یابد. در تئوری کوانتومی نور ثابت شد، که انرژی نور کوانتیده می‌باشد و جذب یا نشر آن درشکل مقدارهای گسسته به نام فوتون [۳]صورت می‌پذیرد. در نگرش ذره‌ای به نور، تشعشعات الکترومغناطیسی از ذراتی به نام فوتون تشکیل می‌شود که به طریق بسته‌های انرژی، با سرعت نور حرکت می کند. تعداد فوتون می‌تواند نشان دهنده تیرگی و روشنی و انرژی هر فوتون، تعیین کننده رنگ آن می‌باشد[۱]. تکنولوژی لیزر[۴]، از حوزه‌های گسترده و فعال می‌باشد و اختراع آن ،دانشمندان را به جستجوی مکانی متناسب و خوب برای هدایت نور واداشت بنابراین، تلاش‌های دانشمندان منجر به ایجاد فناوری فیبر نوری [۵]شد.در حال حاضر حسگرهای [۶]ساخته شده بر طبق فیبر نوری، دارای کاربردهای متنوعی می‌باشد. حسگرفیبر نوری، مزایای

1. Diffraction
2. Fernesel
3. Photon
4. Laser
5. Fiber optic
6. Sensor

متعددی نسبت به حسگرهای الکتریکی و مکانیکی دارد. به همین دلیل،پژوهش و تحقیق در این زمینه رو به گسترش و مورد توجه بسیاری از دانشمندان می‌باشد.

۱-۲- تاریخچه حسگرهای فیبر نوری

همان‌طور که از قبل گفته شد دهه ۶۰ میلادی را شروع تکنولوژی فیبر نوری دانسته‌اند.دراین دهه با اختراع لیزر کاوشگران را به جستجوی محیط خوب و امنی برای انتقال نور کمک کرد . در سال ۱۹۶۶ کائو و هاکهام [1]فیبرنوری از جنس شیشه را پیشنهاد دادند. فیبرهای اولیه تلفات زیادی داشتند یعنی معادل(هزار دسیبل بر کیلومتر) به طور مثال کابل‌های کواکسیال تلفاتی برابر ۵ تا ۱۰ دسی بل بر کیلومتر دارا بودند. اتصالات کابل‌های فیبر نوری با یکدیگر مشکلات فراوانی را بوجود آورد. اما طولی نکشید که تلفات فیبر به زیر ۵ دسی بل بر کیلومتر رسید و مشکلات اتصال هم رفع شد. با توجه به پیشرفت‌های امروزه یعنی سرعت انتقال داده، فیبر نوری یک بسترخوب وبا اطمینان برای جابه جایی اطلاعات به حساب می‌رفت. گسترده شدن ارتباطات راه دور و راحت شدن انتقال اطلاعات از طریق سیستم انتقال و مخابرات فیبر نوری یکی از مهمترین مورد بحث در جهان امروزی می‌باشد. سرعت بالا و خوب از بارزترین ویژگی‌های مخابرات فیبر نوری است. فیبر نوری یکی از محیط‌های انتقال داده است. در حال حاضر با معرفی مواد و ساختارهای تازه فیبر نوری، دریچه‌ای جدید بر کاربردهای آن بازشد. یکی از این دریچه‌های جدید، حسگرهای فیبر نوری می‌باشد. حسگرهای فیبر نوری در سال ۱۹۷۹ ارائه شد. تحقیقات گسترده‌ای برای گسترش حسگرهای فیبر نوری در سطح بین المللی از سال ۱۹۷۰ مطرح شد. استفاده از حسگرهای فیبر نوری برای اندازه‌گیری کمیت‌هایی مثل جریان الکتریکی، میدان الکترومغناطیسی، فشار، دما، غلظت گازها و مواد شیمیایی و زیستی ، میزان کنترل آلودگی آبها از بیست سال پیش مطرح شد و درحال حاضر روبه توسعه به دلیل کم وزن بودن، قطر و حجم پایین، دی الکتریک بودن و در نتیجه در امان بودن در مقابل القا و امواج مغناطیسی، قابلیت اطمینان زیاد در بسیاری از موارد از حسگرهای متداول جلو زده است. بنابراین در مواردی که شرایط کاری محدودیت‌های فراوانی بوجود آورده است. همچون اندازه‌گیری در کارخانه‌های مواد آتش‌زا، در مکانهایی با رادیواکتیویته‌ی زیاد، در مکانهایی با ولتاژ و جریان زیاد، باعث می‌شودکه به جای استفاده از حسگرهای معمولی از حسگرهای فیبر نوری استفاده شود.

1. Ka and Hakham

۱-۳- اهداف تحقیق

بنابراین در این تحقیق هدف مطالعه و شبیه‌سازی عملکرد حسگر فیبر نوری برای تشخیص تغییرات ضریب شکست می‌باشد. تشخیص تغییرات ضریب شکست با استفاده از حسگر فیبر نوری بر اساس خواص هدایت نور در محیط فیبر نوری صورت می‌گیرد. این حسگر می‌تواند برای کاربردهای زیستی نیز مفید واقع شود. همچنین در این تحقیق بهبود عملکرد پارامترهای حسگری به خصوص حساسیت[1] در حسگر شبیه سازی شده بررسی خواهدشد. جهت شبیه سازی عملکرد حسگر فیبر نوری از نرم افزار Comsol Multi Physics استفاده می‌شود.

در فصل اول این پایان نامه، مقدمه‌ای بر تاریخچه حسگرهای فیبر نوری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در فصل دوم،درباره مبانی فیبر نوری و همچنین درباره مبانی حسگرهای فیبر نوری که شامل، انواع حسگرها، زیست حسگرها[2]، انواع حسگرهای نوری و اصول و مشخصه‌های حسگر نوری می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل سوم، به معرفی برنامه کامسول،ماژول مورداستفاده درشبیه‌سازی و نیز روش رسم حسگر نوری مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل چهارم، نتایج حاصل از شبیه‌سازی با برنامه کامسول مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل پنجم، به جمع‌بندی نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی‌های انجام شده در فصل چهارم مورد بررسی قرار گرفته است.

1. Sensitivity
2. Sensors

۵-۳- نوآوری

ابتدا به بررسی حساسیت در حسگر فیبر نوری بدون پوشش پرداخته‌ایم. که برای اطراف حسگر فیبر نوری دوتا ضریب شکست استفاده می‌کنیم که اختلاف ضریب شکست 0.001 می‌باشد. از طریق این اختلاف جهت سنجش حساسیت استفاده می‌کنیم که در حالت TR=0.2 با n=6 ،حساسیت 0.175 5 به عنوان بیشترین ودرn=6.5 , 50.699- کمترین مقدار حساسیت رسیدیم که از این دو نقطه می‌توان به عنوان نقاط بهینه استفاده کرد. و بعد به بررسی حساسیت در حسگر فیبر نوری با پوشش پرداخته‌ایم و همچنین برای اطراف حسگر دوتا ضریب شکست استفاده کرده‌ایم که اختلاف ضریب شکست مانند حسگر فیبر توری بدون پوشش 0.001 می‌باشد که از طریق این اختلاف جهت سنجش حساسیت استفاده کرده‌ایم که در حالت TR=0.1 با n=4 با حساسیت 28.86 بیشترین و در TR=0.1با n=7 با حساسیت12 .23-کمترین مقدار رسیدیم که از این دو نقطه می‌توان به عنوان نقاط بهینه استفاده کرد.از مقایسه این دو حسگر به این نتیجه می‌رسیم که حسگر فیبر نوری بدون پوشش، حساسیت بیشتری را دارد.

۵-٤- پیشنهادات

همانطور که در فصل اول اشاره شد این حسگر را می‌توان برای کاربردهای زیستی استفاده کرد. ونیز با توجه به پروفایل ضریب شکست گازهای آلی که اکثرا نزدیک به ۱ هستند نظیر آلکان‌ها و آلکین‌ها در طول موج 1.55 میکرومتر از این حسگر می‌توان استفاده کرد.

منابع

[1] M,Porhosain ,Behjat ,Guide to fiber optic, 1396 .

[2] Keiser, G., Optical fiber communications. Wiley encyclopedia of telecommunications, 2003.

[3] Curran, M. and B. Shirk, *Basics of fiber optics.* Allen: Amphenol Fiber Systems International (AFSI), 2015.

[4] Schmid, S.R., et al., *Optical fiber coatings.* Specialty Optical Fibers Handbook, 2007: p. 95-122.

[5] Bahrampour, A.R., et al., *Optical fiber interferometers and their applications.* Interferometry-Research and Applications in Science and Technology, 2012. **1**: p. 3-30.

[6] Garito, A., et al., *Graded index optical fibers*. 1998, Google Patents.

[7] Gambling, W. and H. Matsumura, *Modes in curved step-index optical fibres.* Electronics Letters, 1977. **13**(18): p. 532-535.

[8] Neumann, E.-G., *Single-mode fibers: fundamentals*. Vol. 57. 2013: Springer.

[9] Molin, D., et al., *Multimode fiber*. 2011, Google Patents.

[10] Arumugam, M., *Optical fiber communication—An overview.* Pramana, 2001. **57**(5): p. 849-869.

[11] Senior, J.M. and M.Y. Jamro, *Optical fiber communications: principles and practice*. 2009: Pearson Education.

[12] Dorosz, J. and R.S. Romaniuk. *Development of optical fiber technology in Poland*. in *Optical Fibers and Their Applications 2011*. 2011. International Society for Optics and Photonics.

[13] Wójcik, W. and R.S. Romaniuk, *Development of optical fiber technology in Poland.* International Journal of Electronics and Telecommunications, 2010. **56**: p. 99-104.

[14] Flammer, I., L.-a. De Montmorillon, and P. Matthijsse, *Optical fiber*. 2009, Google Patents.

[15] Koike, Y. and M. Asai, *The future of plastic optical fiber.* NPG Asia Materials, 2009. **1**(1): p. 22-28.

[16] Gotoh, M., H. Mure, and H. Shirakawa, *Biosensor*. 2003, Google Patents.

[17] Bhullar, R.S., C.D. Wilsey, and B.S. Hill, *Biosensor*. 2007, Google Patents.

[18] Kerman, K., M. Kobayashi, and E. Tamiya, *Recent trends in electrochemical DNA biosensor technology.* Measurement Science and Technology, 2003. **15**(2): p. R1.

[19] Yukawa, K., T. Yoshioka, and S. Nankai, *Biosensor*. 2000, Google Patents.

[20] Taniike, Y., S. Ikeda, and S. Nankai, *Biosensor*. 2003, Google Patents.

[21] Nagata, Y., *Biosensor*. 1990, Google Patents.

[22] Abel, P. and W. Allendorfer, *Biosensor*. 1998, Google Patents.

[23] Ikeda, S., T. Yoshioka, and S. Nankai, *Biosensor*. 2001, Google Patents.

[24] Miyazaki, S., et al., *Biosensor*. 2005, Google Patents.

[25] Grattan, K. and T. Sun, *Fiber optic sensor technology: an overview.* Sensors and Actuators A: Physical, 2000. **82**(1-3): p. 40-61.

[26] Lee, C. and H. Taylor. *Interferometric sensors using internal fiber mirrors*. in *Optical Fiber Sensors*. 1988. Optical Society of America.

[27] Zangl, H., et al., *Capacitive sensor and measurement system*. 2011, Google Patents.

[28] Banica, F.-G., *Chemical sensors and biosensors: fundamentals and applications*. 2012: John Wiley & Sons.

[29] Kersey, A.D., *A review of recent developments in fiber optic sensor technology.* Optical fiber technology, 1996. **2**(3): p. 291-317.

[30] Ellerbrock, P.J., J.H. Belk, and B.C. Johnson, *Optical fiber sensor system*. 2001, Google Patents.

[31] Yu, K., et al., *Camellia-like NiO: A novel cataluminescence sensing material for H2S.* Sensors and Actuators B: Chemical, 2019. **288**: p. 243-250.

[32] Cerqueira Jr, S.A., *Recent progress and novel applications of photonic crystal fibers.* Reports on progress in physics, 2010. **73**(2): p. 024401.

[33] Erdogan, T., *Fiber grating spectra*. Journal of lightwave technology, 1997. **15**(8): p. 1277-1294.

[34] Murphy, K., et al., *Sapphire optical fiber interferometer*. 1995, Google Patents.

[35] Peyghambarian, N., S.W. Koch, and A. Mysyrowicz, *Introduction to semiconductor optics*. 1993: Prentice-Hall, Inc.

[36] Ezoe, T., et al., *Biosensor*. 2005, Google Patents.

[37] Takeo, T. and H. Hattori, *Optical fiber sensor for measuring refractive index.* Japanese Journal of Applied Physics, 1982. **21**(10R): p. 1509.

[38] Perez-Herrera, R. and M. Lopez-Amo, *Fiber optic sensor networks.* Optical Fiber Technology, 2013. **19**(6): p. 689-699.

[39] F, Khozeymeh sarbishe, Design and analysis of refractive index optical sensors based on optical whispercring gallery resonators for biosensing applications, Kordestan uni 1397.

[40] Chen, G.Y., et al., *A review of microfiber and nanofiber based optical sensors.* The Open Optics Journal, 2013. **7**(1).

[41] Wood, M.D., N.A. Beresford, and D. Copplestone, *Limit of detection values in data analysis: Do they matter?* Radioprotection, 2011. **46**(6 Supplement): p. S85-S90.

[42] Moseley, P.T., J.O. Norris, and D.E. Williams, *Techniques and mechanisms in gas sensing*. 1991.

[43] Agbor, N., M. Petty, and A. Monkman, *Polyaniline thin films for gas sensing.* Sensors and Actuators B: Chemical, 1995. **28**(3): p. 173-179.

[44] Srivastava, S.K., R. Verma, and B.D. Gupta, *Surface plasmon resonance based fiber optic sensor for the detection of low water content in ethanol.* Sensors and Actuators B: Chemical, 2011. **153**(1): p. 194-198.

[45] Renganathan, B., et al., *Gas sensing properties of a clad modified fiber optic sensor with Ce, Li and Al doped nanocrystalline zinc oxides.* Sensors and actuators B: Chemical, 2011. **156**(1): p. 263-270.

[46] Rehouma, F., D. Persegol, and A. Kevorkian, *Optical waveguides for evanescent field sensing*. Applied physics letters, 1994. **65**(12): p. 1477-1479.

[47] Khijwania, S. and B. Gupta, *Fiber optic evanescent field absorption sensor: effect of fiber parameters and geometry of the probe*. Optical and Quantum Electronics, 1999. **31**(8): p. 625-636.

[48] Ji, W.B., et al., *Ultrahigh sensitivity refractive index sensor based on optical microfiber*. IEEE Photonics Technology Letters, 2012. **24**(20): p. 1872-1874.

[49] Andrews, J. and D. Atthey, *Hydrodynamic limit to penetration of a material by a high-power beam.* Journal of Physics D: Applied Physics, 1976. **9**(15): p. 2181.

[50] N, Baghban, Balaghi, modelling to comsol, 1395 .

[51] M,.Nejati, Eftekhari, Mechanical engineer book, 1392 .

[52] tapered microfiber sensor design and simulation." ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 11, no. 1 (2016): 449-452.

Abstract

Optical fiber is a cylindrical waveguide for the transmission of current information. It is used in two areas called the core and the cover, which have different refractive coefficients and are composed of two layers of plastic coating. In terms of light emission, optical fiber is divided into two categories called single-mode fiber and multi-mode fiber. Fiber optic sensor makes it easy to sense parameters such as temperature, pressure, humidity, concentration of chemicals. Optical sensors have introduced a new generation of sensors to the scientific and industrial world today. At present, sensor manufacturers have taken steps to use optical technology to build and improve the quality of sensor features. The many advantages of fiber optic sensors, including safety against electromagnetic interference, the ability to integrate with Other electrical components in small chips and fast on-site detectors have led to extensive research into glass to focus on the proper design of fiber optic sensors. Also, recent advances and significant cost reductions have led to more attention and research in the field of fiber optic sensors. Comsol Multi Physics software is used to simulate the performance of a fiber optic sensor. This software is used in the design of advanced optical and electrical components in modern scientific research.

Keywords: Fiber Optic, Fiber Optic Sensor, Comsol Multiphysics

دانشگاه کردستان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی برق

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک

عنوان:

بهبود تشخیص ضربه شکست با استفاده از حسگرهای فیبر نوری

پژوهشگر:

شهین نفیع‌زاده

در تاریخ ۱۳۹۹/۱۲/۲۱ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با درجه **خوب** به تصویب رسید.

هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱.استاد راهنما	دکتر محمد رزاقی	دانشیار	
۲.استاد مشاور	دکتر فروغ خزیمه سرشته		
۳.استاد داور خارجی	دکتر مجتبی گندم‌کار	استاد یار	
۴.استاد داور داخلی	دکتر هادی جهانی‌راد	استادیار	

مهر و امضاء مدیر گروه

دکتر هادی جهانی راد

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

دکتر عبداسلام قادری

University of Kurdistan
Faculty of Engineering
Electrical Engineering Group

A Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
M.A. in Organic Chemistry

Title:

Improving Refractive Index Sensing Using Optical Fiber Sensor

By:

Shahin Shafiezadeh

Supervisor:
Dr. Mohammad Razaghi

Advisor:
Dr. Forough Khozimeh Sarbisheh

March 2021

University of Kurdistan
Faculty of Engineering
Electrical Engineering Group

A Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
M.A. in Organic Chemistry

Title:

Improving Refractive Index Sensing Using Optical Fiber Sensor

By:

Shahin Shafiezadeh

Supervisor:
Dr. Mohammad Razaghi

Advisor:
Dr. Forough Khozimeh Sarbisheh

March 2021