

حسگرهای فیبر نوری

مبانی و کاربرد

نویسنده:

دکتر محمدرضا خانلری

عضو هیأت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

پاییز ۱۴۰۰

سرشناسه:	خانلری، محمدرضا، ۱۳۳۷.
عنوان و نام پدیدآور:	حسگرهای فیبر نوری: مبانی و کاربرد/نویسنده محمدرضا خانلری؛ ویراستار ادبی سوسن مافی.
مشخصات نشر:	قزوین؛ دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، انتشارات، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری:	۱۵۸ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۶۸۹۸-۸۲-۹
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا
یادداشت:	کتابنامه: ص. ۱۵۱-۱۵۸.
موضوع:	آشکارسازهای الیاف نوری. Optical fiber detectors الیاف نوری Optical fibers
شناسه افزوده:	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، انتشارات
رده‌بندی کنگره:	TA۱۸۱۵
رده‌بندی دیویی:	۶۸۱/۲۵
شماره کتابشناسی ملی:	۸۶۵۶۷۹۸

عنوان: حسگرهای فیبر نوری: مبانی و کاربرد
مولف: محمدرضا خانلری
ویراستار ادبی: سوسن مافی
ناظر فنی: حمید کلهر
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۸۹۸-۸۲-۹
نوبت چاپ: اول ۱۴۰۰
شمارگان: ۵۰۰ جلد
قیمت: ۵۰۰۰۰ تومان
ناشر: انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.
مسئولیت حقوقی و قانونی محتوای کتاب بر عهده صاحبان اثر است.

مقوله مطالعات و استفاده از فیبر نوری رشد چشم‌گیری در دهه‌های اخیر داشته است. فناوری فیبر نوری از مرحله کارهای آزمایشگاهی به کاربردهای عملی و تجاری راه پیدا کرده است. عمده توسعه فیبرها در حوزه مخابرات بوده، اما در اوایل دهه ۱۹۷۰ شاهد بهره‌برداری از تجربیات اولیه روی فیبرهای با اتلاف کم در مقاصد حسگری بوده‌ایم. کاربرد حسگر فیبر نوری (FOS) برای تعیین فشار، درجه حرارت شتاب، جابه‌جایی، میزان سطح سیال، جریان الکتریکی و استرین از موارد اولیه بررسی‌های وسیع توسط محققین این فناوری به‌شمار می‌آید. در این نوشتار به برخی از متداول‌ترین موارد کاربردی حسگرهای فیبری پرداخته‌ایم.

در فصل اول به مدل‌های بارامترهای فیزیکی مؤثر در خواص عبوری فیبر اشاره می‌کنیم. تأثیر خواص فیزیکی ماده اصلی فیبر روی قطبش نور، تداخل امواج و تغییر ضریب شکست نور از جمله این مواردند.

در فصل دوم، در ابتدا حرارت‌سنجی دمای بالا با فیبر فلورسانس و روش‌های مختلف اندازه‌گیری طول عمر فلورسانس مورد بحث قرار می‌گیرد. سپس، توری‌های براگ فیبری (FBG)، با توجه به کاربرد گسترده آنها در حوزه ارتباطات، تقویت‌کننده‌ها، صنعت دریایی، پزشکی و هوا فضا با عنایت به ویژگی‌های لیزر فیبر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. فیبرهای کامپوزیتی فوتو حساس و فوتو حساس آلائیده با عناصری مثل ژرمانیوم و... که با فیبرهای پر کاربرد ژرمنو سیلیکات ساخته می‌شوند برای بررسی به‌عنوان حسگرهای استرین و استرین / دما حاوی (FOS) در این بخش در نظر گرفته شده‌اند.

در فصل پایانی انواع لومینسانس ماده اولیه فیبرهای نوری یعنی سیلیکا و ژرمنو سیلیکات‌ها و مبانی تغییرات خواص اپتیکی آنها در اثر مواجهه با گرما، پرتوهای پراثری و یا بمباران الکترونی با تفصیل بیشتری بررسی شده‌اند. با هدف انجام مطالعات و بررسی‌های دقیق‌تر فیزیک فیبرهایی از این نوع، تدریس این فصل به عنوان بخشی از یک درس دویا سه واحدی در زمینه نظریه فیبرهای نوری، به مدرسین محترم دانشگاهی توصیه می‌گردد.

دکتر محمدرضا خانلری

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه‌ای بر حسگرهای فیبر نوری

- ۱-۱ مقدمه ۳
- ۲-۱ حسگرهای فیبر نوری با مدولوسیون شدت نور ۵
- ۳-۱ حسگرهای فیبر نوری با مدولوسیون فاز نور ۶
- ۴-۱ حسگرهای فیبر نوری با مدولوسیون قطبش نور ۶

فصل دوم: سیستم حسگر دمای بالا بر پایه فلورسانس

- ۱-۲ حرارت‌سنجی بر پایه فلورسانس ۹
- ۱-۱-۲ فوتولومینسانس ۹
- ۲-۱-۲ دماسنجی بر پایه فروافت طول عمر فلورسانس ۱۰
- ۳-۱-۲ مواد فلورسانس به‌کار رفته برای حرارت‌سنجی فیبر نوری ۱۱
- ۱-۲-۳-۱ فیبرهای شیشه‌ای سیلیکا برای حرارت‌سنجی ۱۲
- ۲-۳-۱-۲ بلورهای فلورسانس به‌کار رفته برای حرارت‌سنجی ۱۳
- ۳-۳-۱-۲ حرارت‌سنجی بر پایه فلورسانس فیبر بلوری ۱۴
- ۲-۲ روش‌های اندازه‌گیری طول عمر فروافت فلورسانس ۱۵
- ۱-۲-۲ اندازه‌گیری پالسی طول عمر فلورسانس ۱۶
- ۱-۲-۲-۱ اندازه‌گیری ثابت زمانی دو نقطه‌ای ۱۶
- ۲-۲-۱-۲ روش انتگرالسیون (انتگرال‌گیری) ۱۷
- ۳-۲-۱-۲ روش دیجیتالی جور سازی منحنی ۱۸
- ۲-۲-۲ اندازه‌گیری فاز و مدولاسیون ۱۹

فهرست مطالب

۲۰	۳-۲-۲ روش آشکارسازی فاز قفل‌شده (PLD)
۲۰	۳-۲-۳ توری‌های براگ فیبری قوی
۲۲	۳-۳-۱ تاریخچه مختصر توری‌های براگ فیبری
۲۳	۳-۳-۲ انواع توری‌های براگ فیبری
۲۴	۳-۳-۳ کاربردهای توری براگ فیبری
۲۵	۳-۳-۳-۱ کاربردهای FBG در ارتباطات
۲۵	۳-۳-۳-۱-۱ لیزر فیبری
۲۶	۳-۳-۳-۲ تقویت‌کننده‌های فیبری
۲۷	۳-۳-۳-۲-۱ چندتابی‌کننده‌ها/مقسم‌های طول موج
۲۹	۳-۳-۳-۲-۲ کاربردهای FBG در حسگرهای فیبر نوری
۳۱	۳-۳-۳-۳-۲ کاربردهای حسگری توری براگ فیبری
۳۲	۳-۳-۳-۳-۲-۱ کاربردهای FBG در هوافضا
۳۲	۳-۳-۳-۳-۲-۲ کاربردهای FBG در صنعت دریایی
۳۳	۳-۳-۳-۳-۲-۳ استفاده حسگرهای FBG در مهندسی عمران (پل‌ها)
۳۴	۳-۳-۳-۳-۲-۴ کاربردهای حسگرهای براگ فیبری در پزشکی
۳۶	۳-۳-۴ روش‌های ساخت توری‌های براگ فیبر
۳۶	۳-۳-۴-۱ روش‌های نگاشت تداخلی FBG
۳۹	۳-۳-۴-۲ ساخت نقطه‌به‌نقطه توری‌های براگ فیبر
۴۰	۳-۳-۴-۳ روش ماسک فاز برای ساخت توری براگ فیبر
۴۲	۳-۳-۴-۴ توری‌های براگ برای کاربردهای دما بالا

فهرست مطالب

۴۲	۱-۴-۲ فیبرهای تجاری حساس به نور
۴۳	۲-۴-۲ فیبرهای فوتو حساس برای FBG های دما بالا
۴۴	۱-۲-۴-۲ فیبرهای فوتو حساس آلاییده با قلع
۴۵	۲-۲-۴-۲ فیبرهای سیلیکای فوتو حساس آلاییده با اربیم
۴۶	۳-۲-۴-۲ فیبر هم آلاییده Sb/Ce و فیبر هم آلاییده In/Ge
۴۶	۴-۲-۴-۲ FBG های قوی حکاکی شده در فیبرهای هم آلاییده Bi/Ge
۴۷	۵-۲-۴-۲ FBG های نگاشت شده در فیبر هم آلاییده Bi/Ge
۴۸	۵-۲ مواد کمپوزیت و شناسایی صحت ساختاری (SHM) در ساختارهای ...
۴۹	۱-۵-۲ روش ساخت نمونه های کامپوزیتی حاوی حسگر فیبر نوری
۵۰	۲-۵-۲ انواع حسگرهای فیبری برای اندازه گیری های تنش / دما در ...
۵۲	۳-۵-۲ حسگرهای فیبری تداخل سنجی برای مواد کامپوزیت
۵۸	۴-۵-۲ حسگرهای پلاریمتری فیبر نوری برای مواد کمپوزیت
۶۰	۶-۲ حسگر فیبر نوری برپایه خمش میکرونی
۶۲	۷-۲ حسگرهای فیبر نوری توزیع شده
۶۴	۸-۲ ابداعات اخیر، مسائل و چالش های آینده برای فناوری FOS
۶۵	۹-۲ اپتیک فیبر برپایه لومینسانس
۶۶	۱-۹-۲ حسگرهای دمایی برپایه فلورسنت
۶۷	۲-۹-۲ زمان فرواوقت فلورسانس
۶۸	۳-۹-۲ حسگرهای دمایی غیر ذاتی فیبر نوری
۶۹	۴-۹-۲ حسگرهای دمایی فیبر نوری ذاتی

فهرست مطالب

فصل سوم: پدیده لومینسانس و کاربردهایش

۷۳.....	۱-۳ نظریه لومینسانس
۷۴.....	۱-۳-۱ نوارهای انرژی در مواد بلوری
۷۶.....	۱-۳-۲ حالت‌های مقید و اکسیتون‌ها
۷۷.....	۱-۳-۳ مواد غیربلوری (آمورف)
۸۰.....	۱-۳-۴ مراکز رنگی
۸۰.....	۲-۳ سازوکار لومینسانس و مراکز رنگی
۸۰.....	۱-۲-۳ گذارهای پرتوی و غیرپرتوی
۸۳.....	۲-۲-۳ شرایط عمومی برای لومینسانس
۸۵.....	۳-۳ ترمولومینسانس (TL)
۸۵.....	۱-۳-۳ مدل ترمولومینسانس
۸۸.....	۲-۳-۳ تحلیل نمودارهای درخشندگی
۸۹.....	۱-۲-۳-۳ روش برخاستن اولیه
۹۰.....	۲-۲-۳-۳ روش نصف-پهنا
۹۱.....	۳-۲-۳-۳ روش‌های موقعیت قله
۹۳.....	۴-۲-۳-۳ روش فروافت همدم
۹۴.....	۵-۲-۳-۳ تنظیم نمودار
۹۴.....	۳-۳-۳ سردسازی سریع
۹۵.....	۴-۳-۳ محوسازی (fading)
۹۶.....	۵-۳-۳ رنگبری (Bleaching) اپتیکی

فهرست مطالب

۹۷	 ۳-۳-۶ اثر پرتوگیری اولیه
۹۸	 ۳-۴-۴ انواع دیگر لومینسانس
۹۸	 ۳-۴-۱ فوتولومینسانس
۹۹	 ۳-۴-۲ کاتدولومینسانس
۱۰۰	 ۳-۴-۳ رادیو لومینسانس

فصل چهارم: لومینسانس فیبر نوری

۱۰۵	 ۴-۱ ساختار و انواع مختلف شیشه‌های سیلیکاتی
۱۰۷	 ۴-۲ ساختار نقایص در سیلیکا
۱۰۸	 ۴-۲-۱ اثر تابش یونیزان
۱۱۲	 ۴-۲-۲ مراکز ناخالصی
۱۱۳	 ۴-۲-۳ نقایص خاص فیبرهای نوری
۱۱۶	 ۴-۳ کارهای تجربی و مدل‌های لومینسانسی ارائه شده
۱۱۷	 ۴-۳-۱ نوارهای گسیل در ناحیه ۴۵۰ - ۲۰۰ نانومتر
۱۱۹	 ۴-۳-۲ نوار آبی (۴۵۰ - ۴۸۰ nm)
۱۲۲	 ۴-۳-۳ نوارهای دیگر
۱۲۳	 ۴-۴ بخش اول رادیولومینسانس
۱۲۳	 ۴-۴-۱ سیلیکای خالص
۱۲۷	 ۴-۴-۲ فیبر نوری و پیش‌ماده فیبر
۱۳۴	 ۴-۴-۳ بستر سیلیکایی