بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی فناوریهای نوین

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشددررشته مهندسی فتونیک(نانوفتونیک)

عنوان

طراحی آزمایشهای لازم وساخت ابزارلازم برای تعیین مشخصه های آشکارسازهای مادون قرمز

استادراهنما

آقای دکتر علی رستمی

استاد مشاور

خانم دکتر محبوبه دولتیاری

پژوهشگر

حسین پیرمرادیان

زمستان ۹۲

موضوع پایان نامه: طراحی آزمایشهای لازم وساخت ابزارلازم برای تعیین مشخصه های آشکارسازهای مادون قرمز
استاد راهنما:آقای دکتر علی رستمی استادمشاور:سرکار خانم دکتر دولتیاری
مقطع تحصیلی :کارشناسی ارشد رشته : مهندسی فتونیک گرایش : نانوفتونیک دانشگاه: تبریز دانشکده : مهندسی فناوریهای نوین تاریخ فارغ التحصیلی : تعداد صفحه :
کلید واژه ها:امواج مادون قرمز،آشکارسازی وکالیبراسیون
چکیده پایان نامه: از آنجایی که آشکارسازهای مادون قرمز مبتنی بر نانو مواد برای بهبود عملکرد نیازمند حذف نویز و کالیبراسیون و تقویت سیگنال می باشند، این آشکار سازها نیازمند مجموعه مدارات الکترونیکی خواهد بود. برای این منظور در گام اول برای کنترل کردن مدار چاپر نیازمند یک آی سی برای کنترل کردن آی سی راه انداز ویک آی سی راه انداز هستیم.کنترل کردن آی سی راه انداز توسط افزایش وکاهش ولتاژ خواهد بود. درگام دوم بعد ازدریافت ولتاژ یا جریانی ضعیف با عنوان جریان یا ولتاژ سنسور کارتقویت بازده را انجام می دهیم و سپس در مرحله بعد برای افزایش دقت نتایج آزمایش آشکار ساز نیازمند حذف نویز حاصل از برق شهر در فرکانس ۵۰ هرتز خواهیم بود.به همین دلیل باید از یک فیلتر شکاف در فرکانس ۵۰هرتز استفاده کنیم. برای بدست آوردن ویژگی های آشکار ساز مقدارضریب آشکار سازی یابه عبارتی(Detectivity) و همچنین پاسخ دهی سنسور در برابرتابش نور (Responsivity) ، باید ابتدا جریان مربوطه را اندازه گیری کرده وسپس با طراحی وساخت یک سیستم باز الکترونیکی و وارد کردن مشخصات لازم اندازه گیری انجام گردد.

الحمدالله رب العالمین کما هواهله

هوالاول و آلاخر والظاهر والباطن وهو بکل شئ علیم

قل اللهم مالک الملک تؤتی الملک من تشاء وتعز من تشاء وتذل من تشاء بیدک الخیر انک علی کل شی قدیر

رب اشرح لی صدری ویسرلی امری واحلل عقده من السانی یفقهوا قولی اللهم یسر واهلی

اللهم صل علی جمیع الانبیاء والمرسلین وعلی خاتم الانبیاء وسید المرسلین اباالقاسم احمد المصطفی المجدوعلی آله الطیبین الطاهرین

اللهم عجل لولیک الفرج والعافیه والنصر واجعلنا من خیراعوانه وانصاره والمستشهدین بین یدیه

اللهم صل علی فاطمه وابیها وبعلهاوبنیها والسرالمستودع علیها بعددمااحاط به علمک

تقدیم به پیشگاه حضرت فاطمه الزهرا المرضیه الطاهره وعلی الایه وبعله وبنیه واولاده من ذریه المعصومین علیهم صلوات الله اجمعین من

الآن الی قیام یوم الدین

ضمن تشکر از پدر و مادرم

دانشمند فرزانه جناب آقای دکتر علی رستمی

سرکار خانم دکتر دولتیاری

آقای دکتر قاسم رستمی

و تمام اساتید بزرگوار

به پایان رسید این دفتر حکایت همچنان باقیست

حسین پیرمرادیان

۱۳۹۲

فصل اول:بررسی منابع ۱
مقدمه ۱
آشنایی با ماهیت نور ۱
امواج IR(تابش فروسرخ)چیست؟ ۲
گسترده اشعه مادون قرمز ۲
کاربرد اشعه مادون قرمز ۳
سیر تحولی و رشد ۴
جذب اشعه مادون قرمز ۵
منابع اشعه مادون قرمز ۵
عبور جریان الکتریکی از ۶
اندازه گیری اشعه مادون قرمز ۷
آشکارسازها و سنسورها: ۷
آشکارساز ۸
سنسور ۹
ویژگی های یک سنسور خوب ۱۱
انواع سنسورها ۱۱
روش های استفاده از سنسورها ۱۲
سنسور در یک کلام ۱۷
آشکار ساز امواج نور ۱۸
انواع سنسورهای مادون قرمز ۱۹
عملکرد سنورها ۲۴
گام اول :شناخت تقویت کننده ها ۲۵
تقویت کننده عملیاتی واقعی ۲۶
تقویت کننده عملیاتی ایده‌آل ۲۷
سرعت تغییرات خروجی(Slew Rate) ۲۸
اندازه گیری Slew Rate ۲۹
مقاومتهای ورودی و خروجی ۲۹
تقویت کننده عملیاتی به عنوان مقایسه کننده (آپ امپ بدون فیدبک) که ولتاژ پایه مثبت ۳۰
کاربردهای تقویت کنندگی ۳۱

کاربردهای غیر خطی(لگاریتمی و آنتی لگاریتمی(نمایی)) ۴۴
تنظیم کننده با تقویت کننده عملیاتی ۴۵
مبدل امپدانس منفی ۴۵
یکسو ساز دقیق ۴۷
یکسو ساز دقیق بهبود یافته ۴۷
کامپیوتر آنالوگ ۴۸
چند تقویت کننده عملیاتی پرکاربرد ۴۹
مدار های تقویت کننده ی تفاضلی و پل وتستون ۴۹
تقویت کننده تفاضلی با OP-AMP ۵۳
گام دوم بررسی فیلترهای الکترونیکی ۵۵
سایر تکنولوژی های فیلتر ۶۰
طبقه بندی به وسیله تابع انتقال ۶۳
طبقه بندی به وسیله توپولوژی (وضعیت) ۶۵
طبقه بندی به وسیله روش شناسی طرح ۶۵
آنالیز هدایت مدار ۶۶
طبقه بندی فیلترها براساس محدوده انجام فیلترینگ سیگنال ۶۷
کیفیت فیلتر ۷۳
پهنای باند ۷۶
مرتبه فیلتر ۷۷
مدار چاپر ۷۷
تعریف چاپر ۷۹
به دو روش زیر میتوان نسبت خروجی را کنترل کرد ۸۰
انواع چاپرهابرحسب نوع خروجی ۸۰
طبقه بندی چاپرها ۸۰
دسته بندی موتورهای الکتریکی موتور AC ، موتور DC و موتور پله‌ای(Stepper motor) ۸۲
درایور چیست ؟ ۸۴
پایه های L298 ..... ۸۵
محاسبه مقادیر Responcivity and Detectivity ۹۷
پاسخ‌دهی (Responsivity) ۹۲

ضریب آشکار سازی (Detectivity) ۹۳
فصل دوم ۹۵
مواد وروش ها ۹۵
انجام مراحل جهت دریافت اطلاعات تجربی ۹۶
بلوک دیاگرام بررسی مقادیر آزمایشگاهی یک سنسور ۹۸
این بلوک دیاگرام شامل مجموعه مدارهای زیر خواهد بود ۹۸
راه اندازی موتور پله‌ای تراشه L297 ..... ۹۹
در راستای توضیحات ارائه شده به شماتیک مدارات زیر خواهیم رسید ۱۱۳
المان های الکتریکی ۱۰۱
مقاومت ها ۱۰۲
واحدها ۱۰۲
نشانه های الکترونیکی ۱۰۲
آی سی ها ۱۰۳
LCD ۱۰۵
دیودها ۱۰۷
فصل سوم ۱۰۸
نتایج و بحث ۱۰۸
در نهایت به بلوک دیاگرامی دست پیدا خواهیم کردکه در شکل زیر بیان شده است ۱۰۹
نتایج وجمع بندی که از طراحی مدارات فوق حاصل گشته درمجموعه های زیر بیان شده است ۱۱۰
جمع بندی ونتایج ۱۱۱
مجموعه نکات ۱۱۴
تقویت کننده باگین مغیر ۱۱۶
پیشنهادات ۱۱۹
مشترک سازی بلوک های مداری در قالب یک برد ۱۱۹
استفاده از فیلترهای پسیو ۱۱۹
افزایش سرعت موتور ۱۲۰
استفاده از ماده سبک تر در ساختار چاپر ۱۲۰
کنترل دور موتور توسط فیدبک گیری از مدار تاکتومتر ۱۲۰
منابع ۱۲۴

واژه نامه ۱۲۳
اصطلاحات و تعاریف ۱۲۳
شدت جریان الکتریکی (current) ۱۲۳
ولتاژ (voltage) ۱۲۳
شار نوری (جریان نور) (luminous flux) ۱۲۳
شدت روشنایی (luminous) ۱۲۴
مقدار شار نوری که به واحد سطح می رسد واحد این کمیت لوکس می باشد ۱۲۴
بهره نوری (luminous efficacy) ۱۲۴
نویز یا نوفه به انگلیسی (Noise) ۱۲۴
مدارADC ۱۲۴
مداری درجهت تبدیل داده های آنالوگ به دیجیتال ۱۲۴
LED:مخفف کلمه(Light Emiting Diod) ۱۲۴
دیود های گسیل کننده نور ۱۲۴
(Liquid Crystal Display)مخفف کلمهLED ۱۲۵
لیزر ۱۲۶
سنسور ۱۲۶
اسیلوسکوپ ۱۲۷
منبع تغذیه ۱۲۶

فهرست شکل ها:

شکل۱-۱:محدوده امواج الکترومغناطیسی ۱

شکل۱-۲:گستره اشعه مادون قرمز ۴

شکل۳-۱:لامپ اشعه مادون قرمز ۶

شکل۴-۱:چراغ بخار جیوه ۶

شکل۵-۱:مدارفرستنده وگیرنده سنسورمادون قرمز ۲۱

شکل۶-۱:مدار دریافت پاسخ صفر و یک از سنسور مادون قرمزبااستفاده از آی-سی بافر74LS245 ..... ۲۱

شکل ۸-۱:مدل مداری عملکرد یک سنسور ۲۲

شکل۹-۱:مدار لازم عملکرد یک سنسور ۲۲

شکل۱۰-۱:نمای قرار گیری سنسور در مدار ۲۲

شکل۱۲-۱:نمای قرار گیری سنسور در مدار ۲۲

شکل۱۳-۱:نمای خارجی آی سی ها ۲۳

شکل۱۴-۱:مدار داخلی یک آی سی ۲۴

شکل۱۵-۱: سرعت تغییر ولتاژ خروجی تقویت کننده عملیاتی ۲۷

شکل۱۶-۱ :مقاومتهای داخلی تقویت کننده عملیاتی ۲۸

شکل۱۷-۱:نمای مداری یک آمپ امپ ۹۱

شکل۱۸-۱: تقویت کننده معکوس نکننده ۳۱

شکل۱۹-۱:مدار ساخت بافر باآپ امپ ۳۲

شکل۲۰-۱:مدار بافر ۳۳

شکل۲۱-۱:جمع کننده با بهره منفی ۳۳

شکل۲۲-۱: تقویت کننده تفاضلی ۳۴

شکل۲۳-۱:مدار انتگرال گیر ۳۴

شکل۲۴-۱:مدار مشتق گیر ۳۵

شکل۲۵-۱:تقویت کننده لگاریتمی ۳۶

شکل۲۶-۱:مدارتنظیم کننده باتقویت کننده عملیاتی ۳۶

شکل۲۷-۱: مبدل امپدانس منفی ۳۷

شکل۲۸-۱: منحنی هیسترزیس ۳۸

شکل۲۹-۱:مدار یکسو کننده دقیق ۳۸

شکل۳۰-۱: مدار یکسو کننده دقیق بهبود یافته ۳۹

شکل۳۱-۱:مدار پل وتستون ومدار معادل تونن آن ۴۱
شکل۳۲-۱:مدار تقویت کننده تفاضلی با یک آپ امپ ۴۱
شکل۳۳-۱:مدار تقویت کننده تفاضلی با دوآپ امپ ۴۲
شکل۳۴-۱:مدار تقویت کننده تفاضلی با سه آپ امپ ۴۳
شکل۳۵-۱:نمای داخلی آی سی LM324 ..... ۴۴
شکل۳۶-۱:نمای قرار گیری آپ امپ ها در ساختار آی سی LM324 ..... ۴۴
شکل۳۷-۱:پایه های آی سیLM324 ..... ۴۵
شکل۳۹-۱:مدارفیلترL ۴۸
شکل۴۰-۱:مدار فیلترT ۴۹
شکل۴۱-۱:مدار فیلترπ ۴۹
شکل۴۲-۱: ژیراتور و مدار معادل تقریبی ۵۰
شکل ۴۳-۱:مدار نمونه یک فیلتر فعال ۵۱
شکل۴۴-۱:مدار فیلترSAW ۵۳
شکل۴۵-۱:مدار فیلتر بالاگذر پسیو ۵۸
شکل۴۶-۱:مدار فیلتر بالاگذر فعال ۵۹
شکل۴۷-۱:نمودار تحلیل فرکانسی فیلتر بالاگذر ۵۹
شکل۴۸-۱:مدار نمونه فیلتر پایین گذر فعال ۶۰
شکل۴۹-۱: مدار نمونه فیلتر پایین گذرپسیو ۶۰
شکل۵۱-۱: نمودار تحلیل پاسخ فرکانسی فیلتر پایین گذر ۶۱
شکل۵۲-۱:نمودار تحلیل پاسخ فرکانسی فیلتر میانگذر ۶۱
شکل۵۳-۱:مدار نمونه فیلترمیانگذر ۶۲
شکل۵۴-۱:نمودار تحلیل فرکانسی فیلترمیان نگذر ۶۳
شکل۵۵-۱:مدارنمونه فیلترمیان نگذر ۶۳
شکل۵۶-۱:مدار نمونه حذف نویزدر فرکانس۵۰هرتز ۶۴
شکل۵۷-۱:نمودارروند کاهشی در جزیان نویزحاصل از برق شهر ۷۲
شکل۶۰-۱: آی سیL298N ۷۵
شکل۶۱-۱: پایه های آی سی L298N ۷۷
شکل۶۲-۱:آی سی ARM ۷۷
شکل۱-۲:شماتیک دسکتاپ پایان نامه ۸۳

شکل۲-۲:نمایی از سوئیچینگ نور برروی آشکار ساز ۸۷
شکل۳-۲:آی سی وپایه های L298N ۸۹
شکل۴-۲:پایه های آی سی L298N ۹۰
شکل۵-۲:مدار چاپر ۹۱
شکل۶-۲:موتورDC ۹۱
شکل۷-۲:موتورDC ۹۳
شکل۸-۲:چاپر ۹۴
شکل۹-۲:تصویر مدار تقویت کننده باگین متغیردیتاشیتLM324 ..... ۹۵
شکل۱۰-۲:شبیه سازی مدار تقویت کننده LM324 ..... ۹۵
شکل۱۱-۲:نمودار تحلیل تقویت کنندگی مدار تقویت کننده ۹۷
شکل۱۲-۲:شبیه سازی مدار فیلتر شکاف در فرکانس۵۰هرتز ۹۷
شکل۱۳-۲:نمودار تحلیل پاسخ فرکانسی فیلتر ۹۸
شکل۱۴-۲:مدار تقویت کننده ومبدل - جریان ولتاژ ۱۰۰
شکل۱۵-۲:مدار تحلیل Responsivity and Detectivity ۱۰۰
شکل۱۶-۲:مدار مبدل ADC ۱۰۱
شکل۱۷-۲:نمونه یک مقاومت الکتریکی ۱۰۳
شکل۱۸-۲:نمادهای مختلف مقاومت های الکترونیکی در استانداردهای آمریکایی ۱۰۴
شکل۱۹-۲:آی سی الکترونیکی ۱۰۵
شکل۲۰-۲: آی سی الکترونیکی در مقابل یک خط کش ۱۰۵
شکل۲۲-۲:نمایی از یک LCD ۱۰۷
شکل۲۳-۲:نمایی از یک دیود ۱۰۹
شکل۱-۳:دسکتاپ مجموعه مدارات طراحی شده ۱۱۱

فصل اول

بررسی منابع

مقدمه:

آشنایی با ماهیت نور:

طبق نظریه پلانک ، چنانچه به الکترون های یک ماده در حال دوران به دور هسته آن اتم انـرژی داده شـود الکترون ها از تراز اصلی خود خارج و به تراز بالا تر انرژی منتقل می شوند.با توجه به این که تراز جدید تراز پایدار برای الکترون ها نیست ، با حذف منبع انرژی ،الکترون ها تمایل به بازگشـت بـه تـراز اصـلی خـود را دارند. بر طبق نظریه پلانک انرژی ذخیره شده در طی این فرایند جابجایی، در حین بازگشت به تـراز اصـلی خود به صورت نور منتشر می شوند.بر اساس نظریه انتشار نور بـه صـورت امـواج الکترومغناطیسـی ، امـواج الکترومغناطیسی دارای محدوده به صورت زیر هستند:

شکل ۱-۱:محدوده امواج الکترومغناطیسی

امواج با طول موج ۷۸۰-۳۸۰ نانومتر که توسط چشم قابل رویت هستند را نور مریی مـی نامنـد در دو سـر طیف آن امواج مادون قرمز و اشعه ماوراء بنفش قرار دارند.امواج مادون قرمز در محدوده ۱۰۰۰-۷۸۰ نانومتر قرار می گیرد این اشعه توسط چشم قابل رویت نیست و زمانی که به یک جسم برخورد می کنـد جـذب آن شده و به گرما تبدیل می شود.مادون قرمز عامل اصلی انتقال حرارت خورشید به زمین اسـت.اشـعه مـا وراء بـنفش در محـدوده ۳۸۰-۱۰۰ نـانومتر منتشـر شـده و بـرخلاف تـاثیرات مثبـت ایـن اشـعه در تولیـد

ویتامین D بدن در محدوده ۳۱۵-۲۸۰ نانومتر ،مقدار بیش از اندازه این اشعه می تواند برای بدن خطرناک باشد.برای بررسی لامپ ها به عنوان منابع تولید نور لازم است مقدمات زیر بیان گردد:

امواج IR(تابش فروسرخ)چیست؟

اشعه مادون قرمز یا فرو سرخ ، انرژی الکترومغناطیسی است که برای چشم انسان نامرئی است و در طیف الکترومغناطیسی ، بین امواج رادیویی و نور مرئی قرار دارد و با سطوح انرژی اتمی ارتباط دارد. این اشعه که در نور خورشید و منابع مصنوعی وجود دارد، اگر توسط ماده جذب شود، آن را گرم می‌کند.تابش فروسرخ یا به عبارتی «اشعهٔ مادون قرمز» در علم فیزیک به قسمتی از طیف امواج الکترومغناطیسی گفته می‌شود که طول موج آن‌ها بلندتر از دامنهٔ نور مرئی و کوتاه‌تر از دامنهٔ امواج رادیویی باشند. امواج فروسرخ در بازه بسامدی ۳۰۰ گیگاهرتز تا ۴۰۰ تراهرتز و طول موج ۱ میلیمتر تا ۷۵۰ نانومتر قرار می‌گیرند.امواج فروسرخ نوعی از امواج الکترومغناطیسی هستند که بعد از برخورد با جسم موجب گرم شدن آن می‌شود. این امواج دسته‌ای از پرتوهای نامرئی خورشید هستند. به همین سبب وقتی در مقابل نور خورشید قرار می‌گیریم احساس گرما می‌کنیم. این امواج دارای طول موج بیش تر از امواج مرئی و بسامد(فرکانس) کمتر از آن‌ها هستند. به همین دلیل در نمودار طیف الکترومغناطیس(بعد از امواج مرئی قابل مشاهده) قرار دارد. این امواج در نمودار بعد از رنگ قرمز در امواج مرئی که کم‌ترین شکست را نسبت به بقیهٔ رنگ‌ها دارد قرار می‌گیرد. به همین سبب به آن‌ها امواج فروسرخ یا مادون قرمز می‌گویند.با توجه به اینکه رنگ سرخ طولانی ترین طول موج را دارد، تابش فروسرخ یا مادون قرمز دارای طول موجی بین تقریباً ۷۵۰ نانومتر و ۱ میلی متر است و از سه نوع فرآیند مغناطیسی برای ارسال داده های خود استفاده می کند.

با توجه به سهم امواج مادون قرمز از طیف رنگها، استفاده های کاربردی زیادی را می توان برای این امواج نام برد از جمله یافتن مقصد و رهگیری هدف در موارد نظامی، تنظیم دما از راه دور، استفاده در بی سیم ها برای ارتباطات short area طیف بینی و پیش بینی وضعیت هواست.

همچنین این اشعه در تنظیم درجه حرارت جوّ زمین نقش بسیار مهمّی ایفا مـی کنـد .از ایـن اشـعه بـرای درمان برخی از بیماریها استفاده می شود. انواع خاصّی از لامپهای مادون قرمز برای درمان دردهای ماهیچـه ای و مفصلی،خصوصاً دردهای پشت، مورد استفاده قرار می گیرند.در زمستان از این اشعه برای گـرم کـردن منازل استفاده می شود.موشکها و سایر سلاحهای پرتابی را به کمک اشعه مادون قرمز کنترل و هـدایت مـی کنند. ساختمان مولکولی اجسام نیزبه کمک این اشعه مورد بررسی قرار می گیرد. ناخالصـیهای موجـود در مواد نیز توسط همین اشعه شناسایی می شود.

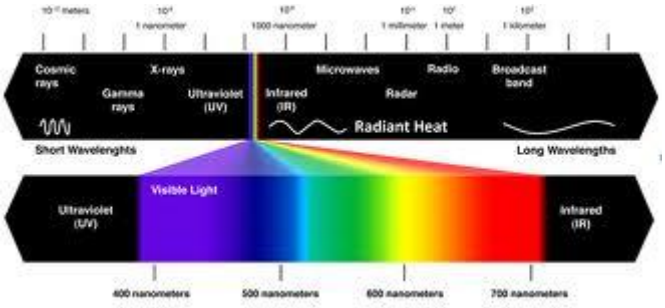
گسترده اشعه مادون قرمز:

منطقه اشعه مادون قرمز بین طول موجهای ۰,۸ میکرومتر (که حد نور مرئی است) و ۳۴۳ میکرومتـر قـرار دارد .در اشعه مادون قرمز طول موجهای کوتاهتر از ۱.۵ میکرومتر از پوست می‌گذرند و بقیه جذب شـده و تولید حرارت می‌کنند. اشعه مادون قرمز را به دو قسمت تقسیم می‌کنند:

- طول موجهای بین ۰.۸ میکرومتر تا ۴ میکرومتر.
- طول موجهای بلندتر از ۴ میکرومتر که اغلب بوسیله مواد جذب می‌شوند، بخصوص طول موجهای بلنـدتر از ۱۰ میکرومتر بوسیله هوا کاملا جذب می‌شوند.

کاربرد اشعه مادون قرمز:

- ترموگرافی
- طیف سنجی
- بالا بردن متابولیسم



شکل۱-۲:گستره اشعه مادون قرمز

کشف هرسل اولین گام در ایجاد پدیده‌ای که ما آن را طیف الکترومغناطیسی مـی نـامیم. نـور مرئـی و پرتوهای مادون قرمز دو نمونه اشکال فراوانی از انرژی هستند که توسط تمام اجسام موجود در زمین و اجرام آسمانی تابانده میشوند.تنها با مطالعه این تشعشعات است که می توانیم اجرام آسمانی را تشـخیص و تمیـز دهیم و تصویری کامل از چگونگی ایجاد جهان و تغییرات آن بدست آوریم .در سال ۱۸۰۰ سر ویلیام هرشل یک نمونه نامرئی از تشعشعات را کشف کرد که این نمونه دقیقا زیر بخش قرمز طیف مرئـی قـرار داشـت. او این شکل از تشعشعات را مادون قرمز نامید.

سیر تحولی و رشد:

Greathouseو همکارانش طی مطالعه‌ای تاثیر لیزر مادون قرمز را به انتقال عصبی ، عصـب رادیـال بررسـی کردند. زمان تاخیر ، دامنه پتانسیل عمل و دما ، متغیرهای مـورد آزمـایش مشـاهده نشـد Lynn Snyder.و همکارانش اثر لیزر کم توان هلیوم - نئون را بر زمان تاخیر شاخه حسی عصـب رادیـال در دو گـروه لیـزر و پلاسبو بررسی نمودند و مشاهده کردند که در گروه لیزر ، افزایش معنی دارا در زمان تـاخیر حسـی پـس از بکارگیری لیزر ایجاد گردیده است .

Bas Fordوهمکارانش طی مطالعه‌ای اثر لیزر کم توان هلیوم - نئون را بـر شـاخه حسـی اعصـاب رادیـال و مدین بررسی کردند. هیچ اختلاف معنی داری در دامنه پتانسیل عمل ، زمان تاخیر و دمـای مسـاعد بعـد از بکارگیری لیزر مشاهده نشد.Baxter و همکارانش افزایش معنـی دار در زمـان تـاخیر عصـب مـدین بعـد از

بکارگیری لیزر گزارش کردند.Low و همکارانش کاهش دما را به دنبال تابش لیزر کم توان مادون قرمز دیدند.

جذب اشعه مادون قرمز:

- آب یکی از مواد خیلی جاذب اشعه مادون قرمز است. محلول نمک طعام در حدود ۲۰ برابر آب خالص اشعه را جذب می‌کند.
- شیشه معمولی برای اشعه مادون قرمز بلند به کلی غیر قابل نفوذ است و مورد استفاده آن در ساختن گلخانه‌ها برای حفظ گلها از سرما به سبب همین خاصیت است.

منابع اشعه مادون قرمز:

منبع طبیعی:

بزرگترین منبع طبیعی اشعه مادون قرمز ، خورشید است. مقداری از نور آفتاب که به ما می‌رسد، دارای اشعه مادون قرمز کوتاه است، زیرا پرتوهای مادون قرمز بلند آن در طبقات هوا جذب شده‌اند.

منابع مصنوعی:

اجسام ملتهب

بهترین منبع مصنوعی برای اشعه مادون قرمز ، اجسام ملتهب می‌باشند که طول موج آنها بر حسب درجه حرارت تغییر می‌کند. اگر بخواهیم اشعه مادون قرمز تنها داشته باشیم، باید نور این قبیل منابع مصنوعی را بوسیله شیشه‌هایی که در ترکیب آنها ید و یا اکسید منگنز دو[1]وجود دارد، صاف کنیم. این نوع صافیها طیف مرئی را جذب می‌کند و فقط اشعه مادون قرمز کوتاه را عبور می‌دهند.

[1] MnO

شکل۳-۱:لامپ اشعه مادون قرمز

- عبور جریان الکتریکی از مقاومتها:

- روش دیگر که سهل و عملی است، عبور جریان الکتریکی از مقاوتهای فلزی است، بطوری کـه ایـن مقاوتهـا سرخ می‌شوند. این مقاومتها غالبا از آلیاژهای آهن و نیکل ساخته شده‌اند.

- چراغ با مفتول زغال چراغهایی که مفتول آنها از زغال چوب ساخته شده است، نیـز بـه نسـبت زیـاد اشـعه مادون قرمز دارند. در این چراغ نسبت اشعه کوتاه بین ۱ میکرومتر و ۷ میکرومتر خیلـی کـم ، ولـی نسـبت اشعه مادون قرمز بلند آن زیاد است.

- چراغ بخار جیوه نیز ، اشعه مادون قرمز با طـول مـوج کوتـاه بـین ۰.۹۲ میکرومتـر و ۱.۳ میکرومتـر تولیـد می‌کند، ولی نسبت اشعه حاصله نسبت به سایر منابع کمتر است.

شکل۴-۱:چراغ بخار جیوه

اندازه گیری اشعه مادون قرمز:

برای اندازه گیری اشعه مادون قرمز از جذب انرژی حرارتی آن استفاده می‌نمایند، یعنی این اشعه را به جسمی می‌تابانند که بتواند کلیه انرژی را جذب کند و سپس مقدار حرارتی را که در جسم مزبور تولید گشته ، اندازه می‌گیرند.

- پیل ترموالکتریکی : وسیله دقیق دیگر برای اندازه گیری اشعه مادون قرمز ، استفاده از پیل ترموالکتریک می‌باشد که در آن انرژی حرارتی تبدیل به انرژی الکتریکی می‌شود و به سهولت قابل اندازه گیری است.

- سوزن ترموالکتریک : برای اندازه گیری درجه حرارت در داخل نسوج زنده از دستگاهی به نام سوزن ترموالکتریک استفاده می‌کنند.

آشکارسازها و سنسورها:

در طول دو دهه گذشته، رشد بی سابقه ای در شمار محصولات و خدماتی رخ داده که اطلاعات به دست آمده از راه مونیتورینگ (دیده بانی) و اندازه گیری را با استفاده از انواع مختلف سنسورها مورد استفاده قرار می دهند. فناوری سنسوری در دامنه وسیعی از حوزه ها از آب و هوا گرفته تا پزشکی، بازرگانی و صنایع کاربرد دارد. بسیاری از حکومت ها و سیاستگذاران جهان به خاطر منافع بالقوه فناوری سنسوری به تشویق و توسعه آن اهمیت زیادی می دهند. به این خاطر که از طرفی تشویق رشد فناوری های سنسوری به صورت گرایش های تکنولوژیکی جدید و به دنبال آن محصولات جدید در صنایع بومی نتیجه می دهد و به صورت کیفیت بهتر محصولات و بازدهی بهتر آنها (از راه گسترش سطح کنترل بر فرایندهایشان) خود را نشان می دهد.از طرفی هم توسعه تکنولوژی های سنسوری به اجرای قوانین حکومتی در زمینه ایمنی و آب و هوا کمک می کند.

فواید تشویق فناوری های سنسوری در برنامه های برخی از کشورها، (به عنوان مثال در برنامه ملی پیش بینی تکنولوژی بریتانیا درباره فرصت های بالقوه ای که فناوری های سنسوری در ایجاد ثروت و کیفیت فراهم می کنند) مورد تأکید قرار گرفته. ۱۵ تکنولوژی مستقل که دامنه وسیعی از بخش های مختلف صنایع را پوشش می دهند، نیاز جهانی به فناوری های سنسوری را انکارناپذیر کرده اند. در ۱۳ تا از این ۱۵ تکنولوژی، تکنولوژی سنسوری به صورت یک عنصر کامل در توسعه محصولات و خدمات شناخته می شود. در حقیقت فناوری سنسوری به صورت یک فناوری کلیدی با کاربردهایی با تنوع گسترده صنعتی و تحقیقاتی ظاهر شده.

آشکارساز[۲]:

به ابزاری گویند که با آن بتوان شدت و یا طیف پرتو یونیزان و غیر یونیزان را آشکارسازی و یا سنجش نمود. سنسور دستگاهی است که یک کمیت فیزیکی را اندازه گیری می کند و آن را به یک سیگنال که می تواند به وسیله یک مشاهده گر یا یک اسباب خوانده شود تبدیل می کند. برایی مثال دماسنج – با جیوه در شیشه اش، دمای اندازه گیری شده را به شکل انقباض و انبساط یک مایع روی یک تیوب شیشه ای مدرج نشان می دهد. یا یک ترموکوپل دما را به یک ولتاژ خروجی که می تواند به وسیله ولت متر خوانده شود تبدیل می کند.در واقع سنسور اسبابی است که یک سیگنال یا محرک را می گیرد و به آن پاسخ می دهد. در این جا اصطلاح محرک به معنی خاصیت یا کمیتی است که نیاز است تا به فرم الکتریکی تبدیل شود. از این رو سنسور را می توان به عنوان اسبابی که یک سیگنال را می گیرد و آن را به فرم الکتریکی تبدیل می کند –بنابراین بیشتر در دستگاه های الکترونیکی مورد استفاده قرار می گیرد- تعریف کرد. البته سنسور با ترانسفورماتور متفاوت است. چراکه یک ترانسفورماتور شکلی از انرژی را به شکل دیگری تبدیل می کند. در حالی که یک سنسور، سیگنال دریافت شده را تنها به فرم الکتریکی تبدیل می کند.میزان حساسیت سنسور به این ترتیب تشخیص داده می شود که خروجی آن موقعی که کمیت اندازه گیری شده تغییر می کند، تغییر کند. برای مثال هنگامی که تغییرات دما یک درجه سانتی گراد تغییر می کند و جیوه در دماسنج یک

[2] Particle detector