دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پردیس دانشکده های فنی

بسمه تعالی

جلســه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش: الکترونیک گرایش افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک

موضوع: طراحی و بهینه‌سازی سنسور نوری بر پایه‌ی پروسکایت سه‌کاتیونه

توسط: سینا شیخ‌احمدی

استاد راهنما :دکتر محمدرضا کلاهدوز اصفهانی

استاد مشاور:

روز ، ساعت ، تاریخ دفاع : یکشنبه ۱۹ شهریور ساعت ۹

مکان دفاع : ساختمان شماره ۲ دانشکده‌ی برق و کامپیوتر طبقه هشتم اتاق ۸۰۱

چکیده:

بهینه‌سازی سنسورها یا آشکارسازهای نوری[۱] به دلیل کاربردهای متنوع آنها در عرصه‌های متفاوت، مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. با به‌کارگیری پروسکایت‌ها و تکیه بر قابلیت‌های منحصربفرد این مواد در زمینه آشکارسازها، پیشرفت‌های گسترده‌ای حاصل شده است. آشکارسازهای نوری پروسکایتی، مراحل ساخت ساده، کم هزینه و قابل انجام در محیط‌های آزمایشگاهی دارند. علاوه بر مشخصات الکتریکی قابل توجه آنها مانند، سرعت بالای تحرک[۲]وطول عمر زیاد حامل‌ها[۳] خواص نوری این مواد از جمله، قابل تنظیم بودن گاف انرژی[۴]با تغییر ترکیبات، امکان شفافیت در برخی ساختارها، جذب طیف وسیعی از نور، نیز مطلوب هستند. علیرغم مزایای منحصربه‌فرد پروسکایت‌ها، مهم‌ترین و اصلی‌ترین دغدغه‌ی استفاده از این مواد در ادوات نوری، ناپایداری این ساختار در معرض رطوبت و حرارت است که، به همین دلیل، رویکرد اکثر بهینه‌سازی‌ها در همه‌ی مطالعات، شامل بهبود پایداری می‌باشد.

ما در این مطالعه ابتدا به کمک شبیه‌سازی با نرم افزار SCAPS به طراحی بهینه برای لایه‌های مختلف سنسور نوری پروسکایتی رسیدیم و در ادامه با استفاده از یک ساختار ترکیبی پروسکایت $(Cs_{0.05}(FA_{0.83}MA_{0.17})_{0.95}Pb(I_{0.85}Br_{0.15})_3)$ ،متشکل از سه کاتیون سزیم (Cs)، فرمامیدینیوم[۵](FA) و متیل آمونیوم[۶](MA) و با روش ساخت ساده و تکرارپذیر، بدون نیاز به فرآیند خاص یا لایه‌ی اضافی برای غیرفعال‌سازی[۷] به ساختاری با پایداری مناسب در محیط رسیدیم، که چالش اصلی همه‌ی ادوات ساخته شده بر پایه‌ی پروسکایت است. درکنار حل این مشکل در این آشکارساز نوری پروسکایتی، بازدهی کوانتومی[۸](EQE) بالای حدود ۹۰ درصد در طول موج ۵۰۵ نانومتر و همچنین پاسخ‌دهی[۹](R) عالی $0.43\ AW^{-1}$ نشان از قابلیت‌های کاربردی این آشکارساز دارند. با تکیه بر جریان تاریک[۱۰]پایین این سنسور، قابلیت آشکارسازی ویژه[۱۱] (D*)، در حدود Jones 7×10^{12} است که در مقایسه با ساختارهای مشابه، عدد بالایی محسوب می‌شود. یکی دیگر از پارامترهای مهم برای آشکارسازهای نوری محدوده‌ی دینامیکی خطی[۱۲](LDR) است که برای این سنسور 169 dB می‌باشد. با توجه به همه‌ی خصوصیات ذکر شده، در یک اقدام نوآورانه، کاربردهای بسیار مهمی از این سنسور نوری در حوزه‌ی اینترنت اشیاء (IoT) مورد بررسی قرار گرفت. این سنسور علاوه بر استفاده بعنوان آشکارساز در قسمت گیرنده‌ی شبکه‌ی ارتباط نوری بی‌سیم[۱۳](OWC)، به دلیل حساسیت نسبت به تغییرات نویز نوری محیط و وجود نویزهای داخلی در ساختار سنسور، بعنوان یک مولد اعداد تصادفی[۱۴](TRNG) در بخش امنیت شبکه‌های اینترنت اشیاء، به کار گرفته

---

[۱] photodetector
[۲] mobility
[۳] Life-time
[۴] bandgap
[۵] formamidinium
[۶] methylammonium
[۷] passivation
[۸] External quantum efficiency
[۹] Responsivity
[۱۰] Dark current
[۱۱] Specific detectivity
[۱۲] Linear dynamic range
[۱۳] Optical wireless communication
[۱۴] True random number generator

شد. به این صورت به کمک این سنسور، در بخش‌های امنیت و پروتکل ارتباطی شبکه اینترنت اشیاء، راه‌حل‌های اساسی برای بهبود عملکرد ارائه شد.

کلمات کلیدی: **سنسور نوری پروسکایت پایدار; شبیه‌سازی SCAPS ; شبکه‌های اینترنت اشیاء; مولد اعداد تصادفی; ارتباط نوری بی‌سیم**