

دفاعیه دکتری

جلسه دفاعیه: ساعت ۱۴:۰۰ یکشنبه ۱۷ تیر ماه ۱۳۹۷

سالن سمینار ساختمان شماره ۱ دانشکده فیزیک



- نام و نام خانوادگی : بابک عفافی
- آدرس پست الکترونیکی : B_efafi@physics.iust.ac.ir
- عنوان رساله : تهیه نانو ساختارهای هیبریدی بر پایه اکسیدروی جهت ساخت و بهینه‌سازی فوتودیود
- استاد راهنما : آقایان دکتر بیژن غفاری، دکتر محمد حسین مجلس‌آرا

چکیده

یک فوتودیود نیم‌رسانا از پیوند دو نیم‌رسانا، یکی با آلایش نوع مثبت (دارای حفره‌های اضافی با بار مثبت) و دیگری نوع منفی (دارای الکترون‌های اضافی با بار منفی)، تشکیل شده است. زمانی که فوتودیود تحت تابش نور قرار می‌گیرد، حامل‌های بار که در غیاب نور، انرژی کافی برای غلبه بر سد پتانسیل ناشی از عدم توازن بارها در دو قطب فوتودیود را نداشتند، با کسب انرژی از نور فرودی، بر سد پتانسیل غلبه کرده و جریان الکتریکی تولید می‌کنند و با تبدیل نور به سیگنال الکتریکی، آشکارسازی نوری انجام می‌گیرد. در این فرآیند انتخاب مناسب ۳ جزء اصلی فوتودیود یعنی زیرلایه، ماده حساس به نور و جنس الکترودهای جمع‌کننده حامل‌های بار، به شکل چشمگیری در بهینه‌سازی پارامترهای اساسی این افزاره نقش دارند. در این رساله پس از انتخاب سیلیکان نوع مثبت به عنوان زیرلایه و اکسیدروی نوع منفی به عنوان ماده حساس به نور، از ساختارهای هیبریدی جهت بهینه‌سازی پارامترهای فوتودیود ناهمگن استفاده شد که شامل این موارد می‌شود: (۱) بهینه‌سازی یون آلومینیوم به روش شیمیایی در ساختار اکسیدروی جهت افزایش صحیح حامل‌های بار در ساختار ZnO:Al (۲) استفاده از لایه حاوی نقاط کوانتومی گرافن به صورت ساختار هیبریدی (ZnO:Al/GQD/ZnO:Al) جهت کاهش جریان تاریک افزاره و (۳) بهینه‌سازی جنس الکترودهای هیبریدی جهت کاهش مقاومت تماسی فلز با نیم‌رسانا و افزایش بهره خروجی افزاره.

پس از سنتز شیمیایی و بهینه‌سازی ترکیبات عنصری در محلول‌های مورد نیاز لایه‌نشانی، محلولی با غلظت ۱ مولار استات‌روی با آلایش ۲ درصد اتمی آلومینیوم به علت خواص الکتریکی بهتر جهت ایجاد لایه حساس به نور انتخاب شد. به منظور ایجاد تماس‌های فلزی، با بررسی دقیق روابط فیزیکی حاکم بر ساختارهای نواری نیم‌رساناها به ترتیب فلزات تیتانیوم، آلومینیوم و طلا (*Ti, Al, Au*) روی ZnO لایه نشانی گردید و با استفاده از طرح *TLM* دایروی که از طریق لیتوگرافی نوری روی نمونه‌ها منتقل شده بود، مقاومت تماسی ویژه بین الکترودهای فلزی و اکسیدروی، با دقت بسیار زیاد اندازه‌گیری شد. پس از بازپخت نمونه‌ها در دماهای مختلف، برای تایید اهمی شدن تماس و همچنین یافتن بهترین دمای بازپخت دارای مقاومت تماسی ویژه کمتر، مشخصه‌یابی جریان-ولتاژ انجام شد. نتایج نشان داد که ساختارهای هیبریدی فلزی مورد استفاده در دمای بازپخت 350°C کمترین مقاومت تماسی ویژه را از مرتبه $10^{-7}\Omega\cdot\text{cm}^2$ دارند. همچنین با بررسی مشخصه جریان-ولتاژ نمونه‌ها این نتیجه حاصل شد که فوتودیودهای ساخته شده از محلول اکسیدروی با غلظت بهینه ۱ مولار استات‌روی و ۲ درصد ناخالصی آلومینیوم، تحت تابش فرابنفش، بهترین جریان نوری را از خود نشان می‌دهند و نمونه‌هایی با لایه نقاط کوانتومی گرافن بازپخت شده در دمای بهینه ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد، اگرچه جریان نوری کم‌تری داشتند، اما جریان تاریک بسیار کوچکی از خود نشان دادند و نسبت سیگنال به نویز نمونه‌های دارای لایه نقاط کوانتومی در ۲ ولت، در حدود ۶۰۰ بوده است. همچنین زمان پاسخ‌دهی این نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های بدون نقاط کوانتومی گرافن ۱۴ برابر کاهش یافت و تاثیر لایه نقاط کوانتومی در قالب یک ساختار هیبریدی جهت افزایش سرعت پاسخ‌دهی به خوبی مشاهده شد.