

ФОТОДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ 2D ХИРАЛЬНОГО ПЕРОВСКИТА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЦИРКУЛЯРНО-ПОЛЯРИЗОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ведерникова А.А.¹, Тимкина Ю.А.¹

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Ушакова Е.В.^{1,2}

¹Университет ИТМО\

²Городской университет Гонконга

aavedernikova@itmo.ru

Работа выполнена в рамках проекта НИОКТР №425044 «Разработка фотодетектора на основе 2D хирального перовскита для детектирования циркулярно-поляризованного излучения».

Введение

Для развития современных технологий в таких сферах, как квантовые коммуникации, оптический мониторинг качества, беспроводные связи, предлагается использование и детектирование циркулярно-поляризованного излучения (ЦПИ). Традиционные методы детектирования ЦПИ, основанные на использовании комбинации четвертьволновых пластин и линейных поляризаторов – громоздки и сложны для интеграции в существующие технологии [1]. Перспективным подходом к прямому детектированию поляризации является использование в качестве фотоактивного слоя хирооптических материалов, которые особым образом взаимодействуют с поляризованным светом. Одним из наиболее перспективных материалов являются хиральные перовскиты, так как устройства на их основе обладают низкими значениями шумового тока и высокой обнаружительной способностью. Кроме того, кристаллическая структура перовскитов позволяет управлять их оптическими свойствами в широком диапазоне длин волн путем варьирования химического состава [2].

Основная часть

В данной работе был изготовлен и исследован фотодетектирующий чип для прямого детектирования ЦПИ. В качестве фотоактивного слоя использовалась пленка на основе органо-неорганических квази-двумерных хиральных перовскитов, синтезированных с применением йодной соли хиральной молекулы S- α -метилбензиламина.

Структура сформирована на кварцевой подложке с паттернированным электродом из оксида индия-олова (ITO). Для обеспечения эффективного транспорта зарядов были использованы следующие слои: поли(3,4-этилендиокситиофен) полистиролсульфонат (PEDOT:PSS) в качестве дырочно-транспортного слоя, метиловый эфир (6,6)-фенил-бутановой кислоты (PCBM) в качестве электронно-транспортного слоя и батокупроин (BCP) в качестве буферного слоя для блокировки дырочного тока. Таким образом, была реализована архитектура ITO/PEDOT:PSS/перовскит/PCBM/BCP/Ag, где Ag — верхний электрод. Формирование слоев осуществлялось методами центрифугирования (спин-коатинга) и термического вакуумного напыления.

В ходе работы были получены и проанализированы вольтамперные характеристики (ВАХ) при облучении источником излучения с длиной волны 405 нм, левой и правой циркулярной поляризацией. ВАХ полученной структуры имеет выраженный нелинейный характер, характерный для диодных структур. При

напряжении смещения -1 В были достигнуты следующие характеристики: чувствительность к левому циркулярно-поляризованному излучению $0,05$ А/Вт, коэффициент анизотропной чувствительности $0,3$ и удельная обнаружительная способность к левому циркулярно-поляризованному излучению $1,1 \times 10^8$ Джонс.

Выводы

В результате работы был изготовлен фотодетектирующий ЦПИ чип на основе хиральных перовскитов. Полученные экспериментальные данные подтверждают чувствительность разработанной архитектуры структуры к одному из состояний поляризации излучения, что открывает перспективы для создания компактных и эффективных детекторов.

Литература

1. Rodríguez-Fortuño F.J., et al. Resolving Light Handedness with an on-Chip Silicon Microdisk // ACS Photonics. 2014 – Vol. 1, no. 9, P . 762–767. <https://doi.org/10.1021/ph500084b>.
2. Zhao Y., et al. Interlayer Polymerization of 2D Chiral Perovskite Single- Crystal Films toward High-Performance Flexible Circularly Polarized Light Detection // Adv. Funct. Mater. 2023 – Vol. 33, no. 50. <https://doi.org/10.1002/adfm.202306199>.