

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОВОДИМОСТИ ХИРАЛЬНЫХ КВАЗИДВУМЕРНЫХ ПЕРОВСКИТОВ

Миронов В. В.¹, Тимкина Ю. А.²

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, м.н.с. Тимкина Ю. А.²

¹СПбПУ Петра Великого, ²Университет ИТМО
velimir.mironov@gmail.com

Введение

Разработка устройств на основе перовскитов, чувствительных к круговой поляризации, открывает новые возможности для оптоэлектроники и фотоники, поскольку позволяет напрямую детектировать спин и хиральность света без использования громоздких внешних оптических элементов [1]. Для разработки таких устройств на основе хиральных перовскитов в качестве фотоактивного слоя необходимо иметь представление о проводящих свойствах пленок хиральных перовскитов, чтобы подобрать наиболее эффективный состав, способ формирования фотоактивного слоя и архитектуру устройства. Исследование частотных характеристик проводимости пленок хиральных перовскитов необходимо для получения информации о их внутренней структуре и транспортных свойствах, что позволяет разделить вклады электронной и ионной проводимости, а также оценить сопротивление и емкость объема полученных зерен и их границ в зависимости от состава перовскита и типа хирального лиганда [2].

Основная часть

В качестве образцов для исследований были взяты плёнки S-MBAI2PbI4, S-BPEA2PbI4 и CsPbBr3, нанесённые методом центрифугирования (спин-коатинга), а также образец подложки без дополнительных плёнок в качестве контрольного. Для исследования проводимости была разработана методика измерения, заключающаяся в нанесении плёнок на специальные подложки, содержащие массивы интегрированных электродов из ИТО, позволяющие подключить внешние игольчатые электроды без физического воздействия на исследуемую плёнку. Для измерений был использован прибор Keysight E4980A Precision LCR Meter, а также написан собственный Python-скрипт для автоматизации. Измерения проводились с уровнем сигнала 0,1 В на диапазоне частот 200 Гц – 2 МГц и медленной скоростью, каждый образец измерялся 3 раза на разных участках, после чего данные были усреднены. В результате были получены воспроизводимые зависимости активных, реактивных и полных сопротивлений и проводимостей от частоты, а также сдвига фаз ($R(f)$, $X(f)$, $|Z|(f)$, $G(f)$, $B(f)$, $|Y|(f)$ и $\Theta(f)$ соответственно). Контрольная подложка показала характерную картину практически чистой емкостной проводимости до $3,06 \cdot 10^{-5}$ См на частоте 2МГц с небольшой нелинейностью в области 700 кГц, CsPbBr3 - аналогично, но с чуть более высокой проводимостью до $3,17 \cdot 10^{-5}$ См на частоте 2МГц, S-MBAI2PbI4 показал нелинейную зависимость проводимости от частоты с перегибом в области 700 кГц и значение до $5,77 \cdot 10^{-5}$ См на частоте 2МГц, S-BPEA2PbI4 показал ещё более сильную нелинейность, а также значительно более высокую проводимость до $5,86 \cdot 10^{-4}$ См на частоте 2МГц.

Выводы

Введение хиральных молекул (MBA и BPEA) в структуру перовскита приводит к существенному увеличению проводимости по сравнению с нехиральным аналогом CsPbBr3 и контрольной подложкой. Наибольший эффект наблюдается для S-BPEA2PbI4, где проводимость на частоте 2 МГц достигает $5,86 \cdot 10^{-4}$ См, что на порядок выше, чем у CsPbBr3 ($3,17 \cdot 10^{-5}$ См) и S-MBAI2PbI4 ($5,77 \cdot 10^{-5}$ См). Это указывает на то, что природа

хирального катиона критически влияет на транспортные свойства: молекула ВРЕА обеспечивает лучший перенос заряда за счет дополнительного иона брома в составе хиральной молекулы.

Литература

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

Миронов В. В. _____

Тимкина Ю. А. _____