

УДК 535.8

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРОВСКИТНЫХ ДВУХСТОРОННИХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПОМОЩИ СВЕТОУЛАВЛИВАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОДА

Образцова А.А. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – PhD Ворошилов П.М.

(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Аннотация:

В этой работе предлагается способ повышения эффективности перовскитных солнечных элементов при помощи светоулавливающей структуры из перфорированного металлического электрода и диэлектрических наносфер. С помощью численных расчетов мы показали, что прирост общей эффективности может достигать 14%, за счет увеличения значения тока короткого замыкания и фактора заполнения. Данная структура может служить альтернативой традиционным электродам на основе прозрачных проводящих оксидов, таких как ITO, FTO, и др.

Введение:

На сегодняшний день одним из наиболее перспективных материалов для изготовления солнечных элементов являются органо-неорганические галогенидные перовскиты. С тех пор, как в 2009 году Кодзима и др. сообщили о первом перовскитном солнечном элементе был достигнут значительный прогресс. Предыдущие исследования были в основном сосредоточены на улучшении электрических характеристик материала, однако не менее актуальным остается увеличение оптического поглощения света активным слоем, а также уменьшения потерь на отражение.

Основная часть:

Светоулавливающие структуры за счет локальной концентрации падающего излучения, а также снижения оптических потерь, могут значительно повысить эффективность преобразования энергии в перовскитных солнечных элементах. Стратегии улавливания света могут быть направлены на подавление отражения, увеличение поглощения света активным слоем или увеличение оптического отклика для конкретных устройств. Существуют различные типы светоулавливающих структур, такие как фотонно-кристаллические структуры, плазмонные наночастицы, структуры с постепенным изменением показателя преломления, неупорядоченные рассеиватели, микролинзы и другие.

В данном исследовании мы изучаем светоулавливающую структуру для двухсторонних перовскитных солнечных элементов, состоящую из диэлектрических микросфер, расположенных на перфорированной металлической подложке, которая позволяет значительно уменьшить отражение от поверхности и увеличить полезное поглощение в активном слое в сравнении с обычным просветляющим покрытием. Кроме того, данная светоулавливающая структура может служить в качестве прозрачного электрода с лучшими характеристиками для замены ITO. Мы анализируем структуру с помощью численного моделирования, используя метод конечных элементов в частотной области (FEM) для неполяризованного источника с учётом параметров свойств спектра AM 1.5G, в пакете прикладных программ CST Studio. Расчёт некогерентного поглощения выполняется при помощи операции свертки для когерентного поглощения и функции некогерентности. Также мы проводим электрофизическое моделирование с помощью дрейф-диффузионного подхода для расчета вольт-амперных характеристик в программе TiberCAD.

Наиболее перспективное применение светоулавливающей структуры - это двухсторонние перовскитные солнечные элементы.

Выводы:

Согласно нашим расчётам, оптическое поглощение в активном слое и, следовательно, ток короткого замыкания такого двухстороннего элемента могут быть увеличены с обеих сторон одновременно за счёт использования светоулавливающего электрода, формирующего горячие пятна в активном слое. Мы показываем, что выигрыш в оптическом поглощении за счет предложенного светоулавливающего электрода может достигать 14% по сравнению с традиционной перовскитной архитектурой. Данная концепция может быть полезна для дальнейшего развития высокоэффективных перовскитных солнечных элементов.

Образцова А.А. (автор)

Подпись

Ворошилов П.М. (научный руководитель)

Подпись