ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ГРАФЕНА ПОВЫШЕННОЙ КОНВЕРСИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ p-i-n ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ахмеджанов Нодирбек Одилбек огли
Ассистент Нурафшанского филиала Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми
e-mail: nodirbek.axmedjonov@bk.ru
Оллаярова Ойдин Хусаин кизи
Ассистент Нурафшанского филиала Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми

Анастасия: Повышающее преобразование фотонов с потенциалом уменьшения потерь при спектральном рассогласовании является многообещающим подходом к повышению производительности солнечных элементов. Использование синергетического эффекта квантовых точек (QDs) наряду со свойствами повышающего преобразования (UC) в перовскитовых солнечных элементах (PSCs) является эффективной стратегией расширения спектра поглощения из видимого в ближний инфракрасный диапазон (NIR), что приводит к взрывному росту производительности солнечных элементов.
Ключевые слова: Графеновые квантовые точки, повышающая конверсия, понижающее преобразование, p-i-n перовскитовый солнечный элемент, повышение эффективности.

Беспрецедентные достижения в области выдающихся перовскитовых фотоэлектрических характеристик привели к резкому увеличению эффективности преобразования энергии перовскитовыми солнечными элементами (PCE) с ~ 3% до более чем ~ 25% (~28% в тандемной архитектуре) [1-3]. Достижение этой вехи в перовскитовых солнечных элементах обусловлено блестящими свойствами слоя перовскитного адсорбента с типичной кристаллической структурой AMX_3 (A: Cs^+, Rb^+, $CH_3NH_3^+$, $NH_2CH{=}NH_2^+$, $CH_3CH_2NH_3^+$ одновалентные катионы; M: Pb^{2+}, Sn^{2+}; и X: Cl^-, Br^- или I^- галогениды) [4-6]. Синергетическая роль высокой подвижности электронов (~800 $см^2.Vs^{-1}$), длина излучения носителей заряда (которая превышает более 1 мкм), коэффициент поглощения (более 10^5 $см^{-1}$ после s-p антисвязывающего взаимодействия), энергия связи экситонов (~менее 10 МэВ) наряду с высокой квантовой эффективностью фотолюминесценции (as ~70%), оптимальная ширина запрещенной зоны с возможностью регулировки, низкая скорость рекомбинации структуры перовскита привели к значительным улучшениям в перовскитовых солнечных элементах.

Несмотря на быстрый рост эффективности перовскитных солнечных элементов (PSC) (~25% при небольшой активной площади 0,1 $см^2$), продвижение их из лаборатории на завод по-прежнему является сложной задачей. Достижение коммерческого применения PSC зависит от двух фундаментальных принципов: (I) повышение производительности PSC за счет расширения устройства и (II) повышение их долгосрочной стабильности в суровых условиях окружающей среды. Внутренние ограничения конструкции PSC, отсутствие равномерного покрытия функциональных слоев, границ зерен и объемных дефектов, миграции ионов и процессы рекомбинации наряду с внешними факторами, такими как свет, температура и влажность, являются параметрами влияющий на производительность и стабильность PSCs. Согласно

https://wordlyknowledge.uz

пределу Шокли–Квиссера, фотоэлектрические системы способны поглощать только те фотоны, энергия которых превышает энергию запрещенной зоны полупроводника. Фотоны с энергией, меньшей, чем энергия запрещенной зоны фотоэлектрических систем, расходуются впустую. Эти недостатки делают невозможным использование максимальной мощности стандартного солнечного спектра (AM 1,5 G, 280-2500 нм, 0,5–4,4 эВ). Одним из потенциальных подходов к преодолению предела Шокли–Квиссера и потери непоглощенных фотонов в перовскитовых солнечных элементах является использование структур со свойствами повышающего преобразования. Повышающие преобразователи (или повышающая конверсия) структуры, способные преобразовывать длинноволновые (обычно 800-1000 нм) в более короткие длины волн (в основном видимый диапазон) с помощью антистоксовского процесса, сыграли жизненно важную роль в улучшении характеристик солнечных элементов. Явление повышающего преобразования основано на нелинейно-оптическом процессе при последовательном поглощении двух или более низкоэнергетических инфракрасных фотонов. Это последовательное поглощение приводит к возбуждению электронов до промежуточного состояния и в конечном итоге поднимает их на более высокие энергетические уровни. Излучение света при более высоких энергиях (длины волн от 300 до 800 нм) является результатом релаксации, возникающей после таких состояний возбуждения. Тремя основными типами повышающих конверсию (UC) материалов являются структуры на основе лантаноидов, переходных металлов и молекулярных UC-структур. Материалы на основе лантаноидов являются одним из наиболее распространенных соединений, обладающих свойствами повышенной конверсии. Редкоземельные ионы с полными орбиталями 5s и 5p имеют электронные передачи 4-4f и 4f-5d. Основной проблемой при использовании в PSCs соединений на основе лантаноидов, обладающих свойствами повышенной конверсии, является плохая совместимость этих соединений (содержащих длинноцепочечные алкильные молекулы, такие как олеиновая кислота (OA) и олеиламин (OM) в качестве лигандов) с предшественниками перовскита [38]. Графеновые квантовые точки (GQD) представляют собой уникальное поколение наноструктур, которые могут проявлять повышенные конверсионные свойства. GQDs повышающего преобразования (UC GQDs) с высокой оптической стабильностью наряду с низкой энергией фононов, широким поглощением света, длительным сроком службы флуоресценции, высокой физической и химической стабильностью, хорошей адаптацией спектра излучения к спектру поглощения перовскита, высокой квантовой эффективностью, высокой биосовместимостью и низкой токсичностью произвели революцию в фотоэлектрических системах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. M.K. Rao, D.N. Sangeetha, M. Selvakumar, Y.N. Sudhakar, M.G. Mahesha, Review on persistent challenges of perovskite solar cells' stability, Sol. Energy 218 (2021) 469–491, https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.03.005.
2. M. Kim, S. Ham, D. Cheng, T.A. Wynn, H.S. Jung, Y.S. Meng, Advanced characterization techniques for overcoming challenges of perovskite solar cell materials, Adv. Energy Mater. 11 (2021) 2001753, https://doi.org/10.1002/aenm.202001753.
3. 〈https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html〉, (n.d.).
4. J. Bing, S. Huang, A.W.Y. Ho-Baillie, A review on halide perovskite film formation by sequential solution processing for solar cell applications, Energy Technol. 8 (2020) 1901114, https://doi.org/10.1002/ente.201901114.
5. C. Lin, Stabilizing organic–inorganic lead halide perovskite solar cells with efficiency beyond 20%, Front. Chem. 8 (2020) https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00592.

https://wordlyknowledge.uz

6. M.S.G. Hamed, G.T. Mola, Mixed halide perovskite solar cells: progress and challenges, Crit. Rev. Solid State Mater. Sci. 45 (2020) 85–112, https://doi.org/10.1080/10408436.2018.1549976.

WORDLY
KNOWLEDGE

https://wordlyknowledge.uz