

ВУГЛЕЦЕВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗАХИСТУ АКТИВНОГО ШАРУ ПЕРОВСКІТНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

О. Бугаєнко, студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Як і багато сучасних пристроїв, сонячна батарея являє собою шарувату структуру - крім основного шару, де під впливом світла генеруються пари електронів і дірок, в ній присутні електронно-транспортний і дірково-транспортний шари, які звичайно в сукупності називають активним шаром. Найчастіше для створення допоміжних активних шарів в перовскітних батареях використовуються органічні молекули, полімери, а також оксиди металів (цинку, олова, титану та інших). Надійність сонячної батареї так само, як і її ефективність, в значній мірі залежать від активного шару, де і відбувається перетворення сонячної енергії в електричну. Сьогодні все більше вчених звертаються до використання вуглецевих наноматеріалів для захисту активного шару.

Мета роботи. Вивчення наноматеріалів, які витягують з робочого шару електрони і дірки, а потім переносять їх на відповідні електроди, запобігають виникненню паразитних зворотних струмів, а заодно захищають активний шар перовскітних сонячних елементів.

Матеріали та результати досліджень. Основна перевага вуглецевих проміжних шарів. Вуглецеві матеріали не токсичні, їх синтез не надто трудомісткий, вуглець досить стабільний і може добре захистити активний шар з перовскіту. Ще одна перевага - вуглецеві наноматеріали можна модифікувати під конкретну задачу, що дозволяє виготовляти з одного матеріалу і електронно-транспортні, і дірково-транспортні шари, чого не дозволяють робити інші матеріали. Існує великий вибір вуглецевих наноматеріалів: графен, вуглецеві нанотрубки, фулерени, вуглецеві точки, графенові квантові точки [3].

Графен. Перший кандидат на використання в сонячній батареї - графен, двохрозмірний матеріал, відкриття і дослідження якого були відзначені в 2010 році Нобелівською премією з фізики. Графен має гарну провідність, механічну твердість, хімічну стабільність, а також придатний для модифікації. Сам графен дорогий, тому для потреб сонячної енергетики зазвичай використовують його значно дешевші похідні, такі як оксид графену і відновлений оксид графену. Останній за своїми властивостями найбільш близький до графену. Однак з застосуванням графену і його похідних для захисту активного шару в перовскітних сонячних елементах снує ряд проблем. Головна з них полягає в тому, що створення якісних тонких шарів з похідних графена поки реалізується в основному в лабораторних умовах методами, які поки що не можна використати в масштабах комерційного виробництва [1].

Вуглецеві нанотрубки і фулерени. Використання вуглецевих наноструктур в перовскітних сонячних батареях не обмежується впровадженням графена. Значний інтерес дослідників сьогодні спрямований на використання вуглецевих нанотрубок і фулеренів. Вуглецеві нанотрубки і

фулерени мають дуже високу провідність, що важливо для транспорту носіїв заряду. Однак, зараз вони частіше використовуються не в якості самостійних матеріалів, а як добавки до оксидів металів або полімерів. Вуглецеві нанотрубки можуть виступати в ролі "каркаса" для полімерів, створюючи більш ефективні і стабільні дірково-транспортні шари. Фулерени використовуються для екстракції і транспорту електронів в комбінації з оксидами металів або самостійно [1].

Вуглецеві точки і графенові квантові точки. Найбільш технологічним рішенням є використання вуглецевих точок і графенових квантових точок. Форма цих наноструктур наближена до сферичної, вони можуть бути приготовані у вигляді стійких колоїдних розчинів. Це дозволяє порівняно легко отримувати тонкі однорідні шари матеріалу, що значно здешевлює виробництво. Особливість графенових квантових точок в тому, що ширина їх забороненої зони і, як наслідок, властивості змінюються в залежності від їх розміру. Це є додатковою можливістю для налаштування властивостей наноструктур при їх використанні в перовскітних сонячних елементах. Властивості вуглецевих квантових точок можуть бути налаштовані за рахунок допінгування або функціонування їх поверхні, що також відкриває великі перспективи для управління властивостями матеріалу [2].

Висновки. З огляду впливає необхідність розробляти технології нанесення нановуглецевих шарів для захисту активного шару в перовскітних сонячних елементах. Поки що існуючі технології або занадто дорогі, хоча і дозволяють отримати вуглецеві наноструктури найвищої якості, або можуть бути використані лише в лабораторних масштабах. Є й фундаментальні питання, які стосуються процесів взаємодії перовскітів і вуглецевих наноструктур, поліпшення стабільності перовскітних сонячних елементів, а також необхідності побудови теорій, що дозволять прогнозувати властивості таких структур, поряд з досить обширними експериментальними даними про ці процеси [1].

Перелік посилань

1. Aleksandr P.Litvin, Xiaoyu Zhang, KevinBerwick, Anatoly V.Fedorov, WeitaoZheng, Alexander V.Baranov. «Carbon-based interlayers in perovskite solar cells». Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2020.

2. Snaith, H. J. Present status and future prospects of perovskite photovoltaics. Nature Materials

3. Kojima, A., Teshima, K., Shirai, Y. & Miyasaka, T. Organometal Halide Perovskites as Visible-Light Sensitizers for Photovoltaic Cells. Journal of the American Chemical Society