

УДК 620.9

ВПРОВАДЖЕННЯ ГІБРИДНОГО ПЕРОВСКІТУ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Капустіна Т. П.

Лозівська філія Харківського державного автомобільно-дорожнього коледжу, Україна, Лозова

У статті розглянуті тонкоплівкові сонячні елементи на основі гібридних перовскітів, їх переваги порівняно з кремнієвими елементами. Технологія обробки титанату кальцію швидко стане більш досконалою, це дозволить виробляти перовскітні сонячні елементи вже для широкого кола споживачів. Сам виробничий процес з часом стане нескладним, і ціна на виробництво електричної енергії стане менше у багато разів.

Ключові слова: гібридний перовскіт, сонячні елементи, кремнієві елементи, титанат кальцію, електрична енергія.

Капустина Т. П. Внедрение гибридного перовскита для солнечных элементов/ Лозовский филиал Харьковского государственного автомобильно-дорожного колледжа, Украина, Лозовая

В статье рассмотрены тонкопленочные солнечные элементы на основе гибридных перовскитов, их преимущества по сравнению с кремниевыми элементами. Технология обработки титаната кальция быстро станет более совершенной, это позволит производить перовскитные солнечные элементы уже для широкого круга потребителей. Сам производственный процесс со временем станет несложным, и цена на производство электрической энергии станет меньше во много раз.

Ключевые слова: гибридный перовскит, солнечные элементы, кремниевые элементы, титанат кальция, электрическая энергия.

Kapustina T., Introduction of hybrid perovskite for solar cells / Kharkov State Automobile and Road College, Lozova branch, Ukraine, Lozova

The article deals with thin-film solar cells based on hybrid perovskites, their advantages over silicon elements. The technology of processing of calcium titanate will quickly become more perfect, it will allow to produce perovskite solar cells for a wide range of consumers. The production process itself will eventually become simple, and the price of electricity production will be many times less.

Keywords: hybrid perovskite, solar cells, silicon elements, calcium titanate, electric energy.

Вступ. Сьогодні сучасного розвитку нашої держави спрямовано на розвиток альтернативних методів отримання енергії, тобто використання гібридних перовскітів на основі сонячних елементів . Оскільки сам перовскіт коштує недорого, це дозволить виготовляти елементи за нижчою ціною, ніж кремнієві, а кількість виробленої електричної енергії залишиться незмінною. Освоєння нових інновацій внесе значний вклад в економіку нашої країни та принесе більше комфортних можливостей для життя людей.

Вивчення проблем та перспектив альтернативних методів енергії – сонячних батарей на основі гібридного перовскіту в умовах сучасної електроенергетики займає сьогодні одне з провідних місць в наукових працях таких вчених: Михаель Гретцель, Мартін Грін, Генрі Сайнт, Фелікс Дешлер, Лімінг Дай, Сок Санг Іль та інших.

Формулювання мети статті та завдань. Метою статті є обґрунтування перспектив розвитку сонячних елементів на основі гібридного перовскіту в умовах сучасної електроенергетики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Речовину перовскіту було відкрито більше ста років тому. Широке ж поширення стало отримувати тільки зараз. На зорі нинішнього століття про нього вже говорили як про перспективний матеріал, який дозволяв би виготовляти сонячні батареї більш дешевими і доступними для споживачів. Інша назва речовини — титанат кальцію. Вперше його виявив геолог з Німеччини Густав Розе в 1839 році, в уральських родовищах. Назву мінерал отримав на честь графа Льва Олексійовича Перовського. Граф Перовський, крім державної діяльності на благо Росії, славився ще й тим, що колекціонував рідкісні камені. Тому його ім'я і стало основою для назви нової речовини.

Раніше титанат кальцію застосовувався в якості діелектрика, коли виготовлялися керамічні конденсатори, що мають велику кількість шарів. Тепер його намагаються використовувати з метою створення сонячних панелей, що володіють високою ефективністю, так як він чудово поглинає світлові частинки.

На сьогоднішній день тонкоплівкові сонячні елементи на основі гібридних перовскітів вже досягли високого ККД перевершивши традиційні сонячні батареї на основі кремнію. При цьому світлопоглинаючий шар перовскіту в таких пристроях може бути отриманий більш простими і дешевими розчинними методами, і вони можуть скласти конкуренцію кремнієвим аналогам вже в найближчому майбутньому.

Сонячні елементи на основі гібридних органо-неорганічних перовскітів (ГОНП) знаходяться на передовій розвитку відновлюваних

джерел енергії. Здатність перетворювати сонячне світло в електричний струм такими елементами була відкрита зовсім недавно, в 2009 році. Однак, за невеликий проміжок часу, що пройшов з тих пір, ККД сонячних елементів на основі ГОНП збільшився з 3 % [1, с. 4088–4093] до 23,2% [2, с. 44–46], що безсумнівно є видатним результатом. На відміну від своїх колег «по цеху» (головним чином від кремнієвих сонячних елементів) сонячні елементи на основі гібридних органо-неорганічних перовскітів володіють явними перевагами [3, с. 1480–1485].

Серед них:

1. Простота отримання і виготовлення. При виробництві таких сонячних елементів використовуються дешеві і доступні технології, такі як центрифугування, спрей-піроліз, ролерний метод і т. д.;

2. Абсолютно нетоксичне виробництво, що не забруднює навколишнє середовище;

3. Можливість роботи в невеликій лабораторії без використання дорогого і громіздкого обладнання;

4. Можливість повторного використання промислових відходів, таких як старі відпрацьовані автомобільні акумулятори, в якості джерела свинцю;

5. Мала вага підсумкової конструкції;

6. Здатність поглинати сонячне світло в широкому діапазоні довжин хвиль;

7. Напівпрозорість і гнучкість.

У зв'язку з описаними вище перевагами сонячні елементи на основі ГОНП є відмінно альтернативою вже існуючих сонячних елементів на основі кристалічного кремнію за рахунок кращого співвідношення ціни і якості, а також можливості їх розміщення на корпусах автомобілів, мобільних телефонів і дахах будинків;

Структура такого сонячного елемента зображена на рисунку 1

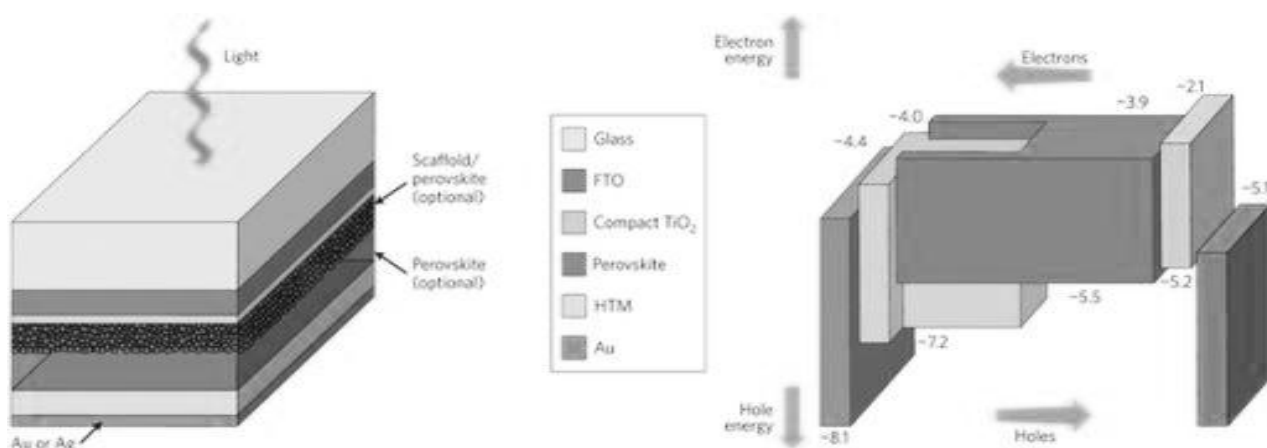


Рис. 1. Структура сонячного елемента на основі ГОНП

Безпосередньо шар перовскіта в найзагальнішому випадку являє собою тонку плівку метиламонію йодиду свинцю або метиламонію броміду свинцю, який виступає донором електронів. Зразок отриманого шару гібридного органо-неорганічного перовскіта представлений на рисунку 2

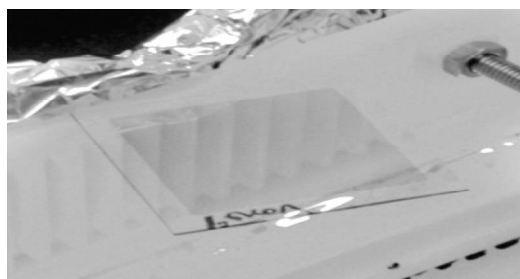


Рис. 2. Фотографія зразка скляних підкладок з нанесеним покриттям ГОНП

Дослідження отриманих зразків з нанесеним на них шаром гібридних органо-неорганічного перовскіту проводилося за допомогою скануючого електронного мікроскопа. На рисунку 3 представлено SEM — зображення, отримане за допомогою мікроскопа. Добре видно, що отримані покриття є щільними і рівномірними по товщині [4, с. 133–138].

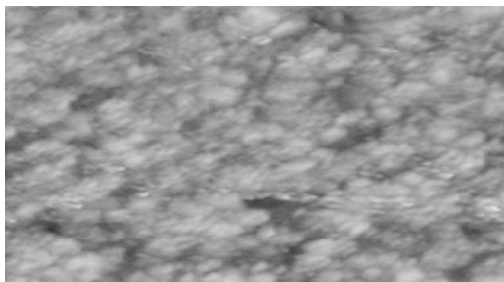


Рис. 3. SEM-зображення зразків з нанесеним на них ГОНП

Після проведення експерименту було отримано кілька зразків. Перші зразки виходили повністю неоднорідними і з поганою адгезією, що не може вважатися задовільним результатом, оскільки в такому випадку ККД сонячних елементів на основі таких плівок гібридних органо-неорганічних перовскітів буде варіюватися в межах нуля, якщо вони взагалі будуть працювати.

Тому, застосувавши додаткові заходи з очищення витяжної шафи і підібравши потрібне співвідношення речовин, вийшли зразки, що володіють кращою адгезією. Що стосується однорідності, то як видно з рисунку 3, плівка має впорядковану структуру, однак їй ще далеко від ідеальної. Однорідність також може бути краще. Пов'язано це в першу чергу з тим, що хімічні речовини, використувані в даному експерименті, мають незадовільну чистоту, оскільки отримання абсолютно чистих речовин ускладнене масою бюрократичних процедур. Тим не менш, було проведено вимірювання товщини плівки в залежності від швидкості центрифуги, оскільки товщина плівки ГОНП залежала тільки швидкості обертання, тому що розчинник був однією і тією ж в'язкості (диметилформамід), а час обертання центрифуги незмінно становило 20 секунд. Відношення товщини плівки від швидкості обертання і часу обертання описані в таблиці 1.

Таблиця 1

Зміна товщини плівки від швидкості обертання центрифуги

Час обертання центрифуги, с	Швидкості обертання, об/хв.	Товщина отриманої плівки, нм
20	1500	270
20	2000	230
20	2500	210
20	3000	190

Оптимальна товщина плівки в 230 нм, була отримана при швидкості обертання 2000 об/хв [5, с. 3124–3128]. Товщина плівки вимірювалася методом еліпсометрії на підприємстві ВАТ «НІІФІ».

Висновки. В результаті проведеної роботи були розглянуті сонячні елементи на основі гібридного перовскіту. Як з'ясувалося, даний тип сонячних елементів є найбільш перспективним зараз. Багато в чому це пов'язано з простою отримання і нанесення плівок, що становлять структуру елемента, тому що вже звичні батареї з кремнію мають товщину в 180 мкрн, а перовскітна панель при показнику товщини всього в 1 мкрн вбере в себе стільки ж світла, скільки кремнієва при 180-ти. І кремній, і титанат кальцію — обидва напівпровідники. Отже, дуже добре здійснюють передачу електричного заряду під дією світлового потоку. Однак, що стосується світлового спектру, який перетворюється в електричну енергію, у титанату кальцію він значно вище. Оскільки сам перовскіт коштує недорого, це дозволить виготовляти елементи за нижчою ціною, ніж кремній. А вироблена електрична енергія залишиться такою ж, а сам виробничий процес з часом стане нескладним, і ціна на виробництво електричної енергії стане менше у багато разів.

Література:

1. Im J.-H., Lee Ch.-R., Lee J.-W., Park S.-W., Park N.-G. (2011). *6.5 % efficient perovskite quantum-dot-sensitized solar cell*, The royal society of chemistry, 4088–4093.
2. Sivaram, Varun, Stranks, Samuel D., Snaith, Henry J. (2015). *Outshining Silicon*, Scientific American, 44–46.
3. Cai B., Xing Y., Yang Zh., Zhang W.-H., Qui J. (2013). *High performance hybrid solar cells sensitized by organolead halide perovskites*, The royal society of chemistry, 1480–1485.
4. Liu D. Y., Kelly L. (2014). Perovskite solar cells with a planar heterojunction structure prepared using room-temperature solution processing techniques, *Nature Photonics*, 7, 133–138.
5. Abrusci A., Stranks S. D., Docampo P., Yip H. L., Jen A., Snaith H. J. (2013). High-performance perovskite-polymer hybrid solar cells via electronic coupling with fullerene monolayers, *Nano Letters*, 13(7), 3124–3128.

References:

1. Im J.-H., Lee Ch.-R., Lee J.-W., Park S.-W., Park N.-G. (2011). *6.5 % efficient perovskite quantum-dot-sensitized solar cell*, The royal society of chemistry, 4088–4093. [in English]
2. Sivaram, Varun, Stranks, Samuel D., Snaith, Henry J. (2015). *Outshining Silicon*, Scientific American, 44–46. [in English]
3. Cai B., Xing Y., Yang Zh., Zhang W.-H., Qui J. (2013). *High performance hybrid solar cells sensitized by organolead halide perovskites*, The royal society of chemistry, 1480–1485. [in English]

4. Liu D. Y., Kelly L. (2014). Perovskite solar cells with a planar heterojunction structure prepared using room-temperature solution processing techniques, *Nature Photonics*, no. 7, 133–138. [in English]
5. Abrusci A., Stranks S. D., Docampo P., Yip H. L., Jen A., Snaith H. J. (2013). High-performance perovskite-polymer hybrid solar cells via electronic coupling with fullerene monolayers, *Nano Letters*, no.13(7), 3124–3128. [in English]