

СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ НА ОСНОВІ НИЗЬКОРОЗМІРНИХ НАНОКОМПОЗИТНИХ СТРУКТУР

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сонячні батареї третього покоління засновані на нанотехнологіях, нанокристалах і нанорозмірних кластерах напівпровідників. Низькорозмірні нанокompatитні структури, що побудовані на квантових точках та нанопоруватих матеріалах мають нові модифіковані оптоелектронні властивості. Вони можуть бути застосовані в сонячних елементах, де смуги поглинання можуть бути оптимально пристосовані до довжини хвилі опромінюючого світла. Такі структури теоретично можуть привести до підвищення ефективності перетворення сонячної енергії більш ніж 65 %, що може подвоїти практично існуючу ефективність сонячних батарей.

Ключові слова: нанотехнології, нанокристали, композитна структура, сонячні елементи.

Abstract

The solar batteries of third-generation based on nanotechnology, nanocrystals and nano-sized clusters of semiconductors. Low-dimensional nanocomposite structures that are constructed on quantum dots and nano-porous materials have new modified optoelectronic properties. They can be used in solar elements, where absorption bands can be optimally adapted to the wavelength of radiation light. These structures could theoretically can lead to increased efficiency of solar energy conversion more than 65%, which can double practically current efficiency of solar batteries.

Keywords: nanotechnology, nanocrystals, the composite structure, solar cells.

Вступ

Головний інтерес багатьох дослідників в усьому світі вже півстоліття стосується досліджень перетворення сонячної енергії. Можливість перетворити сонячний спектр безпосередньо в електричну енергію за допомогою сонячних елементів, приваблює багатьох вчених. Для наземного застосування, сонячні елементи на основі кремнію, використовуються по теперішній час. Нанонаука і нанотехнології в поєднанні з поверхневою наукою дає потенціал, щоб додати свій внесок в енергетичні системи, за рахунок більш ефективного використання існуючих наноструктурованих матеріалів, що надає якісно нові рішення в напрямку нових сонячних батарей і енергетичних систем третього покоління.

Метою роботи є застосування нанотехнологій, яке дозволить створити сонячні батареї та системи з таких елементів, які містять шари різних матеріалів, що утворюють кілька р-п переходів. Ідеальний сонячний елемент в теорії повинен мати сотні різних шарів (р-п переходів), кожен з яких налаштований на невеликий діапазон довжин хвиль світла у всьому спектрі, від ультрафіолетового до інфрачервоного. Справа в тому, що теоретичний ККД двошарових елементів може скласти 42 % ефективності, тришарових осередків 49 %, а осередків з безліччю шарів – 68 % несфокусованого сонячного світла. Межа продуктивності осередків з безліччю шарів становить 86,8 % при застосуванні концентрованого сонячного випромінювання [1].

Результати дослідження

Існують кілька типів конструкцій сонячних елементів, що відрізняються способом формування, структурою й розташуванням контактів. Одним з варіантів створення сонячних елементів на основі нанотехнологій є застосування низько розмірних композиційних структур, які містять поруватий кремній, який вирощують на монокристалічному кремнії, для збільшення поглинальної здатності (рис. 1). Цей ефект можна пояснити тим, що в даному випадку розміри мікрочастінок становлять не більше, ніж десятку частку від довжини падаючої хвилі, а тому світло багато разів розсіюється на кристалітах всередині пор та майже повністю там захоплюється. При цьому збільшується відстань, яку долають промені світла в базі сонячного елемента.

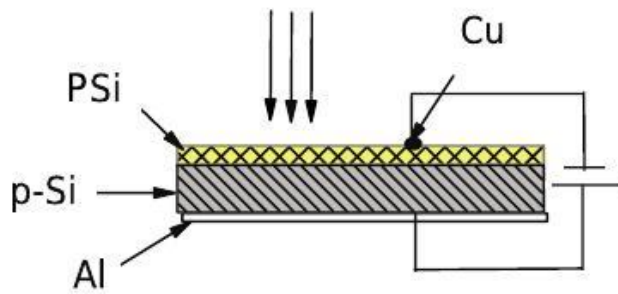


Рис. 1 Структура сонячного елемента

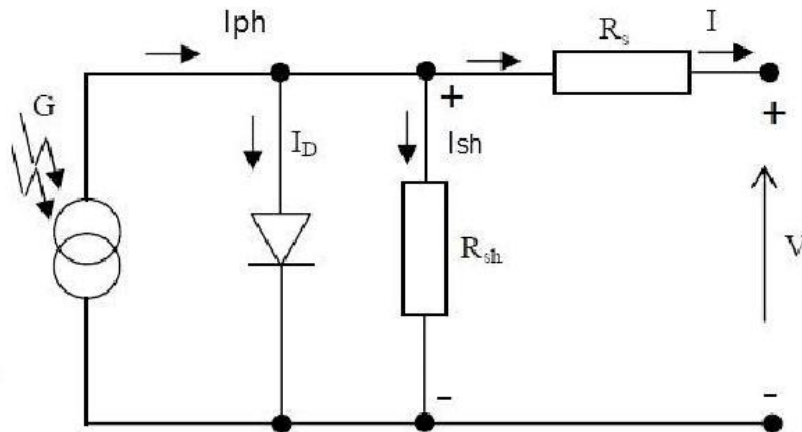


Рис. 2 Еквівалентна електрична схема сонячного елемента

Для ефективної роботи сонячних елементів необхідне дотримання ряду умов:

- оптичний коефіцієнт поглинання активного шару напівпровідника повинен бути достатньо великим, щоб забезпечити поглинання значної частини енергії сонячного світла в межах товщини шару;
- електрони і дірки що генеруються при освітленні мають ефективно збиратися на контактних електродах з обох сторін активного шару;
- сонячний елемент повинен володіти значною висотою бар'єру в напівпровідниковому переході;
- повний опір R_s , включений послідовно з сонячним елементом (виключаючи опір навантаження), повинен бути малим для того, щоб зменшити втрати потужності (тепло Джоуля) в процесі роботи;
- структура тонкої плівки повинна бути однорідною по всій активній області сонячного елемента, щоб виключити закорочування і вплив шунтуючих опорів R_{sh} на характеристики елемента [2].

Одним з шляхів підвищення коефіцієнта корисної дії фотоперетворювачів є використання широкозонних ($E_g \approx 2,0-3,7$ eV) напівпровідників – тонких провідних оксидів (ТПО), наприклад, In_2O_3 , SnO_2 , ZnO , In_2S_3 , TiO_2 , CdO , ITO , IFO та інших.

Висновки

Проведено огляд існуючих сонячних батарей, що містять сонячні елементи, які пройшли три покоління розвитку. З'ясовано, що поліпшення ефективності перетворення сонячної енергії в електричну пов'язано з фізичними властивостями, технічними та економічними витратами. Перспективними на наш погляд є сонячні батареї, які засновані на нанотехнологіях. Створення таких сонячних елементів вимагає наявності низько-розмірної композитної структури. Композитна структура $SnO_2:F/PSi/p-Si$ має ККД перетворення сонячної енергії 17,4%, що відповідає поліпшенню параметрів існуючих сонячних елементів, а невеликі економічні витрати приваблюють для практичного застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дмитрук Н. Л. Оптоэлектроника и полупроводниковая техника / Н. Л. Дмитрук, И. Б. Мамонтова – М.: МГТУ, 2000. – 167 с.
2. Каган М. Б. Материалы электронной техники / М. Б. Каган, А. А. Полисан – М.: Физика, 2003. – 315 с.

Проворов Єгор Сергійович — студент групи ЕП-146, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: provorov_ye@ukr.net

Науковий керівник: *Кравченко Юрій Степанович* — к.ф.-м.н., доцент електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця