

УДК 621.311.243

Климко О.М.

канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СЕС

Головним елементом фотоелектричних сонячних електростанцій (СЕС) є сонячні батареї, які можуть перетворювати сонячну енергію в постійний електричний струм.

Фотоелектричні перетворювачі мають практично не обмежений термін служби й відрізняються надійністю та стабільністю. Вони здатні перетворювати як пряме, так і розсіяне сонячне світло. Невелика вага, простота обслуговування, модульний тип конструкції дозволяє створювати установки будь-якої потужності. До недоліків сонячних батарей можна віднести високу вартість і низький коефіцієнт корисної дії (ККД).

ККД для фотоелементів – це ефективність перетворення сонячної енергії в електричну. Чим менше ККД тим більше площі фотоелементів необхідно для забезпечення тієї ж потужності в порівнянні з елементами у яких ККД має більш високе значення.

Найбільш поширені типи фотоелементів: монокристалічні кремнієві; полікристалічні кремнієві; фотоелементи з використанням діселеніду індію та міді (CIS технологія); фотоелементи з використанням телуриду кадмію (CdTe технологія); фотоелементи з використанням аморфного кремнію.

Для отримання кремнієвого монокристала, в розтоп кремнію з бором занурюють початковий кристал і поступово піднімають над поверхнею розчину, при цьому за зародковим кристалом витягується кристалізований розчин. Потім елементи легують фосфором для додавання n-провідності і створення р-n переходу, полірують, наносять антивідбивне покриття і струмопровідні доріжки. Такий фотоелемент має ККД від 15 до 18 %; форму квадратну або квадратну із заокругленими або зрізаними кутами; товщину 0,2...0,3мм.

Полікристалічні фотоелементи виготовляються за допомогою рівномірного спрямованого охолодження ємності з розтопом кремнію і бору. При цьому в ємності формуються односпрямовані гомогенні кристали розміром від кількох міліметрів до кількох сантиметрів. Отриманий блок полікристалів обробляється так само, як і монокристалічна заготовка. Такий фотоелемент має ККД від 13 до 16 %; форму квадратну; товщину 0,24...0,3 мм.

Активним напівпровідниковим матеріалом в CIS фотоелементах є діселенід індію та міді. CIS компаунд часто легується галієм і (або) сіркою. При виробництві елемента скло вкривається струмопровідним шаром молібдену, для фотоелемента цей шар буде катодом. Шар CIS компаунда в фотоелементі має р-провідність і наноситься на шар молібдену. Оксид цинку з домішкою алюмінію $ZnO:Al$ використовується як прозорий електропровідний анод. Цей шар має n-тип провідності і в ньому розпорошено допоміжний шар оксиду цинку і ZnO . Проміжний шар сульфід кадмію CdS використовується для зменшення втрат, пов'язаних з невідповідністю кристалічних ґраток CIS і ZnO шарів. Такий елемент має ККД від 9 до 11%; форма елемента відповідає формі модуля; товщина модуля в незагартованому склі від 2 до 4 мм.

Фотоелементи з використання телуриду кадмію CdTe виготовляються на підкладці з прозорим TCO (transparent conductive oxide) провідником, який складається з оксиду індію та олова ITO(indium tin oxide) і використовується як передній контакт. Ця підкладка вкривається шаром селеніду кадмію CdSe з n-типом провідності. Після цього наноситься абсорбувальний шар телуриду кадмію CdTe з р-типом провідності. Після цього модуль закривається металевою струмопровідною пластиною. Такий елемент має ККД 8,5%; форма елемента відповідає формі модуля; товщина модуля в незагартованому склі 3 мм.

Аморфний кремній в фотоелементах не утворює однорідну структуру, але утворює невпорядковану мережу. Як результат, через відкриті границі кристалів відбувається поглинання водню. Цей гідрогенізований аморфний кремній a-Si:H створюється в реакторі плазми з газової фази гідриду кремнію SiH₄. Легування кремнію здійснюється змішуванням газів, що містять легувальний елемент – гідрид бору B₂H₆ для р-провідності і гідрид фосфору PH₃ для n-провідності. У зв'язку з невеликою відстанню проникнення легувальних домішок в аморфний кремній, термін життя носіїв заряду не дуже довгий, тому на шар кремнію наносяться додаткові шари з n- і р-провідністю. Як передній контакт використовується прозорий TCO провідник з оксидом олова SnO₂, оксидом індію та олова ITO або оксидом цинку ZnO. Як задній контакт використовується металева струмопровідна пластина. Такий елемент має ККД від 5 до 7 %; форма відповідає формі модуля, максимальний розмір 2х3м; товщина елемента в незагартованому склі від 1 до 3 мм.

Фотопанелі з кристалічних фотоелементів найчастіше використовуються в будівництві сонячних електростанцій. Зазвичай, термін служби фотомодулів з кристалічних елементів становить 25 років. CIS - фотомодулі мають найбільший ККД як для тонкоплівкових модулів. Але ці модулі схильні до корозії від струмів витоку в зв'язку з застосуванням електролізу в їх виробництві. CdTe - фотомодулі не схильні до корозії. Але кадмій є токсичним елементом, що викликає гострі і хронічні отруєння. Фотопанелі з аморфного кремнію не схильні до корозії і не токсичні, але мають дуже низький ККД і їх активні елементи вигоряють на сонці. Зазвичай протягом 6 - 12 місяців після установки відбувається зниження потужності, потім ці модулі виходять на сталу потужність. Термін служби таких модулів становить близько 10 років. Термін служби CIS і CdTe модулів такий же, як і у кристалічних.