

УДК 621.383.51

Изучение конструкции и принципа действия фотоэлектрических преобразователей

Игнатович Р.С., Богдан А.А.

Научный руководитель – ст. препод. ПЕТРОВСКАЯ Т.А.

Солнечная батарея — несколько объединённых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) — полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток, в отличие от солнечных коллекторов, производящих нагрев материала-теплоносителя. Различные устройства, позволяющие преобразовывать солнечное излучение в тепловую и электрическую энергию, являются объектом исследования гелиоэнергетики. Производство фотоэлектрических элементов и солнечных коллекторов развивается в разных направлениях. Солнечные батареи бывают различного размера: от встраиваемых в микрокалькуляторы до занимающих крыши автомобилей и зданий.

Батареи, основой которым служит кремний, на сегодняшний день являются самыми популярными. Объясняется это широким распространением кремния в земной коре, его относительной дешевизной и высоким показателем производительности, в сравнении с другими видами солнечных батарей. Как видно из рисунка выше кремниевые батареи производят из моно- и поликристаллов Si и аморфного кремния.

Монокристаллические солнечные батареи представляют собой силиконовые ячейки, объединенные между собой. Для их изготовления используют максимально чистый кремний, получаемый по методу Чохральского. После затвердевания готовый монокристалл разрезают на тонкие пластины толщиной 250-300 мкм, которые пронизывают сеткой из металлических электродов. Используемая технология является сравнительно дорогостоящей, поэтому и стоят монокристаллические батареи дороже, чем поликристаллические или аморфные. Выбирают данный вид солнечных батарей за высокий показатель КПД (порядка 17-22%).

Для получения поликристаллов кремниевый расплав подвергается медленному охлаждению. Такая технология требует меньших энергозатрат, следовательно, и себестоимость кремния, полученного с ее помощью меньше. Единственный минус: поликристаллические солнечные батареи имеют более низкий КПД (12-18%), чем их моно «конкурент». Причина заключается в том, что внутри поликристалла образуются области с зернистыми границами, которые и приводят к уменьшению эффективности элементов.

Если проводить деление в зависимости от используемого материала, то аморфные батареи относятся к кремниевым, а если в зависимости от технологии производства – к пленочным. В случае изготовления аморфных панелей, используется не кристаллический кремний, а силан или кремневодород, который тонким слоем наносится на материал подложки. КПД таких батарей составляет всего 5-6%, у них очень низкий показатель эффективности, но, несмотря на эти недостатки, они имеют и ряд достоинств:

- Показатель оптического поглощения в 20 раз выше, чем у поли- и монокристаллов.
- Толщина элементов меньше 1 мкм.
- В сравнении с поли- и монокристаллами имеет более высокую производительность при пасмурной погоде.
- Повышенная гибкость.

Помимо описанных выше видов кремниевых солнечных батарей, существуют и их гибриды. Так для большей стабильности элементов используют двухфазный материал, представляющий собой аморфный кремний с включениями нано- или микрокристаллов. По свойствам полученный материал сходен с поликристаллическим кремнием.

Разработка пленочных батарей обусловлена:

1. Потребностями в снижении стоимости солнечных батарей.
2. Необходимостью в улучшении производительности и технических характеристик.

Исследования теллурида кадмия, как светопоглощающего материала для солнечных батарей начались еще в 70-х годах. В то время его рассматривали как один из оптимальных вариантов для использования в космосе, сегодня же батареи на основе CdTe являются одними из самых перспективных в земной солнечной энергетике. Так как кадмий является кумулятивным ядом, то дискуссии возникают лишь по одному вопросу: токсичен или нет? Но исследования показывают, что уровень кадмия, высвобождаемого в атмосферу, ничтожно мал, и опасаться его вреда не стоит. Значение КПД составляет порядка 11%. Согласитесь, цифра небольшая, зато стоимость ватта мощности таких батарей на 20-30% меньше, чем у кремниевых.

Как понятно из названия, в качестве полупроводников используются медь, индий и селен, иногда некоторые элементы индия замещают галлием. Такая практика объясняется тем, что большая часть производящегося на сегодня индия требуется для производства плоских мониторов. Именно поэтому с целью экономии индий замещают на галлий, который обладает схожими свойствами. Пленочные солнечные батареи на основе селенида меди-индия имеют КПД равный 15-20%. Следует иметь в виду, что без использования галлия эффективность солнечных батарей возрастает примерно на 14%.

Разработка данного вида батарей началась сравнительно недавно. В качестве светопоглощающих материалов используются органические полупроводники, такие как полифенилен, углеродные фуллерены, фталоцианин меди и другие. Толщина пленок составляет 100 нм. Полимерные солнечные батареи имеют на сегодняшний день КПД всего 5-6%. Но их главными достоинствами считаются:

- Низкая стоимость производства.
- Легкость и доступность.
- Отсутствие вредного воздействия на окружающую среду.

Применяются полимерные батареи в областях, где наибольшее значение имеет механическая эластичность и экологичность утилизации.

Фотоэлектрический преобразователь (фотоэлемент) - электронный прибор, который преобразует энергию фотонов в электрическую энергию.

Преобразование энергии в ФЭП (фотоэлектрический преобразователь) основано на фотоэлектрическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения.

Эффективность преобразования зависит от электрофизических характеристик неоднородной полупроводниковой структуры, а также оптических свойств ФЭП, среди которых наиболее важную роль играет фотопроводимость. Она обусловлена явлениями внутреннего фотоэффекта в полупроводниках при облучении их солнечным светом.

Кристаллический модуль (солнечная батарея) состоит из нескольких отдельных солнечных элементов, практически всегда соединенных последовательно, что позволяет увеличить напряжение и выходную мощность по сравнению с одним солнечным элементом. Обычно напряжение модуля проектируется так, чтобы оно соответствовало напряжению батареи 12В. Напряжение отдельного солнечного элемента при 25 °С и атмосферной массе 1.5 составляет около 0,6 В. Принимая во внимание то, что производительность солнечных элементов уменьшается при увеличении температуры, а для зарядки аккумулятора требуется напряжение порядка 15В, большинство модулей включают в себя 36 элементов, соединенных последовательно. Такой модуль вырабатывает напряжение 21 В при стандартных условиях тестирования и имеет рабочее напряжение равное 17-18 В при максимальной мощности и температуре. Избыточное напряжение необходимо, чтобы компенсировать падение напряжения на других элементах фотоэлектрической системы и работу не в точке максимальной мощности в следствии уменьшения интенсивности излучения. Устройство солнечной батареи показано на рисунках 1, 2.

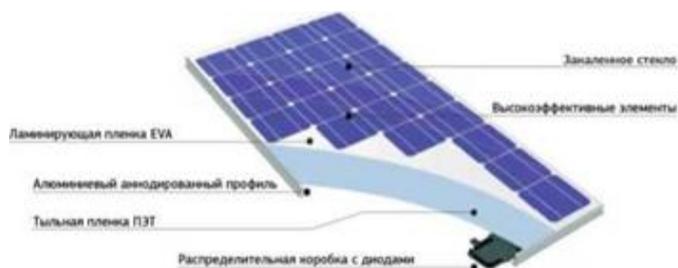


Рисунок 1 – Устройство солнечной батареи

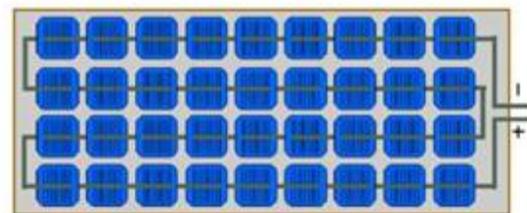


Рисунок 2 – Соединение элементов

Плотность упаковки солнечных элементов в модуле равна отношению площади модуля, которую занимают солнечные элементы к общей площади. Плотность упаковки на ряду с рабочей температурой и КПД ФЭП является фактором, определяющим выходную мощность батареи. Плотность упаковки зависит от формы используемых солнечных элементов. Например монокристаллические элементы бывают круглыми или полукруглыми, поликристаллические элементы обычно квадратные. Поэтому плотность упаковки монокристаллических элементов ниже, чем поликристаллических.

Если между элементами специально оставить зазоры и заднюю поверхность сделать из белого материала, то можно увеличить выходную мощность за счет эффекта концентрации излучения. Определенное количество света, попадающего в области между солнечными элементами и проводкой, рассеивается и направляется в активные области модуля.

Литература

1. Некоторые вопросы о солнечных батареях [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: [http://avtonom.com.ua/stati/towari_alternativnoy_energetiki/solnechnie_batarei/davajte-vkrattse-razberem-nekotorye-voprosy-o-solnechnyh-batarejah]. – Дата доступа: [15.09.2016].
2. Блокирующий диод [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: [<http://greenevolution.ru/enc/wiki/blokiruyushhij-diod/>]. – Дата доступа: [26.09.2016].
3. Способы соединения солнечных модулей [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: [http://ekobatarei.ru/sdelaj_sam/sposoby-soedineniya-solnechnyx-modulej]. – Дата доступа: [30.09.2016].