

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. ГЕТЕРОСТРУКТУРНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Никита СВЕЧКИН,
Координатор: Вера МОРОЗОВА, доцент, к.ф-м.н.

Технический Университет Молдовы

Аннотация: В работе рассмотрены представления об альтернативных источниках энергии, а именно об использовании энергии Солнца для преобразования ее в электричество. Рассмотрены самые эффективные солнечные элементы на основе гетероструктур. Представлены достижения в получении высоких значений КПД для фотоэлементов. Рассмотрен рост солнечной генерации во всем мире. Рассмотрена экологическая сторона фотоэлементов, а также проекты, инвестиции и последние разработки, связанные с солнечной энергетикой.

Ключевые слова: Альтернативный источник энергии, фотовольтаика, многослойная гетероструктура, каскадные фотопреобразователи, фотоэлектрическая мощность.

1. Введение

Обеспечение жизнедеятельности человека, при возрастающих потребностях, связано с ростом производства промышленной продукции и техники. Это связано с ростом потребления различных видов энергии, и особенно электрической энергии, что прямо либо косвенно ведет к загрязнению окружающей среды и пагубно влияет на все живое на Земле.

Для предотвращения загрязнения планеты и истощения природных ресурсов в последние несколько десятков лет широко используются альтернативные источники энергии.

Альтернативный источник энергии является возобновляемым ресурсом. Он заменяет собой традиционные источники энергии, функционирующие на нефти, природном газе и угле, которые при сгорании выделяют в атмосферу углекислый газ, способствующий росту парникового эффекта и глобальному потеплению. Одними из основных видов альтернативных источников энергии являются фотоэлементы, ветряные и геотермальные электростанции, а также солнечные коллекторы.

2. Солнечная энергия

Энергия Солнца является одной из наиболее выгодных и неисчерпаемых энергий на нашей планете. Использование солнечной энергии в качестве преобразования ее в электричество за последние несколько десятилетий приобрело глобальный масштаб. Способ получения электричества из солнечного излучения с помощью фотоэлементов называется фотовольтаикой.

Поток солнечного излучения, проходящий через площадку в 1 м^2 (на входе в атмосферу Земли) равен 1367 Вт/м^2 (солнечная постоянная). Из-за поглощения при прохождении атмосферы Земли максимальный поток солнечного излучения на уровне моря (на экваторе) составляет 1020 Вт/м^2 . Однако данная цифра уменьшается как минимум в три раза из-за смены дня и ночи и изменения угла Солнца над горизонтом. Зимой в умеренных широтах это значение в два раза меньше.

3. Солнечные элементы

Главным способом получения электричества из солнечной энергии является использования солнечных элементов. Наибольшей эффективностью преобразования обладают многослойные гетероструктурные фотопреобразователи на основе соединений $A^{III}B^V$, которые находят свое применение, как в наземных, так и в космических солнечных батареях.

Впервые солнечные элементы на основе гетероструктур n-GaAs-p-AlGaAs были предложены и созданы в ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Использование широкозонного "окна", выполненного из тонкого слоя твердого раствора AlGaAs, практически полностью прозрачного для солнечного излучения, обеспечивает пассивацию поверхности фотоактивной области и достижение величин КПД, близких к предельным теоретическим значениям.

Методом низкотемпературной жидкофазной эпитаксии были созданы многослойные гетероструктуры AlGaAs/GaAs, обеспечившие достижение рекордных значений КПД для солнечных элементов с одним p-n-переходом (рис.1): 24,6% в условиях космоса и 27,5% в наземных условиях.

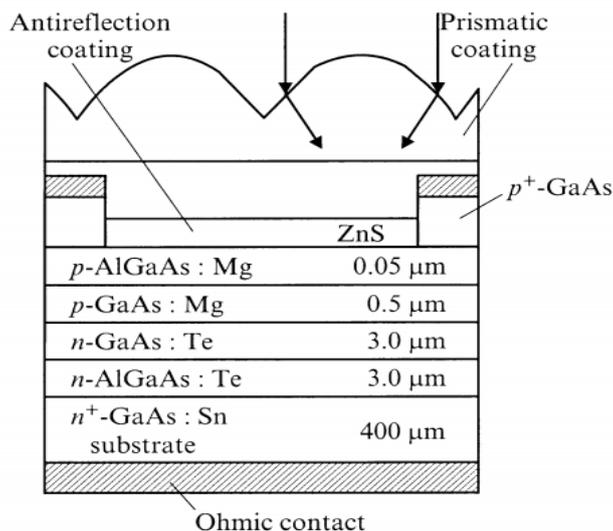


Рисунок 1. Схема гетероструктурного солнечного элемента с тыльным потенциальным барьером из n-AlGaAs:Te и призматическим фронтальным покрытием

Солнечные элементы на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs вследствие большой эффективности и повышенной радиационной стойкости широко используются в космических солнечных батареях.

Дальнейшее увеличение КПД обеспечивают каскадные солнечные элементы, изготовленные на основе многослойных гетероструктур с двумя и более р-n-переходами в материалах с различными ширинами запрещенной зоны. Теоретические оценки показывают, что в таких сложных фотопреобразователях возможно достижение КПД около 40%.

Следующим этапом стало создание каскадных элементов на основе гетеропереходов AlGaInP/GaAs и AlGaAs/GaAs методами МОС-гидридной эпитаксии и жидкофазной эпитаксии. КПД в таких элементах составляет около 30% (рис.2, рис.3).

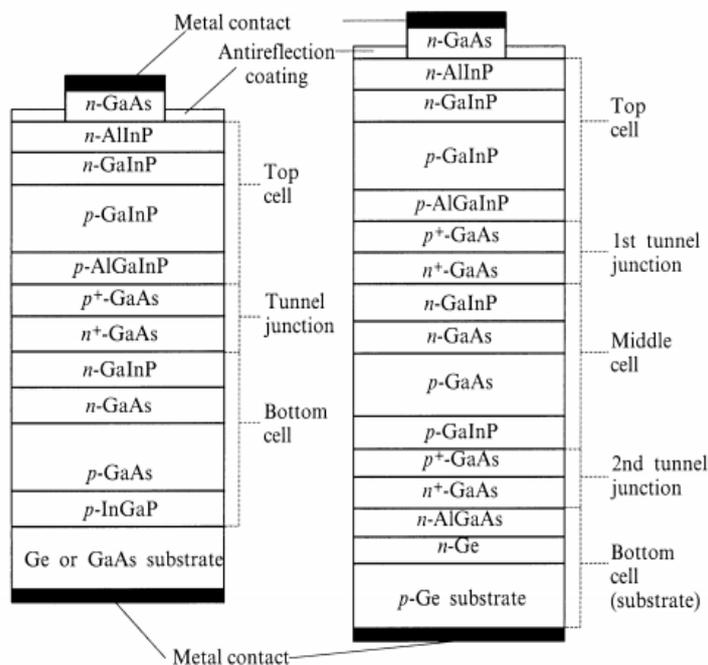


Рисунок 2. Структуры монолитных каскадных элементов на основе гетероструктур AlGaInP/GaAs/Ge с двумя (слева) и тремя (справа) фотоактивными р-n-переходами

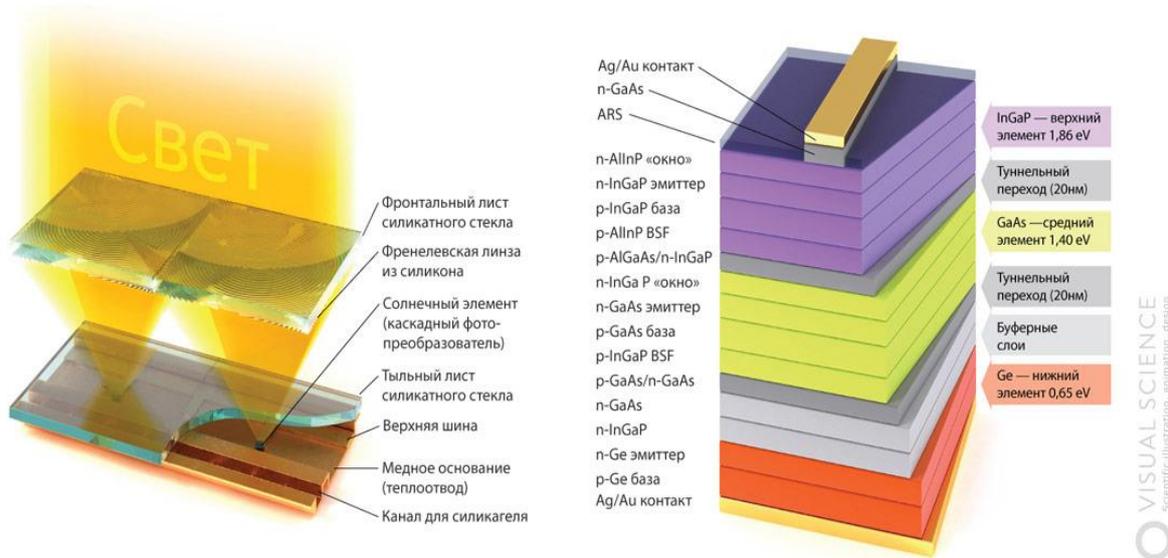


Рисунок 3. Конструкция каскадного солнечного элемента

4. Достижения

Достижением в развитии солнечных элементов является переход от кремниевых к каскадным фотопреобразователям (рис.4).

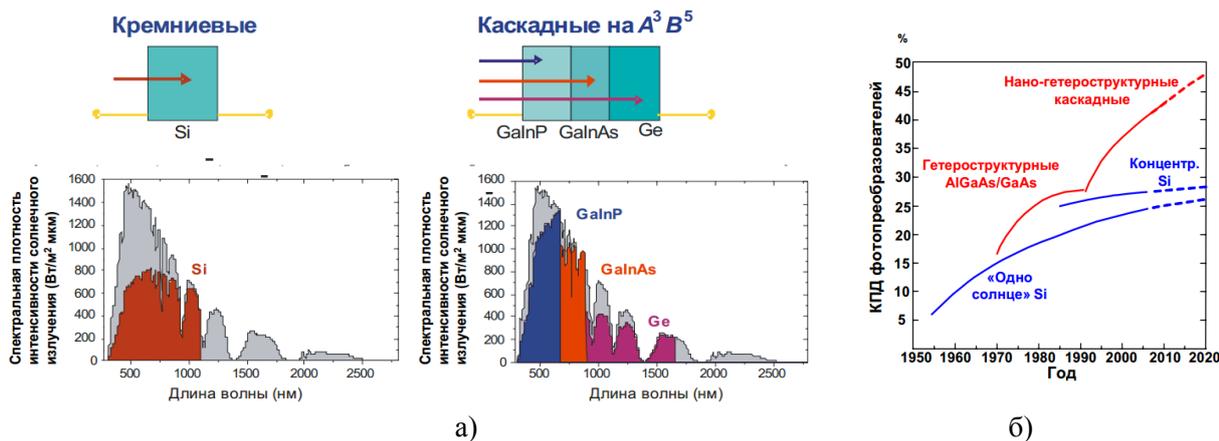


Рисунок 4. а - увеличение доли спектра солнечного излучения (ярко окрашенные), б - КПД солнечных элементов с течением времени

Общая мощность фотоэлектрических установок в мире оценивается в 139 ГВт, 39 из которых установлена в 2013 году. Лидером по установленной мощности на душу населения в Европе является Германия. Мировым лидером является Китай. Установленная мощность солнечных батарей с течением времени растет по экспоненциальному закону (рис.5).

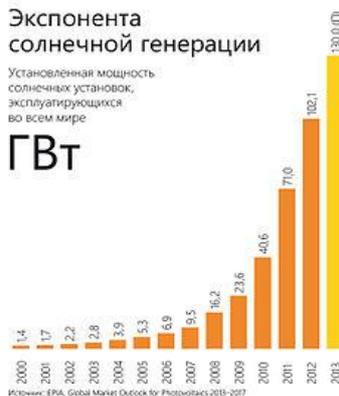


Рисунок 5. Экспонента солнечной генерации

5. Инвестиции и прибыль

В 2008 году во всём мире было инвестировано \$140 млрд. в проекты, связанные с альтернативной энергетикой, тогда как в производство угля и нефти было инвестировано \$110 млрд. В 2010 году использование альтернативной энергии (не считая гидроэнергии) составляло 4,9% всей потребляемой человечеством энергии.

Солнечная энергетика в Молдове имеет большой потенциал развития благодаря высокому уровню солнечной радиации. Ежедневно возрастающие потребности в электроэнергии, а также рост цен на нее, дают возможность развития технологий возобновляемых источников энергии. В Молдове существует Программа Финансирования Устойчивой Энергетики (MoSEFF), в рамках которой сумма инвестиций за весь период сотрудничества составила 42 млн. евро.

6. Экологичность

При производстве фотоэлементов уровень загрязнений не превышает допустимого уровня для предприятий микроэлектронной промышленности. Современные фотоэлементы имеют срок службы 30—50 лет. Применение кадмия при производстве некоторых типов фотоэлементов с целью повышения эффективности ставит сложный вопрос их утилизации, хотя такие элементы имеют незначительное распространение, и соединения кадмия при современном производстве уже найдена достойная замена.

7. Последние разработки

Учёные из США создали прозрачную панель, которая поглощает ультрафиолетовый и инфракрасный спектры, также как это происходит в непрозрачных солнечных панелях. Такой способ улавливания световой энергии не слишком эффективный - КПД у них 1%. Учёные намерены довести КПД до 5%. Если это произойдёт, то такими панелями будут оснащать окна, витрины, экраны смартфонов, компьютеров, что послужит дополнительным источником электрической энергии и снизит их энергозависимость.

8. Выводы

Достоинствами фотоэлементов являются: неисчерпаемость источника энергии; перспективность и доступность в условиях постоянного роста цен на традиционные виды энергоносителей, мобильность, экологичность.

Недостатками являются: уменьшение КПД при нагреве и возникновение необходимости установки систем охлаждения, как правило, водяных; для размещения мощных электростанций промышленного назначения требуются огромные свободные территории; их зависимость от погодных условий; для приборов, потребляющих большую мощность, солнечные батареи неприменимы; поверхность солнечных панелей нужно периодически очищать от пыли и других загрязнений; возникает необходимость аккумуляции энергии.

В заключение хотелось бы сказать, что солнечная энергия - это энергия недалекого будущего, которая станет непосредственной заменой традиционным источникам энергии. Это неисчерпаемый источник альтернативной энергии, который становится все более популярным, и в который вкладываются огромные деньги. Закончить свой доклад хотелось бы цитатой Лауреата Нобелевской премии, академика РАН, Ж. И. Алферова: "Ставка на солнечную энергетику должна рассматриваться как беспроигрышный, но в долговременной перспективе и как безальтернативный выбор для человечества".

Список литературы

1. <http://journals.ioffe.ru/ftp/1999/09/p1035-1038.pdf>
2. <http://altenergiya.ru/sun/tak-li-ekologichny-solnechnye-batarei.html>
3. <http://expoelectronica.primexpo.ru/media/51/kognovickiy.pdf>
4. <http://www.energy-fresh.ru/news/?id=9348>
5. <http://www.moseff.org/index.php?id=1&L=2>
6. http://www.physics.by/e107_files/mono/monograf_gremenok_pdf/gr_gl2.pdf