

MINISTER
Қ.И. СӘТБАЕВ
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
K.I.SATPAEV KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY



Жоғары технологиялар
Институты



Институт высоких технологий и
устойчивого развития

Institute of High Technologies and Sustainable Development

«ЖОҒАРЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАР - ТҰРАҚТЫ ДАМУ КЕШІЛІ»
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
ЖИНАҒЫ

ТРУДЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ – ЗАЛОГ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ»

PROCEEDINGS
OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
“HIGH TECH MEANS SUSTAINABLE DEVELOPMENT”

Алматы, 25-27 мамыр 2011

Алматы, 25-27 мая 2011

Almaty, 25-27th May 2011

напряжения в зависимости от типа нагрузки и частоты инвертора.

Литература

1. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат. 1990 – 392с.
2. Исембергенов Н. Т., Илипбаева Л.Б. Многоступенчатый транзисторный инвертор (Варианты). Авторское свидетельство № 60621 на патент. Комитет по правам интеллектуальной собственности министерства юстиции Республики Казахстан, Бюл. № 9 от 15.07.2009 г.
3. N. T. Isembergenov, B. T. Matkarimov, Using Genetic Algorithm for Finding Switching Angles of a Single-phase Multilevel DC/AC Converter on Solar Modules. Proceedings of the Eighth International Conference on Machine Learning and Applications, 13-15 November. 2009. New York.
4. Моин В.С. Стабилизированные транзисторные преобразователи. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 376 с. : ил.
5. Ромаш Э.М., Дробавич Ю.И., Юрченко Н.Н., Шевченко П.Н. Высокочастотные транзисторные преобразователи. – М.: Радио и связь, 1988. – 288с.

ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ КОНЦЕНТРАТОРЫ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Кусаинов С.Г., Кусаинов А.С., Буктуков Н.С., Бедельбаева Г.Е., Омарбекова А.О.

Казахский национальный технический университет К.И.Сатпаева

Алматы, Казахстан

The research presents the short estimate of resources of a solar energy across Kazakhstan (RES - Restored Energy source). It also includes the advanced Russian process engineering in the field of a photo of electrical conversion of the concentrated sunlight with usage of semi conductor heterostructures. The results of the experiment dispersive hubs of a sunlight developed at Kazakh National Technical University named after K. Satpaev.

Казахстан обладает значительными ресурсами возобновляемой энергии в гидроэнергии, энергии ветра, солнца, биомассы.

Ресурсы солнечной энергии в Казахстане являются стабильными и приемлемыми благодаря благоприятным сухим климатическим условиям. Количество солнечных часов составляет 2200-3000 часов в год, а энергия солнечного излучения -1300-1800 кВт на 1 м² в год. Потенциальный уровень потока энергии на всей территории Казахстана составляет 100-150 трлн. кВтч. На базе фотопреобразователей при возможной суммарной мощности гелиоэлектростанций 2500 МВт потенциально возможная выработка составляет 2,5 трлн. кВт.ч в год. Наиболее благоприятными районами для размещения гелиоэлектростанций являются Приаралье, Кызылординская и Южно-Казахстанская области, в которых наблюдается дефицит электроэнергии.

Однако, помимо частичного использования гидроэнергии, эти ресурсы не применяются вплоть до настоящего времени.

В связи с этим основной задачей всех участников форума по реализации поставленной задачи является создание научного, эффективного и результативного решения. Сутью креативной команды, способной обеспечить его организацию в любой конкурентной среде. Результативность означает «делать нужные и правильные вещи» (doing the right things), а эффективность является следствием того, что «правильно создаются эти вещи» (doing things right). И первое, и второе одинаково важны. Необходимо эффективно использовать ресурсы природной энергии, то есть создать приборы и оборудования, отвечающие требованиям потребителя по обеспечению необходимыми мощностями и отсутствием вредного воздействия на окружающую среду [1].

Эффективными, с энергетической точки зрения, устройствами по преобразованию

дой энергии в электрическую являются полупроводники - никовые фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), поскольку это прямой, одноступенчатый переход энергии. При температуре для ФЭП равновесной температуре порядка 300-350 К и температуре Солнца ~ 6000 К их предельный теоретический КПД >90 %.

1. Преобразование энергии в ФЭП основано на фотовольтаическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечной радиации.

2. Неоднородность структуры ФЭП может быть получена легированием одного и того же полупроводника различными примесями (создание p - n переходов), созданием гетеропереходов, или же за счёт изменения химического состава полупроводника, приводящего к появлению градиента ширины запрещённой зоны. Возможны также различные комбинации перечисленных способов.

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

Основные необратимые потери энергии в ФЭП связаны: 1.- с отражением солнечного излучения от поверхности преобразователя; 2.- прохождением части излучения через ФЭП без поглощения в нём; 3.- рассеянием на тепловых колебаниях решётки избыточной энергии фотонов; 4.- рекомбинацией образовавшихся фотопар на поверхностях и в объёме ФЭП; 5.- внутренним сопротивлением преобразователя

Для уменьшения всех видов потерь энергии в ФЭП разрабатываются и успешно применяются различные мероприятия. К их числу относятся:

а) направленное улучшение свойств полупроводниковой структуры путём её оптимального легирования и создания встроенных электрических полей,

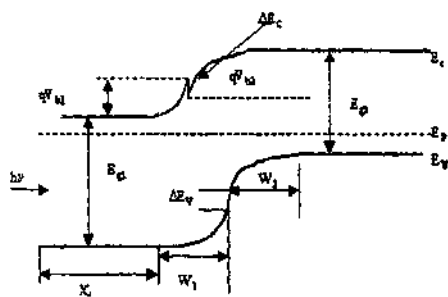
б) переход от гомогенных к гетерогенным и варизонным полупроводниковым структурам, в) использование полупроводников с оптимальной для солнечного излучения шириной запрещённой зоны, г) разработка ФЭП, прозрачных в длинноволновой области солнечного спектра за краем основной полосы поглощения, д) создание каскадных ФЭП из специально подобранных по ширине запрещённой зоны полупроводников, позволяющих преобразовывать в каждом каскаде излучение, прошедшее через предыдущий каскад, и пр.

В качестве наиболее вероятных материалов для фотоэлектрических систем преобразования солнечной энергии СЭС в настоящее время рассматривается кремний и арсенид галлия (GaAs), причём в последнем случае речь идёт о гетерофотопреобразователях (ГФП) со структурой AlGaAs-GaAs.

Гетероструктурные СЭ на основе GaAs имеют более высокий КПД, чем кремниевые (монокристаллические и особенно аморфного кремния).

Гетероструктурные СЭ на основе GaAs имеют более высокий КПД, чем кремниевые (монокристаллические и особенно аморфного кремния).

Рисунок 1 – Диаграмма энергетических зон p – n гетероперехода в состоянии термодинамического



равновесия.

КПД арсенид - галлиевых солнечных батарей доходит до 35-40%. Их максимальная рабочая температура - до +150о С, в отличие от + 70 о С - у кремниевых батарей. Их теоретический КПД выше, так как ширина запрещённой зоны у них практически совпадает с оптимальной шириной запрещённой зоны для полупроводниковых преобразователей солнечной энергии 1,4 эВ. У кремниевых этот показатель 1,1 эВ. [2 -5].

Гетеропереходы представляют собой переходы, образующиеся при контакте двух различных полупроводников. Фотоны с энергией, меньшей Eg1, но большей Eg2, будут проходить через слой первого полупроводника, который играет роль оптического окна, и

поглощается во втором полупроводнике. Носители, генерируемые излучением обедненного слоя и в электронейтральном объеме полупроводника в пределах диффузионной длины от перехода, будут коллектироваться переходом подобно тому, как имеет место в солнечных элементах с $p - p -$ гомопереходами. Фотоны с энергией, больше E_{g1} , поглощаются в первом полупроводнике, и переход будет коллектировать носители, генерируемые этим излучением на расстоянии от перехода, не превышающем диффузионную длину, либо непосредственно в области пространственного заряда.

Преимущества солнечных элементов с гетеропереходами перед обычными солнечными элементами с $p - n$ -переходами состоят в следующем:

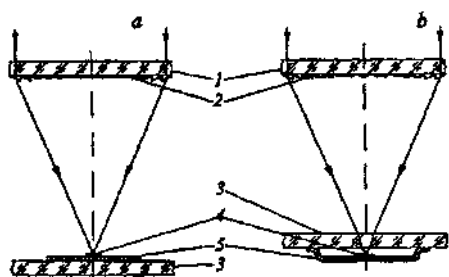
1) в увеличении спектрального отклика в коротковолновом диапазоне при условии, что энергия E_{g1} достаточно велика и фотоны с высокой энергией поглощаются в обедненном слое второго полупроводника;

2) в понижении последовательного сопротивления при условии, что первый полупроводник можно сильно легировать, не ухудшая при этом условия прохождения света через него;

3) в высокой радиационной стойкости, если первый слой полупроводника достаточно толстый и полупроводник имеет широкую запрещенную зону.

Имеет место и новое направление в солнечной фотоэнергетике – это преобразование концентрированного солнечного излучения. Использование концентраторов излучения изготовленных из дешевых материалов, в сочетании с высокоэффективными концентраторными СЭ малой площади позволяют поднять эффективность преобразования солнечного излучения и снизить стоимость вырабатываемой фотоэлектрической установками энергии, а, следовательно, открывает путь к широкому применению фотоэлектрического метода преобразования концентрированного солнечного излучения.

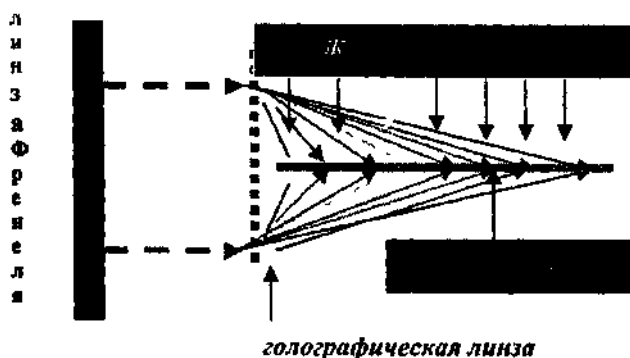
В физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе РАН, рассмотрены два основных аспекта, определяющих конструктивный облик солнечного концентраторного модуля



трехкаскадными наногетероструктурными фотоэлектрическими преобразователями Рисунок 1. Варианты схем модулей: 1- фронтальная стеклянная панель; 2 - силиконовый профиль линз Френеля; 3 - тыльное стеклянное основание; 4 - ФЭП; 5 - теплопроводящая пластинка на теплопроводящей пластине,

ФЭП — это условие эффективного концентрирования излучения линзами Френеля и условие эффективного отвода тепла от ФЭП. Определены конструктивные параметры соответствующих элементов модуля. Каждый модуль состоит из фронтальной панели малоразмерных линз Френеля и соответствующего количества ФЭП с многослойной структурой на основе материалов $InGaP/GaAs/Ge$.

В результате получено увеличение более чем в 2,5 раза количества электроэнергии, вырабатываемой с единицы площади СФЭУ (за счет большей эффективности и слежения за Солнцем) по сравнению со стационарными кремниевыми солнечными батареями.



В КазНТУ на кафедре общей и теоретической физики была разработана методика получения концентратора солнечного излучения на основе голографической технологии [6].

Рисунок 3 Показаны возможности голографического оптического элемента интегрировать и фокусировать разные частоты (длины волн) вдоль оптической оси.

Отличительной особенностью предлагаемого прибора является то, что она наряду с фокусирующими свойствами обладает еще диспергирующим свойством, разрешающую способность, которой можно менять в необходимых пределах. Принципиальная схема работы устройства представлена на рис.3

На рисунке 3 линза Френеля служит для увеличения количества падающей световой радиации на голографическую диспергирующую линзу – концентратор, где она разлагается на спектр от инфракрасного излучения до ультрафиолетового, тепловая часть ее отводится сразу же за голографической линзой – концентратором. Остальные, сфокусированные вдоль оптической оси длины волн, фокусируются на фотоприемниках с соответствующей шириной запрещенной зоны, где оптимально и преобразуются в фототок. При соответствующем подборе фотоприемников с оптимальной шириной запрещенной зоны суммарный коэффициент преобразования может составить 40 – 50 % , а если утилизировать и тепловую часть (ИК – излучение), то общий КПД повысится еще на десятки процентов. Линза Френеля для сбора излучения необходима не только для увеличения интенсивности радиации падающей на диспергирующий концентратор и далее на фотоприемники, но и для того, чтобы извлечь оптимальный коэффициент преобразования при ее данных технических параметрах и не увеличивать число работающих, дорогостоящих полупроводниковых преобразователей, а также и количество диспергирующих и фокусирующих концентраторов более трудоемких в производстве, чем линза Френеля. Так как тепловая часть излучения может свободно отведена от полупроводниковых приборов (ПП) и даже утилизирована, то проблем с перегревом ее не может быть даже при большой концентрации световой энергии. Хотя, в любом случае можно и нужно ее оптимизировать в силу различных экономических и физических причин. Таким образом, главное в этом предложении - отвод тепловой части излучения от фотоприемников; создание комфортного условия работы ПП приборам в смысле соответствия длины волны радиации естественной ширине запрещенной зоны фотоприемников и, как следствие, максимальной КПД; совмещение в одном приборе двух оптических функций – диспергирование и фокусировка радиации, а разрешающая способность концентратора как спектрального прибор, а также и другие физические параметры при необходимости могут быть изменены в желаемую сторону для создания гибридного оптического прибора. Предлагаемый прибор также может работать как преобразователь световой энергии в электрическую энергию, будучи тиражированный на гибкой полимерной основе.

Литература

1. Уразалинов Ш.А., Председатель КЭА, к.т.н. Энергоэффективность и энергосбережение - показатели эффективности экономики
<http://www.keakz.kz/readArticle.php?did=256>
2. Жорес Алфёров. Полупроводниковые гетероструктуры — основа развития современной электроники и высокоэффективной энергетики
<http://www.pereplet.ru/text/metelskaval8.html>
3. Андреев В.М., Грилихес В.А., Румянцев В.Д. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. Л.: Наука, 1989.
4. Алфёров Ж.И., Андреев В.М., Румянцев В.Д. // ФТП. 2004. Т. 38. Вып. 8. С. 937–948.
5. Alferov Zh.I., Andreev V.M., Rumyantsev V.D. // High-Efficient Low-Cost Photovoltaics. Springer Ser. in Opt. Sci. 2008. Vol. 140. P. 101–141.
6. Андреев В.М., Давидюк Н.Ю., Ионова Е.А., Покровский П.В., Румянцев В.Д., Сатчиков Н.А. Оптимизация параметров солнечных модулей на основе линзовых концентраторов излучения и каскадных фотоэлектрических преобразователей //Журнал технической физики, 2010, том 80, вып. 205;06;07;12
7. А.С.№ 1608614.27.88. Кусаинов С.Г. Способ получения пропускающих голограмм восстанавливаемых белым светом; Бюл. изобрет. № 4, 15.12.94; РК. Бюл. изобрет. № 43.1990. с. 178-179; Патент №167 РК.15. 09.94; Патент №1608814. Россия. 17.04.96.

