

Федеральная целевая программа

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»

Энергоэффективность, энергосбережение и ядерная энергетика

Тема: «Разработка фотоэлектрических гетероструктурных преобразователей на основе кристаллического и аморфного кремния с конкурентными на мировом рынке энергетическими и экономическими показателями»

Соглашение 14.607.21.0075
на период 2014 – 2016 гг.

Руководитель проекта: Зав. лабораторией, Е.И. Теруков

Получатель субсидии: ФТИ им. А.Ф. Иоффе

Цели и задачи проекта

- Разработать научные основы технологии и конструкции фотоэлектрических гетероструктурных преобразователя (ФЭПГ типа HIT) на основе кристаллического и аморфного кремния для солнечных элементов и модулей с технико-экономическими характеристиками, обеспечивающими конкурентные преимущества на российском и мировом рынках по эффективности (не менее 20 %) и низкой стоимости удельной мощности.
- Актуальность проекта обусловлена планами промышленного выпуска ФЭПГ типа HIT Индустриальным партнер данного проекта (ООО «Хевел»). При успешной реализации потребителями ФЭПГ будут также участники конкурса по реализации Постановления Правительства РФ 449 от 28 мая 2013г. в рамках выполнения Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 г. N 1-р «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года».
- Научная новизна содержится в поисковых исследованиях по разработке основ технологии создания фотоэлектрических гетероструктурных преобразователей и модулей (ФЭПМ) на основе ФЭПГ и их физических исследованиях по определению новых путей реализации эффективных и надежных ФЭПов. Высокая эффективность ФЭПГ типа HIT будет получена путем использования запатентованных технологий пассивации интерфейсов и плазмохимического осаждения аморфных слоев, а низкую стоимость – удешевлением технологии, использованием промышленного оборудования и потенциально большим объемом производства солнечных модулей (до 1 ГВт в год) в условиях завода Новочебоксарска.

Ожидаемые результаты проекта

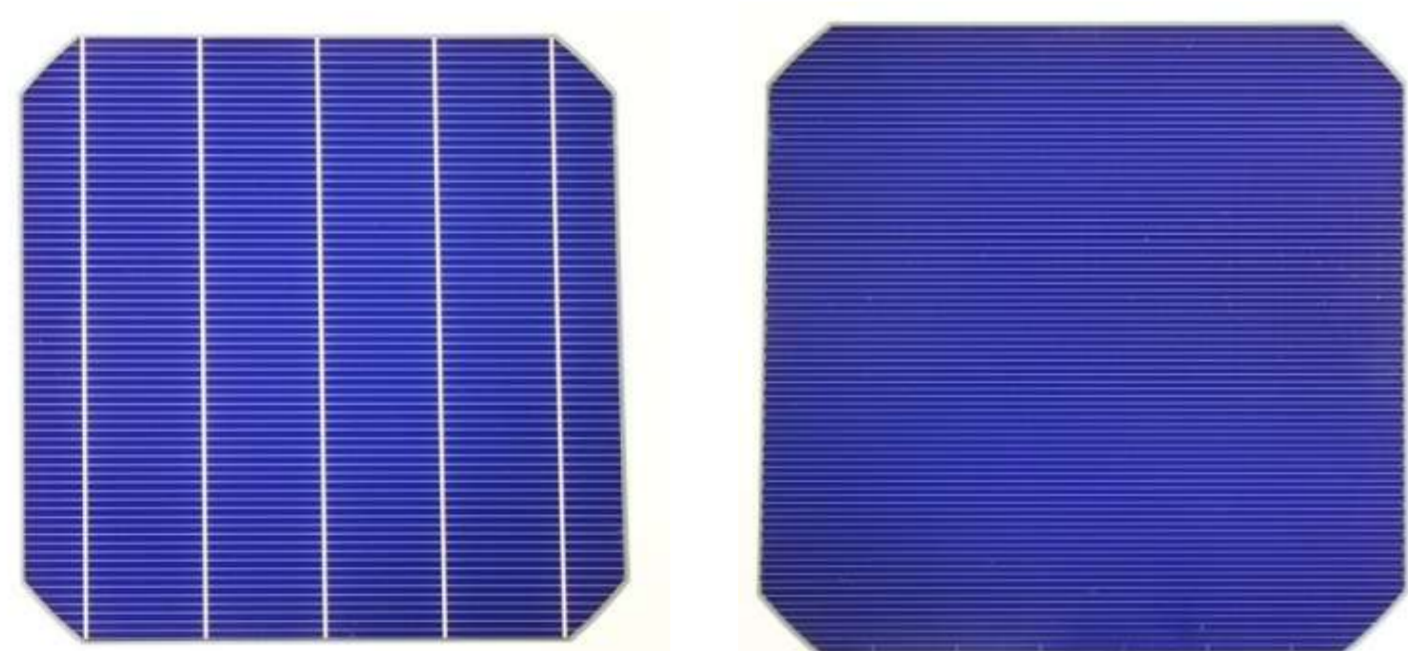
- будет достигнута высокая эффективность ФЭПГ (> 20%), изготовленных на промышленном оборудовании, по сравнению с монокристаллическими ФЭПами (15%) и тандемными тонкопленочными (10 %);
- будут изготовлены ФЭПГ размерами 156*156 мм², что больше по сравнению с обычно используемыми в технологии ФЭПов на основе моно и поли- кремния 125*125 мм², модули будут состоять из 60 ФЭПГ;
- будут разработаны ТЗ на ОТР «Плазмохимическая технология высокоэффективных ФЭПГ», ТЗ на ОКР «Конструкция ФЭПГ модуля» .

Перспективы практического использования

- Потребителем ожидаемых результатов прежде всего является Индустриальный партнер данного проекта (ООО «Хевел»). Далее, при успешной реализации проекта строительства завода солнечных модулей в Новочебоксарске, потребителями будут участники конкурса по реализации Постановления Правительства РФ 449 от 28 мая 2013г. в рамках выполнения Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 г. N 1-р «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года».

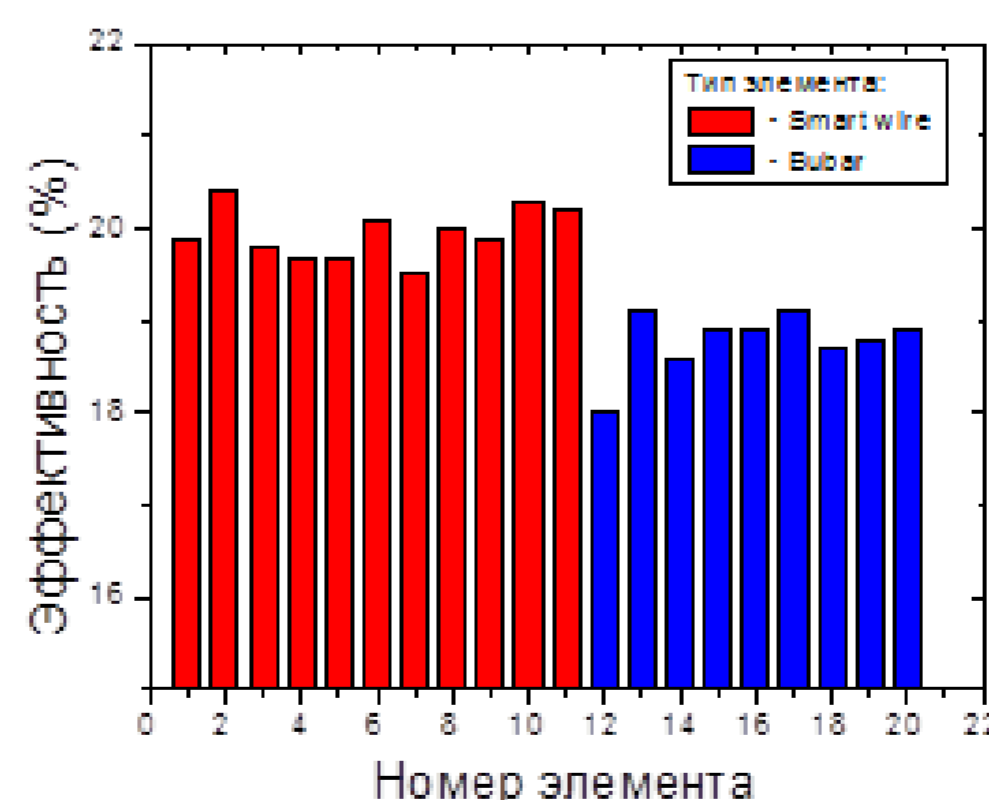
Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

- 1 Разработаны методики испытаний подложек ФЭП, ФЭПов. Проведен анализ эффективности измерений напряжения холостого хода, фактора заполнения, КПД.
- 2 Проведены испытания подложек ФЭП. Предельные значений КПД достигаются при 200 – 250 К, при росте тока короткого замыкания в диапазоне от 80 К до 400 К.
- 3 По результатам испытаний сделаны выводы. Оптимизация текстурирования поверхности и легирования базы вблизи $Nd \approx 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ повышает КПД ФЭП на 1.5 %.
- 4 Испытания осуществляют контроль параметров технологий подложек ФЭП и ФЭПов, необходимых для достижения требований ТЗ.
- 5 Результаты испытаний подложек ФЭП и ФЭПов сопоставлены в информационной базе (250 шт).
- 6 Разработаны технических требований к подложкам ФЭП и ФЭПГ.
- 7 Результаты опубликованы в 5 статьях, поданы 2 заявки на патенты, использовано уникальное оборудование фирм Singulus, JRT, Von Ardenne (Германия), Meyer Burger (Швейцария).



ФЭПГ размером 156x156 мм² с контактной сеткой типа «Busbar» и «Smart wire».

Параметры ФЭПГ	Ikz, mA	V _{хх} , В	КПД, %	ФФ, %	P _{max} , Вт
Достигнутый результат	8857.4	0.7177	20.3	76.2	4.846
Требования ТЗ	8690	0.64	20	76	4.78



Эффективность ФЭПГ размером 156x156 мм² с контактной сеткой типа Smartwire (красный) и Busbar (синий)



Пробная загрузка паллеты роботом на заводе ООО «Хевел» в реактор плазмо-химического осаждения Si.

Партнеры проекта

- В обеспечение работ Индустриальным партнером ООО «Хевел» организован «Научно-технический центр тонкопленочных технологий в энергетике при ФТИ им. А.Ф. Иоффе», оснащенный новейшим оборудованием для реализации технологии плазмо-химического осаждения кремниевых пленок различной структуры, которое может быть использовано в работах по формированию ФЭПГ на основе наногетеропереходов a-Si/cz-Si. В данном коллективе имеются наработки по созданию уникальной технологии циклического осаждения слоев аморфного гидрогенизированного кремния, в основе которой лежит принцип временной модуляции процесса роста слоев.
- На кафедрах физики полупроводников и общей физики и молекулярной электроники МГУ им. М.В.Ломоносова проводятся исследования электрических, фотоэлектрических и оптических свойств аморфного и микрокристаллического кремния, процессы генерации, переноса и рекомбинации неравновесных носителей в широкой области температур и в зависимости от типа и уровня легирования с целью определения механизмов этих процессов.