

КАСКАДНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Фомин И.О.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Яцук В.А. – магистр, ассистент кафедры ПИКС

Аннотация. В этой статье рассказывается о работе каскадных солнечных элементов, методах разработки, структуре и видах каскадов. Основные факторы необходимости развития фото-энергетики.

Ключевые слова: каскадные солнечные элементы, фото-энергетика.

Введение. В настоящее время в общественном сознании крепнет убежденность в том, что энергетика будущего должна базироваться на крупномасштабном использовании солнечной энергии, причем в самых разных ее проявлениях. Солнце — это огромный, неиссякаемый, абсолютно безопасный источник энергии, в равной степени всем принадлежащий и всем доступный. Ставка на солнечную энергетику должна рассматриваться не только как беспроигрышный, но в долгосрочной перспективе и как безальтернативный выбор для человечества. Мы рассмотрим в ретроспективном и перспективном плане возможности преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью полупроводниковых фотоэлементов [1].

Основная часть. Для моделирования каскадных солнечных элементов использовалась программа AFORS-HEТ, позволяющая учитывать тип материалов, их электрические и оптические свойства, а также их толщину и степень легирования. Каскадные солнечные элементы состоят из верхнего перехода GaP , подложки Si , играющей роль среднего перехода, и нижнего перехода Ge , соединенных туннельными переходами. Верхний широкозонный слой фосфида галлия поглощает в основном коротковолновую часть спектра солнца, тогда как часть излучения с большей длиной волны поглощается более эффективно в кремниевом и германиевом переходах

На первом этапе лучшие результаты по КПД были получены в механически стыкованных фотоэлементах, хотя все понимали, что действительно перспективными являются фотоэлементы с монокристаллической структурой. Такие структуры ранее разработали сотрудники NREL (США). Используя германиевые подложки, они вырастили методом МОС ГФЭ многослойные согласованные по периоду решетки структуры, в которых верхний фотоэлемент имел $p-n$ -переход в твердом растворе $In_{0.5}Ga_{0.5}P$, а нижний фотоэлемент — в $GaAs$. Последовательное соединение фотоэлементов осуществлялось посредством туннельного $p-n$ -перехода, специально формируемого между каскадами. В дальнейшем к процессу фотоэлектрического преобразования был подключен и третий каскад с $p-n$ -переходом в германиевой подложке [2].

Наногетероструктуры $GaP/Si/Ge$ были выращены на подложках $p-Si$ (001) методом импульсного лазерного напыления. При напылении нанослоев GaP на подложку кремния p -типа проводимости в подложке формируется $p-n$ -переход между подложкой Si p -типа и приповерхностным слоем Si n -типа проводимости, который возникает в результате диффузии атомов фосфора в подложку. Глубина залегания $p-n$ -перехода составляет ~ 120 нм. Следовательно, в процессе импульсного лазерного напыления подложка кремния становится активной, т. е. образуется средний каскад солнечного элемента $n-Si/p-Si$.

Необходимость интенсивного развития фото-энергетики определяют следующие факторы:

- существенная часть стоимости электроэнергии от ТЭЦ не включена в тарифы, а распределена на затраты всего общества и будущих поколений, которые будут лишены ископа-

емых ресурсов. Вследствие этого необходимо признать прямое и косвенное государственное субсидирование традиционной энергетики, загрязняющей окружающую среду;

- фото-энергетика обеспечивает демонополизацию и децентрализацию рынка энергетики, то есть эффективную конкуренцию и поддержку независимых производителей энергии;

- фото-энергетика экономически рентабельна уже сейчас для многих сфер, например, для обеспечения электроэнергией автономных потребителей и для низковольтного электрообеспечения (дежурное освещение, датчики, сенсоры и др.);

- успешное развитие солнечной фото-энергетики в таких странах, как Китай, США, Германия, Италия и многих других, показывает, что после нескольких лет активной государственной поддержки солнечная энергетика может успешно развиваться самостоятельно, благодаря достижению паритета стоимости солнечной и сетевой электроэнергии.

- фото-энергетикой достигнут к настоящему времени ценовой паритет с сетевой электроэнергией в регионах с высокой инсоляцией [3].

Заключение. Солнечная фото-электроэнергетика рождается не на пустом месте. Во многом за счет развития электроники, лазерной техники и электроэнергетики для космических аппаратов создана научно-технологическая база, которая может послужить отправной точкой для развертывания наземной солнечной электроэнергетики на основе полупроводников. Наступает время, когда следует переходить к более широкому инвестированию средств в эту область, соответствующему значимости, которую будет иметь солнечная электроэнергетика в будущем.

Список литературы

1. Тенденции и перспективы развития солнечной фото-энергетики / Алфёров Ж.И., Андреев В.М. [Электронный ресурс] - <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

2. Каскадные солнечные батареи космического и наземного применения / Андреев В.М. [Электронный ресурс] - <https://cyberleninka.ru/article/n/kaskadnye-solnechnye-batarei-kosmicheskogo-i-nazemnogo-primeneniya>

3. Каскадные солнечные элементы на основе наногетероструктур GaP/Si/Ge / Л.С. Лунин, М.Л. Лунина, А.С. Пащенко, Д.Л. Алфинова, Д.А. Арустамян, А.Е. Казакова [Электронный ресурс] - <https://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/47489>

UDC 004.43

CASCADE SOLAR CELLS

Fomin I.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Yashchuk V.A. – master, assistant of the Department of ICSD

Annotation. This article talks about the operation of cascade solar cells, development methods, structure and types of cascades. The main factors of the need for the development of photo-energy.

Key words: cascade solar cells, photo-energetics.