

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
Военно-космической академии
йского
й работе
к, профессор

Ю.Кулешов

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Минтаирова Сергея Александровича

на тему: «Многопереходные гетероструктурные фотопреобразователи на основе материалов A^3B^5 и германия, полученные методом МОС-гидридной эпитаксии», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 «Физика полупроводников»

Многопереходные (каскадные) гетероструктурные фотопреобразователи (солнечные элементы) на основе материалов A^3B^5 и германия более десятка лет широко используются при создании солнечных батарей (СБ) космических аппаратов (КА), что обусловлено их высоким коэффициентом полезного действия (более 27% в условиях массового производства) и возможностью обеспечения требований по радиационной стойкости для сроков активного функционирования КА 10 лет и более. При создании отечественных СБ КА на основе таких фотопреобразователей в настоящее время в основном используются солнечные элементы импортного производства или отечественного производства, но на основе закупаемых за рубежом полупроводниковых структур. Зависимость производства

эффективных СБ КА от импортной элементной базы делает уязвимым решение космических программ, особенно оборонного значения. Поэтому тема диссертационной работы, связанная с решением проблемы освоения отечественной полной промышленной технологии создания высокоэффективных каскадных солнечных элементов (КСЭ), актуальна с практической точки зрения.

Цель исследования заключается в разработке МОС-гидридной эпитаксиальной технологии и научных основ создания высокоэффективных каскадных СЭ различного назначения (космического и наземного). Сформулированные задачи исследования соответствуют достижению поставленной цели.

Достоверность полученных в ходе исследования результатов подтверждается использованием современных методов и программных комплексов математического моделирования процессов в полупроводниковых структурах, высоким уровнем метрологического обеспечения экспериментальных исследований, а также заслуженным научным авторитетом коллектива лаборатории, в которой проводились исследования, и соавторов публикаций.

Большинство полученных в ходе исследования результатов обладают признаками новизны, что в частности подтверждается полученными 12 патентами РФ на изобретение.

Апробация результатов работы представлена в форме докладов на 19 российских и международных конференциях. Основные результаты работы нашли отражение в 19 печатных работах в реферируемых российских и международных журналах.

Практическая значимость работы заключается в разработке и оптимизации конструкции каскадных солнечных элементов на основе изопериодичных полупроводниковых материалов GaInP/GaInAs/Ge, пригодных к крупномасштабному производству, и разработке технологии

создания таких КСЭ с параметрами, находящимися на уровне лучших достижений в этой области.

Содержание положений, выносимых на защиту, соответствует паспорту специальности 01.04.10 «Физика полупроводников».

В целом диссертационная работа является законченным научным трудом, в котором изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для решения проблемы освоения отечественной полной промышленной технологии создания высокоэффективных каскадных солнечных элементов.

В ходе анализа автореферата выявлен ряд недостатков.

1. При постановке задачи оптимизации структуры КСЭ космического назначения целесообразно максимизировать не начальные значения КПД, а значения КПД в конце предполагаемого срока функционирования, т.е. учитывать эффекты радиационной деградации.

2. В разделе «Научная новизна полученных результатов» везде используется термин «впервые». Целесообразно указывать масштаб действия этого термина (в стране, мире, коллективе и т.д).

3. Для обозначения исследуемого объекта – «многопереходного гетероструктурного фотопреобразователя» автор использует два сокращения: ФЭП и КСЭ. Целесообразность введения двух равнозначных по смысловой нагрузке сокращений не является очевидной и несколько затрудняет восприятие текста.

Вместе с тем, отмеченные недостатки не снижают качества достигнутых результатов и научно-прикладной значимости выполненных автором диссертационных исследований.

Вывод: диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Минтаиров С.А. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 «Физика полупроводников».

Отзыв обсужден и одобрен на научно-техническом совете 4 управления
ВИ (НИ), протокол № 17/4/1-2015 от 25 ноября 2015 года.

Начальник 4 управления ВИ (НИ)
доктор технических наук,
старший научный сотрудник

« 1 » декабря 2015 г.

Д.В. Кириченко

Старший научный сотрудник 43 отдела
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

О.И. Чёста