

**Отзыв**  
**на автореферат диссертации Родригеса Веласкеза Гуни**  
**«Однопереходные фотовольтаические гетероструктуры на основе**  
**нитрида и карбида кремния», представленной к защите на соискание**  
**ученой степени кандидата физико-математических наук по**  
**специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния**

Актуальность поиска путей повышения эффективности однопереходных кремниевых солнечных элементов связана с тем, что на сегодняшний день кремниевые солнечные элементы являются основой солнечной энергетики, а однопереходные структуры среди них самые простые и дешёвые. Совершенствование таких солнечных элементов направлено на удешевление солнечной энергетики, увеличения её мощностей и уменьшение риска теплового и экологического загрязнения планеты. Одним из вариантов совершенствования СЭ является нанесение тонких плёнок на кремниевые подложки методом ВЧ-магнетронного напыления. В работе «Однопереходные фотовольтаические гетероструктуры на основе нитрида и карбида кремния» в основном, представлены результаты технологических работ по получению тонких плёнок  $\text{Si}_3\text{N}_4$  и  $\text{SiC}$  и гетероструктур на их основе методом ВЧ-магнетронного напыления. Полученные образцы были тщательно охарактеризованы с привлечением сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, рамановской спектроскопии, малоуглового рентгеновского рассеяния. Основные результаты, полученные в ходе работы над настоящей диссертацией связаны с исследованием фотовольтаических свойств гетероструктур  $\text{Ag/n-Si}_3\text{N}_4/\text{p-Si}(100)/\text{Cu}$  и  $\text{Ag/n-SiC/p-Si}(100)/\text{Cu}$ .

Полученные результаты согласуются с данными, опубликованными в литературе. В процессе проведения исследований была использована стандартная методика исследования АМ 1.5 на солнечном имитаторе ST1000. По результатам электронной микроскопии было обсуждено устройство гетероструктуры солнечного элемента  $\text{Ag} / \text{n-SiC} / \text{p-Si}(100) / \text{Cu}$ . Установлено, что в результате нанесения  $\text{SiC}$  вся область пространственного заряда в полученном СЭ расположена в  $\text{Si}$ . Высота барьера на границе  $\text{Si} / \text{SiC}$ , оцененная по темновым измерениям ВАХ, составила порядка 0.9-1.0 эВ. Нагрузочные характеристики ВАХ для разработанного солнечного элемента демонстрируют коэффициент полезного действия равный 7.22%. Другой заслуживающий внимания результат это получение однопереходного солнечного элемента на основе гетероструктуры смешанный аморфный и нанокристаллический нитрид кремния - кремний р-типа, гетероструктуры солнечного элемента  $\text{Ag/n-Si}_3\text{N}_4/\text{p-Si}(100)/(\text{Ag}/\text{Cu})$ . Актуальность и новизна этого результата подтверждается получением патента на изобретение РФ. Разработанный солнечный элемент был типа металл-изолятор – полупроводник/ инверсный слой (MIS / IL), а вся зона пространственного заряда, находится в  $\text{Si}$ . КПД устройства, определенный по методике АМ 1.5, составил 7.41%.

Имеются замечания: 1). Автореферат содержит некоторое количество опечаток в тексте. 2). В первой главе следовало больше внимания уделить принципам работы и различным конструкциям солнечных элементов. Однако указанные замечания не уменьшают качество проведенных экспериментальных исследований.

Считаю, что диссертационная работа Родригеса Веласкеза Гуни соответствует требованиям ВАК РФ, а ее автор, Родригес Веласкез Гуни заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Старший научный сотрудник  
лаборатории физико-химических  
свойств полупроводников,  
доктор физико-математических наук  
(01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики)

Александр Витальевич Анкудинов

Александр Витальевич Анкудинов  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-  
технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.  
Адрес: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26  
Телефон: (812) 297-2245, +7931-362-4317  
Факс: (812) 297-1017  
Электронная почта: [alexander.ankudinov@mail.ioffe.ru](mailto:alexander.ankudinov@mail.ioffe.ru), [alex\\_ank@mail.ru](mailto:alex_ank@mail.ru)



Анкудинова А.В.  
Подпись \_\_\_\_\_ удостоверяю  
канцелярией   
РАН 05.10.2018г.