

Отзыв на автореферат диссертации Лебедевой Натальи Михайловны на тему: «Физические и конструктивно-технические решения по созданию высоковольтных и лавинных 4H-SiC диодов», представленную на соискание кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников

Перспективность применения карбида кремния для создания приборов силовой электроники была очевидна давно. Однако, долгие годы реализации потенциальных возможностей этого материала препятствовали недостаточно исследованные свойства его поверхности при пост ростовых обработках, необходимых для создания приборов. Традиционные методы приводили к высокой скорости поверхностной рекомбинации, к краевому пробоя и снижению напряжения пробоя приборов. Исследования, проведенные Л.М. Лебедевой в рамках диссертационной работы и направленные на разработку методов создания силовых приборов на основе 4H-SiC, позволяющих реализовать потенциальные возможности материала, безусловно, являются актуальными.

Сильной стороной диссертационной работы является предложенный оригинальный подход решения проблемы избыточных поверхностных токов утечки и краевого пробоя в лавинных диодах с р-п переходом путем создания периферийных полуизолирующих слоев облучением высокоэнергетичными ионами аргона. Проведенное моделирование прибора позволило более точно выбрать необходимые параметры. Кроме того, проведены исследования по созданию маскирующих элементов, позволяющих предотвратить изменение свойств карбида кремния в активной области при облучении. Перспективность предложенного подхода и разработанных методов подтверждена результатами исследования вольт-амперных характеристик (ВАХ) полученных лавинных 4H-SiC диодов. ВАХ определяется диффузионной составляющей тока и демонстрирует напряжение пробоя соответствующее концентрации носителей заряда в активной области 4H-SiC диодов. Использование этого подхода при получении диодов Шоттки с дополнительным расширенным электродом (полевая обкладка) над полуизолирующей областью позволило получить напряжение пробоя 2000В. При этом ВАХ хорошо описываются классической теорией термоэмиссионного тока.

Практически важным для развития силовой электроники, в том числе на промышленном уровне, является разработанный в рамках

диссертационной работы, универсальный метод микропрофилирования 4H-SiC структур с помощью ионно-лучевого и реактивного ионно-плазменного травления, а также научные основы уменьшения краевого поверхностного поля путем создания в мезаэпитаксиальных $p^+ - p - n_0 - n^+$ -диодах прямой фаски. Эти разработки позволили реализовать полевые транзисторы и лавинные диоды с параметрами соответствующими предельным расчетным для карбида кремния.

Научное содержание, обоснованность и достоверность положений вынесенных на защиту сомнений не вызывает, т.к. они сформулированы на основе результатов, представленных на Всероссийских конференциях и в статьях, опубликованных в журналах, входящих в перечень ВАК. Кроме того, все экспериментальные результаты получены хорошо разработанными и апробированными методиками.

Судя по автореферату, диссертационная работа Натальи Михайловны Лебедевой является законченным исследованием, включающим новые и практически значимые результаты. Считаю, что по объему выполненных как экспериментальных исследований, так и моделирования, по востребованности предложенных подходов и разработанных пост ростовых методов для практических применений, диссертационная работа Лебедевой Н.М. полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в области Физики полупроводников. Наталья Михайловна Лебедева заслуживает присуждения ей степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников.

Шмидт Наталия Михайловна

/ Шмидт Н.М./

доктор физ.-мат.-наук,

главный научный сотрудник ФТИ им. А.Ф.Иоффе

(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, 194021, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая 26, Тел. (+7)911-167-12-36, e-mail : Natalia.Shmidt@mail.ioffe.ru)

27.03.2025