

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию  
Шоболовой Тамары Александровны  
«Разработка конструктивно-технологических методов создания  
КНИ МОП- и биполярных элементов ИС с улучшенными параметрами»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
2.2.2. Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники,  
квантовых устройств

Соискатель Шоболова Тамара Александровна в 2010 году окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского по направлению «Нанотехнология» (02.07.2010 г. выдан диплом ВМА 0114805), в 2022 году окончила аспирантуру в этом же университете по специальности «Физика и астрономия» (10.10.2022 г. выдан диплом об окончании аспирантуры 105204 0050191). С 2010 года Шоболова Тамара Александровна работает в Филиале Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» в отделении микроэлектроники в должности инженера-технолога. Диссертация «Разработка конструктивно-технологических методов создания КНИ МОП- и биполярных элементов ИС с улучшенными параметрами» выполнена в ННГУ им. Н. И. Лобачевского.

Целью диссертационной работы Шоболовой Т. А. является разработка конструктивно-технологических решений, направленных на улучшение характеристик следующих элементов интегральных схем: МОП-транзистора (МОПТ), биполярного транзистора и стабилитрона.

Интегральные схемы, обладающие повышенной надежностью, быстродействием и стойкостью к различным видам ионизирующих излучений искусственного и естественного происхождения чрезвычайно востребованы для обеспечения необходимой функциональности и надежности перспективной специальной радиоэлектронной аппаратуры, предназначенной для оснащения изделий военной техники и космических аппаратов. В первой главе работы описана актуальность разработки конструкции МОПТ, биполярного транзистора на структуре типа «кремний на изоляторе» (КНИ) и стабилитрона, характеризующиеся лучшими характеристиками в отличие от их аналогов.

Экспериментальное исследование образцов является дорогостоящим и времязатратным методом. Поэтому сначала было проведено приборно-технологическое моделирование предложенных конструктивно-технологических решений, а затем они апробировались практически. В главе 2 описаны: аналитические формулы, используемые при математическом моделировании, последовательность шагов проведения калибровки моделей имплантации и диффузии примеси, осаждения слоев оксида кремния и поликремния, переноса носителей заряда по экспериментально полученным характеристикам изготовленных образцов. Также описана методика экспериментального исследования элементов ИС, включающая описание используемого оборудования и режимы измерений.

В главе 3 описаны конструктивно-технологические решения в МОПТ с двухслойным поликремниевым затвором, способствующие повышению быстродействия в два и более раза, повышению надежности (за счет увеличения напряжения пробоя подзатворного диэлектрика в  $\sim 4$  раза). Благодаря уменьшению (до двух раз) занимаемой МОПТ площади, удалось повысить степень интеграции при сохранении проектных норм. Было достигнуто увеличение радиационной стойкости к накопленной дозе гамма-излучения, необходимой для создания ИС специального применения. Показана возможность использования таких транзисторов в качестве проходных ключей за счет симметричности областей истока и стока. Предложенные МОПТ были изготовлены и исследованы.

В главе 4 описана конструкция радиационно-стойкого биполярного КНИ-транзистора с высоким статическим коэффициентом усиления  $\beta$ , в том числе после радиационного облучения ( $\beta \cong 65-85$ ). В главе 5 приведена конструкция нового типа управляемого КНИ-стабилитрона, рабочее напряжение которого можно кратно ( $1.8 \div 2.2$  раза) изменять напряжением, подаваемым на дополнительный контакт, обеспечивая возможность управления параметрами стабилитрона.

Соискатель принимала непосредственное участие в разработке конструктивно-технологических решений рассмотренных элементов ИС. Расчеты, исследования, результаты которых изложены в главах 2-5, проведены соискателем лично. По каждому описанному в работе элементу ИС получен патент и опубликована статья ВАК (в том числе Scopus). Результаты диссертации апробированы на международных и всероссийских конференциях.

Считаю, что Шоболова Тамара Александровна несомненно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств.

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой квантовой радиофизики  
и электроники радиофизического факультета  
ННГУ им. Н.И.Лобачевского  
(г. Нижний Новгород).

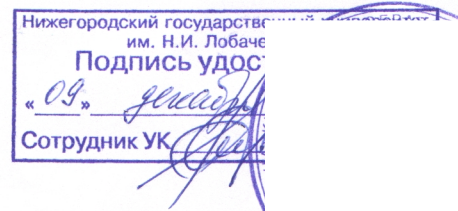
Оболенский Сергей Владимирович

Докторская диссертация защищена по специальности:  
05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные  
компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы  
на квантовых эффектах.

Почтовый адрес: г. Нижний Новгород  
Пр. Гагарина, 23, 603022

E-mail: obolensk@rf.unn.ru

Телефон: 8-952-472-19-46



« 09 » 12 2024 г.