

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сиделева Алексея Владимировича «Разработка детекторов поглощенной дозы ионизирующего излучения с чувствительными элементами на основе р-канальных МНОП-транзисторов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств

Диссертация Сиделева А.В. посвящена разработке полупроводниковых детекторов ионизирующего излучения с требуемыми характеристиками. Полупроводниковые детекторы ионизирующих излучений находят широкое применение в различных областях науки и техники, что определяет важность и актуальность данной тематики. Направления исследований в рамках данной диссертации были сфокусированы на разработке конструкции и технологии изготовления детекторов поглощенной дозы на основе р-канальных МНОП-транзисторов, а также на исследовании и моделировании их основных характеристик. Выбор объекта, направления и методов исследований в диссертации был четко обоснован существующими преимуществами и перспективами применения детекторов на основе МНОП-структур для регистрации дозовых нагрузок в условиях космического применения, в задачах ядерной медицины, на объектах использования атомной энергии, а также при проведении исследований и испытаний с использованием источников ионизирующих излучений.

В диссертации была решена важная научно-техническая задача разработки в рамках единой конструктивно-технологической концепции детекторов поглощенной дозы ионизирующего излучения с чувствительными элементами на основе МДП-транзисторов для широкого спектра условий применения. Необходимость решения указанной научно-технической задачи обусловлена существующими противоречиями, с которыми приходится сталкиваться разработчикам детекторов поглощенной дозы ионизирующего излучения, в частности: ограничение по диапазону регистрируемых значений дозы при повышении радиационной чувствительности; технологические ограничения по толщине создаваемых диэлектрических слоев при попытках повышения радиационной чувствительности за счет увеличения их толщины.

Целью исследований являлась разработка и научное обоснование конструкции затворных систем и режимов работы детекторов поглощенной дозы ионизирующего излучения на основе р-канальных МНОП-транзисторов для различных условий применения. В работе были корректно сформулированы и успешно решены основные задачи, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.

Научная новизна результатов диссертации, определяется следующим:

- впервые предложена физическая модель прогнозирования характеристик (радиационной чувствительности и рабочего диапазона доз) детекторов на основе МНОП-транзисторов, существенно отличающаяся от других существующих моделей тем, что в ней учитывается влияние накопления заряда на границе оксида и нитрида кремния на напряженность поля в слоях диэлектрика, а также на выход заряда в оксиде кремния;

- показано, что накопление заряда на границе $\text{Si}_3\text{N}_4 / \text{SiO}_2$ определяет нелинейный характер дозовой зависимости изменения информативного параметра р-канальных МНОП-транзисторов вследствие снижения выхода заряда из-за уменьшения напряженности электрического поля в SiO_2 и критического увеличения напряженности электрического поля в Si_3N_4 ;

- показан немонотонный характер зависимости радиационной чувствительности детекторов на основе р-канальных МНОП-транзисторов от величины приложенного к затвору отрицательного напряжения, и дано физическое объяснение данному эффекту;

- установлено, что детектор поглощенной дозы ионизирующего излучения на основе р-канального МНОП-транзистора может характеризоваться близкими значениями радиационной чувствительности как при отрицательном, так и при положительном напряжении на затворе, приложенном во время облучения, при этом величина и направление сдвига информативного параметра при отрицательном напряжении на затворе определяется захватом радиационно-индуцированных дырок на границе $\text{Si}_3\text{N}_4 / \text{SiO}_2$, а при положительном – захватом радиационно-индуцированных электронов на границе $\text{Si}_3\text{N}_4 / \text{SiO}_2$ и дырок на границе SiO_2 / Si .

Работа характеризуется ярко выраженной практической направленностью. Практическая значимость результатов определяется, в первую очередь, тем, что в ходе исследований были разработаны и изготовлены детекторы на основе р-МНОП-транзисторов для широкого спектра условий применения, определены оптимальные конструкции их затворных систем, предложены схемотехнические решения по применению данных детекторов, разработаны и изготовлены дозиметры, включающие данные детекторов, для применения в условиях космоса, а также в задачах *in vivo* дозиметрии. Практическая значимость подтверждается внедрением результатов в промышленность при выполнении ряда НИР и ОКР, а также в учебный процесс ВУЗов.

Результаты диссертационного исследования надлежащим образом доведены до научного сообщества путем докладов на российских и международных конференциях и опубликования 9 научных статей, из которых 7 статей опубликованы в рецензируемых журналах из Перечня ВАК и 2 статьи в изданиях, индексируемых в базах цитирования Scopus и Web of Science. Кроме того, опубликовано 20 работ в сборниках трудов российских и международных конференций. Тема диссертации соответствует специальности 2.2.2 Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств. Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

К недостаткам автореферата можно отнести следующее. Несмотря на то, что разработанная физическая модель прогнозирования характеристик детектора на основе р-канального МНОП-транзистора является одним из основных результатов диссертации, в автореферате приведено лишь общее описание данной модели с приведением финального выражения для определения поглощенной дозы по величине накопленного заряда. Однако, указанное замечание несколько не снижает теоретическую и практическую ценность диссертации и не влияет на её высокую оценку в целом.

Считаю, что диссертация Сиделева А.В. является законченным научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Работа соответствует квалификационным признакам диссертации, определяющим характер результатов кандидатской диссертационной работы. Диссертация полностью соответствует всем требованиям Положения «О присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842) в его действующей редакции, а её автор, Сиделев Алексей Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2 «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств» за решение важной научно-технической задачи разработки в рамках единой конструктивно-технологической концепции детекторов поглощенной дозы ионизирующего излучения с чувствительными элементами на основе МДП-транзисторов для широкого спектра условий применения.

Отзыв подготовил
Д.т.н., профессор



Рисованый Владимир Дмитриевич
« 24 » ноября 2025 года

Сведения:

Ученая степень: доктор технических наук по специальности «Металловедение и термическая обработка»

Ученое звание: профессор по специальности «Материаловедение в атомной отрасли»

Должность: Научный руководитель

Организация: Акционерное общество «Научно-исследовательский институт научно-производственное объединение «Луч»

Адрес организации: 142103, Московская область,
г. Подольск, ул. Железнодорожная, д. 24

Телефон: +7(495) 502-79-51, доб.24-80

Адрес электронной почты: VDmRisovanyu@rosatom.ru

Сайт организации: sialuch.com

_____ заверяю:

И.О.К и С.Т.О
БНИКОВА