

Отзыв

на автореферат диссертации Скорнякова С. П. на тему «Низковольтные диффузионные р-п-переходы с туннельным и смешанным механизмами пробоя в технике полупроводниковых приборов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.2. – Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств

Наше предприятие особенно заинтересовано представленными в диссертации Скорнякова Станислава Петровича результатами разработки и производства радиационно стойких аттестуемых ультра-прецизионных стабилитронов (УАПС) серии 2СП101А÷2СП501Д.

В современной аппаратуре систем управления ракетно-космической техники, к которой предъявляются предельно высокие требования по долговременной стабильности точностных характеристик, в том числе и в условиях воздействия специальных факторов, чрезвычайно актуально использование источников эталонного тока построенных на основе УАПС.

В то же время, конструирование рабочих мер эталонного напряжения на основе малошумящих УАПС класса точности 0.0002% позволит повысить общий уровень отечественной метрологии. В настоящее время лидером в производстве зарубежных эталонных мер напряжения является фирма Fluke (США).

В результате проведенных исследований Скорняковым С. П. предложена оригинальная феноменологическая методика расчета прецизионных термокомпенсированных стабилитронов, позволяющая определить площади основного и компенсирующего р-п-переходов и режимы формирования диффузионных р-п структур, т.е. рассчитать систему конструкционно-технологических параметров, достижения цели разработки – создания оптимизированного по всем функциональным характеристикам термокомпенсированного стабилитрона.

В качестве основной технологии изготовления планарных р-п структур основного р-п перехода применена оригинальная технология высокочастотной диффузии мышьяка в сильнолегированный кремний в условиях эвакуированного кварцевого реактора из неограниченного источника, также разработанная Скорняковым С. П. Помимо высокой эффективности, с точки зрения достижения уникальных результатов, данная технология не требует дорогостоящего оборудования, которое используют другие производители ультрапрецизионных стабилитронов, таких как ионная имплантация (используется для

изготовления основного р-n-перехода) и планарно-эпитаксиальная технология (используется для изготовления компенсирующего р-n-перехода).

Разработанная технология диффузии мышьяка позволила получить разброс концентрации легирующей примеси по пластине порядка 1% и разброс напряжения стабилизации порядка 0,05 В. В том числе за счет низкотемпературного отжига нейтральных кластеров вакансионного типа $V_{si}As_2$.

Испытания и производство ультрапрецизионных стабилитронов, в отличие от всех других типов полупроводниковых приборов, требуют наличия высокоточной метрологической базы. По инициативе и под руководством автора на АО «НЗПП Восток» создан прецизионный метрологический комплекс в основе которого лежит мера напряжения класса точности 0,1 ppm, построенная на элементах Джозефсона, т.е. вторичный эталон Вольта.

В работе были получены ультрапрецизионные термокомпенсированные стабилитроны класса точности 2 ppm, с напряжением низкочастотного шума менее 2 мкВ и нелинейностью температурной зависимости напряжения стабилизации менее 250 мкВ, что не уступает и даже превосходит лучшие аналоги, производимые США. Т.е. УАПС-ы конкурентно способны на мировом рынке и обладают очевидным экспортным потенциалом.

Динамические точностные параметры ультрапрецизионных стабилитронов подтверждены Головной организацией Госстандарта РФ – ФГУП «ВНИИМС».

В диссертации Скорнякова С. П. представлены также результаты разработки нового в отечественной электронной технике класса низковольтных кремниевых приборов защиты РЭА от воздействия катастрофических ЭМИ различной природы.

Разработаны принципы создания приборов этого класса. Представлены конструкционные и технологические пути решения проблемы получения ограничителей напряжения. В частности, такие как использование серебросодержащих припоев, способствующих снижению уровня остаточных механических напряжений в спае и тем самым повышению импульсной стойкости ограничителя напряжения. Также представлен механизм отказа ограничителей напряжения, связанный с накоплением механических напряжений в области спае, источником которых является поле структурных нарушений, распространяющееся до области залегания р-n перехода, приводящее к его деградации.

Итогом многогранной научно-исследовательской работы соискателя, подтверждающим практическую ценность работы, служат разработанные впервые в РФ промышленные технологии производства ультрапрецизионных стабилизаторов и надежных ограничителей напряжения, которые используются в ракетно-космической технике.

Изложенные в автореферате результаты научных и технологических исследований достоверны. Основные результаты работы опубликованы в научных журналах, в том числе – в изданиях из списка ВАК, докладывались на многих научных конференциях.

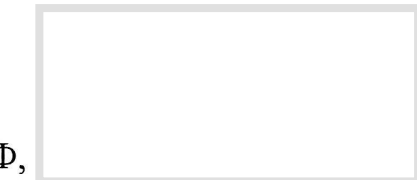
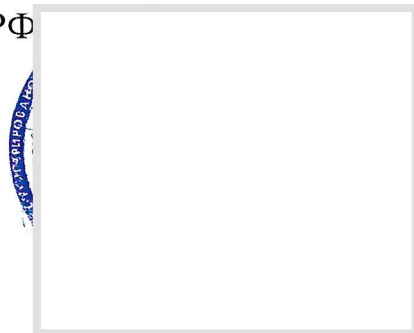
Соискатель является высококвалифицированным специалистом со знаниями в областях физической химии, материаловедения полупроводников и физики твердого тела.

Скорняков С. П. известен научной общественности как высококвалифицированный ученый, разработчик и организатор производства полупроводниковой техники.

Данная работа не имеет недостатков.

Диссертация выполнена на высоком уровне, обладает научной новизной и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям. Скорняков Станислав Петрович обоснованно заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.2 – Электронная компонентная база микро-и наноэлектроники, квантовых устройств.

Генеральный директор ФГУП «НПЦАП»,
доктор технических наук, профессор,
лауреат государственных премий СССР и РФ,
герой труда РФ



Е. Л. Межирицкий
28.10.2021 г.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина (ФГУП «НПЦАП»)

Россия, 117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 1

E.mail: info@nrcap.ru, +7 (495) 330-65-70

*Поступил в совет 18.11.2021 г.
Рез. Юстерман Д.И.*