

ФГБОУВПО «Воронежский государственный
технический университет»

Кафедра полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

52 научно-техническая конференция
преподавателей и студентов ВГТУ

ТЕЗИСЫ
докладов аспирантов, магистрантов,
бакалавров и студентов

(г. Воронеж 14 – 15мая 2012 г.)

Воронеж 2012

52 научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов, магистрантов и студентов. Секции «Физические свойства материалов и элементов электронной техники», «Конструкция и надежность приборов электронной техники»: тез.докл. Воронеж ФГБОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. 32с.

В представленных докладах нашли отражения результаты экспериментальных исследований в области твердотельной электроники и микроэлектроники, проводимых учеными, аспирантами, магистрами и студентами старших курсов кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники Воронежского государственного технического университета

Материалы сборника соответствуют научному направлению «Перспективные радиоэлектронные и лазерные устройства и системы передачи, приема, обработки и защиты информации», отражающему отдельные разделы перечня Критических технологий Российской Федерации, утвержденного Президентом Российской Федерации

Редакционная коллегия:

Воронежский государственный технический университет, кафедра полупроводниковой электроники и нанoeлектроники:

С.И. Рембеза	Заслуженный деятель науки РФ, д-р физ.-мат. наук, проф. - председатель;
М.И. Горлов	Заслуженный конструктор РФ, д-р техн. наук, проф., - зам председателя;
В.И. Митрохин	д-р физ.-мат. наук, проф.;
В.В. Зенин	д-р техн. наук, проф.;
А.В. Строгонов	д-р техн. наук, проф.;
Т.В. Свистова	к.т.н., доцент;
А.В. Арсентьев	ст. преподаватель;
Е.Ю. Плотникова	ассистент.

Рецензенты:

кафедра физики Воронежской государственной технологической академии (зав. кафедрой д-р физ.-мат. наук, проф. Н.Н. Безрядин);

кафедра физики полупроводников и микроэлектроники Воронежского государственного университета (зав. кафедрой д-р физ.-мат. наук, проф. Е.Н. Бормонтов)

© Коллектив авторов, 2012

© Оформление ФГБОУВПО «Воронежский

УДК 621.797

К.Н. Багнюков, С.И. Рембеза, В.А. Буслов, А.В. Ассессоров

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДАТЧИКА ГАЗОВ К АММИАКУ ПУТЕМ ЛЕГИРОВАНИЯ ЕГО СОЛЯМИ Ag

В настоящее время в связи с использованием в производстве опасных для здоровья и жизни человека веществ одним из направлений микроэлектроники является создание полупроводниковых газовых сенсоров. Сенсорные элементы таких систем должны обладать максимально высокой чувствительностью, избирательностью, стабильностью свойств и технологичностью в производстве. В холодильном производстве используется аммиак, в больших концентрациях ядовитый для человека.

Целью настоящей работы является повышение газовой чувствительности датчика газов к парам аммиака в воздухе путем легирования его солями серебра.

Для эксперимента был приготовлен 1 молярный раствор солей серебра (AgNO_3) и воды, который затем наносился на чувствительный элемент датчика токсичных газов, изготовленного по микроэлектронной технологии.

В результате выполнения работы было определено, что датчик газа реагирует на пары аммиака при комнатной температуре. Величина газовой чувствительности определялась как отношение сопротивления чувствительного слоя на воздухе к сопротивлению чувствительного слоя в газе. Газовая чувствительность равна 2.82 относительных единицы при концентрации газа равной 2000 ppm. Это доказывает, что датчик газа позволит выявить утечку опасного газа заблаговременно.

Дальнейшие исследования будут проведены с целью повышения газовой чувствительности к парам бензина, спирта, ацетальдегида, табачного дыма, бутана, сероводорода, угарного газа путем легирования чувствительного элемента другими металлами.

МОДЕЛИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

В исследовании полевых транзисторов на тонких пленках обычно используются несколько основных моделей расчета. Можно проводить расчеты с помощью квадратичной модели, моделей проводящего канала, дискретной модели ловушек, модели расчета по подвижности.

Если расчет проводится с помощью специализированного программного обеспечения, мы задаем входные параметры исследуемого транзистора и на выходе получаем семейство выходных или передаточных характеристик.

В программе AIM-Spice задание на моделирование – это текстовый файл, который состоит из набора предложений входного языка схемотехнического моделирования SPICE, включающих ряд типовых структурных элементов (имен элементов, узлов, масштабных множителей, единиц измерения, номинальных значений, комментариев, операторов).

Программа AIM-Spice может работать с 22 вариантами моделей МОП полевых транзисторов, тип которых задается параметром LEVEL. Каждая модель позволяет задавать параметры, характерные именно для исследуемого типа МОП транзистора.

В данном исследовании основными моделями являются унифицированная внешняя модель тонкопленочного полевого транзистора (ТФТ) на аморфном кремнии, модель ТФТ на поликремнии, модель аморфного ТФТ и модель поликремниевого ТФТ, адаптированные для расчетов ТФТ на металлооксидных полупроводниках.

В ходе построения графиков приведенных моделей мы получили выходные характеристики, согласующиеся с аналогичными измерениями и расчетами других исследователей, а так же с проведенными нами экспериментальными измерениями.

Из графиков можно сделать вывод, что при повышении уровня моделирования увеличивается точность совпадения наших

расчетов с предыдущими работами. Отрицательной стороной является увеличение количества параметров, которые требуются для моделирования.

УДК 621.797

С.В. Овсянников, С.И. Рембеза, А.В. Ассессоров

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛЁНКАХ SnO₂

Для установления особенностей и механизмов релаксации сопротивления в пленке SnO₂ исследовался характер релаксационных процессов после светового и термического воздействия.

Исследования проводились на отоженных тестовых структурах микроэлектронных датчиков газов. Отжиг проводился путём подачи на нагреватель постоянного напряжения равного 5 В, в течении 180 минут, до полной стабилизации сопротивлений чувствительных элементов. Для облучения использовали ультрафиолетовый светодиод ARL2-5213 UVC с длиной волны 400нм и мощностью 76 мВт, который располагался на расстоянии 2 мм от газочувствительной пленки.

В процессе исследования характера релаксационных процессов при термическом воздействии проводились измерения сопротивления чувствительных элементов микроэлектронных датчиков газов без нагрева и при подаче на нагреватель постоянного напряжения. При этом контролировалась температура остывания, путём измерения сопротивления нагревателя, до его стабилизации. Исследования проводились при $U_{пит} = 1В, 2В, 3В, 4В$ и $5В$. Также в течении эксперимента контролировалось сопротивление нагревателя. Были построены графики зависимости $R_{чэ}(t)$ в абсолютных и относительных единицах.

Во время исследования характера релаксационных процессов при оптическом воздействии проводились измерения сопротивления чувствительных элементов микроэлектронных датчиков газов без нагрева и действия света и при оптическом воздействии. При этом контролировалась температура остывания, путём измерения сопротивления нагревателя, до его стабилизации. Были построены

графики зависимости $R_{чэ}(t)$ в абсолютных и относительных единицах.

Таким образом, в результате эксперимента были разделены тепловые и оптические составляющие релаксационных процессов, что способствует более детальному изучению механизмов и особенностей релаксации сопротивления в плёнке SnO_2 .

УДК 546.814.34

С.А. Белоусов, К.Н. Багнуков, С.И. Рембеза

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ДАТЧИКОВ ГАЗОВ

Целью работы является исследование газочувствительных и электрофизических свойств пленок-композигов SiO_2AgO_x .

Пленка SiO_2AgO_x была получена на окисленной кремниевой пластине путем пульверизации жидкого нитрата серебра на ее поверхность. Затем проводился высокотемпературный отжиг подложки с пленкой в печи при температуре 500°C в течении 120 минут. Толщина образовавшейся пленки составила $0,25\ \mu\text{м}$.

Проводились исследования электрофизических свойств пленки SiO_2AgO_x . На четырехзондовой установке было измерено поверхностное сопротивление, которое составило $800\ \text{кОм}$. По известной толщине пленки вычислили удельное сопротивление:

$$\rho = R_s \cdot d = 800\ 000 \cdot 0,25 \cdot 10^{-4} = 20\ \text{Ом} \cdot \text{см}.$$

Используя медную проволоку малого сечения и контактол с удельным сопротивлением $0\ \text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, изготовили к пленке 4 контакта на равном расстоянии друг от друга и измеряли удельное сопротивление по методу Ван-дер-Пау. Удельное сопротивление составило $22,43\ \text{Ом} \cdot \text{см}$, что практически совпадает с результатом по четырехзондовому методу.

С помощью установки для измерения эффекта Холла измеряли подвижность и концентрацию носителей заряда пленки. Их величины соответственно $\mu = 35,3\ \text{см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, $n = 8 \cdot 10^{15}\ \text{см}^{-3}$.

Также проводились исследования газовой чувствительности данной пленки к парам аммиака при комнатной температуре.

Максимальная газовая чувствительность при концентрации аммиака $C_s = 3000$ ppm составила $S = 6$ отн. ед.

Проведенные исследования открывают перспективу использования нитрата серебра в газовых датчиках, для легирования чувствительных элементов изготовленных на основе SnO_2 , что может привести к повышению их газовой чувствительности.

УДК 621.797

С.И. Рембеза, Е.А. Русских

ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСТОВЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК $\text{SnO}_2+1\% \text{ Si}$ В ПАРАХ ЭТАНОЛА В ВОЗДУХЕ

В настоящее время проявляется большой интерес к полупроводниковым датчикам газов на основе диоксида олова. При их относительной дешевизне датчики имеют малые размеры и достаточно высокую чувствительность.

Цель нашей работы заключается в исследовании температурных зависимостей ВАХ тестовых структур микроэлектронных датчиков газов с платиновыми контактами и установить характер отклика на пары этанола в воздухе.

Измерения проводились на тестовых структурах микроэлектронных датчиков газов предварительно отоженных при температуре 350 - 400 °С. Кристалл датчика размером $1 \times 1 \times 0,12$ мм³, содержит платиновый тонкоплёночный нагреватель и контакты встречно-штыревого типа на расстоянии 10 мкм друг от друга, на которые напылен газочувствительный слой SnO_2 .

Исследования ВАХ проводились при комнатной температуре, 75 °С, 100 °С, 125 °С, 150 °С, 175 °С, 200 °С и 225 °С на воздухе и в присутствии трех различных концентраций паров этанола в воздухе 1000 ppm, 2000 ppm и 4000 ppm.

После обобщения данных можно сделать следующие выводы:

а) определены области напряжений и температур, в которых выполняется закон Ома в структуре $\text{SnO}_2+1\% \text{ Si}$

б) для всех исследованных концентраций этанола в воздухе максимальная газовая чувствительность наблюдается в интервале от

150 до 200 °С, причем она возрастает с увеличением концентрации газа;

в) величина максимальной газовой чувствительности изменяется в пределах от 2,5 до 4,7 и является достаточной для использования датчика в устройствах сигнализации опасных газов без дополнительных усиливающих схем.

УДК 539.67:621.315.592

И.С. Карманов, В.И. Митрохин

ГИБРИДНЫЙ ФОТОПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАТОР НА ОБЪЕМНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ.

Разработан, изготовлен и исследован фоточувствительный полупроводниковый пьезоэлектрический резонатор на объёмных акустических волнах, который представляет собой гибридное устройство функциональной электроники, совмещающего в себе свойства чувствительного фотоприемника ИК диапазона и высокочастотного резонансного фильтра оптических сигналов. Отличительной конструктивной особенностью резонатора является отсутствие крепежных элементов пьезоэлектрической пластины. Резонаторный элемент в виде прямоугольной полупроводниковой пластины высокоомного GaAs пьезоэлектрического среза крепится на краях прорези в подложке из высокоомного полупроводника или диэлектрика, как показано на рисунке.



Рисунок - Эскиз гибридного фотопьезоэлектрического резонатора на объёмных акустических волнах: 1 – металлизированная контактная площадка; 2 – подложка из высокоомного полупроводника или диэлектрика; 3 – резонаторная пластина GaAs.

Принимаемый оптический сигнал, попадая на верхнюю плоскость пьезоэлемента 3, вызывает его резонансные продольные колебания за счет эффекта Дембера и обратного пьезоэлектрического эффекта в полупроводниковой пластине при совпадении частоты оптического сигнала с частотой механического резонанса. Выходной сигнал выделяется на электродах 1. Резонатор имеет высокую добротность и устойчивость к вибрациям. Для его производства может быть использована современная планарная технология и технология микроэлектромеханических систем (МЭМС).

УДК 621.382

Е.С. Гетманова, Е.П. Николаева, В.Ю. Голицын

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТАКТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-МОЛЕКУЛЯРНОГО ДАТЧИКА ДВИЖЕНИЯ

В настоящее время электродные узлы для МЭП изготавливаются из платиновой сетки с диаметром проволоки 30-100мкм. Существующая технология накладывает ограничения на дальнейшее уменьшение геометрических размеров электродного узла и является громоздкой по исполнению. Дальнейшее уменьшение характерных размеров электродного узла позволит одновременно с расширением частотного и динамического диапазона снизить энергопотребление и существенно уменьшить стоимость готовых преобразователей, а также ликвидировать разброс параметров.

Целью настоящей работы является разработка такой технологии изготовления электродных узлов, которая позволила бы исключить из конструкции датчика платиновую сетку, так как именно это и накладывало ограничения на дальнейшее уменьшение его геометрических размеров. Изготовление плоских электродных узлов для МЭП на основе толстопленочной технологии с использованием вместо платины графитосодержащий полимер существенно упрощает существующую технологию, а именно исключает из технологического маршрута печь для вжигания пасты, поскольку графитосодержащий полимер не требует вжигания, и уменьшает стоимость готового датчика, так как исключаем платину. Были получены опытные образцы электродных узлов и проведены их испытания.

В ходе эксперимента, в котором снимали и сравнивали вольт-амперные характеристики платинового и графитового электродов в обратимой электрохимической системе $KJ + J_2$, выяснилось, что характеристики полученного образца с использованием графита не уступают характеристикам уже существующих датчиков с использованием платины.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование новой технологии позволит существенно снизить стоимость готового датчика и упростить технологию без потери качества, а так же получить образцы много меньше существующих датчиков за счет замены сетки плоскими электродами.

УДК 621.8

В.И. Митрохин, С.О. Николаева

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ОБСТАНОВКИ СИСТЕМОЙ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

Одним из направлений обеспечения комплексной безопасности человека и инфраструктуры от угроз природного и техногенного характера является технология радиочастотной идентификации (РЧИД) и позиционирования с использованием акустоэлектронных меток на поверхностных акустических волнах (ПАВ).

Наиболее важным параметром РЧИД идентификации является дальность считывания радиометки, определяемая по классическим радиолокационным формулам. Однако опыт эксплуатации первых систем РЧИД на ПАВ показал снижение дальности считывания (d) в процессе эксплуатации. В результате анализа было установлено, что снижение дальности, зависящее от электрических параметров проводимости (σ) и диэлектрической проницаемости (ϵ), обусловлено потерями в полупроводящей среде на радиометку, (таб.).

Снижение дальности считывания в зависимости от параметров полупроводящих сред.

Среда	Снег (-1С)	Снег (-10С)	Лед	Сель	Уголь (бурый)	Уголь (каменный)	Уголь (антрацит)
ϵ	2	3	1.2	5-10	10	15	15
$\sigma, (\text{Ом}\cdot\text{м})^{-1}$	10^{-6}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^2	10^3

Снижение дальности считывания	Менее 1%	Менее 2%	Менее 2%	25-50%	Более в 2 раз	Более 10 раз	Более 100 раз
-------------------------------	----------	----------	----------	--------	---------------	--------------	---------------

Видно, что наличие чистого снежного покрова на метке практически не сказывается на дальности считывания метки, но для загрязнённого снега ($\epsilon=10$; $\sigma=10^{-2}$ (Ом·м)⁻¹) наблюдается снижение дальности считывания до 50%.

Для рудоносных пород и каменного угля имеет место значительное снижение дальности считывания на 2 и более порядков, что делает неприменимым данный метод для таких сред.

УДК 621.382.323

Л.В. Ремнева, А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова, С.И. Рембеза

ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА МЕТАЛЛООКСИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Внешний вид тонкопленочного полевого транзистора (ТФТ) обычно напоминает резистор. Основными рабочими плоскостями классического прибора являются его длина L и ширина W (толщина транзистора обычно не играет важной роли). Сбоку расположен третий электрод – затвор – который используется в трехполюсном приборе.

В идеальном транзисторе ток от затвора на резистор не течет, и затвор играет роль модулятора плотности заряда в резисторе. Когда в резисторе образуется большое количество свободных зарядов, говорят, что канал сформирован. При наличии большой плотности свободных зарядов резистор становится проводящим, и большие внешние токи могут быть получены для относительно малых смещений на затворе.

Хотя прибор практически полностью симметричен, электроды резистора часто называют «сток» и «исток» для определения их функционального назначения в электронных схемах. Исток (часто соединен с землей) является электродом, который выпускает большинство носителей.

Например, в ТФТ с каналом р-типа (дырочном), исток смещен в положительную сторону. Дырки, испускаемые этим истоком, перемещаются через резистор и стекают на сток с другой стороны.

Выходной ток I_{ds} является функцией от напряжения сток-исток (V_{ds}) и напряжения затвор-исток (V_{gs}). Так как исток часто заведен на землю, подстрочный индекс «s» может быть опущен. (В этой работе используются V_{ds} и V_{g} .) По этой причине есть два типа измерений: Или напряжение на затворе постоянно и изменяется напряжение на стоке, в результате получаем так-называемые «выходные кривые», или простые ВАХи; или напряжение на стоке постоянное и затвор изменяется, получая «передаточные кривые».

УДК 621.382

Е.К. Кайгородова, С.И. Рембеза, Т.В. Свистова, В.М. Аль-Тамеми

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПРОТЕКНИЯ ТОКА В ПЛЁНКАХ SnO_2 НА ОСНОВЕ ВАХ ТЕСТОВЫХ СТРУКТУР

В настоящее время возрастает спрос на портативные газовые датчики в связи с необходимостью их широкого использования в различных отраслях науки и техники, для контроля загрязнения окружающей среды. Все это стимулировало в последние годы развитие исследований в области полупроводниковых газовых датчиков во всем мире. Работа датчиков зависит от механизмов протекания тока в чувствительном элементе (плёнке SnO_2) и влияния газов на эти механизмы.

Целью нашей работы является исследование механизмов протекания тока в плёнках SnO_2 на основе измерения ВАХ тестовых структур. Для исследования использовалось следующее оборудование: два источника питания DCPowerSupplyHY3005, три мультиметра MASTECHMY64, измерительный стенд.

Исследовались вольт-амперные характеристики датчиков газа, которые содержат чувствительный слой на основе диоксида олова, нагреватель-Ti-Pt сопротивлением 28,4 Ом. Чувствительные элементы имеют сопротивления 1,2 и 1,4 МОм.

Измерения ВАХ проводились при различных напряжениях на нагревательном элементе: 0, 1, 2, 3 В, напряжение на чувствительный элемент подавались в интервале от 0,5 до 15 В с шагом 0,5 В. По мере увеличения напряжения на чувствительном элементе увеличивался и ток через чувствительный элемент. Значения тока на чувствительном элементе меняются в пределах от 0 до 25 мкА. Значения тока через чувствительный элемент по мере увеличения напряжения на нагревателе увеличиваются при неизменном напряжении на нем.

С целью определения механизмов токопереноса измеренные ВАХ перестраиваются в координатах: $I/U = f(U)$, $I/U^{1/2} = f(U^{1/2})$, $I/U^2 = f(U^2)$. Установлено, что при комнатной температуре не наблюдается отклонение характеристик от закона Ома, а при повышенных температурах механизм протекания тока требует уточнений.

УДК 621.797

С.И. Рембеза С.В. Гурин

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕТАЛЛОВ В ВАКУУМЕ

Целью настоящей работы является изучение процесса напыления многослойных металлических структур на обратную сторону кремниевых подложек в вакууме, для улучшения условий смачивания при напайки пластин в корпус. Процесс напыления производился на установке вакуумного напыления магнетронного типа LLS-801, при напряжении на катоде 4-6 кВ значении тока 600-800 мА и при значении вакуума в рабочей камере $2 \cdot 10^{-6}$ мБар.

Составы толщины напыляемых металлов в многослойной структуре :

- алюминий (Al), 0.01 [мкм]
- титан (Ti), 0.1 [мкм]
- никель (Ni), 0.3 [мкм]
- серебро (Ag), 0.5 [мкм]

Назначение металлов: из-за плохой адгезии титана с кремнием первым наносится подслои алюминия (порядка 100 Å), который обеспечивает адгезию титана. титан используется для создания барьерного слоя. Пленка никеля служит для распайки контактов, а серебро предохраняет никель от прокисления. После напыления многослойной структуры ее толщина контролируется четырехзондовым методом по величине обратного сопротивления. Непосредственно перед распайкой слой серебра удаляется шлифовкой, чтобы распайка осуществлялась на поверхность никеля. Данная многослойная структура обеспечивает качественную и однородную напайку кристаллов в корпус.

УДК 681.324.687

В.С. Кононов, С.И. Рембеза

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МНОГОРАЗРЯДНЫХ АЦП

Проектирование многоразрядных АЦП является сложной отечественной проблемой, обусловленной отсутствием необходимого технологического базиса, позволяющего реализовать на кристалле весь спектр компонентов (транзисторы, резисторы, встроенные конденсаторы и т.д.) с заданными техническими характеристиками. Особенно остро эта проблема ощущается по отношению к встроенным конденсаторам, без которых ни одна зарубежная фирма не обходится при проектировании многоразрядных скоростных АЦП.

Целью настоящей работы является исследование двухступенчатой архитектуры 12-разрядных КМОП-АЦП, построенной на основе безконденсаторной схемотехники. Исключение составляют два конденсатора во входном УВХ, которые фактически являются МОП-транзисторами с заземленными подканальными областями. Такие конденсаторы даже в

отечественных технологиях имеют достаточно низкую чувствительность к напряжению на затворном диэлектрике (не более 10^{-7} - 10^{-8} В), что соответствует типовым требованиям. Однако МОП-конденсаторы не допускают произвольной коммутации как конденсаторы со структурой «металл-окисел-металл», чувствительность которых, как показывает отечественная практика, на пять порядков хуже требуемой. В зарубежных технологиях эта проблема уже давно решена.

В первой и второй ступенях АЦП используется по 64 компаратора, из которых наиболее чувствительными (не хуже 1 мВ) являются компараторы второй ступени.

В результате выбранного подхода удалось преодолеть ограничения отечественной КМОП-технологии и спроектировать 12-разрядный АЦП, в котором преобразование аналогового сигнала в цифровую форму осуществляется в течение одного такта синхронизации (в отличие от 12-14 тактов в классической конденсаторной архитектуре).

УДК 621.31

Е.А. Антонова, М.И. Горлов

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЦИФРОВЫЕ БИПОЛЯРНЫЕ ИС ТИПА К555ЛА3

Основными активными элементами биполярных интегральных схем (ИС) являются транзисторы и диоды, выполненные на основе *p-n* переходов. С ростом потока излучения уменьшаются коэффициенты усиления и передачи тока эмиттера, возрастает обратный ток коллектора, растет дифференциальное сопротивление диодов в прямом направлении, увеличение прямого падения напряжения и токов утечки. Вследствие этих изменений нарушается нормальная работа всей ИС: снижается помехоустойчивость, ухудшаются шумовые и переключательные характеристики. Поэтому изделия облучаются допустимой дозой по ТУ для конкретного изделия.

Для эксперимента были выбраны 10 ИС К555ЛА3 (четыре элемента 2И-НЕ), имеющие напряжение питания $+5В \pm 5\%$, уровень

логического нуля (U_{OL}) не более 0,4В, выходной уровень логической единицы (U_{OH}) не менее 2,6В. Выполняются в пластмассовом корпусе с 14 выводами и имеют диапазон рабочих температур от -10 до +70⁰С.

Для каждой ИС были измерены на установке ЦИС Л2-60 электрические параметры – U_{OL} и U_{OH} и значения НЧ шума $\overline{U_{ш}^2}$ методом прямого измерения по выводам «общий-выход». После измерений было проведено воздействие рентгеновским излучением на установке УРС-55 мощностью 0,5 Р/с в течение 3ч (доза-5400Р) и в течение 3ч (общая дозасоставила 10800Р), с последующим измерением электрических параметров и значения НЧ шума $\overline{U_{шр}^2}$ и вычисляем коэффициент $K = \overline{U_{шр}^2} / \overline{U_{шнач}^2}$, по которому судят о надежности ИС. Максимальное значение коэффициента К наблюдаются у ИС №2, которую можно отнести к потенциально ненадежным изделиям, а минимальное значение К - №5, которую можно отнести к повышенно надежным изделиям.

УДК 621.31

А.А. Винокуров, М.И. Горлов

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ НА КРИТИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Критическое напряжение питания (КНП) интегральных схем (ИС) – это минимальное напряжение питания, при котором ИС сохраняет свои параметры в пределах, установленных техническими условиями (ТУ).

При воздействии электростатических разрядов (ЭСР) на ИС происходит деградация электрических параметров, таких как выходные напряжения логического нуля и логической единицы, ток потребления, время задержки и т.д., что вызывает нарушение работы интегральной схемы, поэтому в рассматриваемом эксперименте производились воздействия ЭСР допустимого по ТУ потенциала (100 В).

У 10 ИС К1561ТЛ2 (шесть инвертирующих триггеров Шмидта) были определены КНП (ИС считалась неработоспособной при отсутствии изменения логического состояния на выходе при любых входных сигналах). Также были измерены выходные напряжения логического нуля при номинальном и критическом напряжениях питания.

На схемы было осуществлено по 20 воздействий ЭСР обеих полярностей на каждую пару выводов «вход-выход». Через каждые 5 воздействий фиксировались изменения КНП и электрических информативных параметров.

После воздействий ЭСР наблюдалось увеличение КНП, это увеличение составляет незначительную величину по сравнению с напряжением питания (единицы мВ при напряжении питания ~ 1 В). Также наблюдалось увеличение напряжения логического нуля, причём на КНП это изменение носило более выраженный характер, чем на номинальном напряжении питания.

Поэтому представляется более эффективным использование значений электрических информативных параметров на критическом напряжении питания для определения сравнительной надёжности ИС по сравнению с использованием значений КНП.

УДК 621.391.822

Д.М. Жуков, М.И. Горлов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА

Одним из наиболее эффективных методов контроля качества полупроводниковых интегральных схем (ИС) является контроль по параметрам низкочастотного шума. В связи с этим, изучение данного явления является актуальным в настоящее время.

Целью работы являлось изучение влияния электростатического разряда (ЭСР) на низкочастотные шумы (НЧШ) ИС, выполненных по биполярной технологии, а так же изучение возможности выявления потенциально ненадежных ИС с помощью полученных знаний.

Эксперимент проводился на двух партиях ИС – по 10 штук в каждой партии. Для исследования были выбраны ТТЛ ИС типа К155ЛЕ1 и К155ЛН1. На всех ИС измерялся НЧШ до и после воздействия ЭСР, а так же после хранения в нормальных условиях в течение 72 ч и после отжига при $T=100^{\circ}\text{C}$ в течение 1 ч. На ИС типа К155ЛН1 цикл хранения и отжига повторялся два раза.

В результате получилось, что НЧШ ИС, измеренный на различных парах выводов, может как увеличиваться, так и уменьшаться после воздействия ЭСР. С помощью циклов хранения и отжига было выявлено, что конечный результат воздействия ЭСР на ИС является сложением многих эффектов, которые возникают внутри ИС вследствие данного воздействия. Так же был выявлен эффект позднего проявления дефектов, вносимых в ИС электростатическим разрядом, который заключается в том, что шум, измеренный после хранения, мог изменяться в ту сторону, в которую изменялся после воздействия ЭСР.

УДК621.791.3

М.И. Горлов, С.С. Глаголев

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛОВОГО МОДУЛЯ НА ДИОДАХ ШОТКИ

Диоды Шоттки используют переход металл-полупроводник в качестве барьера Шоттки (вместо р-п перехода, как у обычных диодов). Допустимое обратное напряжение промышленно выпускаемых диодов Шоттки ограничено 250 В. На практике большинство диодов Шоттки применяется в низковольтных цепях при обратном напряжении порядка единиц и нескольких десятков Вольт.

В то время как обычные кремниевые диоды имеют прямое падение напряжения около 0.6 – 0.7 В, применение диодов Шоттки позволяет снизить это значение до 0.2 – 0.4 В.

Столь малое прямое падение напряжения присуще только диодам Шоттки с максимальным обратным напряжением порядка десятков вольт. При больших обратных напряжениях, прямое падение становится сравнимым с аналогичным параметром кремниевых диодов, что ограничивает применение диодов Шоттки низковольтными цепями.

Для более широкого и удобного использования был разработан и изготовлен обращенный диод Шоттки, отличительной чертой которого стало обратное размещение анода(снизу) и катода(сверху).

УДК 621.391.822

А.А. Клюкин, Д.М. Жуков, М.И. Горлов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА КМОП ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭСР

Восприимчивые к электростатическим разрядам полупроводниковые приборы и интегральные схемы подвергаются опасности, как в процессе производства, так и в процессе применения. Одним из наиболее эффективных методов контроля качества полупроводниковых изделий является контроль по параметрам низкочастотного шума. В связи с этим, изучение влияния ЭСР на это явление является актуальным в настоящее время.

Целью настоящей работы являлось экспериментальное измерение величины низкочастотного шума микросхем до и после воздействия ЭСР, её зависимости от тока и температуры.

Эксперимент был проведен на двух партиях приборов: логических микросхемах типа К561ЛА7 и программируемых микросхемах типа КР1005ВИ1 (таймер для сервисной системы видеомагнитофонов «Электроника ВМ-12», «Электроника ВМ-53»).

В результате получилось, что низкочастотные шумы имеют похожие характеристики для таких типов приборов, причем при увеличении числа элементов в микросхеме увеличиваются и значения низкочастотного шума. При выдержке приборов в печи при повышенной температуре, предельно допустимой по техническим условиям, уровень шумов для этих типов приборов уменьшается, причем НЧШ имеет тенденцию к меньшему изменению между выводом «общая точка» и любым другим по сравнению с остальными измеренными парами. После хранения приборов в нормальных условиях, уровень низкочастотного шума для всех типов приборов увеличивается, возвращаясь к значениям до выдержки в печи. При увеличении значения тока, текущего через выводы, значение низкочастотного шума увеличивается. После воздействия ЭСР на микросхему уровень НЧШ понижается. Причем уровень НЧШ части микросхем после хранения в нормальных условиях не возвращается к значениям до разряда, что позволяет сделать предположение о выходе приборов из строя.

УДК 621.382.8

Д.А. Герасименко, В.В. Зенин

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ «КРИСТАЛЛ-КОРПУС»

Тепловое сопротивление переход – корпус ($R_{т-к}$) полупроводникового прибора определяется как отношение разности эффективной температуры перехода ($T_{п}$) и температуры основания корпуса ($T_{к}$) в контролируемой точке к рассеиваемой мощности (P) прибора в установившемся тепловом режиме, т. е. измеряемая температура не изменяется по отношению к окружающей среде. Повышение температуры существенно снижает надежность элементов, например, рост температуры перехода кремниевого полупроводникового прибора на 15°C сокращается срок эксплуатации в 2 – 6 раз.

В производстве полупроводниковых изделий (ППИ) используются четыре основных метода измерения теплового сопротивления: оптический, химический, физический и электрический. На практике наиболее широко применяется электрический метод измерения теплового сопротивления.

Отвод тепла от полупроводникового кристалла к окружающей среде осуществляется через соединение кристалла с основанием корпуса, т. е. физическое соединение между кремнием и корпусом, на который монтируется кристалл. Известно, что основным методом монтажа кристаллов ППИ к корпусам является пайка. Наличие зазоров и пустот в паяном шве при эксплуатации приборов приводит к увеличению температуры активной части кристалла, а в конечном итоге к ухудшению электрических характеристик прибора.

Методы измерения теплового сопротивления и температуры в ППИ разделяют на две группы. В первом случае для измерения используется импульсный режим измерения необходимого параметра, зависящего от температуры. Испытуемый прибор разогревается за счет подаваемой мощности в течение заданного времени, затем разогревающий режим снимается и на прибор подается измерительный режим.

Во втором случае измерение температурно-зависимого параметра осуществляется в непрерывном режиме, т. е. в том режиме, в котором задается мощность, разогревающая измеряемое ППИ.

УДК 658.562.7:621.382.8

О.Н. Дубова, В.В. Зенин

КОНТРОЛЬ МИКРОСОЕДИНЕНИЙ И ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Анализ посадки кристаллов:

- Количество, положение, площадь нанесенного адгезива на подложке (анализируются как одиночные точки адгезива, так и сложные контуры) перед операцией посадки кристалла.
- Качество поверхности кристалла перед его посадкой.
- Положение кристалла после посадки по X, Y и углу поворота.

- Качество поверхности кристалла после посадки, в дополнение к вышеперечисленным параметрам добавляется анализ на наличие повреждений от инструмента и частиц адгезива на поверхности кристалла.

- Распределение адгезива по периметру кристалла: объем, форма выдавленного адгезива. Система также анализирует качество ультразвуковой сварки.

Анализ сформированных внутренних соединений. Выборочный или 100%-ный контроль соединений может быть проведен по следующим параметрам:

- Наличие и общее количество петель на контактных площадках.
- Расположение и прямота петли.
- Расположение соединений на контактной площадке (выборочная или 100%-я инспекция).
- Длина «хвостов» проволочного соединения.
- Степень деформации соединения.
- Симметрия деформации соединения (для сварки клин-клин).
- Высота петли, форма петли.
- Наклон и изгиб проволочной петли.

Компания Sonoscan разработала новое программное обеспечение, позволяющее обнаружить дефекты в вертикальных кристалльных сборках методом акустической микроскопии. Особенность разработанного программного обеспечения в том, что оно может отсортировать нужное от помех и обеспечить высочайшую точность и достоверность получаемого изображения, что в последствии приведет к высокому качеству и надежности 3D-изделий.

УДК 621.3.049

М.А. Грибанов, В.В. Зенин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

С развитием полупроводниковой технологии и уменьшением размеров элементов большое внимание уделяется проблеме задержки сигналов в соединительных линиях. В связи с этим, возникла необходимость замены алюминиевой металлизации на медную в производстве современных ИС, в первую очередь

микропроцессоров с элементами субмикронных размеров. По сравнению с алюминием, удельное сопротивление меди $1,7 \text{ мкОм}\cdot\text{см}$ даже при осаждении в узкие канавки ($2,8 \text{ мкОм}\cdot\text{см}$ у алюминия). Кроме того, медь обладает высокой устойчивостью к электромиграции по сравнению с алюминием.

Основные принципы создания схем с медной металлизацией представлены фирмами IBM, Motorola и TexasInstruments на декабрьской международной конференции по электронным приборам (IEDM) в 1997г. Была представлена технология изготовления «медных схем» следующим образом. Первый уровень металлизации для формирования контактов к областям истока, стока и затвора – вольфрамовый. Этот барьерный металл предназначен для защиты активных областей прибора от диффузии меди, а также для улучшения адгезии меди к пластине. Часть вольфрамовых токопроводящих дорожек может быть очень малой длины. Остальная металлизация, в том числе и покрытия сквозных отверстий, - медная.

Переход от алюминиевой металлизации к медной достаточно сложный. При минимизации топологических элементов при увеличении объема меди в структуре требуется более тонкий слой барьерного металла и поддержание эффективного удельного сопротивления.

Основным недостатком меди по сравнению с алюминием является низкая радиационная стойкость металлизации, контактных соединений и, в целом, ППИ. На вопросы применения меди или алюминия в радиационно-стойких ППИ в настоящее время, по нашему мнению, нет ответов. С этой целью необходимо проведение целого комплекса сравнительных исследований.

УДК 621.791.35

А.А. Коробкин, В.В. Зенин

ПАЙКА КРИСТАЛЛОВ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ С ОБРАЗОВАНИЕМ ЭВТЕКТИКИ АЛЮМИНИЙ-ЦИНК

Система Al-Zn имеет необычную фазовую диаграмму: в ней отсутствуют упорядоченные интерметаллические соединения, а неупорядоченный ГЦК – твердый раствор замещения Zn в Al стабилен

до 70 ат. % Zn при высоких температурах. При понижении температуры твердый раствор спинадально распадается на два неупорядоченных ГЦК – твердых раствора, α_1 и α_2 с концентрациями 16 и 58 ат. % Zn соответственно.

Увеличение содержания цинка повышает вязкость расплавленных сплавов Al-Zn при температурах на 50 °С выше линии ликвидуса. Увеличение содержания цинка до 12 % повышает электросопротивление алюминия с 2,985 до 4,206 мкОм·см. Теплоемкость алюминия при 250 – 270 °С в зависимости от концентрации цинка имеет максимальные значения и при 100 и 200 °С изменяется сравнительно мало.

Увеличение содержания цинка до 13,2 % повышает ТКЛР с $2,23 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ до $2,51 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ в интервале температур от 20 до минус 50 °С, а от 0 до 26 % приводит к повышению предела прочности до 380 МПа, предела текучести до 320 МПа.

Для напайки кремниевых кристаллов на основания корпусов СПП рекомендуется использовать технологию, заключающуюся в том, что на паяемые поверхности кристалла и основания корпуса наносят алюминиевую металлизацию, а между кристаллом и корпусом размещают припойную прокладку, представляющую собой сплав 20Zn/80Sn.

Пайку кристаллов с образованием эвтектики Al-Zn со стороны кристалла и корпуса рекомендуется также применять для производства специальных приборов, работающих при высоких температурах. Данный способ пайки требует тщательного анализа алюминиевых покрытий, толщины сплава 20Zn/80Sn(вес. %) и режимов пайки. Перспективным способом формирования алюминиевой металлизации на корпусах является электролитическое алюминирование.

УДК 621.317

К.А. Мухин, В.В. Зенин

ОТВОД ТЕПЛА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ

Существуют две основные группы методов охлаждения ППИ: пассивные и активные. Для пассивных методов характерен естественный путь отвода тепла – конвекцией, теплопроводностью и излучением. В активных методах используется принудительный

теплоотвод с применением вентиляторов, термоохладителей или омывающих жидкостей.

При естественном воздушном теплоотводе примерно 70 % тепла отводится конвекцией, 30 % – излучением. В зависимости от температуры нагретого тела доля теплового излучения составляет от 2 % при 55 °С до 30 % при 150 °С, а при температурах свыше 600 °С тепловое излучение преобладает в воздушном теплоотводе. Принудительная конвекция снижает долю излучения до 2 – 7 %, при этом конструкция охладителя становится более компактной. Естественное воздушное охлаждение имеет низкий коэффициент теплообмена – до 10 Вт/(м·К).

Повышение степени интеграции неизбежно приводит к дальнейшему росту плотности тепловых потоков, т.к. при неизменной мощности ППИ уменьшается площадь излучения. Воздушные системы охлаждения практически исчерпали свой ресурс.

Проведенные нами исследования показали перспективность использования в качестве теплоотвода пленок Ni-C. Проанализированы способы и устройства для отвода тепла СПП. Показана перспективность использования в качестве теплоотвода плёнок из поликристаллического алмаза. Проведены режимы осаждения композиционных покрытий Ni-C и их влияние на количество осажённого на поверхность алмазного порошка. Рассмотрены особенности пайки кристаллов к основаниям корпусов СПП с использованием Ni-C покрытий.

Современной технологией охлаждения является применение термоохладителей, действие которых основано на эффекте Пельтье. При протекании постоянного тока через цепь из двух разнородных проводников в местах контактов в зависимости от направления тока выделяется или поглощается тепло.

УДК 621.3

С.С. Амантаев, А.В. Строгонов

АВТОРЕКОНФИГУРИРУЕМЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ
ЛОГИЧЕСКИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ТИПА
ПРОГРАММИРУЕМАЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ВЕНТИЛЬНАЯ
МАТРИЦА

В настоящее время в связи с интенсивным ростом производства электронных приборов на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и уменьшением размеров электронных приборов стоит вопрос создания автореконфигурируемых ПЛИС для создания динамических устройств в составе системы на кристалле (СнК). Данные устройства должны обладать большим быстродействием реконфигурирования и малыми затратами по количеству транзисторов, объёму на кристалле и потребляемой мощности в отношении к имеющимся логическим элементам самой структуры вентиляционной матрицы.

Целью настоящей работы является разработка эффективной схемы работы автореконфигурируемой ПЛИС с большим быстродействием на реконфигурирование и малыми затратами на реализацию автореконфигурируемости относительно основной структуры вентиляционной матрицы.

В ходе работы построены различные варианты реализации электрических схем в САПР TannerEDA, смоделирована работа устройства. Выявлены недостатки полученных схем – при последовательной реконфигурации мала скорость, при параллельной велики затраты на реализацию электрической схемы.

Дальнейшая работа будет проведена с целью уменьшения времени автореконфигурирования для возможности применения данного устройства в готовых изделиях электронной промышленности.

УДК 621.3

А.В. Строгонов, А.В. Арсентьев, Д.С. Шацких

РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНОГО МЕТОДА ОТБРАКОВКИ ПАРТИЙ ИС ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Любую партию интегральных схем (ИС) можно разделить на триподпартии, имеющие различную надежность: ниже надежности,

указанной в технических условиях (ТУ), соответствующую требованиям ТУ и выше требований по надежности, указанных в ТУ.

В работе предлагается использовать альтернативный метод отбраковки партий ИС основанный на изучении процесса деградации технических характеристик ИС с применением теории нейронных сетей (НС). Однако реализация метода отбраковки на НС является трудной задачей, т.к. традиционная архитектура НС и методы формирования обучающей выборки для них не совсем подходят для распознавания образов, которые изменяются с течением времени. Изначально НС предназначались для распознавания структурных образов. В таких задачах НС демонстрируется образ, состоящий из набора визуальных, семантических или других свойств, и сеть должна распознать входной образ, как принадлежащий одному или нескольким классам.

В качестве объектов исследования выбирались партии высоконадёжных ИС 133 серии, в качестве технических характеристик - статические параметры U_{OL} , U_{OH} , I_{IL} и I_{IH} . Образ партии строился из модифицированной евклидовой нормы вышеперечисленных характеристик. Моделирование эксперимента проводилось в системе MatLab/Simulink. Таким образом, использование модифицированной евклидовой нормы основных характеристик ИС позволило прогнозировать процесс деградации по нескольким характеристикам одновременно.

УДК 621.38

А.В. Строгонов, М.С. Мотылёв

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АНАЛОГА
ПЛИС ТИПА ППВМ XC2000 ФИРМЫ XILINX С
МАРШРУТИЗАТОРОМ L2**

В качестве учебных целей разработана модель ПЛИС типа ППВМ с одноуровневой структурой межсоединений с применением детерминированной технологии соединений single-driver. В системе визуально-имитационного моделирования Matlab/Simulink были реализованы функциональные блоки ПЛИС в формате с фиксированной запятой (точкой) с использованием fi-объектов и языка М-файлов. В автоматическом режиме в Simulink HDL Coderполучен код высокоуровневого языка описания аппаратных средств. Код языка VHDL был задействован для разработки функциональной модели проектируемой ПЛИС в САПР Xilinx ISE. Функциональное моделирование разработанной архитектуры проводилось на кристалле XC3S700AN.

Массив ПЛИС разбивается на «плитки». «Плитка» – минимальная структурная единица. В плитку включают логический блок (ЛБ), два соединительных блока, маршрутизатор. Разработан принцип коммутации межсоединений с использованием L2-маршрутизатора. L2-маршрутизатор обеспечивает длину сегмента межсоединения в два ЛБ. По четырем сторонам маршрутизатора располагаются многовходовые мультиплексоры, в которых сегментируется только лишь одна из двух пар разнонаправленных межсоединений в горизонтальных и вертикальных направлениях. Не сегментируемая пара разнонаправленных межсоединений перекручивается “косичкой” с сегментируемой парой за пределами плитки.

УДК 621.3

С.И. Давыдов, А.В. Строгонов

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ КОНФИГУРИРОВАНИЯ ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕФИРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ

В работе спроектирована модель ПЛИС типа ППВМ и показано, как ее можно сконфигурировать с использованием JTAG-интерфейса. Логический блок, состоящий из 16-входовой таблицы кодировки, может выполнять любую булеву функций четырех переменных. Маршрутизатор трассировочных ресурсов состоит из двух маршрутизаторов типа L2, построенных на основе однонаправленных межсоединений и мультиплексоров. Маршрутизатор позволяет коммутировать 8 горизонтальных и 8 вертикальных однонаправленных межсоединений.

Для конфигурирования ПЛИС предлагается использовать загрузчик на основе схемы JTAG-интерфейса по стандарту IEEE Std 1149.1-2001. Для загрузки конфигурационных данных используется сдвиговый регистр на 64 бита. После загрузки в него данных из памяти происходит конфигурирование ПЛИС.

Использование схемы конфигурирования ПЛИС типа ППВМ на основе JTAG-интерфейса по стандарту IEEE Std 1149.1-2001 позволяет реконфигурировать ПЛИС на “лету”, дает возможность загрузки копии прошивки ПЛИС из регистра захвата в случае сбоев при конфигурировании в условиях воздействия дестабилизирующих факторов. В качестве ячейки памяти управляемой электронным ключом уже используется не шести транзисторная ячейка на базе одноконтурного триггера, а триггер тактируемый фронтом синхросигнала (регистр обновления) что значительно повышает помехоустойчивость схемы конфигурирования ПЛИС, несмотря на увеличение числа используемых логических элементов.

СОДЕРЖАНИЕ

К.Н. Багнюков, С.И. Рембеза, В.А. Буслов, А.В. Ассессоров

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДАТЧИКА ГАЗОВ К
АММИАКУ ПУТЕМ ЛЕГИРОВАНИЯ ЕГО СОЛЯМИ Ag.....3

Е.Ю. Плотникова, С.И. Рембеза
МОДЕЛИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ.....4

С.В. Овсянников, С.И. Рембеза, А.В. Асессоров
РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В ПЛЁНКАХ SnO₂.....5

С.А. Белоусов, К.Н. Багнюков, С.И. Рембеза
МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ДАТЧИКОВ
ГАЗОВ.....6

С.И. Рембеза, Е.А. Русских
ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТЕСТОВЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК
SnO₂+1% Si В ПАРАХ ЭТАНОЛА В ВОЗДУХЕ.....7

И.С. Карманов, В.И. Митрохин
ГИБРИДНЫЙ ФОТОПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАТОР НА
ОБЪЕМНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ.....8

Е.С. Гетманова, Е.П. Николаева, В.Ю. Голицын
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТАКТОВ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-МОЛЕКУЛЯРНОГО ДАТЧИКА
ДВИЖЕНИЯ.....9

В.И. Митрохин, С.О. Николаева
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ОБСТАНОВКИ
СИСТЕМОЙ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА
ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН.....10

Л.В. Ремнева, А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова, С.И. Рембеза
ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ
НА МЕТАЛЛОКСИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ.....11

Е.К. Кайгородова, С.И. Рембеза, Т.В. Свистова, В.М. Аль-Тамеми
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПРОТЕКНИЯ ТОКА В
ПЛЁНКАХ SnO₂ НА ОСНОВЕ ВАХ ТЕСТОВЫХ СТРУКТУР.....12

С.И. Рембеза С.В. Гурин ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕТАЛЛОВ В ВАКУУМЕ.....	13
В.С. Кононов, С.И. Рембеза ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МНОГОРАЗРЯДНЫХ АЦП.....	14
Е.А. Антонова, М.И. Горлов ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЦИФРОВЫЕ БИПОЛЯРНЫЕ ИС ТИПА К555ЛА3.....	15
А.А. Винокуров, М.И. Горлов ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ НА КРИТИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ.....	16
Д.М. Жуков, М.И. Горлов ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА.....	17
М.И. Горлов, С.С. Глаголев РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛОВОГО МОДУЛЯ НА ДИОДАХ ШОТТКИ.....	18
А.А. Клюкин, Д.М. Жуков, М.И. Горлов ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА КМОП ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭСР.....	19
Д.А. Герасименко, В.В. Зенин ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ «КРИСТАЛЛ-КОРПУС».....	20
О.Н. Дубова, В.В. Зенин КОНТРОЛЬ МИКРОСОЕДИНЕНИЙ И ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ.....	21

М.А. Грибанов, В.В. Зенин, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ.....	22
А.А. Коробкин, В.В. Зенин ПАЙКА КРИСТАЛЛОВ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ С ОБРАЗОВАНИЕМ ЭВТЕКТИКИ АЛЮМИНИЙ- ЦИНК.....	23
К.А. Мухин, В.В. Зенин ОТВОД ТЕПЛА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ.....	24
С.С. Амантаев, А.В. Строгонов АВТОРЕКОНФИГУРИРУЕМЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ТИПА ПРОГРАММИРУЕМАЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ВЕНТИЛЬНАЯ МАТРИЦА.....	25
А.В. Строгонов, А.В. Арсентьев, Д.С. Шацких РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНОГО МЕТОДА ОТБРАКОВКИ ПАРТИЙ ИС ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	26
А.В. Строгонов, М.С. Мотылёв РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АНАЛОГА ПЛИС ТИПА ППВМ XC2000 ФИРМЫ XILINX С МАРШРУТИЗАТОРОМ L2.....	27
С.И. Давыдов, А.В. Строгонов РАЗРАБОТКА СХЕМЫ КОНФИГУРИРОВАНИЯ ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕФИРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ.....	28

Научное издание

52 научно-техническая конференция преподавателей и
студентов ВГТУ

В авторской редакции

Компьютерная верстка А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова

Подписано в печать XX.XX.2012.
Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л. XX. Уч.-изд. л. XX. Тираж 150 экз.
Зак. №

ФГБОУВПО «Воронежский государственный технический
университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14