

Исследование надежности полевых транзисторов с затвором Шоттки

М.А.Китаев

*Научно-исследовательский институт «САЛЮТ»,
Нижний Новгород, 603600, Россия*

С.В.Оболенский¹

*Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского
проспект Гагарина 23, Нижний Новгород 603600, Россия*

Исследована надежность полевых транзисторов с затвором Шоттки. Рассмотрены механизмы мгновенного выгорания и внезапных отказов. Особое внимание уделено изучению механизмов постепенного отказа приборов. Предложена технология изготовления, существенно повышающая надежность транзисторов.

1. Выгорание полевых транзисторов с затвором Шоттки (ПТШ)

Одним из хорошо изученных механизмов отказов ПТШ на основе GaAs является механизм выгорания затвора при его включении в электрическую цепь. Причиной такого выгорания является импульс напряжения положительной или отрицательной полярности, возникающий при разряде статического электричества от человека или аппаратуры. Этот вид отказов не зависит от времени или температуры. При определенном уровне организации работы с ПТШ (заземление операторов, обеспечение надлежащего уровня влажности окружающей среды, использование защиты) можно избежать отказов этого типа у малошумящих ПТШ [1].

Высококачественные малошумящие ПТШ, имеющие высокое значение крутизны, из-за наличия конструктивно неизбежных элементов обратной связи между входом и выходом могут неконтролируемым образом самовозбуждаться при рассогласовании в цепях высокой частоты, в которые они включены, или из-за неправильно выбранных режимов работы. Достаточно высокие значения амплитуды возникающих колебаний могут также приводить к выгоранию ПТШ. Как и в первом случае здесь происходит обычно пробой барьера Шоттки затвора. Избегать данного типа выгорания ПТШ помогают оптимизация схем, в которые включаются ПТШ, и разработка правильных методик настройки и регулировки этих схем и устройств.

2. Внезапные отказы

Рассматривая отказы, существенным образом определяющиеся конструктивно-технологическими и физико-химическими особенностями реализации ПТШ, необходимо заметить, что внезапные отказы (скачкообразное количественное изменение характеристик приборов) более характерны именно для малошумящих ПТШ, т.к. они имеют небольшую периферию. Практически любое локальное нарушение металлизационных слоев из-за изменения фазового состава электромиграции, миграции, стимулированной полем, и электрической коррозии более кардинальным обра-

¹ Тел.: +7-8312-656032; Fax: +7-8312-656416; E-mail: obolensk@rf.unn.ru

зом влияет на параметры приборов в случае менее широких ПТШ. Такие отказы зависят от времени и температуры, их можно выявлять в режиме ускоренных испытаний ПТШ и определять степень достоверности их предсказания. Внезапные отказы представляли собой большую проблему для потребителей ПТШ на GaAs тогда, когда в качестве одного из конструкционных материалов при их изготовлении использовался Al (затворная металлизация). Основными предпосылками отказов являлось образование раковин в металлизации, резко уменьшающих ее проводимость.

При переходе к структуре затворов ПТШ типов AuTi, AuPtTi, AuPtW и др. более характерной причиной отказов приборов является электромиграция металла при приложении рабочих смещений к электродам прибора. Внезапность отказа зависит от дефектов фотолитографии. Любое несовершенство края металлизации, приводящее к увеличению напряженности поля в локальной области прибора или к локальному повышению плотности тока, стимулирует электромиграцию материала, изменение проводимости канала ПТШ в микрообъеме и последующее лавинное развитие микропробоя, приводящее либо к закорачиванию электродов прибора, либо к отключению части прибора.

Исключение Al из технологии создания ПТШ, повышение качества фото- и электронно-лучевой литографии практически исключает вероятность внезапных отказов транзисторов [2].

3. Постепенная деградация параметров

Механизмы постепенной деградации параметров ПТШ связаны, в основном, с диффузией примесей или дефектов в объеме GaAs и на его поверхности, а так же с взаимной диффузией GaAs и контактирующих с ним металлов. Использование материалов, имеющих по возможности малые коэффициенты диффузии в GaAs, применение антидиффузионных барьеров (например Pt), использование более качественного исходного подложечного материала, создание приборов, работающих по возможности в менее жестких режимах питающих напряжений, токов и температур – основные пути обеспечения временного дрейфа параметров ПТШ, замедляющих деградацию их параметров, увеличения надежности. Далее приводятся результаты исследования ряда причин, вызывающих деградацию ПТШ.

При изучении характеристик временной нестабильности ПТШ важной проблемой является обеспечение возможности наблюдения эффектов, вызываемых каждым источником этой нестабильности по отдельности. Ниже указана локализация основных источников временного дрейфа параметров ПТШ:

- I, область омических контактов;
- II, поверхность канала;
- III, подзатворная область;
- IV, граница раздела активный слой – буферный слой.

Влияние области III можно исключить, проводя исследования на тестовых приборах без затвора. Используя обработку в 10%-ном растворе NH_4OH , можно исключить влияние областей II [1]. Стабильность во времени омических контактов проверяется в структурах типа $p^+_{\text{к}}-n-n^+_{\text{с}}-n^{++}$ подложка, при этом исключено влияние областей II, III, IV на получаемые результаты.

3.1 Влияние поверхности канала на параметры ПТШ

Любые дефекты или загрязнения поверхности канала ПТШ ведут к высокой плотности поверхностных состояний (подвижные ионы или захваченные электроны), которые формируют поверхностный обедненный слой между истоком, стоком и затвором. При приложении постоянного смещения к электродам прибора часть этого поверхностного заряда движется по направлению к стоку, расширяя область обеднения у поверхности и модифицируя проводящий канал [3].

Ряд исследователей считает, что данный механизм – основная причина временного дрейфа параметров ПТШ с временной константой 10 мин [2]. Другие экспериментаторы делают вывод о том, что поверхностными эффектами можно пренебречь по сравнению с другими эффектами нестабильности ПТШ [1].

В ходе настоящей работы были исследованы 2 типа образцов:

- тестовая структура А без затвора, представляющая собой два омических контакта на основе металлизации AuGe-Au, разделенные каналом, травление которого обеспечивало толщину активного слоя (0,05-0,07) мкм, ширина канала 100 мкм;
- ПТШ с начальным током насыщения 12-15 мА
- ПТШ такого же типа с начальным током насыщения 2-3 мА

Все эти образцы одновременно формировались на 3-х исходных полупроводниковых пластинах САГ МК с концентрацией носителей в активном слое $5 \div 6 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Параметры I_0 , K_y и K_{sh} на этих образцах измерялись до, после обработки в 10% растворе NH_4OH и после 3-х часовой тренировки в рабочем режиме ($U_{uc} = 3 \text{ В}$, $U_{из} = 0 \text{ В}$). Результаты измерений представлены в таблице 1.

Из анализа этих результатов можно сделать следующие выводы:

- вклад поверхности канала в дрейфовую нестабильность параметров исследованных ПТШ не существенен для приборов с высоким уровнем тока (более толстым каналом), для приборов с малым уровнем тока (тонким каналом) он может обуславливать дрейф параметров на величину порядка 30%;
- структуры № 1,2 дали сходные по дрейфовым характеристикам приборов результаты: заметное изменение во времени характеристик ПТШ, изготовленных из них, отсутствует;
- в приборах, изготовленных из структуры 3, действует механизм временной нестабильности, не связанный с поверхностью канала;
- изменение свойств поверхности во времени, если таковое проявляется, сильнее влияет на величины I_0 и K_y , мало изменяя значение K_{sh} прибора.

Поверхность канала, которая при нормальных окружающих условиях дает малый вклад во временной дрейф характеристик ПТШ, как выяснено, совершенно иначе проявляет себя в условиях повышенной влажности (таблица 2) и при повышении концентрации ионов в окружающей атмосфере (таблица 3).

Для получения результатов, приведенных в таблицах, осуществлялся обдув образцов с помощью вентилятора воздухом, струя которого, перед тем как она попала на образец, проходила над емкостью с H_2O (таблица 2) и 10% раствором HCl (таблица 3). В случае образца Б, который находился внутри зондовой измерительной СВЧ головки, обдув осуществлялся через конструкционное отверстие головки.

Табл. 1

Образец	Исходная структура	Параметры до химической обработки			Параметры после химической обработки			Параметры после 3-х часовой тренировки в рабочем режиме		
тип	№	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ
A	1	24.7			24.8			24.7		
A	2	30.5			30.5			30.5		
A	3	29.2			29.3			25.3		
B	1	13.8	6.0	4.1	13.9	6.0	4.1	13.8	6.0	4.0
B	2	13.0	6.2	3.9	13.2	6.2	3.8	13.1	6.2	3.8
B	3	11.4	6.2	3.7	11.5	6.2	3.7	11.0	5.7	3.8
C	1	2.6	4.5	4.4	2.9	4.8	4.4	2.7	4.4	4.4
C	2	2.6	4.2	4.7	3.1	5.0	4.8	2.8	4.9	4.6
C	3	2.8	4.7	5.0	3.2	5.2	4.6	2.2	3.0	5.6

Табл. 2

Испытываемый образец (исходная структура № 2)	Параметры до воздействия			Параметры в конце в течение 10 мин. при обдуве влажным воздухом			Параметры в конце тренировки в течение 1 часа после прекращения воздействия		
$U_{ис} = 3 \text{ В}$, $U_{из} = 0 \text{ В}$	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ
A	30.1			22.0			25.3		
B	14.9	6.4	4.2	10.7	6.0	4.4	12.1	5.8	4.4

Табл. 3

Испытываемый образец (исходная структура № 2)	Параметры до воздействия			Параметры в конце тренировки в течение 30 сек. при обдуве парами 10% HCl			Параметры в конце тренировки в течение 1 часа после прекращения воздействия		
$U_{ис} = 3 \text{ В}$, $U_{из} = 0 \text{ В}$	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ	I_o , мА	K_y , дБ	$K_{ш}$, дБ
A	26.3			35.2			28.9		
B	13.5	6.4	4.0	15.5	6.6	4.1	13.8	6.2	4.0

Выводы, которые можно сделать на основе анализа этих типичных для многих испытаний приборов результатов, таковы:

- наличие среды с повышенным содержанием влаги и/или ионов приводит к резкому возрастанию вклада поверхности канала ПТШ во временную нестабильность параметров ПТШ;
- при наличии среды, с повышенным содержанием влаги и/или ионов возможно как ухудшение, так и улучшение СВЧ параметров ПТШ, уменьшение или возрастание тока через прибор;
- данный эффект является иногда полностью, а иногда частично обратимым. Изменившиеся параметры полностью, а иногда частично восстанавливают свои первоначальные значения после устранения воздействующего фактора.

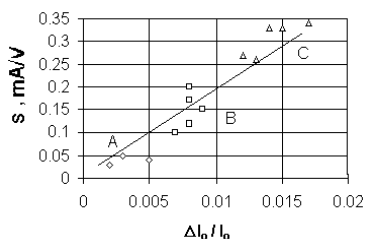
3.2 Влияние подложки и буферного слоя на временную стабильность ПТШ

К настоящему времени существует большое количество статей обзорного и научно-исследовательского характера, посвященных проблеме влияния подложки и буферного слоя на характеристики ПТШ из GaAs, например [1-3]. В статическом случае при подаче на подложку отрицательного смещения модель влияния подложки и буфера на параметры прибора, подтвержденная экспериментальными исследованиями распределения поля методом наведенного электронным пучком тока, такова. В полуизолирующей подложке имеются глубокие уровни (наличие которых связано с присутствием хрома), на которых локализованы захваченные электроны. Такие же уровни с меньшей концентрацией есть и в буферном слое. На границе раздела буфер-подложка фиксируется слой отрицательного объемного заряда, сосредоточенный в приповерхностной области подложки.

На границе раздела буфер-активный слой вблизи поверхности буфера локализована узкая область отрицательного заряда захваченных на глубокие уровни электронов, которая создает в канале ПТШ разную по величине заряда область объемного положительного заряда. При включении прибора центры захвата электронов (глубокие уровни, ловушки) начинают накапливать заряд вследствие изменения распределения электрического потенциала в структуре, создавая зависящую от времени область обеднения на дне канала. Эта область, расширяясь, пережимает канал, что приводит к дрейфу тока с постоянной времени от секунд до часов. В работе [2] установлена прямая связь между величиной дрейфа тока ПТШ и наличием Sg и Fe , создающих глубокие уровни в подложке. Обычно для достаточно качественных структур процесс изменения стокового тока ПТШ контролируется явлениями, происходящими на границе раздела активный слой-буфер, а влияние границы раздела буфер-подложка несущественно.

В ходе настоящей работы исследовалась связь величины эффекта бокового управления током ПТШ для матриц транзисторов, изготовленных из различных структур типа САГ-МК с величиной временного дрейфа тока стока транзисторов. Исследуемая ячейка представляла собой ПТШ, у которого на расстоянии 80 мкм от активной области прибора имелся дополнительный электрод, представляющий собой омический контакт к p^+ -слою структуры размером 30х30 мкм, выделенный на матрице меза-травлением до буферного слоя. Измерения проводились без локального освещения и без подсоединения к затворной площадке транзистора, эмиттерная и коллекторная клеммы характеристикиграфа Л2-56 подсоединялись с помощью

зондового устройства к истоку и стоку транзистора, а базовая клемма – к дополнительному электроду. На сток прибора подавалось напряжение 1,0 В, на дополнительный электрод – ступенька напряжения -2,0 В, при этом определялась крутизна ВАХ исток-сток по боковому электроду т.е. фиксировалась величина $\Delta I/U_{\text{бок}}$, где ΔI – изменение тока исток-сток. Далее отключалось питание дополнительного электрода, отключалось питание стока. После выдержки ПТШ в отключенном состоянии в течение 2-3 минут подавалось питание (1,0 В) на сток транзистора и измерялись величины стокового тока в момент подачи питания и тока I_0 – через промежуток времени 3 минуты. Дрейф стокового тока характеризовался величиной $\Delta I = \Delta I_{01} - \Delta I_{02}$. На рисунке приведены данные, полученные для транзисторов, сформированных на 4-х различных структурах САГ-МК. Как показали эксперименты, область значений $\Delta I/\Delta I_{\text{оср}}$, соответствующих $S_{\text{бок}}$, которая получена для приборов на структуре №4, характерна для подавляющего числа структур САГ-МК. Объяснить наблюдаемую зависимость можно исходя из того, что и величина бокового управления и временной дрейф параметров транзисторов тем больше, чем больше концентрация глубоких уровней на границе раздела канал-буфер [1].



Связь между степенью управления током ПТШ по подложке и временным дрейфом стокового тока.

3.3. Влияние технологии изготовления ПТШ на стабильность приборов во времени

Технологический процесс изготовления ПТШ влияет на временную стабильность изготавливаемых приборов, определяя электрофизические свойства областей ПТШ I, II, III.

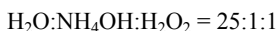
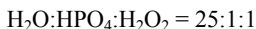
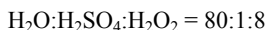
Область I. Стабильность во времени параметров омических контактов истока и стока проверялась путем формирования их в соответствии с технологическим процессом изготовления омических контактов для ПТШ на структуре типа n^+-n-n^+ , выращенной на проводящей подложке типа АГЧТ. Толщина и концентрация свободных носителей для n^+ -слоя составляла 1,0 мкм и $5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Для n -слоя – 0,7 мкм и $5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$.

Как и для ПТШ, рисунок контактов на основе металлизации AuGe-Au ($d = 0,23$ мкм), со стандартным соотношением Ge (12%) и Au (88%) получали методом об-

ратной фотолитографии по напыленной термическим испарением в вакууме металлической пленке при температуре подложки 70°C. После сплавления в среде гелия высокой чистоты при температуре 410°C контактное сопротивление составляло $\rho = 5 \cdot 10^{-5}$ Ом см. Межа-область формировалась химическим травлением и представляла собой круглые диоды с диаметром 20 мкм. С обратной стороны матрицы сплошь наносилась такая же металлизация, которая вплавлялась одновременно с металлизацией омических контактов на лицевой стороне. Несмотря на более жесткий рабочий режим (повышенное значение I_0), изготовленные диоды при плотности тока, соответствующей ее значению в контактах ПТШ, не проявили признаков временной нестабильности в течение трех часов. Таким образом, мы не наблюдали описанного явления электромиграции контактного материала, которое могло быть одной из составляющих полной дрейфовой нестабильности ПТШ.

Область II. Процесс формообразования канала является “предысторией” формирования собственного окисла на поверхности GaAs. В зависимости от особенностей взаимодействия травителя с поверхностного GaAs, характеристик дефектности поверхностей, состава адсорбированных поверхностью атомов и/или ионов, после процесса травления при взаимодействии GaAs с окружающей средой нарастает собственный окисел полупроводника с теми или иными электрофизическими свойствами [1]. В частности, он может содержать подвижные ионы, способные перемещаться под действием электрического поля и/или нагрева прибора [2].

В ходе работы было проведено использование параметров временного дрейфа трех тестовых структур типа А (без затвора) с близкими по величине токами насыщения, отличающихся способом формирования канала. Для травления использовались следующие составы:



Измерения проведены после хранения данных структур в одинаковых условиях в течение 6 месяцев. Непосредственно после изготовления все три структуры не проявляли заметных признаков дрейфа; результаты сведены в таблицу 4.

Табл. 4

Структура	I_0 после изготовления, мА	I_0 через 6 месяцев после изготовления, мА	I_0 после технологической тренировки в течение 3-х часов, мА
1	32.4	30.6	27.8
2	29.9	26.2	22.7
3	33.3	33.0	32.7

Примечание. Напряжение исток-сток $U_{uc} = 3$ В.

Из приведенных результатов ясно, что, во-первых, различные травители создают предпосылки для роста слоев собственного окисла, отличающихся друг от друга по своим э/ф характеристикам. Во-вторых, указанные различия э/ф характеристик этих слоев окисла, в частности, проявляются через различие временных дрейфовых характеристик. В-третьих, используемый при изготовлении ПТШ травитель (№ 3) обеспечивает весьма малый вклад областей П транзистора во временной дрейф в приборе.

Область III. Подзатворная область III в той же степени, что и область II может вносить свой вклад в нестабильность характеристик прибора, так как вследствие несовершенства технологического процесса формирования затвора, в частности, неэффективной подготовки поверхности полупроводника перед напылением, в этой области может существовать окисел, поверхностные состояния, захваченные подвижные ионы [2]. Кроме того, технологические особенности напыления затворного материала и структурные особенности полупроводника могут обусловить наличие дислокации в области затвора. Эти дислокации являются причиной возникновения микроплазменного свечения в области затвора [2], которое всегда наблюдалось нами в виде светящихся точек при подаче на затвор отрицательного смещения, соответствующего выходящей ветви обратной ВАХ барьера.

В районе дислокаций имеются области сжатия и растяжения кристаллической решетки. Для GaAs в области растяжения происходит уменьшение ширины запрещенной зоны и, следовательно, увеличение коэффициентов ионизации носителей. Дислокации в кристаллах являются центрами осаждения примесей, наличие которых может вести к локальным электрическим перенапряжениям. Эти два эффекта и обуславливают возникновение локальных пробоев (микроплазм). Наличие таких локальных участков перенапряжения может привести, в частности, к стимулированию перемещений подвижных зарядов в подзатворной и прилегающей к затвору области, т.е., к повышению временного дрейфа характеристик транзисторов.

Табл. 5

Матрица №	Матрица ПТШ без отжига					Матрица ПТШ после отжига				
	I_{o1} , мА	I_{o2} , мА	ΔI_o , мА	$\Delta I/\Delta I_{o1}$	$\Delta I/\Delta I_{ocp}$	I_{o1} , мА	I_{o2} , мА	ΔI_o , мА	$\Delta I/\Delta I_{o1}$	$\Delta I/\Delta I_{ocp}$
1	20.8	22.0	1.2	0.057		13.6	13.7	0.1	0.0073	
2	20.3	21.0	0.7	0.034		12.5	12.6	0.1	0.008	
3	21.1	21.9	0.8	0.038	0.0548	14.5	14.6	0.1	0.0069	0.0108
4	13.8	15.0	1.2	0.087		11.8	12.0	0.2	0.0169	
5	17.1	18.1	1.0	0.058		13.2	13.4	0.2	0.0151	

Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать выводы о том, что улучшить условия на границе раздела металл-полупроводник барьера Шоттки ПТШ и, в существенной степени, снять механические напряжения в этой области позволяют матрицы с ПТШ после операции формирования затвора. Первый вывод подтверждается снижением дрейфа тока ПТШ приблизительно в 5 раз после термообработки матриц в течение 15 мин. при 320°C в атмосфере водорода.

Второй вывод явно следует из наблюдаемого снижения порога зажигания микроплазм на барьере приблизительно на 30÷50%. Типичные результаты исследования изменения величины дрейфа тока ПТШ после термообработки представлены в таблице 5.

4. Пути повышения стабильности ПТШ и интегральных схем на их основе

4.1. Возможности электротренировки затвора ПТШ

В работе [4] предложен метод уменьшения избыточных обратных токов GaAs ЛПД с барьером Шоттки на участке термогенерации и увеличения однородности пробоя после выдержки диодов в течение определенного времени под обратным напряжением. Результаты объясняются на основе предложенной модели дислокационной релаксации имеющихся в диодной структуре внутренних механических напряжений, стимулированной за счет энергии носителей заряда.

В ходе данной работы предпринята попытка использования данного метода для уменьшения временного дрейфа ПТШ. Модифицируя дислокационную структуру GaAs вблизи барьера, уменьшая механические напряжения в этой области, можно существенно понизить электрические перенапряжения вблизи барьера и тем самым снизить активность подвижных зарядов, имеющихся на поверхности GaAs.

Проведенные эксперименты в этом направлении показали, что оптимальным режимом электротренировки затвора ПТШ обратным током является поддержание величины этого тока на уровне 40 мкА в течение 3-х минут, величину напряжения при этом увеличивают по абсолютной величине, поддерживая постоянство тока. Величина обратного пробивного напряжения после этого возрастает обычно на 20-30%, порог зажигания микроплазм падает примерно на эту же величину. Временной дрейф параметров ПТШ, если он проявлялся до электротренировки в течение 3-х часовой тренировки ПТШ в рабочем режиме, устраняется. Необходимо дополнительно убедиться в том, что надежностные характеристики ПТШ в результате такой электротренировки не ухудшаются.

4.2. Защита активной области ПТШ

В ходе работы было проведено апробирование трех типов защиты активной области ПТШ:

- SiO₂, полученный пиролизом из моносилана при температуре 300°C;
- полисилоксан, нанесенный плазменным ВЧ напылением при комнатной температуре;
- позитивный фоторезист, нанесенный на центрифуге слоем 4 мкм и имидизируемый в течение 1 часа при температуре 250 °C.

Первый из перечисленных вариантов защиты оказался пока несостоятельным по причине плохой адгезии защитного слоя к полупроводнику. Второй вариант оказался неприемлем по причине плохих защитных свойств при технологически доступной толщине SiO₂ и увеличения обратного тока затвора. Третий вариант при толщине покрытия 4 мкм в настоящее время является наиболее подходящим. Продemonстрировав хорошие защитные свойства в среде с повышенным содержанием

влаги и/или ионов, он дал снижение коэффициента усиления ПТШ по отношению к K_y ПТШ без защиты на 0,6 дБ.

Выводы

Результаты проведенных исследований позволяют сформировать ряд основных требований к технологии ПТШ и МИС на их основе, выполнение которых с большой степенью вероятности обеспечит изготовление приборов с минимальным дрейфом параметров. Эти требования таковы:

а) отбраковка исходного полупроводникового материала, исключение из технологического процесса структуры с высокой концентрацией глубоких ловушек на буферной стороне границы раздела активный слой-подложка;

б) технология формирования стабильных во времени контактов;

в) выбор оптимального травителя для формирования канала ПТШ, который обеспечит долговременную стабильность э/ф характеристик образующегося на поверхности GaAs окисла;

г) тщательная технологическая проработка процесса очистки поверхности канала ПТШ перед напылением затвора;

д) оптимизация процесса нанесения затворного материала для получения совершенной границы раздела металл-полупроводник;

е) отжиг матриц ПТШ при температуре до 320°C.

ж) метод электротренировки барьера Шоттки обратным током затвора.

Литература

- [1] Шур М. Современные приборы на основе GaAs. –М.: Мир, 1991, 632 с.
- [2] Полевые транзисторы на основе GaAs –М.: Радио и связь, 1988, 496 с.
- [3] Пожела Ю. Физика быстродействующих транзисторов. –Вильнюс: Москлас, 1989, 264 с.
- [4] Зи С.М. Физика полупроводниковых приборов. –М.: Мир, 1984, 455 с.

The study of Schottky gate field-effect transistor reliability

M.A.Kitaev

Research Institute «SALYUT», Nizhni Novgorod 603950, Russia

S.V.Obolensky¹

Nizhni Novgorod State University, 23 Gagarin Ave., Nizhni Novgorod 603950, Russia

We investigated reliability of the MESFET. Key results presented include the mechanism of random and degradation failure. The technology of the high reliability MESFET was discussed.

¹ Phone: +7-8312-656032; Fax: +7-8312-656416; E-mail: obolensk@rf.unn.ru