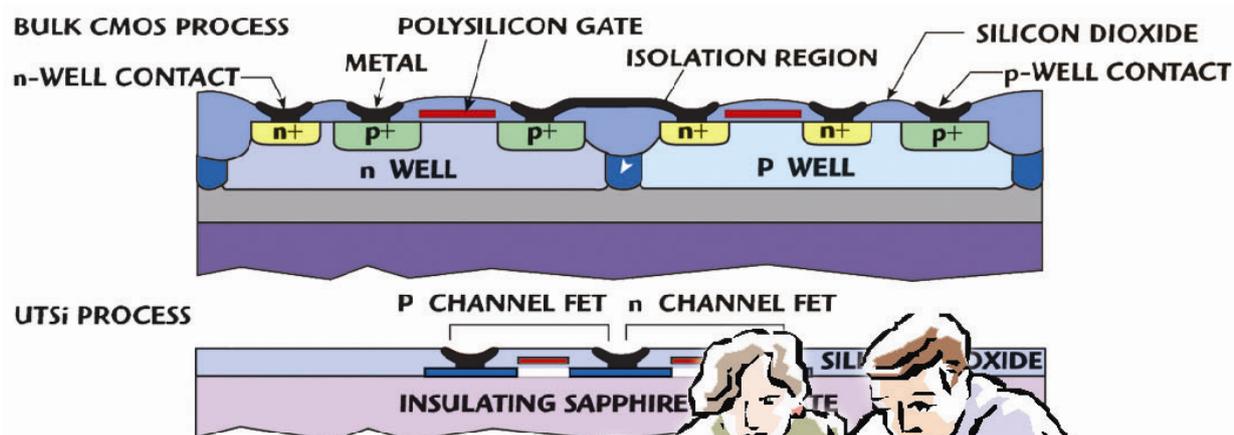


А.С. АДОНИН, К.О. ПЕТРОСЯНЦ

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СО СТРУКТУРОЙ КМОП «КРЕМНИЙ НА САПФИРЕ»



Химия
Москва
2016

Адонин А.С., Петросянц К.О. Интегральные схемы со структурой КМОП «кремний на сапфире». М., «Химия», 2016, 305 с.

Книга посвящена интегральным схемам (ИС) со структурой КМОП «кремний на сапфире», которые являются стратегически важным направлением создания ИС для экстремальных и ответственных применений и одновременно быстро развивающимся перспективным направлением создания больших ИС (БИС) и систем на кристалле (СнК) для мобильных систем связи. В книге рассмотрены следующие вопросы: специфика интегральных схем со структурой КМОП КНС; требования к исходным материалам и КНС структурам; базовые технологические процессы изготовления приборов и схем; типовые конструкции элементов КМОП КНС интегральных схем различных поколений, их электрические характеристики и параметры; методы приборно-технологического и схемотехнического моделирования приборных структур и типовых цифровых и аналоговых схемных фрагментов; основные характеристики и параметры радиационно-стойких КМОП КНС микросхем и БИС отечественных и зарубежных производителей; элементная база и особенности оптоэлектронных ИС со встроенным источником питания.

Книга предназначена для инженеров и специалистов, занимающихся разработкой и применением ИС и БИС, а также для студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

Табл. 37, рис. 142, библиограф. 114 назв.

Рецензенты: академик РАН, д.т.н., президент МИРЭА А.С. Сигов
профессор НИУ МИЭТ, д.т.н., М.А. Королев

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ СО СТРУКТУРОЙ КРЕМНИЙ НА САПФИРЕ	21
1.1 Особенности технологии создания гетероэпитаксиальных структур кремния на сапфире-----	21
1.2. Методы исследования параметров глубоких уровней в структурах КНС-----	32
1.3. Результаты исследования глубоких уровней в структурах КНС, подвергнутых различным видам внешних воздействий -----	39
ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИХ КМОП БИС СО СТРУКТУРОЙ КРЕМНИЙ НА САПФИРЕ	55
2.1. Разработка и исследование технологических процессов формирования радиационно-стойких МОП-структур -----	55
2.2. Базовый технологический маршрут изготовления КМОП БИС КНС SOS2 (длина канала до 4 мкм) -----	73
2.3. Технологический маршрут изготовления КМОП БИС SOS-3 (длина канала 2 мкм) -----	79
ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ КМОП БИС КНС С КОРОТКИМ КАНАЛОМ	89
3.1. Короткоканальные эффекты в КМОП КНС транзисторах -----	89
3.2 Поиск путей совершенствования технологического маршрута с помощью методов математического моделирования -----	100

3.3 Технологический маршрут изготовления КМОП БИС КНС (SOS-4) с длиной канала до 1.5-1.25 мкм -----	107
3.4 SOS-5 двухкарманная технология с самосовершенными затворами на ультратонком кремнии с длиной канала $\leq 0,5$ мкм (UTSi-технология) -----	119
ГЛАВА 4. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА РАДИАЦИОННО-СТОЙКИХ КМОП БИС КНС	130
4.1N- и p-канальные МОП КНС транзисторы, КМОП-ячейки-----	131
4.2 Фотоэлектрические преобразователи на КНС-структурах-----	144
4.3. Стабилитрон, изготовленный по технологии КНС -----	152
4.4 Пассивные RC-цепочки и сенсоры-----	161
ГЛАВА 5. ПОДСИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИХ КМОП БИС КНС	169
5.1. Пятиуровневая методика моделирования радиационно-стойких КМОП/КНС БИС -----	170
5.2 Методика оценки чувствительности исходных КНС – структур к высокотемпературным обработкам и радиационным воздействиям. ---	171
5.3 Приборно-технологическое моделирование с помощью пакета Synopsys TCAD -----	176
5.4. Схемотехнические модели МОП-транзисторов на изолирующей подложке, учитывающие влияние радиационных эффектов -----	191
5.5. Моделирование КМОП КНС БИС с использованием библиотек стандартных ячеек и функциональных схемных блоков -----	233

ГЛАВА 6. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СО СТРУКТУРОЙ «КРЕМНИЙ НА САПФИРЕ»	243
6.1. Радиационно-стойкие КМОП БИС, изготовленные по самосовмещенной технологии на структурах КНС 0,6 мкм (SOS-2) -----	245
6.2. Радиационно–стойкий КМОП КНС базовый матричный кристалл-----	250
6.3 Радиационно-стойкие КМОП БИС, изготовленные по самосовмещенной технологии со «спейсерами» (SOS3)-----	262
6.4 Радиационно-стойкие КМОП БИС КНС, изготовленные по двухкарманной технологии с использованием высокоомного кремния (SOS-4)-----	268
ГЛАВА 7. ЗАРУБЕЖНЫЕ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СО СТРУКТУРОЙ «КРЕМНИЙ НА САПФИРЕ»	274
ГЛАВА 8. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ БИС СО ВСТРОЕННЫМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ.	288
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ	294
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ГЛАВ 1-8	296

Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам рукописи: академику, доктору технических наук А.С. Сигову и профессору, доктору технических наук М.А. Королеву за полезные замечания, учтенные при ее доработке.

Монография подготовлена в результате проведения исследования (№ проекта 15-01-0165) в рамках Программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) в 2015-2016 г.г. и с использованием средств субсидии на государственную поддержку ведущих университетов Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров, выделенной НИУ ВШЭ.

Монография подготовлена в результате проведения исследования (№ проекта 15-01-0165) в рамках Программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) в 2015-2016 г.г. и с использованием средств субсидии на государственную поддержку ведущих университетов Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров, выделенной НИУ ВШЭ.

Монография

Интегральные схемы со структурой КМОП «кремний на сапфире»

Адонин Алексей Сергеевич – главный научный сотрудник
ОАО «НПП «Пульсар»

Петросянц Константин Орестович – профессор НИУ ВШЭ