



Рисунок 3 – ВАХ структуры с пятислойной пленкой титаната бария без освещения (кривая 1) и с освещением (кривая 2)

Таким образом, разработана лабораторная технология формирования пленок титаната бария золь-гель методом. В пятислойной пленке титаната бария, синтезированной золь-гель методом на подложке монокристаллического кремния, после формирования электродов из Ni и облучении видимым излучением был зарегистрирован фототок. Освещение образца привело к изменениям на прямой ветви ВАХ. Полученный образец титаната бария представляет интерес для использования в качестве фотодиодов, фоторезисторов и других фоточувствительных приборных структур.

**Список использованных источников:**

1. Piskunov, S. Bulk properties and electronic structure of SrTiO<sub>3</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, PbTiO<sub>3</sub> perovskites: an ab initio HF/DFT study / S. Piskunov [et al.] // Computational Materials Science. – 2004. – Vol. 29. – P. 165 – 178.
2. Sang-Shik Park. Preparation of BaTiO<sub>3</sub> Films for MLCCs by Direct Vapor Deposition / Sang-Shik Park, Jae-Ho Ha, and Haydn N. Wadley // Integrated Ferroelectrics. – 2007. – Vol. 95. – P. 251–259.
3. Cernea, M. Methods for preparation of BaTiO<sub>3</sub> thin-films / M. Cernea // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials. – 2004. – Vol. 6, №. 4. – P. 1349 – 1356.
4. Preparation and properties of ferroelectric BaTiO<sub>3</sub> thin-films produced by the polymeric precursor method // Journal of Materials Science Letters. – 2000. – Vol. 19. – P. 1457 – 1459.

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ БИПОЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

*Стельмахов Р.В.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Бондаренко В.П. – канд. техн. наук, доцент*

Целью работы является разработка расчетно-экспериментальных методов оценки стойкости биполярных интегральных микросхем к воздействию ионизирующих излучений.

Результаты исследования радиационного поведения интегральных микросхем (ИС) показывают, что их радиационная стойкость определяется радиационной стойкостью составляющих элементов, схмотехническим построением и электрическими режимами работы. Установленные закономерности изменения параметров отдельных элементов микросхем от дозы облучения и знание их взаимосвязи в схеме позволяют определять расчетным путем поведение параметров интегральных микросхем в условиях облучения. Для этих целей может быть использована система машинного анализа радиационной стойкости ИС [1]. Для такого анализа параметров микросхем необходима информация по радиационному поведению параметров их отдельных элементов и в первую очередь транзисторов. Оценку радиационного поведения элементов можно проводить

расчетным путем, имея данные по их конструктивно-технологическому исполнению, рабочему режиму и по величине параметров исходного полупроводника. Однако при таком методе расчета практически не удастся учесть изменение свойств исходного кремния при его технологической обработке в процессе изготовления ИС, а также состояние поверхности планарных транзисторов, которое может существенным образом сказываться на изменении параметров ИС при их облучении. Поэтому для большей достоверности расчета информацию о радиационном изменении параметров элементов схем целесообразно получить экспериментальным путем, затем использовать ее для расчета выходных параметров схем с учетом воздействия радиации. Расчетным путем определяется изменение наиболее чувствительных параметров ИС в зависимости от дозы. При таких расчетах достаточно учитывать радиационные изменения параметров транзисторов, так как изменения параметров диодов и резисторов в меньшей степени влияют на радиационную стойкость микросхем [2, 3].

Оценка радиационного изменения параметров ИС с помощью расчетно-экспериментального метода проводится в такой последовательности: изготовление тестовых структур, например транзисторов с электрическими выводами отдельных элементов; экспериментальное определение зависимости параметров моделей элементов схем от уровней воздействующей радиации; определение статистических характеристик закона распределения параметров моделей элементов в зависимости от уровней ионизирующих излучений; расчет изменения параметров ИС в зависимости от уровней радиации и определение показателей их радиационной стойкости на основе полученных зависимостей характеристик, статистических законов распределения, моделей элементов схем.

Расчет электрических параметров ИС с применением ЭВМ при воздействии непрерывных видов излучения включает в себя: матричные методы формирования математической модели интегральной микросхемы; метод сопряженных градиентов для решения системы нелинейных уравнений; метод статистического моделирования (метод Монте-Карло) для определения показателей радиационной стойкости.

Наиболее сложным при моделировании интегральных схем является выбор моделей активных элементов схем – транзисторов, диодов. Высокую точность расчета можно получить, если модель транзистора учитывает особенности планарных транзисторов микросхем [4]: наличие градиента концентрации примесей в базе; работу транзисторов при высоких уровнях инжекции; диффузию и дрейф носителей в базе; наличие эффекта вытеснения тока эмиттера к периферийной области; малый коэффициент передачи тока в инверсном включении; влияние подложки.

В процессе работы был проведен анализ методов оценки радиационной стойкости элементной базы биполярных интегральных микросхем, где подробно рассмотрены расчетно-экспериментальные методы которые могут быть использованы для прогнозирования дозовых зависимостей изменений коэффициента усиления n-p-n- и p-n-p-транзисторов.

**Список использованных источников:**

1. Зольников В.К. Моделирование реакции ИС при воздействии дозовых нагрузок ионизирующего излучения // *Вопр. атомн. науки и техники. Сер.: Физика радиац. воздействия на радиоэлектрон. аппаратуру*. 2002. Вып. 4. С. 100-101.
2. Коршунов Ф.П. Воздействие радиации на интегральные микросхемы / Коршунов Ф.П., Богатырев Ю.В., Вавилов В.А. – Мн: Наука и техника, 1986. – 254 с.
3. Першенков В.С. Поверхностные радиационные эффекты в элементах интегральных микросхем / Першенков В.С., Попов В.Д., Шальнов А.В. – М: Энергоатомиздат, 1988. – 256 с.
4. Борисенко В. Е. Моделирование цифровых биполярных ИС, работающих при радиационном воздействии / Борисенко В. Е., Езовитова А. И., Мельянец Г. И., Пацко А. И. — *Зарубежная электрон. техн.*, 1975, № 5 (101), с. 34—59.

## **МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛИЯ**

*Демиденко Е.В.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Стемпицкий В.Р. – канд. техн. наук, доцент*

По мере уменьшения технологических норм, Si-MOS технология приближается к максимуму своих возможностей. В связи с этим набирает актуальность вопрос использования альтернативных материалов, например GaN, и создания на их основе приборов [1]. Целью работы является разработка методики проектирования схемотехнических решений на основе нитрида галия. Таким образом, первоочередная задача - всестороннее теоретическое исследование.