

4. "Well-Tempered" Bulk-Si NMOSFET Device Home Page [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-mtl.mit.edu/researchgroups/Well/>. – Дата доступа: 20.01.2014.

5. Trung Tran Tuan, Borovik A., Stempitsky // V. Proc. of Int. Workshop on New Approaches to High-Tech: Nano-Design, Technology, Computer Simulations (NDTCS'2013) Minsk, 2013. P. 85 – 87.

УДК 621.382

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДИНОЧНОГО СБОЯ В МОП-ТРАНЗИСТОРЕ

И.Ю. ЛОВШЕНКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
nil44@bsuir.by*

С развитием полупроводниковых технологий, когда постоянно уменьшаются размеры и напряжение питания интегральных микросхем (ИМС), а тактовая частота растет, задача повышения радиационной стойкости становится важной для производителей коммерческой микроэлектроники. Ее решение требует принятия мер на всех уровнях разработки ИМС: синтеза и верификации, трассировки шин питания, конструирования библиотечных элементов схем, технологического процесса изготовления. Моделирование радиационных эффектов позволяет сократить время и затраты на разработку радиационно стойких ИМС.

Ключевые слова: биполярный транзистор с изолированным затвором, конструкция, технология изготовления, статические и динамические характеристики, оптимизация.

Одиночный сбой (ОС, англ. Single-event Upset, SEU) является наиболее распространенным и наименее опасным последствием ионизирующего воздействия. Обычно ОС происходят, когда тяжелые частицы (космические лучи, протоны, электроны, альфа-частицы, термические нейтроны и т.д.) попадают в ИМС. Проникая вглубь полупроводникового материала, они оставляют за собой след свободных носителей заряда [1-2]. В случае обычных МОП-схем в подзатворном диэлектрике происходит генерация электронно-дырочных пар. Импульс тока, вызванный рекомбинацией индуцированных ионами дырок и электронов, изменяет состояние логического элемента. С уменьшением размеров транзисторов уменьшается и величина ионизирующего заряда, достаточного для ОС, который зависит от напряжений на электродах прибора и линейной передачи энергии (ЛПЭ, англ. Linear energy transfer, LET). Основные принципы учета радиационных эффектов при моделировании ИМС изложены в [3].

Моделирование технологического маршрута формирования и электрических характеристик структуры мощного МОП-транзистора выполнялось с использованием программного комплекса компании SILVACO [4].

ОС вызван частицей с линейной энергией транспорта равной $37,2 \text{ МэВ}\cdot\text{см}^2/\text{мг}$ (что соответствует иону брома [1]), проходящей в центре устройства ($x=0$). В момент удара напряжение на затворе равно $-13,9 \text{ В}$, на коллекторе 30 В .

Распределение концентрации дырок через 5, 50 и 150 пикосекунд после радиационного воздействия показаны на рис. 1. Результаты моделирования тока коллектора представлены на рис. 2.

Результаты моделирования показывают, что отдельная ядерная частица (ОЯЧ) вызывает генерацию дополнительных носителей заряда. Эти носители заряда являются причиной увеличения тока коллектора до значения 60 мА. В дальнейшем происходит снижение тока коллектора до первоначальной величины (момент времени $t = 9 \cdot 10^{-10}$ с).

Один из распространенных способов борьбы с ОС и накоплением индуцированного излучением заряда – изготовление ИС по технологии «кремний на изоляторе» (КНИ, англ. Silicon-on-insulator, SOI).

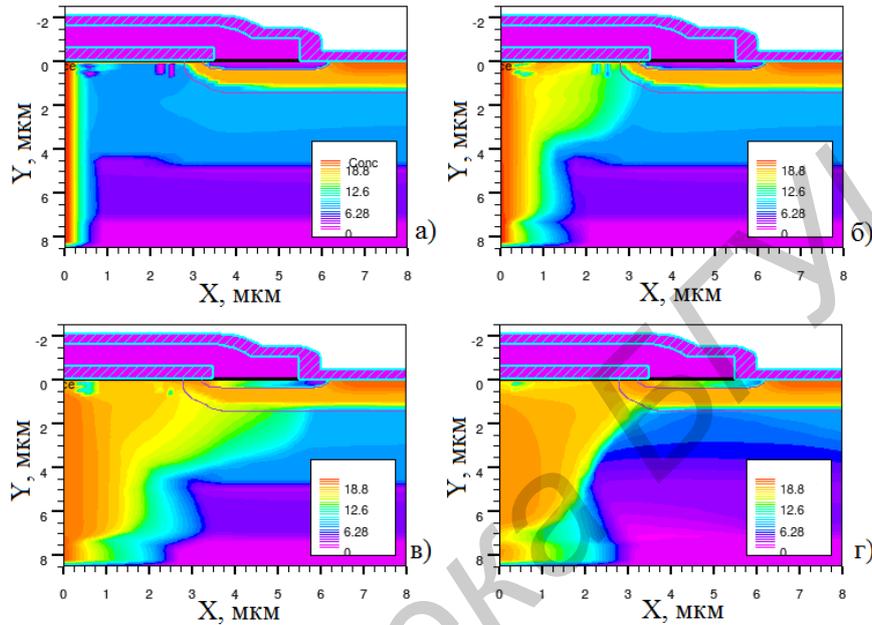


Рис. 1. Распределение концентрации дырок в структуре мощного МОП-транзистора в момент времени $t = 0$ с (а), $t = 5 \cdot 10^{-12}$ с (б), $t = 50 \cdot 10^{-12}$ с (в), $t = 150 \cdot 10^{-12}$ с (г)

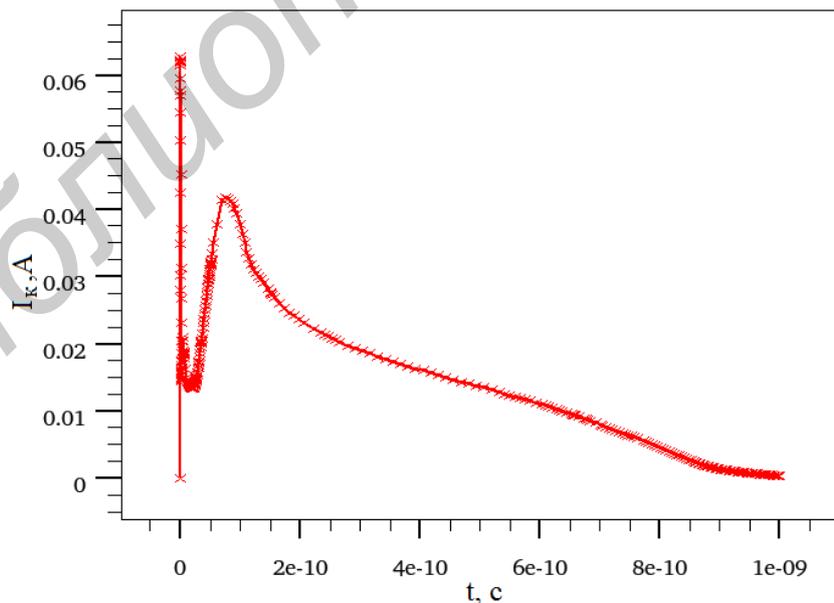


Рис. 2. Динамика изменения тока коллектора

Список литературы

1. Никифоров А.Ю. Радиационные эффекты в КМОП ИС. М., 1984.
2. Чумаков А. И. Действие космической радиации на интегральные схемы. М., 2004.
3. Петросяц К.О., Самбурский Л.М., Харитонов И.А. Компактная макромодель КНИ/КНС МОП-транзистора, учитывающая радиационные эффекты // Известия вузов. Электроника. 2011. №1. С. 20-27.
4. SILVACO. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://silvaco.com/>. – Дата доступа: 20.01.2014.

УДК 621.38.032(075)

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОАКТИВАЦИОННОГО ПРОБОЯ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ

Б.С. КОЛОСНИЦЫН, И.А. МАНКЕВИЧ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
kafme.bsuir.by*

В работе рассматривается новое направление связанное с механизмами пробоя полупроводниковых приборов. Применение ESD устройств позволяет моделировать физические процессы термоактивационного пробоя биполярных и МОП структур. При этом, благодаря размещению ESD устройства на чипе с изучаемым прибором, появляется возможность задавать максимальные величины напряжений испытания без эффектов образования токовых шнуров.

Ключевые слова: полупроводниковые приборы, испытание ESD устройств, токовые шнуры.

Различные сценарии проводимости тока при пробое и нестабильных условиях могут быть реализованы в устройстве с импульсом электростатического разряда (ESD) в зависимости от конструкции устройства и влияний параметров схемы[1,2].

Физический уровень понимания работы полупроводниковой структуры при ESD разряде имеет решающее значение для успешного проектирования. Таким образом, несмотря на различные устройства защиты от ESD разрядов и устройства подключения, возможен единый подход к физическим эффектам во время ESD тактов. Цель этой работы заключается в демонстрации того, что операция с высоким током при ESD разрядах не только подчиняется тем же принципам, но и имеет набор одних и тех же базовых изотермических механизмов проводимости, которые участвуют в физическом ограничении электрической области безопасной работы полупроводникового прибора (SOA) в стандартных устройствах.

ESD защита стала очень авторитетной областью знаний в связи с развитием интегральных схем.

Стратегической задачей развития ESD является реализация возможности интегральных схем выдерживать высокие импульсные.

На уровне проектирования схемы, ESD можно считать внедрением импульсной силовой цепи в цепь питания ИМС. В идеальном случае, внедрение ESD не должно мешать нормальной работе схемы.