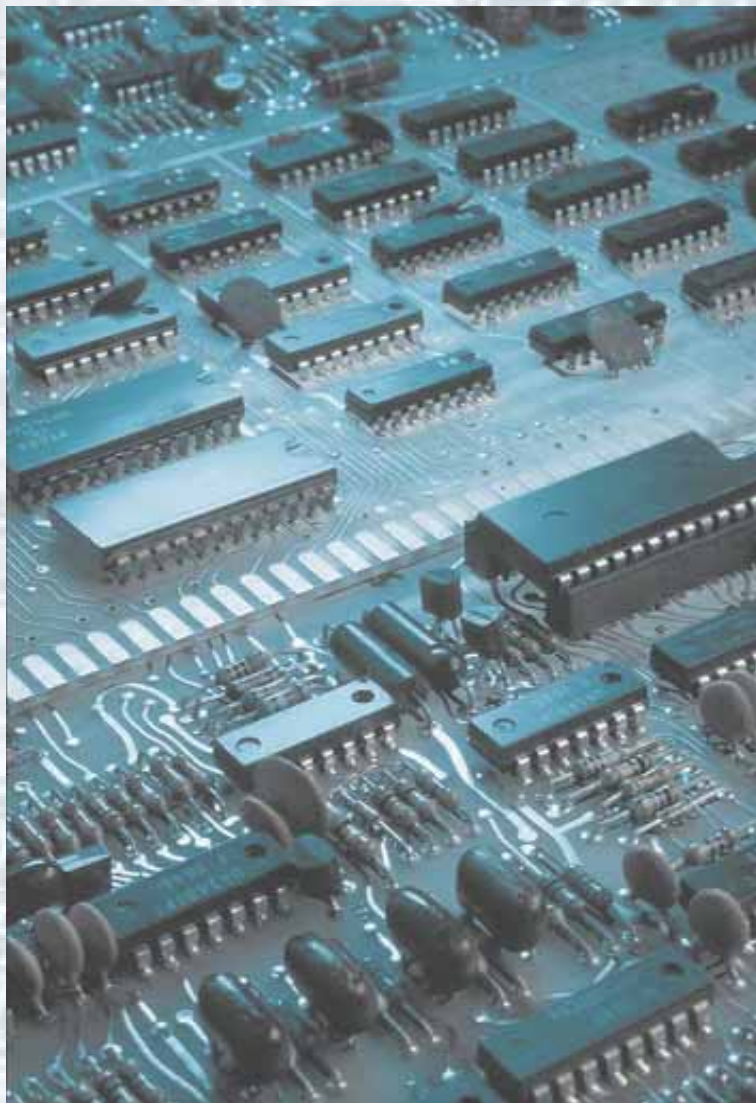


# МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ СТОЙКОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИМ ФАКТОРАМ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА

Приходько П.С., Малюгин С.А., Вавилов В.А., Баринов А.Б.,  
ЗАО "Корона Семикондактор", г. Зеленоград

*Повышение требований по стойкости специальной РЭА к внешним воздействующим факторам (ВВФ) требует совершенствования системы контроля и отбора ИС на всех этапах жизненного цикла изделий. В работе представлена методика контроля платин с кристаллами микросхем на стойкость к ВВФ по дозовым ионизационным эффектам, осуществляемая в процессе производства. Рассматриваются экспериментальные результаты по оценке стойкости ИС 1526ЛН2 мм к воздействию фактора СЗ.*



Интегральные микросхемы на основе кремния составляют основу элементной базы современных устройств вычислительной техники и систем управления специального назначения, к которым предъявляются требования по стойкости к воздействию ионизирующих излучений. Под действием проникающих излучений происходит деградация электрических параметров микросхем, возникают параметрические и катастрофические отказы [1]. В связи с повышением требований по стойкости специальной РЭА к влиянию ВВФ необходимо совершенствовать систему контроля стойкости микросхем на всех этапах жизненного цикла [2]. В настоящее время разработаны общие методики имитационных испытаний, накоплен опыт оценки стойкости к ВВФ КМОП микросхем. Однако по-прежнему актуальной является задача исследования всего комплекса факторов, влияющих на стойкость микросхем и разработка экспериментальных методик обеспечения стойкости микросхем в процессе производства.

С целью прогнозирования и принятия решений по отбраковке потенциально ненадежных к воздействию специальных

факторов по дозовым ионизационным эффектам разработана методика испытаний партий пластин с готовыми кристаллами микросхем. Проведены работы по внедрению отбраковочных испытаний на воздействие спецфакторов в технологический процесс изготовления микросхем серии 1526.

Решение о соответствии принимается по результатам испытаний на стойкость к ВВФ контрольных выборок микросхем, собранных по действующему технологическому маршруту из кристаллов произвольно выбранной контрольной пластины партии.

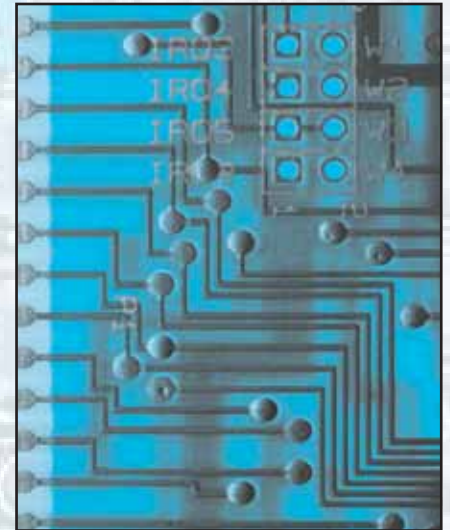
Каждая контрольная выборка должна содержать пять микросхем, кристаллы которых отбираются из пяти областей контрольной пластины: в центре и на взаимно перпендикулярных линиях скрайбирования, проходящих через центр, на расстояниях от центра, равных  $2/3 R$  радиуса пластины (см. рис. 1). Каждая микросхема в выборке и каждая область контрольной пластины должны иметь свой порядковый номер. Номер мик-

росхемы в выборке должен соответствовать номеру области контрольной пластины, из которой отбирается кристалл для данной микросхемы. Области в центре пластины присваивается № 1. Области у среза контрольной пластины присваиваются № 2. Областям, располагающимся по часовой стрелке от области № 2, присваиваются соответственно номера 3, 4 и 5. С одной пластины отбираются три контрольных выборки кристаллов. Сборку второй и третьей контрольных выборок микросхем производят после подтверждения необходимости проведения испытаний на этих выборках.

Облучение микросхем производится на установке РХ-г-30 (МРХ-г-100) от источника Со60. Мощность экспозиционной дозы облучения составляет 100-200 р/с. Погрешность дозиметрии не превышает 15%. Для задания электрических режимов микросхем при облучении используются стандартные источники напряжения, генераторы электрических сигналов, вольтметры, амперметры, осциллографы, платы, контактирующие

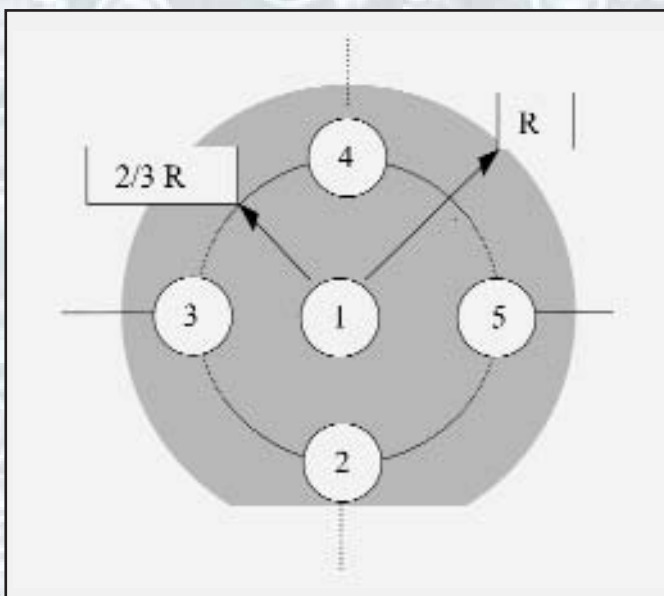
устройства и приспособления для установки испытуемых микросхем в зону облучения и подключения их к приборам задания и контроля электрического режима (распаивать микросхемы на печатные платы не рекомен-

дуется), соединительные кабели. Измерения электрических параметров до и после облучения микросхем производятся на АИС. Электротермотренировка микросхем проводится на стенде ЭТТ.



В случае обнаружения отказа проводится его анализ. По результатам анализа принимается решение о забраковании или проведении испытаний второй контрольной выборки (способ формирования второй и третьей выборок идентичен способу формирования первой). Если при испытании второй контрольной выборки обнаружен отказ, то партия пластин бракуется. Если при испытании второй выборки нет отказов, то проводятся испытания третьей контрольной выборки. При отсутствии отказов испытания считаются положительными, и принимается решение о запуске данной партии пластин в производство. При наличии отказов партия пластин бракуется.

Тестовые испытания на микросхемах 1526ЛН2 мм проводились по следующей методике. Все подвергавшиеся испытаниям 200 микросхем были поделены на две партии по 100 микросхем в каждой. Микросхемы



**Рис. 1. Области на контрольной пластине, из которых отбираются кристаллы для микросхем контрольных выборок.**

партии № 1, имеющие номера с 1 по 100, подвергались воздействию фактора СЗ выборками по 10 микросхем в каждой различными дозами в диапазоне от 0,1Ч2У до 9,6Ч2У. Микросхемы партии № 2, имеющие номера с 101 по 200, были разделены на 2 выборки - № 2.1 и № 2.2 по 50 микросхем в каждой. Выборка № 2.1 подвергалась спецвоздействию дозой Днорм, а выборка № 2.2 - дозой Дмакс. Днорм - доза, соответствующая требованиям технических условий с учетом возможной ошибки дозиметрии. Дмакс - максимальная доза, при наборе которой в процессе спецвоздействия работоспособность микросхем сохраняется. Днорм и Дмакс предварительно определялись по результатам испытаний партии микросхем № 1. Объем выборок в партии микросхем № 2 позволяет подтвердить работоспособность с вероятностью безотказной работы при испытаниях 0,95 и достоверностью не менее 0,9.

С целью подтверждения результатов испытаний партии № 2 для применения в условиях низкоинтенсивного воздействия микросхемы этой партии были подвергнуты дополнительному воздействию до набора полуторных доз с последующей электротермотренировкой (ЭТТ) в режиме  $T = +100^{\circ}\text{C}$  и  $t = 168$  часов в соответствии с методом 1019.4 MIL-STD-883. Электрические параметры микросхем контролировались до и после спецвоздействий, а также после ЭТТ.

Мощность дозы воздействия при испытаниях составляла 0,6Ч2У/час. После набора требуемой дозы микросхемы извлекались из зоны воздействия и передавались на измерительный участок. Измерения электрических параметров микро-

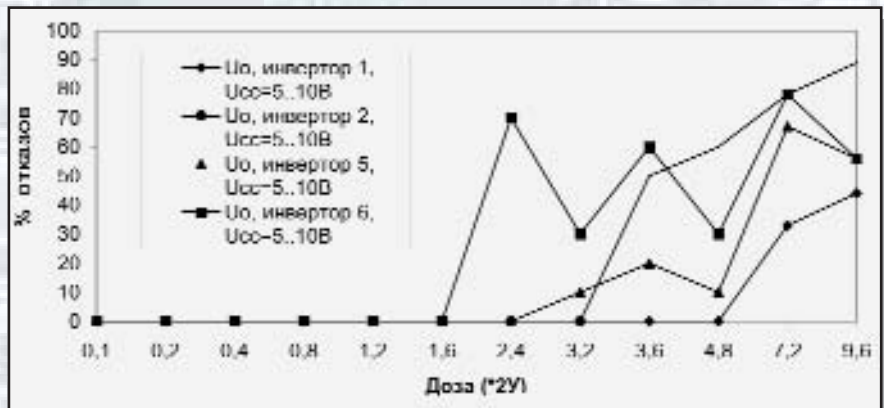


Рис. 2. Процент отказов ИС 1526ЛН2 мм партии № 1 при измерениях в НУ после воздействия различными дозами.

схем проводились на испытательной системе "Вахта" сразу после передачи их на измерительный участок (не позднее 3 часов после окончания спецвоздействия).

Испытания микросхем на стойкость к воздействию фактора СЗ проводились в нормальных условиях и в трех электрических режимах: 1, 2 инверторы -  $U_{cc} = 5..10\text{В}$ ,  $U_i = U_{cc}$ ; 3, 4 инверторы -  $U_{cc} = 5..10\text{В}$ ,  $U_i = 0\text{В}$ ; 5, 6 инверторы -  $U_{cc} = 5..10\text{В}$ ,  $U_i$  - меандр. Основные результаты испытаний представлены на рис. 2.

Полученные экспериментальные результаты показывают, что стойкость ИС 1526ЛН2 мм к воздействию фактора с характеристикой СЗ не ниже уровня 1,6Ч2У с вероятностью безотказной работы 0,95 и достоверностью не менее 0,9 независимо от электрического режима в процессе воздействия, режима и температуры измерения электрических параметров, скорости набора дозы.

При этом распределение отказов ИС 1526ЛН2 мм находится в диапазоне от 2,4Ч2У до более чем 9,6Ч2У и не достигает в этом диапазоне 100%, что определяет возможность применения метода отбора микросхем с повышенной стойкостью.

Литература:

1. Коршунов Ф.П., Богатырев Ю.В., Вавилов В.А. Воздействие радиации на интегральные микросхемы. - Мн.: Наука и техника. 1986, 254 с.
2. Марютин В.Н., Малюдин С.А., Критенко М.И., Никифоров А.Ю., Телец В.А. Система контроля радиационной стойкости ИС при комплектовании важнейших объектов ВВТ. Радиационная стойкость электронных систем "Стойкость-99". 1999, № 2, с. 3-4.

