

УДК 621.383-181.48

Тестирование интегральных схем матричных мультиплексоров

Д. В. Бородин, Ю. В. Осипов
ООО "РТК Импекс", Москва, Россия

А. А. Лопухин
Государственное унитарное предприятие «НПО "Орион"», Москва, Россия

Для тестирования интегральных схем (ИС) матричного мультиплексора предлагается использовать фототок, генерируемый внешним светом видимого диапазона в р-п-переходе исток—подложка входного транзистора ячейки. Представлены примеры тестирования матричных мультиплексоров формата 128×128 с числом дефектных ячеек менее 0,1 %.

Интегральные схемы матричных мультиплексоров (ИСММ) представляют собой матричную ИС формата от 32×32 до 512×512 и более ячеек площадью от 25×25 до 100×100 мкм². Каждая ячейка имеет электрическую схему с входом, соединенным с индивидуальной, расположенной в ячейке, входной площадкой, предназначенной для электрического соединения с соответствующим чувствительным элементом (ЧЭ) матричного фотоприемника (ФП) посредством индиевых столбов [1, 2]. Прецизионный, трудоемкий и дорогостоящий, с большим процентом брака, процесс состыковки ИСММ и матричного ФП требует, по возможности, более тщательного тестирования исходных компонентов сборки, в частности ИСММ. Представляется, что наличие подробных карт дефектов до и после сборки позволит, во-первых обоснованно выделить дефекты ИСММ из общего количества дефектов и тем самым целенаправленно модернизировать технологию сборки; во-вторых, избежать ситуа-

ций, когда готовое изделие содержит до 5 % дефектных ячеек, в том числе целые строки и столбцы ИСММ [3].

Площадь ячейки ограничена размерами ~50×50 мкм² и в то же время ячейка должна содержать схему согласования с ЧЭ, интегрирования входного тока и мультиплексирования на периферийную часть ИС. Элементы, предназначенные для тестирования ячейки, должны занимать минимально возможную площадь. Казалось бы, очевидным решением представляется введение в ячейку специального, имитирующего ток ЧЭ, транзистора. Но поскольку имитирующий транзистор такой же по сложности узел, как и транзисторы ячейки (которых обычно всего от 1 до 4), то вероятность его дефекта и неоднородность параметров по полю матрицы приведут в значительной степени к тестированию самих имитирующих транзисторов, а не ИСММ.

В последнее время нами разработан ряд ИС первичного преобразования сигнала с многоэле-

ментных рентгеновских ЧЭ медицинского назначения, в том числе ИСММ, основные параметры которой приведены ниже.

Формат.....	128x128
Размер ячейки, мкм ²	50x50
Зарядовая емкость, с.....	более 2·10 ⁷
Количество выходов.....	один дифференциальный
Время интегрирования.....	равно времени кадра (окна)
Тактовая частота, МГц.....	более 3
Возможные размеры окна.....	4-п x 4-т, п и т-целые от 1 до 32
Возможное положение окна в поле матрицы.....	любое с шагом в 4 ячейки
Вычитание темного тока.....	имеется

Схема входного узла ячейки дана на рис. 1.

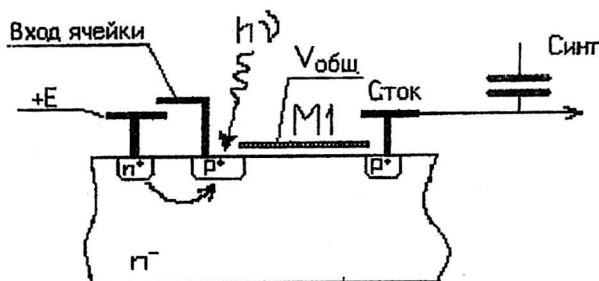
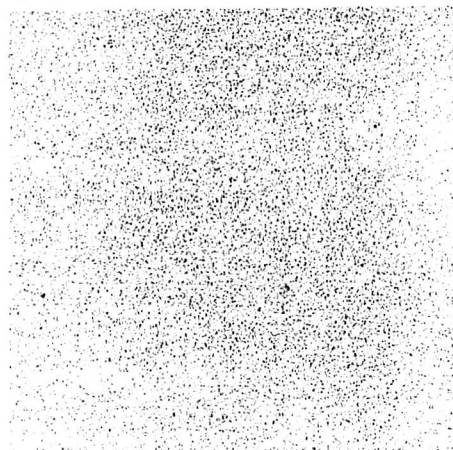


Рис. 1. Входной узел ячейки

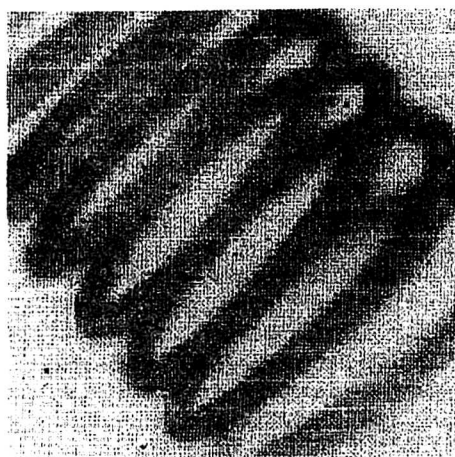
Входной транзистор ячейки М1 фиксирует напряжение $U_{вх}$ на своем истоке и на входе ячейки (т. е. на ЧЭ): $U_{вх} \sim U_{общ} + |U_{пор,р}| < +E$, где $U_{общ}$ — напряжение, поданное на затворы входных транзисторов; $U_{пор,р}$ — пороговое напряжение; $+E$ — напряжение питания.

Ток, генерируемый в обратносмещенном *p-n*-переходе исток—подложка этого транзистора, может быть использован в качестве имитирующего входной ток от ЧЭ. При этом единственным незадействованным в контроле элементом схемы является контактное окно между металлом входной площадки и областью истока транзистора М1. Генерация тестирующего фототока осуществляется видимым светом, падающим перпендикулярно к поверхности ИСММ. Использование технологии с несколькими слоями металлизации позволяет затенить все остальные *p-n*-переходы ячейки и аналоговой части схемы. Топологически удалось спроектировать фотодиод с засвечиваемой площадью 30 мкм². Засветка производится в стандартный промежуток между шинами металлизации, поэтому тестирующий узел не потребовал дополнительной площадки ячейки. Измерения показали, что свет от лампы мощностью 20 Вт, сфокусированный на поверхность микросхемы, генерирует в фотодиодах каждой ячейки ток ~100 пА.

В качестве примера тестирования на рис. 2, а и б показаны полученные на ИСММ изображения в отсутствии внешней засветки (темновой сигнал) и сфокусированной на поверхность кристалла нити накаливания лампы осветителя монтажного микроскопа.



а



б

Рис. 2. Изображение:

а — без внешней засветки;
б — нити накаливания лампы осветителя микроскопа

Анализ рис. 2, а позволяет идентифицировать 10 ячеек с дефектами типа “обрыв и “закоротка” для данного экземпляра ИСММ при однородном общем поле изображения. Изображение на рис. 2, б получено на другом экземпляре ИСММ, содержащем 15 бракованных ячеек (т. е. менее 0,1 % от общего числа).

Таким образом, показана возможность использования фотодиодов исток—подложка входного транзистора ячейки в качестве источника тестирующего тока и продемонстрированы результаты проверки конкретных ИСММ. Появ-

ляющаяся возможность обновленного картографирования дефектов ИСММ до сборки приемных устройств позволит осуществить их полноценный выходной и входной контроль, столь необходимый при кооперации разнопрофильных предприятий в целях создания и производства матричных приемных устройств различных типов.

Л и т е р а т у р а

1. Aziz N. Y., Kincaid G. K., Parrish W. J., Woolaway J. T., Heath J. L. Standardized high performance 320 by 256 readout integrated circuit for infrared applications//SPIE. 1998. V. 3360. P. 80—90.
2. Goodnough M. A., Hahn L. J., Jones R. B., Rosner B. D., Stineman J. A. A flexible 640x512 InSb FRA architecture//Ibid. 1997. V. 3061. P. 140—149.
3. Болтарь К. О., Бовина Л. А. и др. Тепловизор на основе "смотрящей" матрицы из $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ формата 128x128//Прикладная физика. 1999. № 2. С. 50—54.

Testing of readout integrated circuits

D. V. Borodin, U. V. Osipov
JSC "RTC Impex", Moscow, Russia

A. A. Lopuhin
State Unitary Enterprise «RD&P Centre "Orion"», Moscow, Russia

For testing of integrated circuits of the matrix multiplexer it is offered to use a photocurrent generated by external light of a visible band in p-n-transition a source — substrate of the input trs of a cell. The examples of testing of matrix multiplexers of the 128x128 format with number of detective cells less than 0.1 % are submitted.