

материалов и комплектующих элементов; нарушение санитарно-гигиенических норм производственно-технологических помещений; неотработанность и нарушение режимов сложных технологических процессов; несоблюдение правил технологической сборки и электрического монтажа; недостаточную организацию и неэффективность контроля качества по операциям и при выпуске готовой продукции; несовершенство оборудования, инструмента, приспособлений; неуправляемые колебания в процессе производства, обусловленные наличием ручного труда.

Эксплуатационным фактором ненадежности РЭА является использование аппаратуры в несоответствующих электрических режимах и условиях эксплуатации; в условиях воздействия высоких и низких температур окружающей среды, суточных и сезонных колебаний температуры, влажности, давления, атмосферных осадков; при наличии агрессивных примесей в воздухе (в металлургических цехах, химическом производстве); под действием механических, акустических колебаний, вибраций, ускорения (размещение РЭА около крупных агрегатов, силовых установок, на кораблях, в поездах, самолетах, автомобилях, ракетах); при возникновении внешних непредвиденных экстремальных нагрузок. К эксплуатационным факторам следует также отнести физико-химическую деградацию материалов в процессе работы, естественное старение при хранении и износ РЭА.

В докладе рассмотрен метод диагностического прогнозирующего контроля цифровых микросхем, позволяющий повысить надёжность бортовых РЭС.

УДК 621.382

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Я.Ю. Тулаев

Самарский университет, г. Самара

Корпусированные ИМС – один из основных видов продукции предприятий микроэлектроники. Отказы в ИМС определяют затраты изготовителя (обнаруженные при сборке, контроле и испытаниях) и потребителя (возникающие при эксплуатации). Отметим, что традиционная «ванна отказов» только частично указывает на характер и причины возникающих отказов.

Первый участок «ванны» однозначно указывает на отказы из-за грубых дефектов, а третий участок – на износ материалов и элементов конструкции. Третий участок «ванны отказов» интерпретируется отказами, обусловленными старением. Это, в первую очередь, физический износ материалов, а также естественное изменение их физических характеристик

и геометрических размеров. Второй участок свидетельствует об отсутствии нашего понимания причин отказов. В то же время происходит изменение ванны отказов для ИМС. Так, первичное распределение отказов на участке приработки для ИМС описывается распределением Вейбулла при значении коэффициента формы $b > 1$.

Для изделий микроэлектроники (в частности, ИМС) «ванна отказов» носит теоретический характер, т.к. на практике для достижения участка старения необходимо достаточно длительное время. Логично, что второй участок «ванны отказов» должен иметь размытый во времени максимум, размытость которого определяется разбросом энергии активации носителя тока, зависящей от вариации свойств исходных материалов и конструктивно-технологических факторов, которое имеет свое значение у различных механизмов диффузии.

Каждый участок интенсивности отказов во времени может интерпретироваться причинами отказа. Дальнейшее изучение причин и механизмов отказов позволит доказательно уточнить интерпретацию их возникновения на участках «ванны отказов» для ИМС.

Отказы, возникающие при сборке, по характеру относятся к участку приработки ИМС. Их возникновение обусловлено:

- ошибками, допущенными при сборке (замыкание проводников между собой, замыкание проводников на корпус, замыкание контакта на кремний в результате неправильной центровки термокомпрессионного соединения и др.);

- дефектами соединений различных материалов (нарушение герметичности сварного шва, дефект металlostеклянного соединения и др.);

- дефектами процесса сварки (обрыв сварного соединения, короткое замыкание по краю кристалла, короткое замыкание проволочных выводов между собой, короткое замыкание выводов вследствие попадания металлических частиц внутрь корпуса, обрыв термокомпрессионного контакта и др.).

Отказы, возникающие в кристалльном производстве, обусловлены различными процессами. Среди них выделим:

1. Процессы поверхностной диффузии (короткое замыкание металлизированной дорожки на кремний через отверстие в окисной пленке, короткое замыкание в объеме по дислокации в Si, короткое замыкание металлизированных дорожек между собой).

2. Процессы коррозии, приводящие к разрушению металлизированной дорожки на ступеньке окисла (обрыв на контакте AlSi в результате образования пленки Al_2O_3 на границе с Si).

Каждый из перечисленных отказов можно описать соответствующим механизмом, раскрывающим причины его возникновения.