

Долговременное хранение и консервация ЭКБ в АО «ТЕСТПРИБОР»

П. Гребенщиков¹

УДК 621.3 | ВАК 05.27.01

При производстве вооружений, военной и специальной техники (ВВСТ), которая все в большей степени насыщается радиоэлектронным оборудованием, проблема долгосрочного хранения и консервации электронных компонентов и устройств приобретает особенно важное значение. Это обусловлено прежде всего спецификой техники данного вида, характеризующейся, в частности, длительными периодами разработки, производства и эксплуатации. Поскольку разработчики и производители электронных компонентов и узлов в постоянном стремлении к повышению уровня миниатюризации и оптимизации своей продукции сокращают циклы ее обновления, более старые изделия быстрее снимаются с производства и перестают поддерживаться производителем. Как следствие, периоды выпуска электронной компонентной базы (ЭКБ) часто не соответствуют срокам эксплуатации изделий ВВСТ (см. рисунок), что значительно осложняет дальнейшую эксплуатацию, воспроизводство, модернизацию и обслуживание техники.

Проблема обостряется еще и тем, что ежегодно растет количество образцов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), эксплуатирующихся за пределами установленных сроков службы, а также увеличивается количество заказов на их ремонт и модернизацию.

Очевидные пути решения данной проблемы включают в себя замену ЭКБ на более современные аналоги, восстановление производства или проведение исследований по оценке возможности продления сроков сохраняемости ЭКБ. Однако все это требует значительных финансовых и временных затрат.

Наиболее надежной и действенной оказывается концепция долгосрочной консервации (хранения) электронных компонентов.

Следует отметить, что достаточно часто при изготовлении (ремонте) образцов РЭА с применением ЭКБ с истекшими сроками хранения разработчики (изготовители) аппаратуры считают, что электронные компоненты, выпущенные до 2010 года и хранившиеся до настоящего времени в упаковке изготовителя, соответствуют заданному уровню надежности и стойкости, однако это не всегда так.

Хранение компонентов уже в прошлом было широко распространено с целью покрытия постоянного спроса на них после заявления о прекращении производства. Чаще всего компоненты хранились в пакетах с сухим азотом. Возникавшие трудности пайки компенсировались применением подходящего активированного паяльного флюса.

После ввода в действие директивы RoHS, ограничивающей использование вредных веществ, требования к хранению компонентов резко ужесточились. Применение поверхностей из чистого олова вызывает такие негативные эффекты, как склонность к образованию усов и развитие так называемой «оловянной чумы». Кроме того, слои никеля или никелевых сплавов, ранее применявшиеся в качестве диффузионного барьера, были исключены для сокращения стоимости.

Еще одним существенным фактором является степень плотности кристаллов интегральных схем (ИС). Количество транзисторов в ИС с каждым годом увеличивается. Сокращение дистанций между элементами на кристалле приводит к негативным последствиям в отношении долгосрочной стабильности, и процессы старения оказывают гораздо более серьезное влияние на электронные компоненты, чем когда-либо прежде.

ПРОЦЕССЫ ОКИСЛЕНИЯ И ДИФфуЗИИ

Основными причинами возникновения дефектов вследствие неправильного хранения являются окисление и диффузия.

Твердотельная диффузия – это физический эффект, заключающийся в том, что частицы одного вещества в твердой фазе смешиваются с частицами другого. Развитие

¹ АО «ТЕСТПРИБОР», начальник испытательной лаборатории ЭКБ, Grebenschikov@test-expert.ru.

процесса диффузии приводит к образованию диффузионного слоя, то есть слоя материала у поверхности насыщения, отличающегося от исходного по химическому составу, структуре и свойствам. Каждому механизму диффузии соответствует определенная энергия активации Q – величина энергетического барьера, который необходимо преодолеть атому при перемещении из одного положения в другое. Такие процессы зависят от температуры и усиливаются с ее ростом.

Вследствие уменьшения расстояний между транзисторами на кристалле процессы диффузии начинают происходить при обычном хранении полупроводниковых компонентов уже по истечении небольшого периода времени после изготовления. При этом обычное хранение в азотной среде позволяет предотвратить лишь процессы окисления на контактах, но не влияет на диффузию атомов в кристалле, а также в контактах между медью, железом и оловом.

Профилактика данной диффузии – наиболее важный фактор при длительном (более двух лет) хранении электронных компонентов. Единственной возможностью для ее предотвращения является хранение изделий при низких температурах, так как при этом тепловое движение атомов уменьшается. Однако снижение температуры должно выполняться только в допустимых спецификациями пределах.

Металлы и сплавы, используемые на практике, вследствие воздействия окружающей среды подвергаются постепенному окислению – коррозии, которая протекает при комплексном воздействии неблагоприятных факторов внешней среды (паров воды, агрессивных химических

веществ, электрохимических процессов), а не только кислорода воздуха.

ВЛАГА И ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Технологи, работающие с электронными изделиями, знают, что влажность – один из наиболее опасных воздействующих климатических факторов. Она способна вызвать различные дефекты изделий, например коррозию внутренних слоев печатных плат, разбрызгивание припоя, нарушение паяемости, тепловое разложение материалов, появление микротрещин в корпусах ИС, «эффект попкорна» и др.

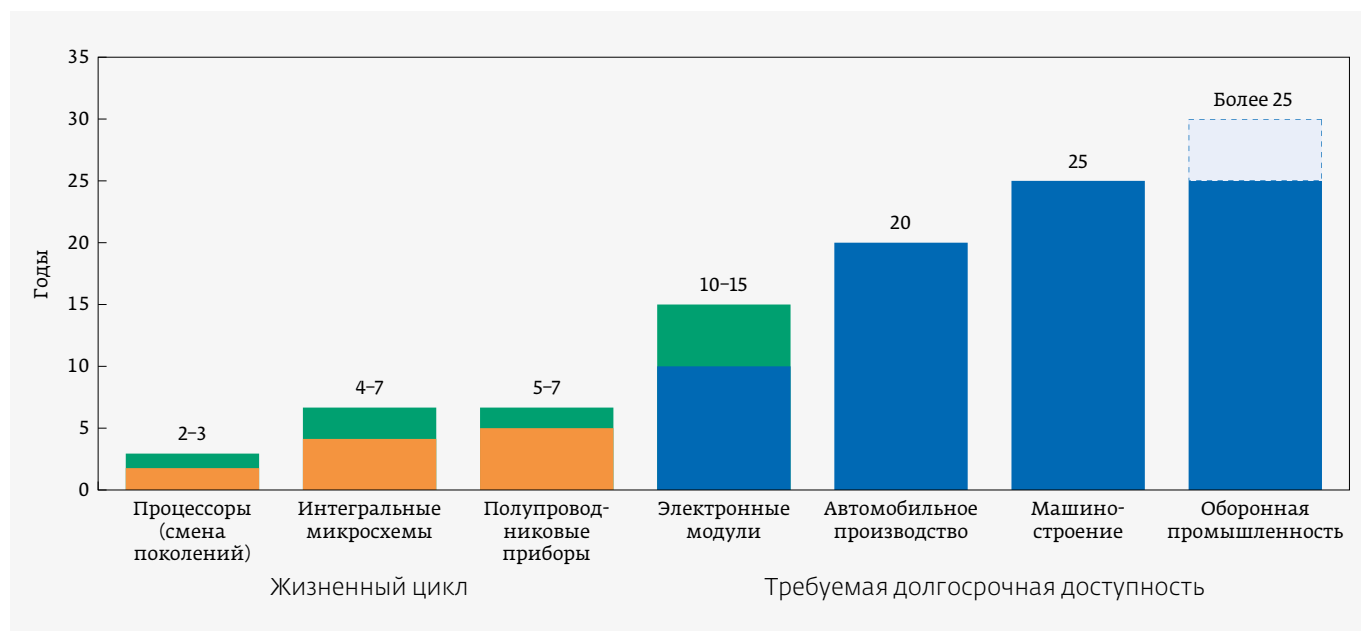
«ЭФФЕКТ ПОПКОРНА»

«Эффект попкорна» – это вздутие и расслоение корпусов ИМС при нагреве в процессе пайки. Эпоксидный материал, которым заполнен корпус, хорошо впитывает влагу, в результате чего она накапливается внутри ИМС. Количество абсорбированной влаги зависит от времени хранения, влагопроницаемости компаунда, размеров корпуса и относительной влажности воздуха.

В процессе пайки происходит быстрое испарение, в результате чего в пустотах корпуса резко возрастает давление водяного пара. Пустоты расширяются, приводя к расслоению, вздутию и образованию трещин в корпусе.

СТАРЕНИЕ ВСЛЕДСТВИЕ ОБРАЗОВАНИЯ УСОВ ОЛОВА

Усы олова – это тончайшие, обычно монокристаллические, оловянные иглы, которые очень быстро растут при благоприятных для них условиях. Данная проблема



Жизненный цикл электронной компонентной базы и ее требуемая доступность

приобрела актуальность при переходе на бессвинцовые припои, так как усы развиваются на поверхности чистого олова. Усы могут вызвать короткое замыкание между соединениями компонентов, а также их повреждение.

Основная причина возникновения усов – механические напряжения внутри слоев олова. Когда при обработке выводных рамок олово осаждается непосредственно на медь или медный сплав, происходит образование интерметаллических фаз, которые способствуют увеличению напряжения сжатия. Интерметаллическая фаза граничной поверхности имеет меньшую плотность, ввиду чего происходит объемное расширение, которое вызывает увеличение напряжения сжатия в оловянном покрытии.

Наиболее благоприятными условиями для роста усов являются температура в диапазоне от 50 до 90 °С и влажность воздуха более 75%.

Кроме того, следует учитывать такой эффект, как «оловянная чума», которая вызывает рекристаллизацию поверхностей из чистого олова при низких температурах. При этом они приобретают порошкообразную консистенцию и рассыпаются, делая компоненты непригодными.

ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ХРАНЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ В АО «ТЕСТПРИБОР»

Образование опасных веществ, коррозия, внутренние и внешние процессы диффузии, а также рост усов олова и «оловянная чума» непосредственно влияют на жизненный цикл электронных компонентов и, как следствие, на их доступность. Однако эти эффекты можно гарантированно ослабить или почти полностью исключить с помощью соответствующих процедур.

Коррозия на уровне компонента или кристалла вызывается остатками опасных компонентов синтетических

технологических материалов. Она может быть предотвращена с помощью различных методов абсорбции / адсорбции, специально подобранных для компонентов, хранящихся в настоящее время. Основанием для выбора методов является предварительная тщательная экспертиза и оценка компонентов для хранения – так называемая оценка товаров. При этом на текущей стадии старения фиксируются существующие опасные вещества и возможные риски и устанавливаются необходимые параметры для длительного хранения компонентов.

Процессы диффузии, как отмечалось выше, можно существенно замедлить путем контроля температуры хранения.

Дополнительно к описанным мерам хранения компоненты помещаются в сверхчистую защитную атмосферу, которая практически останавливает остальные процессы старения.

Кроме того, при хранении компонентов обеспечиваются параметры среды для защиты от электростатических разрядов (ЭСР) в соответствии со стандартом IEC61340-5-1 2016, включая температуру и влажность. Применяются такие меры защиты от ЭСР, как антистатические покрытия пола и рабочих поверхностей, заземление, применение материалов с заданным сопротивлением. Помещения оборудованы пожарной сигнализацией, системами пожаротушения, контроля доступа и безопасности. Компоненты содержатся в шкафах сухого хранения с ультранизким уровнем влажности.

Долговременное хранение осуществляется согласно специально разработанным и согласованным методикам и позволяет сохранять изделия в рабочем состоянии в течение длительного времени. ●

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ОПТИКО-ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ АРХИВНОЙ ПАМЯТИ

С. Б. Одинокоев, А. Ю. Бетин, В. И. Бобринев, Н. М. Вереникина,
С. С. Донченко, Е. Ю. Злоказов, Д. С. Лушников, В. В. Маркин
Под ред. С. Б. Одинокоева

Рассмотрены основные типы систем памяти цифровой информации на оптических дисках и голографических носителях, приведены требования и определены основные характеристики и параметры опτικο-голографических систем архивной памяти.

Издание будет полезно как для ученых и специалистов, работающих в области голографических технологий, опτικο-электронных голографических корреляционных систем распознавания изображений, голографической микроскопии, так и для студентов и молодых специалистов, обучающихся и желающих работать в данной области науки и техники.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2018. – 236 с.,
ISBN 978-5-94836-507-7

Цена 920 руб.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru