

Бескорпусные микросхемы: хранение и обращение

Успех готового изделия зависит от многих ключевых процессов, в которых предусмотрены индивидуальные требования к качеству и надежности компонентов, входящих в данный продукт. При применении бескорпусных микросхем важными условиями являются хранение и обращение с этим видом электронных изделий.

Максим Шмаков

rpkb@space.ru

Цель данной статьи состоит в том, чтобы описать правила, точнее, некоторые рекомендации по хранению и использованию бескорпусных микросхем. Соблюдение определенных предосторожностей при хранении и обращении поможет минимизировать время освоения и потери производства.

Надежность и долговечность интегральных схем (ИС) и полупроводниковых приборов (ППП) в эксплуатации обеспечивается как качеством самих ИС и ППП, так и соблюдением и поддержанием условий их хранения, указанных в технических условиях (ТУ) на данный тип кристаллов.

Особенности конструкции ИС и ППП состоят в том, что указанные изделия, обладающие технологической защитой на период их изготовления и монтажа в схему, не имеют герметичного корпуса — это вызывает их повышенную чувствительность к условиям хранения и определяет ряд дополнительных требований к их применению.

Кристаллы доступны в нескольких видах, в зависимости от заявки потребителя и/или условий производства:

- целая пластина;
- пластина на пленке с рамкой, разделенная на кристаллы;
- паллета (ячеистая упаковка) — одиночный кристалл, отделенный от разделяемой пластины и помещенный в ячеистую тару.

Хранение

Все бескорпусные микросхемы, поставляемые на пленке или ленте, имеют ограниченный срок годности из-за усиления адгезии пленки (ленты), то есть тарированная сила отрыва сохраняется ограниченное время. Такие изделия изготавливаются под заказ клиента, чтобы минимизировать риски. Поэтому рекомендуется их покупать, хранить и использовать в течение трех месяцев, чтобы предотвратить производственные потери.

Следует обратить внимание на то, что данное ограничение вызвано свойствами клея, а не пластины или кристаллов.

Оптимальные условия хранения бескорпусных микросхем

После вскрытия упаковки кристаллы должны храниться в контролируемых условиях окружающей среды.

Оптимальные условия хранения:

- индекс запыленности — класс 1000 и выше;
- температура — от 18 до 24 °С;
- влажность — менее 30%;
- азот: сухость < 4 ppm ~ -114 °С точка росы.

Вышеупомянутые условия хранения извлечены из JEDEC стандарта JESD 49 «Procurement Standard for Know Good Die».

В ОСТ В 11 336.018-82, в пункте «Требования к надежности», указано что, срок хранения приборов с даты отгрузки до их герметизации в составе ГС (микросборок) составляет:

- 18 месяцев для модификаций 1, 2, 3, и 4;
- 12 месяцев для модификаций 5 и 6.

На протяжении этого срока допускается:

- а) хранение приборов у потребителя в упаковке предприятия-изготовителя в отапливаемом помещении или в хранилище с кондиционированным воздухом в течение 10 месяцев — для модификаций 1, 2, 3 и 4, и в течение 4 месяцев — для модификаций 5 и 6;
- б) нахождение приборов после их изъятия потребителем из упаковки предприятия-изготовителя в период производства ГС (микросборок) (до герметизации) — 8 месяцев, из них:
 - в условиях, соответствующих требованиям, предъявляемым к производству ГС (микросборок), и указаниям по применению (см. табл. 2), — в течение 2 месяцев;
 - и в течение 6 месяцев в условиях производства, аттестованного специальной комиссией на полное соответствие ОСТ 11 14.3302.

Примечание: для приборов модификаций 5 и 6 после их изъятия из упаковки предприятия-изготовителя должно быть осуществлено присоединение выводов к контактным площадкам приборов в срок, не превышающий 10 суток.

Все кристаллы должны храниться в этих условиях до момента использования. Сюда относятся кристаллы как в запаянной заводской упаковке, так и частично

использованные партии кристаллов без запаянной упаковки.

Однако лучше хранить кристаллы в заводской упаковке отдельно от распакованных партий, частично использованных в производстве, чтобы избежать любой вероятности взаимного загрязнения и минимизировать вмешательство в окружающую среду хранения.

Рабочая поверхность пластины должна быть защищена электростатической пленкой разового действия.

В качестве защитных прокладок рекомендуется использовать пленки:

- полиэтиленовую;
- полиэтилентерифталатную конденсаторную;
- фольгу алюминиевую мягкую (отожженную).

При этом размер защитной прокладки должен быть больше диаметра пластины.

Кристаллы, которые хранились в течение большого срока, чем рекомендованный или гарантийный, должны быть подвергнуты внешнему осмотру. Все кристаллы должны быть совершенно чисты и свободны от любых форм загрязнений — окиси, жира, частиц, и т. д., а также разумно сглаженными и плоскими.

Процент выборки зависит от модификации и объема контролируемой (проверяемой) партии. Для модификаций 5, 6, 3 (на пластине) применяется выборочный контроль согласно таблице 1.

При малых объемах предъявляемых партий для приборов модификаций 5, 6, 3 (на пластине), для проверки внешнего вида проводят сплошной контроль с приемочным числом $C = 2$.

Внешний вид приборов модификаций 1, 2, 3, 4, 5 и 6 должен соответствовать требованиям, установленным в описании внешнего вида.

Бескорпусные микросхемы на пленке или ленте должны также быть проверены на легкость отделения от носителя [1].

Таблица 1. Выборочный контроль

| Объемы партии, шт. | Объем выборки n, шт. | |
|--------------------------|------------------------------|--|
| | Для модификации 1, 2, 3, и 4 | Для модификации 5, 6 3 (на пластине) 5 (на пластине) |
| 1201–10000 | 100 | 60 |
| 201–1200 | 60 | 40 |
| Приемочное число, C, шт. | 2 | 2 |

Таблица 2. Условия контролируемой среды

| Технологическая операция | Технологический микроклимат | | | |
|--|---|--------------------------|---|----------------------------|
| | Концентрация аэрозолей, част./л, размером 0,5 мкм и более | | Точность поддержания температуры в пределах, \pm °C | Относительная влажность, % |
| | В рабочем объеме | В общем объеме помещения | | |
| Операция входного контроля (для модификаций 1, 2) (для модификации 4) | 1000 350 | 3500 3500 | 2 2 | 50 \pm 10 |
| Разделение пластин на кристаллы (в т. ч. операции: резка, ломка и т. п.) (модификация 4) | 350 | 3500 | 2 | 50 \pm 10 |
| Посадка микросхем на основание корпуса и на плату МСБ | 1000 | 3500 | 2 | 50 \pm 10 |
| Присоединение выводов | 1000 | 3500 | 2 | 50 \pm 10 |
| Защита микросхем компаундом | 1000 | 3500 | 2 | 50 \pm 10 |
| Герметизация | 1000 | 3500 | 2 | 50 \pm 10 |

Таблица 3. Технические требования к межоперационным срокам и условиям хранения

| Межоперационное хранение изделий | Время межоперационного хранения | | Условия межоперационного хранения | Факторы, лимитирующие время и условия межоперационного хранения | Способы и условия межоперационной транспортировки | Допустимость обработки и рекомендуемые способы обработки по истечении допустимого срока |
|--|---------------------------------|-------------------------------|---|---|---|--|
| | Допустимое | Предельно-допустимое | | | | |
| 1. Хранение пластин от операции фотолитографии по защитному окислу до операции разделения пластин на кристаллы | 6 нед. | 4 мес. (см. примечание, п. 5) | В среде азота, расход не менее 20 л/ч, точка росы минус 65 °C | Окисление контактных площадок (КП) | В контейнере с осушенным воздухом, в специальном контейнере закрытого типа, в таре с закрытой крышкой | Провести повторную проверку привариваемости пластин |
| 2. Хранение пластин от операции разделения пластин на кристаллы до операции отмывки и сушки пластин | 4 ч | 4 ч | В ванне с холодной деионизованной водой | | | |
| 3. Хранение кристаллов от операции разделения пластин на кристаллы до операции монтажа кристаллов | 12 сут. | 12 сут. | В среде азота, точка росы минус 65 °C | То же | В таре, препятствующей попаданию инородных частиц | Не допускается |
| 4. Хранение оснований ИС от операции монтажа кристалла до операции присоединения выводов | 7 сут. | 10 сут. | То же | - " | То же | Обдуть азотом или осушенным воздухом |
| 5. Хранение оснований ИС от операции присоединения выводов до операции термообработки | 10 сут. | 14 сут. | В среде азота, расход не менее 20 л/ч, точка росы минус 65 °C | Окисление КП, загрязнение поверхности кристалла | - " | Провести повторно контроль по внешнему виду в соответствии с технической документацией (ТД) |
| 6. Хранение оснований ИС от операции термообработки до операции герметизации (без защиты кристалла органическими материалами): | | | В среде азота, расход не менее 20 л/ч, точка росы минус 65 °C | Образование интерметаллидов, адсорбция влаги | В специальном контейнере закрытого типа | |
| а) при температуре 150 °C; | 8 ч | 8 ч | | | | Не допускается |
| б) при температуре 60–100 °C | 48 ч | 96 ч | | | | Термообработка при температуре 150 °C в течение 24 ч проводится непосредственно перед герметизацией без контакта с атмосферой цеха |

Примечание:

1. Время межоперационного хранения отсчитывается с момента окончания одной технологической операции до начала другой операции, включая промежуточные операции.
2. Допустимыми сроками хранения считаются сроки, в течение которых разрешается хранение без дополнительной обработки (проверки) перед последующей операцией.
3. Предельно допустимыми сроками хранения считаются сроки, превышение которых необратимо снижает качество изделий до недопустимого уровня.
4. При превышении сроков хранения свыше допустимых, необходимо провести повторную обработку и контроль по внешнему виду в соответствии с требованиями НТД.
5. Для пластин с металлизированной разводкой, созданной резистивным методом, предельно допустимый срок хранения равен 2 месяцам.
6. Изделия, при сборке которых были превышены предельно допустимые сроки хранения, поставке не подлежат согласно ОСТ В 11 073.012 и ОСТ В 11 0398.
7. Длительность технологического цикла от приемки партии пластин до герметизации микросхем, поставляемых по ОСТ В 11 073.012 и ОСТ В 11 0398, включая сроки межоперационного хранения, не должна превышать 6 недель [3].

Время пребывания микросхем вне влагозащитной упаковки не включается в срок нахождения микросхем в период производства МСБ и не должен превышать 24 часов, а при проведении на входном контроле дополнительных испытаний (ЭТТ и др.) и диагностического контроля устанавливается с учетом длительности этих испытаний.

После входного контроля следует упаковать микросхемы аналогично влагозащитной упаковке поставщика по технологическому процессу, согласованному с представителем заказчика.

В период производства МСБ (не более 60 суток) до момента герметизации микросхемы должны находиться в специальной камере, в условиях контролируемой среды, приведенных в таблице 2 [2].

Технические требования к межоперационным срокам и условиям хранения пластин, кристаллов, сборочных единиц при выполнении технологических процессов сборки ИМС приведены в таблице 3.

Технологическая тара для внутрипроизводственного транспортирования приборов и изделий должна быть изготовлена из негигроскопичных, некоррозионных, не выделяющих ворсинок материалов, имеющих сопротивление не более 10^6 Ом.

Некоторые требования из технического задания на изготовление гермотары для хранения кристаллов:

- герметичность (тара должна соответствовать 10-му классу герметичности согласно ОСТ 1 80386-79);
- наличие перекрывающего газового крана на штуцере для откачки воздуха и напуска аргона;
- наличие мановакуметра для контроля давления в рабочем объеме.

Тару с приборами и изделиями следует хранить на заземленных стеллажах и шкафах, выполненных из материалов, имеющих удельное поверхностное сопротивление 10^6 Ом.

Обращение

Бескорпусные микросхемы — электронные компоненты, поэтому должны расцениваться как статически чувствительные, как любой другой электронный компонент.

Полные меры предосторожности от электростатического разряда должны предприниматься во время всех действий. Обращение с кристаллами должно быть очень осторожным во всех случаях и оставаться безопасным, когда кристаллы находятся в носителях, за исключением момента разгрузки носителя или инспекционных операций на автоматизированном рабочем месте. Чувствительность пластин или голых кристаллов к общим условиям рабочей окружающей среды, даже в чистых комнатах, может привести к загрязнению или повреждению кристалла.

Разделенные кристаллы в ячеистых упаковках (рис. 1, 2) или вафельной упаковке не будут вращаться или переворачиваться при условии, что бумага и крышка находятся на месте.

Без крышки слабейшая встряска может привести к дезориентации кристалла.



Рис. 1. Ячеистая упаковка

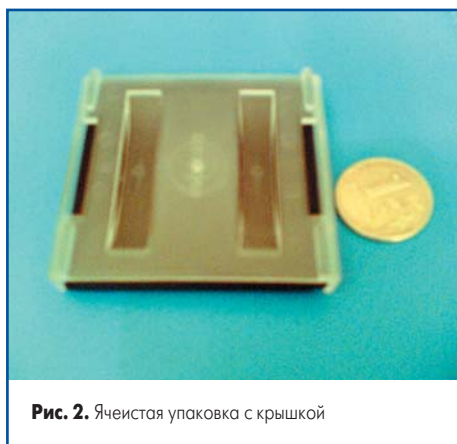


Рис. 2. Ячеистая упаковка с крышкой

Для мелкосерийного объема производства и краткосрочных разработок использование специализированного и автоматизированного оборудования может быть не выгодно. В этой ситуации предлагается выполнение операций с кристаллами вручную.

Для манипуляций с кристаллами пинцеты с металлическими губками не используются, независимо от их формы.

Пинцет часто наносит механические повреждения внешней поверхности кристалла, поэтому жизненно важно при обращении с упаковками и кристаллами пользоваться специально разработанными для этой цели инструментами.

Кристаллы не только легко трескаются и ломаются. При неправильном обращении на их поверхности, имеющей мягкое покрытие, легко появляются царапины, особенно если пользоваться металлическим пинцетом. Эти повреждения иногда обнаруживаются при последующем осмотре, но часто не выявляются до электрического испытания. Например, царапина, порождающая мостик между металлизированными дорожками, может быть обнаружена при визуальном контроле и под электрической нагрузкой может вызвать короткое замыкание. Но трещина в объемном кремнии способна эффективно образовать область изоляции, которая в свою очередь может проявиться как отказ при испытании.

Иногда повреждение проявляется впоследствии, повышая тем самым интенсивность отказов.

По этим причинам рекомендуется при любых ручных манипуляциях с кристаллами использовать правильно спроектированные инструменты, такие как вакуумные пинцеты

с тщательно подобранными наконечниками для захвата кристаллов. В условиях высоких температур не обойтись без инструмента с металлическими и керамическими наконечниками. Такой инструмент должен быть сконструирован для контакта, в первую очередь, с гранями кристалла, а не с его нижней и верхней поверхностями [4].

Ни в коем случае кристаллы нельзя брать голыми руками. Даже в перчатках или на пальчиках можно загрязнить поверхности кристалла.

Любая область кожи или любая поверхность, которая, возможно, вошла в контакт с незащищенной кожей, имеет соленые и жирные загрязнения, снижающие качество сварки и создающие при высокой температуре щелочную окислительно-коррозионную среду.

Тальк, широко применяемый как смазка для перчаток и т. д., является также распространенным загрязнителем. К загрязнителям относятся частицы кожи, волосы и волокна, кремниевая и алюминиевая пыль.

Поэтому настоятельно рекомендуется проводить всю операцию сборки кристаллов в слоистом потоке или в окружающей среде, поддерживаемой в классе 1000 или лучше.

При автоматизированном захвате и размещении кристаллов используется мягкий наконечник кремний/резина или 4-сторонний перевернуто-пирамидальный цанговый патрон подходящего размера. Это особенно важно для неактивированных кристаллов, более подверженных механическому повреждению, которое приводит к отказу.

Во избежание загрязнения от кристалла к кристаллу или механических повреждений рекомендуется проводить обычный осмотр и чистку наконечников или цанговых патронов. Давление на кристалл при его захвате и размещении также должно быть минимальным, чтобы избежать механического повреждения, способного вызвать отказ или деградацию.

Недостаточно качественное обращение с кристаллами, если они не подверглись визуальному контролю, может закончиться внезапными отказами, такими как короткое замыкание, обрыв или утечка, а также привести к скрытым дефектам, в свою очередь проявляющимся при температурах, близких к максимально допустимой и приводящим к лавинному пробою.

Литература

1. AN-1060. Ричард Кларк. Бескорпусной кристалл: Обработка и хранение. Пер.: Сержанов Ю. В.
2. ОСТ В 11 1010-2001 «Микросхемы интегральные бескорпусные. Общие технические условия».
3. РД 11 0274-90 «Отраслевой руководящий документ. Микросхемы интегральные. Технические требования к технологическим процессам сборки».
4. Шмаков М. В. Использование поверхностного монтажа при сборке микроэлектронной аппаратуры.