

MIL-STD-883G

Метод 2012.7. Рентгенография

В статье описаны критерии рентгеновского (неразрушающего) контроля полупроводниковых приборов (ППП) и гибридных интегральных микросхем (ГИС) в герметизированном корпусе, особенно тех, которые получены в процессе герметизации, и внутренние дефекты типа инородных предметов, непригодных соединительных проводов и пустот в материале крепления кристалла. Данные критерии могут служить исходными данными, как при входном, так и выходном контроле ППП и ГИС.

Максим Шмаков

mxm-shmakov@yandex.ru

**Валерий Паршин,
к. т. н.**

Критерии исследования и приемки твердотельных приборов

Конструкция прибора

Годные приборы должны соответствовать проекту и конструкции в отношении характеристик, определяемых во время рентгенографического исследования. Приборы, которые значительно отличаются от заданной конструкции, должны быть забракованы.

Дефекты отдельных приборов

Исследование отдельных приборов должно включать (но не ограничиваться только этим) осмотр частиц примеси, припоя или сварки, скопления клея, формы и размещения выводов или нитевидных кристаллов, соединения вывода или нитевидного кристалла с полупроводниковым элементом или вывода

и нитевидного кристалла с присоединительным зажимом, полупроводникового слоя металлизации и установку полупроводникового элемента. Прибор, в котором рентгенограмма обнаруживает любой из следующих дефектов, должен быть забракован.

Наличие постороннего вещества

Постороннее вещество включает:

- любую частицу примеси, подвижную или прикрепленную, больше 0,025 мм (0,001 дюйма) (рис. 1) или меньшего размера, достаточного для того, чтобы замыкать проводящие элементы ППП;
- любой конец провода, который длиннее своего обычного размера на два диаметра провода на полупроводниковой площадке для присоединения кристалла или на четыре диаметра провода на полупроводниковом штырьковом выводе корпуса (рис. 1);
- любой заусенец на штырьковом выводе (выводе основания корпуса) больше, чем на 0,08 мм (0,003 дюйма) в основном размере или такой конфигурации, что может вызвать отказ;
- избыточное скопление клея на полупроводниковом элементе:
 - полупроводниковый элемент должен быть установлен и соединен так, чтобы он не был отклонен больше чем на 10° от установочной поверхности; клеящее вещество, которое накапливается по периметру полупроводникового элемента, независимо от того, касается ли оно стороны полупроводникового элемента, не должно быть по толщине больше высоты полупроводникового элемента (рис. 2, 3) или любого вывода или штырька, а также не должно отделяться от основной контактной площадки (КП) материала (рис. 4);
 - не должно быть никакого видимого постороннего материала толщиной 0,025 мм (0,001 дюйма) и более в основном размере внутри ППП; сыпучий клейкий материал будет считаться посторонним материалом; избыточный (но не сыпучий) клейкий материал не будет считаться посторонним, кроме тех случаев, когда он не будет удовлетворять требованиям избыточного скопления клея на полупроводниковом элементе или

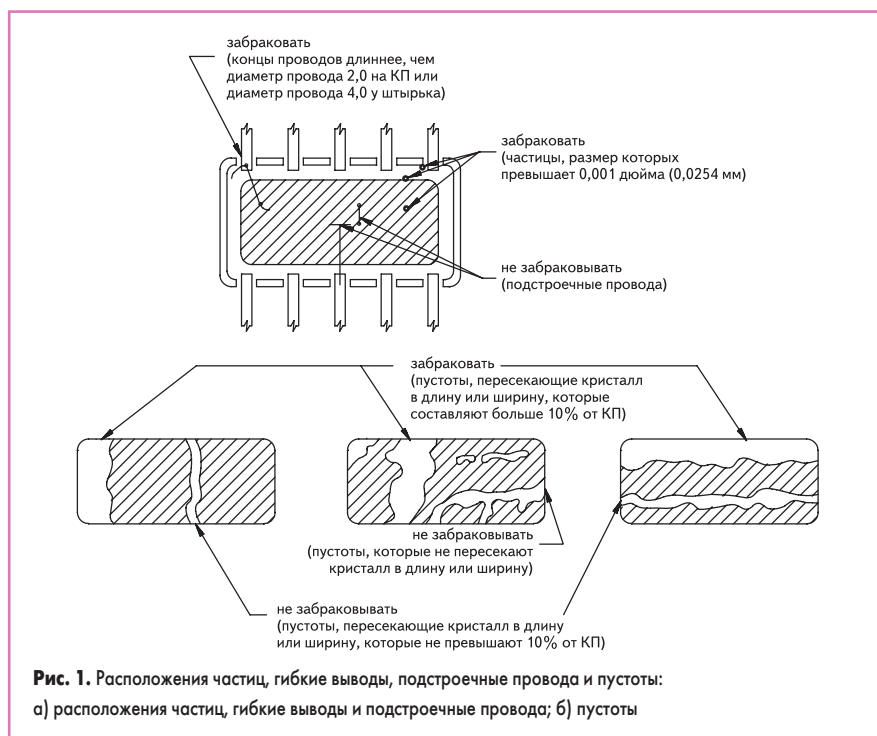


Рис. 1. Расположения частиц, гибкие выводы, подстроечные провода и пустоты:
а) расположения частиц, гибкие выводы и подстроечные провода; б) пустоты

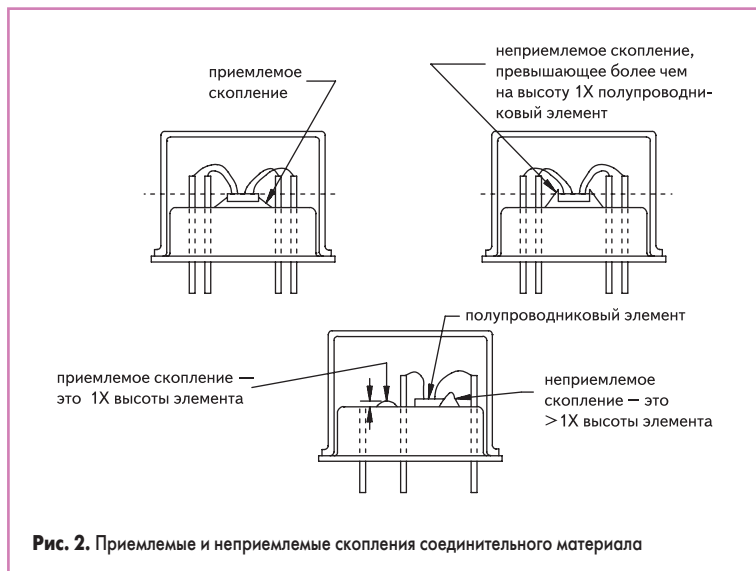


Рис. 2. Приемлемые и неприемлемые скопления соединительного материала

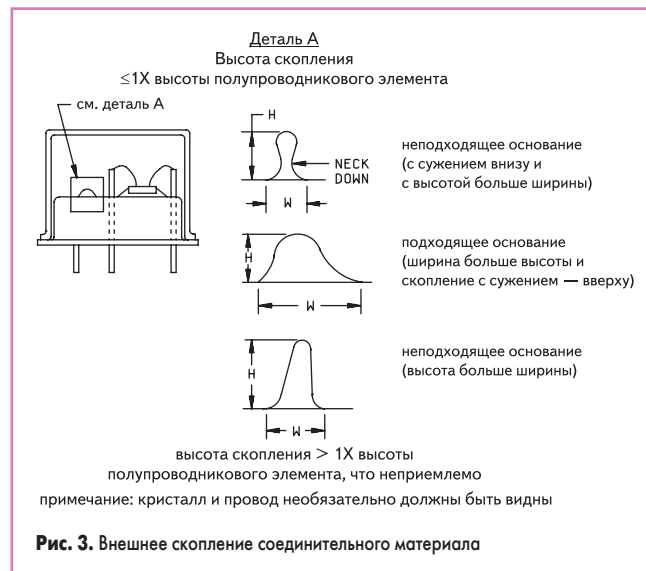


Рис. 3. Внешнее скопление соединительного материала

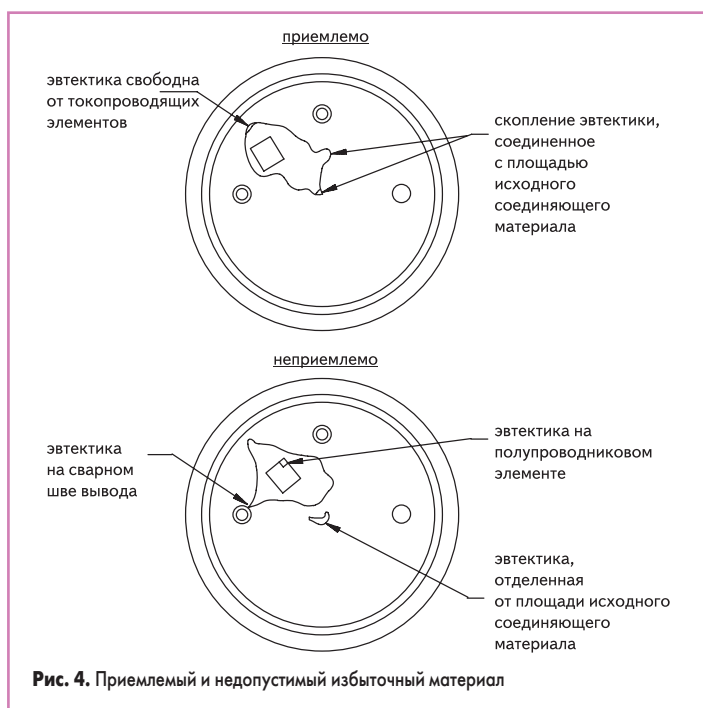


Рис. 4. Приемлемый и недопустимый избыточный материал

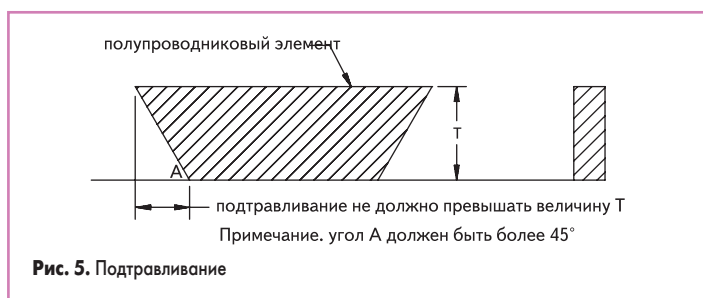


Рис. 5. Подтравливание

когда скопление клеевого материала таково, что высота скопления превышает ширину его основания, или накопление сужается в любой точке (рис. 2, 3);

- отслаивание золота на основании корпуса, стержнях или где-нибудь внутри корпуса;
- посторонние соединения, полученные методом шариковой термокомпрессии, где-нибудь внутри корпуса, кроме прикрепленного остатка соединения, когда предусмотрено повторное соединение.

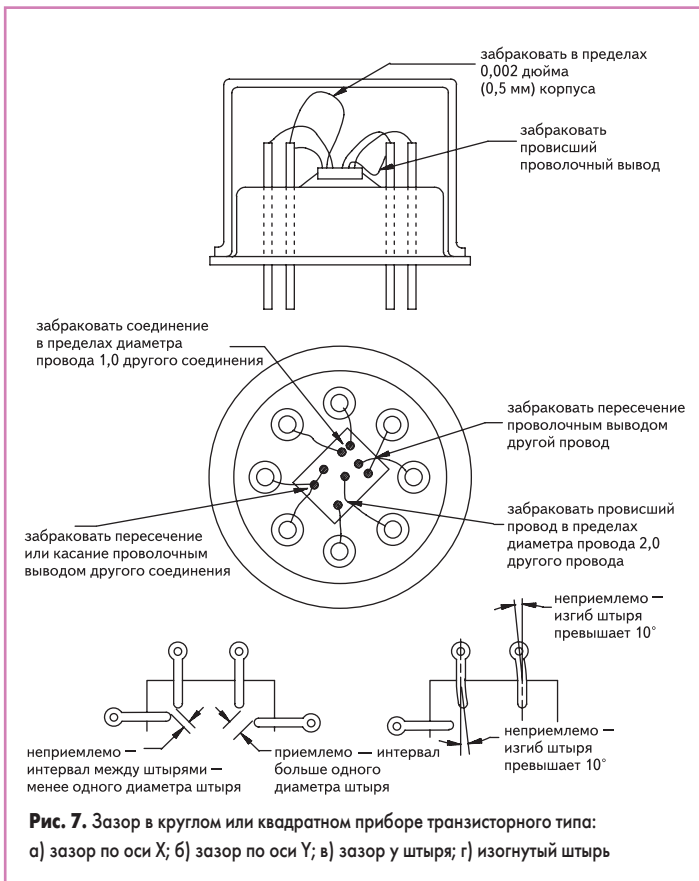
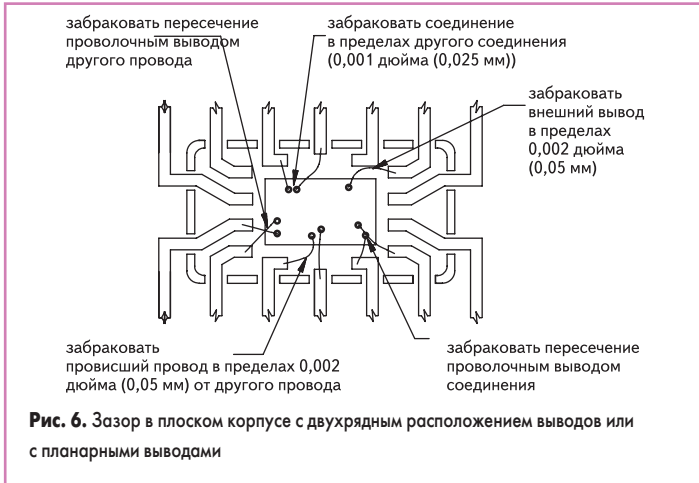
Недопустимая конструкция

При исследовании приборов следующие виды должны считаться негодными конструкциями, а приборы, в которых будут присутствовать следующие дефекты, будут забракованы:

Таблица. Условия забраковки приборов

Плоский корпус с планарными выводами и плоский корпус с двухрядным расположением выводов (рис. 6)	Круглый или прямоугольный тип корпуса (рис. 7)
Любой вывод, который, по-видимому, касается или пересекает другой вывод или соединение (только плоскость Y)	Любой вывод, который касается или проходит на расстоянии 0,05 мм (0,002 дюйма) от корпуса или внешнего вывода, к которому он не присоединен (плоскость X и Y)
Любой вывод, который отклоняется от прямой линии между соединением и внешним выводом и, вероятно, находится в пределах 0,05 мм (0,002 дюйма) от другого соединения или вывода (только плоскость Y)	Выводы, которые провисают ниже мнимой плоскости, проходящей через вершину соединения кристалла (только плоскость X), кроме случаев, предусмотренных в конструкции
Выводы, которые не отклоняются от прямой линии между соединением и внешним выводом и, вероятно, касаются другого провода или соединения, за исключением общих проводов, (только плоскость Y)	Любой вывод, который отклоняется от прямой линии между соединением и внешним выводом, и, вероятно, находится в пределах 0,05 мм (0,002 дюйма) от другого провода или соединения (только плоскость Y)
Любой вывод, который касается или проходит на расстоянии 0,05 мм (0,002 дюйма) от корпуса или внешнего вывода, к которому он не присоединен (плоскость X и Y)	Любое соединение, которое находится на расстоянии меньше 0,025 мм (0,001 дюйма) (исключая соединения, связанные общим проводником) от другого соединения (только плоскость Y)
Любое соединение, которое находится на расстоянии меньше 0,025 мм (0,001 дюйма) (исключая соединения, связанные общим проводником) от другого соединения (только плоскость Y)	Любой провод, составляющий прямую линию между КП кристалла и штырьком корпуса, не имеющего дуги, если не указано особо
Любой провод, составляющий прямую линию между КП кристалла и штырьком корпуса, не имеющего дуги	
Выводы, которые провисают ниже мнимой плоскости, проходящей через вершину соединения кристалла (только плоскость X), кроме случаев, предусмотренных в конструкции	

- пустоты: при монтаже некоторых типов рентгеновских приборов не получают истинного представления о пустотах; при исследовании таких приборов необходимо отметить монтаж в акте осмотра (рис. 1):
 - пустоты КП превышают половину полной площади;
 - единичная пустота, которая пересекает либо длину, либо ширину полупроводникового элемента и превышает 10% от общей площади КП;
- наличие проводов, кроме тех, которые соединяют определенные участки полупроводникового элемента с внешними выводами; допускаются конструкции приборов, в которых предусмотрено использование таких проводов, включая переключки, необходимые для подгонки нагрузочного резистора (рис. 1);
- трещины, расщепления;
- избыточное подтравливание электрических элементов (рис. 5);
- дефектный спай: любой прибор, в котором уплотнение неразъемной крышки не является непрерывным или уменьшено по сравнению с расчетной шириной уплотнения более чем на 75%;



- несоразмерный зазор: годные приборы должны иметь соразмерный внутренний зазор, не позволяющий элементам входить в контакт друг с другом или корпусом; не допускается пересечение; в зависимости от типа корпуса приборы должны быть забракованы при определенных условиях (таблица).

Критерии исследования и приемки гибридных приборов

Конструкция прибора

Годные приборы должны иметь заданные проект и конструкцию относительно характеристик, различаемых во время рентгенографического исследования. Приборы, которые значительно отличаются от точной заданной конструкции, должны быть забракованы.

Дефекты отдельных приборов

Исследование отдельных приборов должно касаться (но не ограничиваться только этим) примесей, расположения и ориентации элементов, трещин в подложке, которые превышают 0,127 мм (0,005 дюйма) в длину или свидетельствуют об активной металлизации, а также скопления клея, брызг пайки, расположения проводов, пустот в уплотне-

нии крышки (это может не относиться к мощным гибридным приборам) и ненужного смачивания между подложкой (подложками) и корпусом. Любой прибор, в котором обнаружен один из следующих дефектов, должен быть забракован.

Наличие примеси (частицы примеси)

Примеси (частицы примеси) включают в себя:

- отдельная примесь размером более 0,025 мм (0,001 дюйма) или любого меньшего размера является достаточной для того, чтобы засорить металлизацию или несоединенные проводящие элементы, которые оказываются на поверхности кристалла, компонента, подложки или внутри корпуса;
- прилипшая примесь, которая засоряет пути металлизации, выводы корпуса, вывод в металлизацию корпуса, функциональные элементы схемы, соединения или любую комбинацию перечисленного;
- концы проводов или дополнительные провода, которые вступают в контакт с любой металлизацией, не связанной с проводом, или которые превышают четыре диаметра проводов в длину на площадке подложки или у штыря корпуса, либо два диаметра провода на вершине кристалла или компонента;
- любой признак припоя, сплава или проводящего клея, которые, по-видимому, засоряют неординарную металлизацию (то есть провод(а), соединительный штырь, активную металлизацию или любую комбинацию перечисленного) и не предусмотрены в конструкции;
- отслаивание золота на соединительном штыре или где-нибудь еще внутри корпуса.

Недопустимые конструкции

При исследовании приборов следующие виды должны считаться недопустимыми конструкциями:

- Пустоты в подложке или материал для крепления компонентов:
 - пустоты, занимающие более половины всей КП;
 - единичная пустота, которая пересекает длину или ширину подложки или полупроводникового элемента, и чья площадь превышает 10% от всей предназначенной КП¹.
- Наличие проводов, кроме тех, которые применяются в особых областях в соответствии с рисунком, и исключая провода, предназначенные в качестве настроечных устройств на схеме крепления, а также там, где отсутствуют присоединения.
- Неправильное размещение компонентов.
- Трещины, расщепления или осколки в компоненте или подложке, которые входят в активную площадь схемы.
- Пустоты в уплотнении крышки, когда уплотнение не является непрерывным или его ширина уменьшена более чем на 75%.
- Недостаточный зазор:
 - любой провод, который находится ближе чем на 0,025 мм (0,001 дюйма) к другому проводу (исключая общие провода) в пределах сферического расстояния по радиусу от периметра соединения 0,127 мм (0,005 дюйма) для шаровых соединений или 0,254 мм (0,010 дюйма) для ультразвуковых и термокомпрессионных соединений, полученных методом микросварки клиновым электродом²;
 - избыточный провес в любом проводе, в результате чего он становится ближе чем на два диаметра провода к другому проводу, штырь корпуса, операционная металлизация без пассивации стеклом, кристалл или часть корпуса согласно сферическому расстоянию по радиусу от периметра соединения 0,127 мм (0,005 дюйма) для соединений, полученных методом шариковой термокомпрессии, или 0,254 мм (0,010 дюйма) для ультразвуковых и термокомпрессионных соединений, полученных методом микросварки клиновым электродом³;

¹ Чтобы получить и/или проверить прикрепление подложки, рекомендуется использовать анализатор теплоустойкости, который измеряет теплотехнические свойства (рассеяние тепла).

² Изолированные провода, определенные в технических требованиях к прибору, не связаны с этими критериями.

³ Изолированные провода, определенные в технических требованиях к прибору, не связаны с этими критериями.

- отсутствие или дополнительный провод (провода) или лента (ленты), не соответствующие схеме соединений, кроме провода (проводов) или ленты (лент), обозначенных как микроволновые настроечные устройства на схеме соединений;
- любой провод, который не имеет никакой дуги и составляет прямую линию между КП кристалла и штырем корпуса;
- провода, пересекающие другие провода, кроме общих проводников, или в соответствии с 3.2.2. e метода 2010 (условие A);
- избыточная высота в любом компоненте или петле из проводов, так что они становятся ближе на 0,127 мм (0,005 дюйма) к крышке при установке;
- любые провода, которые оборваны;
- избыточный провес, где провод находится на подложке на расстоянии больше, чем 1/2 расстояния между ребром контактной площадки подложки и ИС, с которыми соединяется провод, или находится ближе,

чем на 0,025 мм (0,001 дюйма) к переходу любой проводящей эпоксидной смолы, с помощью которой устанавливается кристалл;

- соединения размещены так, что провод, выходящий из них, пересекается с другим соединением, кроме общих соединений.

Заключение

Критерии, описанные в данной статье, носят рекомендательный характер и служат в качестве тех исходных моментов, на которые прежде всего необходимо обратить внимание при проведении рентгеновского контроля полупроводниковых приборов и гибридных интегральных схем.

Литература

1. MIL-STD-883G Test Method Standard Micro-circuits