



Министерство образования Российской Федерации  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Н.Э. БАУМАНА**

Реферат на тему  
**«Микросборка»**

Выполнили: Жуков, Шелковый

Группа: МТ11-61Б

Преподаватель: Цветков Ю.Б.

Москва, 2021г.

В настоящее время актуальным вопросом при производстве интегральных схем является процесс сборки, который включает в себя множество этапов.

Микросборкой является микроэлектронное изделие, выполняющее определенную функцию преобразования и обработки сигнала, состоящее из элементов и (или) компонентов, размещенных на общей подложке, разрабатываемое для конкретной радиоэлектронной аппаратуры с целью улучшения показателей ее миниатюризации и рассматриваемое как единое целое с точки зрения требований к приемке, поставке и эксплуатации.

Основные этапы микросборки:

- Разделение пластин на кристаллы
- Монтаж кристаллов в корпус
- Разварка выводов
- Герметизация корпусов или бескорпусная герметизация

## **1. Разделение пластин на кристаллы**

Начальная операция микросборки – это разрезание кремниевой пластины на отдельные элементы. Для этой цели существует несколько методов: скрайбирование с последующим разломом пластины либо распил с последующим удалением нижнего слоя кремниевой пластины.

Скайбирование – процесс нанесения v-образных царапин на подложке в местах последующего надлома. Оно может осуществляться алмазным резцом, проволокой или лазером.

Разламывание надрезанной пластины происходит одним из трёх способов: термоударом (нагрев, а потом резкое охлаждение), ультразвуком или путем применения механических усилий.

Для 2,5 и 3-х мерной пластины более оптимально будет использование резку лазером или абразивным диском с последующей шлифовкой либо

плазменным травлением остаточной толщины (рисунок 1). Данные способы подходят для более толстых пластин.

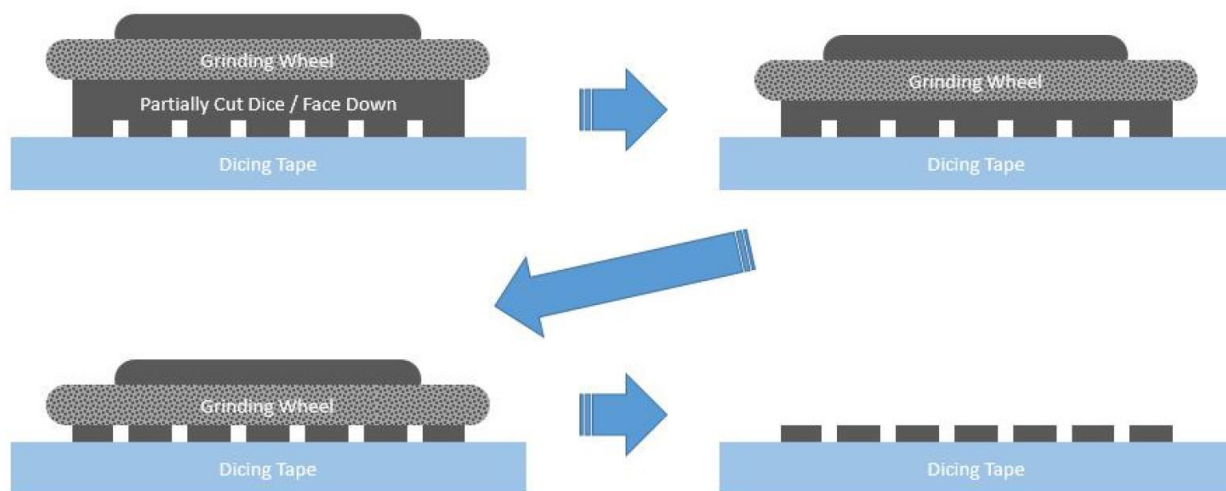


Рисунок 1. Шлифовка пластины после резки диском.

## 2. Монтаж кристаллов в корпус

Монтаж готовых кристаллов в корпус является вторым этапом микросборки и может осуществляться двумя разными методами: пайкой и клеем.

Основными требованиями при присоединении кристалла к основанию корпуса полупроводникового прибора являются высокая надёжность соединения, механическая прочность и высокий уровень передачи тепла от кристалла к подложке. Операцию присоединения проводят с помощью пайки, приплавления с использованием эвтектических сплавов или приклеивания.

При выборе метода присоединения кристалла следует принимать во внимание следующие факторы:

- Тепло-, электропроводность используемого клея или припоя.
- Допустимые технологические температуры монтажа.
- Температуры последующих технологических операций.
- Рабочие температуры микросхемы.

- Наличие металлизации соединяемых поверхностей.
- Возможность использования флюса и специальной атмосферы монтажа.
- Механическая прочность соединения.
- Автоматизация процесса монтажа.
- Ремонтопригодность.
- Стоимость операции монтажа.

### **Применение клеев**

Клеи для монтажа кристалла могут быть условно разделены на 2 категории: электропроводящие и диэлектрические. Клеи состоят из связующего вещества клеи и наполнителя в виде серебряного или керамического порошка, что позволяет добиться высоких теплопроводящих свойств.

### **Применение металлических припоев**

Металлические припои следует выбирать для присоединения кристалла к основанию корпуса в следующих случаях:

- При массовом производстве недорогих микросхем используется специально разработанный припой в виде паст.
- Для обеспечения максимальной механической прочности и коррозионной стойкости хороший выбор сплав  $80\text{Au}20\text{Sn}$  в виде преформ или пасты.
- При создании соединений для криогенной техники (сплав  $100\text{In}$ ).
- Высокие температуры последующих технологических операций.
- Рабочие температуры микросхемы свыше  $200\text{ C}$ .
- Недорогое решение для монтажа кристалла.

### **Клеи электропроводящие**

Электрическая проводимость клеев обеспечивается использованием проводящего наполнителя. В качестве наполнителя используется серебро ( $\text{Ag}$ ) как химически стойкий материал с высоким коэффициентом теплопроводности и низким удельным сопротивлением.

клеи содержат в себе серебро в виде порошка (микросферы) и хлопьев (чешуек).

Ключевые преимущества электро-, теплопроводящих клеев для монтажа кристалла:

- Наивысшие значения теплопроводности по сравнению с другими типами клеев.

- Высокая адгезионная прочность.

- Полимеризация при низких температурах (200 С).

- Ремонтпригодность при низких температурах.

- Низкое газовыделение.

- Хранение и транспортировка при комнатной температуре

(некоторые типы клеев)

#### **Клеи диэлектрические**

Диэлектрические клеи для монтажа кристалла применяются в случае необходимости обеспечить электроизоляцию кристалла от основания и в ряде случаев сохранить теплопроводящие свойства.

Ключевые преимущества диэлектрических клеев для монтажа кристалла:

- Высокая адгезионная прочность.

- Отверждение при низких температурах.

- Длительное время жизни клея после нанесения

#### **Серебросодержащие пасты низкотемпературного спекания**

Технология низкотемпературного спекания серебра возникла относительно недавно, но сразу же нашла применение в сборке силовых полупроводниковых модулей. Суть технологии заключается в спекании частиц серебра при низкой температуре с получением структуры близкой к структуре металлического серебряного порошка.

Одна из разновидностей данной технологий требует приложения высокого давления. Монтаж при этом осуществляется при помощи специализированного пресса в течение нескольких секунд.

Другая технология позволяет осуществлять спекание без приложения давления, только за счёт химического взаимодействия частиц серебра.

Ключевые преимущества технологии низкотемпературного спекания серебра:

- Высочайшая тепло-, электропроводность. Значения близкие к объёмным характеристикам серебра.
- Монтаж при низких температурах.
- Высокая скорость монтажа.

### **Металлические припой**

Для операции присоединения кристалла к основанию корпуса должны быть использованы только высокочистые припой. Пайка осуществляется с помощью навесок или прокладок припоя заданной формы и размеров (преформ), помещаемых между кристаллом и подложкой.

### **Припой в виде паст**

Пасты созданы специально для операции монтажа кристалла на основание корпуса микросхемы и призваны заменить традиционные решения в виде проволок, лент и преформ. Паста поставляется в шприцах и может быть использована в высокоскоростном автоматизированном или в ручном оборудовании для дозирования. Это позволяет существенно сократить время монтажа кристалла и снизить стоимость операции. Оплавление производится в атмосфере азота или формирующего газа. Стандартный размер шариков припоя 25-45 мкм, но может быть изменён в зависимости от задачи. Содержание металлического наполнителя в пасте – 88%.

## **3. Разварка контактов**

### **3.1. Выбор проволоки, лент**

Процесс присоединения выводов кристалла к основанию корпуса осуществляется с помощью проволоки, ленты или жёстких выводов в виде шариков или балок.

Проволочный монтаж осуществляется термокомпрессионной, электроконтактной или ультразвуковой сваркой с помощью золотой, алюминиевой или медной проволоки/лент.

Беспроволочный монтаж осуществляется с помощью припоя, нанесённого методом электролитического или вакуумного напыления, заполнения шариками или методом трафаретной печати.

Выбор проволоки, лент Надёжность проволочного/ленточного соединения в сильной степени зависит от правильного выбора проволоки/ленты. Основными факторами, определяющими условия применения того или иного типа проволоки, являются: Тип корпуса. В герметичных корпусах используется только алюминиевая или медная проволока, поскольку золото и алюминий образуют хрупкие интерметаллические соединения при высоких температурах герметизации. Однако для негерметичных корпусов используется только золотая проволока/лента, поскольку данный тип корпуса не обеспечивает полную изоляцию от влаги, что приводит к коррозии алюминиевой и медной проволоки. Размеры проволоки/лент (диаметр, ширина, толщина). Более тонкие проводники требуются для схем с малыми контактными площадками. С другой стороны, чем выше ток, протекающий через соединение, тем большее сечение проводников необходимо обеспечить. Прочность на разрыв. Проволока/ленты подвергаются внешнему механическому воздействию в течение последующих этапов и в процессе эксплуатации, поэтому чем выше прочность на разрыв, тем лучше. Относительное удлинение. Важная характеристика при выборе проволоки. Слишком высокие значения относительного удлинения усложняют контроль формирования петли при создании проволочного соединения

### **Выбор материала**

#### **Проволока, ленты из золота**

Золотая проволока широко используется в производстве микроэлектронных устройств. Также для различных методов сварки может поставляться проволока с добавлением бериллия и других элементов. Производственный допуск на диаметр легированной проволоки равен  $\pm 3\%$ . Также наша компания поставляет ленты из чистого золота и других металлов, изготавливаемые по заказу для конкретного применения в микроволновых и силовых приборах.

### **Проволока из легированного алюминия**

Легированная алюминиевая проволока в приложениях с небольшими токовыми нагрузками предпочтительнее, чем проволока из чистого алюминия.

Преимущество легированной проволоки – возможность использования меньших диаметров и более высоких показателей усилия на разрыв.

### **Проволока из меди**

Медная проволока является одним из наиболее предпочтительных материалов для соединений проволочным монтажом во многих полупроводниковых и микроэлектронных устройствах. Медная проволока меньшего диаметра обладает такой же электропроводностью, как золотая, но значительно дешевле ее.

Медная проволока большого диаметра заменяет алюминиевую проволоку там, где необходима высокая электропроводность, либо существуют проблемы разварки, связанные с конструктивными особенностями соединений. Медная проволока сложнее в использовании, поскольку она обладает большей твердостью, чем золото или алюминий. В связи с этим параметры сварки должны контролироваться с особым вниманием. Медь подвержена окислению, поэтому необходимо принимать во внимание условия и сроки ее хранения.

## **4. Герметизация корпусов или бескорпусная герметизация**

Характеристики полупроводникового прибора в сильной степени определяются состоянием его поверхности. Внешняя среда оказывает существенное влияние на качество поверхности и, соответственно, на стабильность параметров прибора. Данное воздействие изменяется в процессе эксплуатации, поэтому очень важно защитить поверхность прибора для увеличения его надёжности и срока службы.



Защита полупроводникового кристалла от воздействия внешней среды осуществляется на заключительном этапе сборки микросхем и полупроводниковых приборов.

Герметизация может быть осуществлена помощью корпуса или в бескорпусном исполнении. При выборе технологии и материалов, которые будут использоваться на этапе герметизации, следует принимать во внимание следующие факторы:

- Необходимый уровень герметичности корпуса.
- Допустимые технологические температуры герметизации.
- Рабочие температуры микросхемы.
- Наличие металлизации соединяемых поверхностей.
- Возможность использования флюса и специальной атмосферы монтажа.
- Автоматизация процесса герметизации.
- Стоимость операции герметизации.

### **Корпусная герметизация кристалла**

Корпусная герметизация осуществляется путём присоединения крышки корпуса к его основанию с помощью пайки или сварки. Металлические, метало-стеклянные и керамические корпуса обеспечивают вакуум-плотную герметизацию.

Крышка в зависимости от типа корпуса может быть припаяна с использованием стеклянных припоев, металлических припоев или приклеена с помощью клея. Каждый из этих материалов обладает своими преимуществами и выбирается в зависимости от решаемых задач.

Особенности стеклянных припоев:

- Высокое удельное сопротивление материала.
- Относительно низкая температура герметизации (от 320 С для стеклоприпоев и от 150 С для полимерных клеёв).
- Пайка/приклеивание к неметаллическим поверхностям.
- Низкое газовыделение.
- Устойчивость к высоким температурам.

- Автоматизация процесса нанесения.
- Низкий КТР, согласованный с материалом основания (керамика) и крышки (ковар).

Особенности металлических низкотемпературных припоев:

- Могут быть использованы для создания соединений в криогенной технике (сплав 100In).
- Возможно осуществлять прижимную герметизацию (без расплавления) из-за чувствительных к повышенной температуре компонентов (сплав 100In).
- Высокая механическая прочность и коррозионная стойкость (сплав 80Au20Sn).
- Применимы для рабочих температур микросхем свыше 200 С.
- Обеспечивают высочайший уровень герметичности.

### **Бескорпусная герметизация кристаллов**

Для бескорпусной защиты полупроводниковых кристаллов от внешних воздействий используют пластмассы и специальные заливочные компаунды, которые могут быть мягкими или твёрдыми после полимеризации, в зависимости от задач и применяемых материалов.

Современная промышленность предлагает два варианта заливки кристаллов жидкими компаундами:

Заливка компаундом средней вязкости (Glob-Top, Blob-Top)

Создание рамки из высоковязкого компаунда и заливка кристалла компаундом низкой вязкости (Dam-and-Fill).

Основное преимущество жидких компаундов перед другими способами герметизации кристалла заключается в гибкости системы дозирования, которая позволяет использовать одни и те же материалы и оборудование для различных типов и размеров кристаллов.