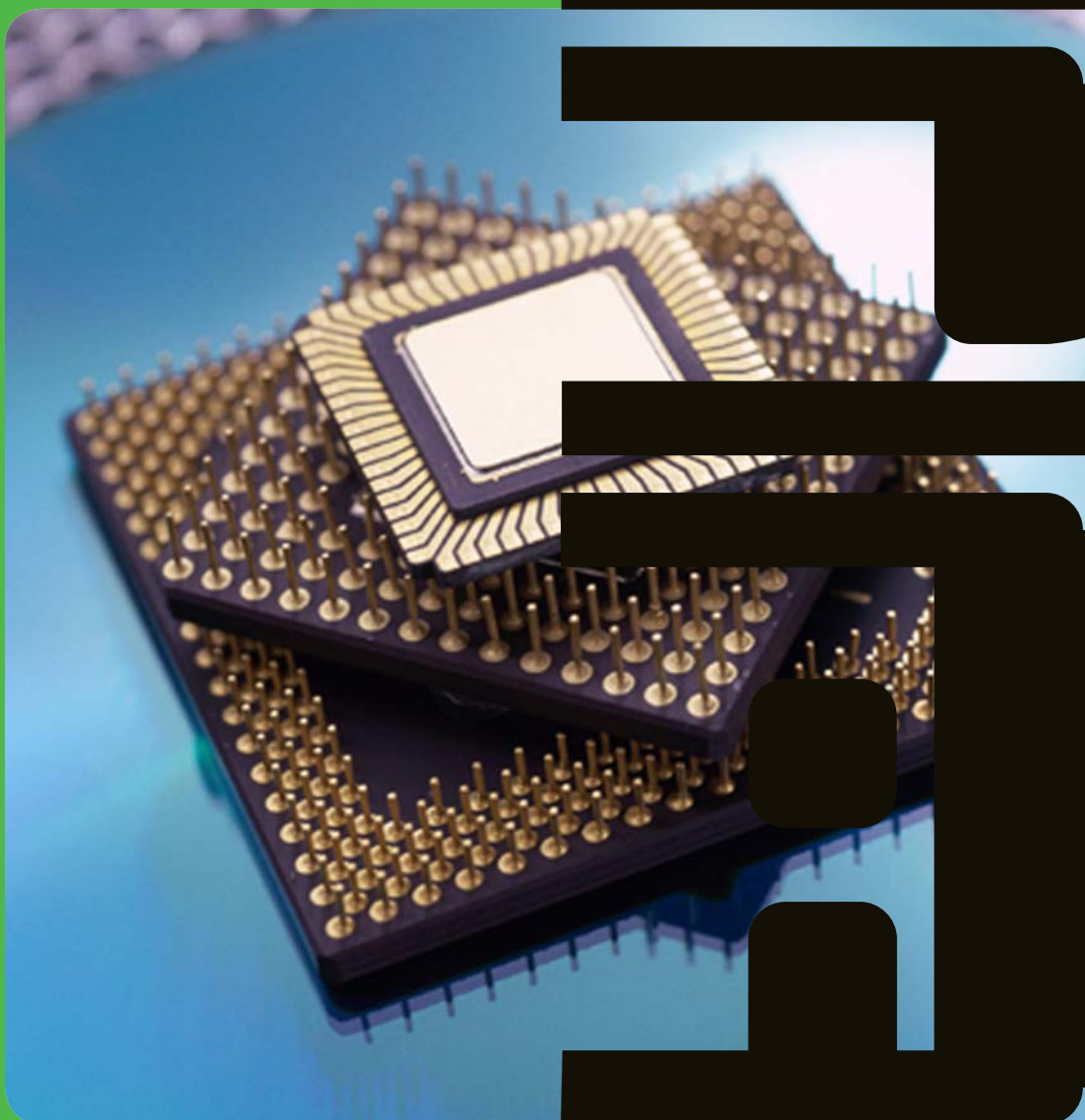


Инженерное пособие. Технологические материалы для сборки и герметизации микросхем



2013/14







Инженерное пособие.

Технологические материалы для сборки и герметизации микросхем

Содержание

Остек	О Компании.....	2
	1. Введение.....	5
	2. Присоединение кристалла к основанию.....	6
	2.1. Выбор материала.....	6
	2.2. Клеи электропроводящие.....	7
	2.3. Клеи диэлектрические.....	8
	2.4. Серебросодержащие пасты низкотемпературного спекания.....	9
	2.5. Металлические припои Indium.....	10
	3. Присоединение выводов.....	11
	3.1. Существующие методы присоединения выводов.....	11
	3.2. Проволока, ленты для разварки кристалла.....	12
	3.3. Беспроволочный монтаж.....	16
	4. Защита кристалла от воздействия внешней среды.....	18
	4.1. Выбор материалов и технологии.....	18
	4.2. Стекланные припои для герметизации микросхем.....	20
	4.3. Металлические припои Indium.....	21
	5. Бескорпусная герметизация кристалла.....	22
	5.1. Кремний-органические компаунды Dow Corning®.....	22
	5.2. Инкапсулянты Namics на основе эпоксидных смол.....	23
	Для заметок.....	24



О Компании

Уважаемые конструкторы, разработчики, технологи

ЗАО Предприятие Остек предлагает Вашему вниманию цикл инженерных и технологических пособий в новом формате. В пособиях мы рассмотрим современные технологические решения, материалы и процессы для производства электронной техники.

Целью инженерных пособий является ознакомление специалистов отечественных предприятий с современными технологиями и материалами для сборки электроники, а также помощь в подборе материала для конкретной задачи. В этой группе пособий мы рассмотрим следующие вопросы:

- Спектр материалов для решения конструкторских и технологических задач;
- Основные характеристики материалов предлагаемых для решения задачи;
- Рекомендации по выбору материалов.

Сегодня мы предлагаем следующие инженерные пособия:

- Технологические материалы для сборки и герметизации полупроводниковых приборов;
- Технологические материалы для производства светодиодов (LED) и светодиодной техники;
- Технологические материалы для производства силовых полупроводниковых приборов и модулей;
- Специальные технологические материалы для производства мощных электронных устройств;
- Специальные технологические материалы для производства электронных устройств, работающих в жестких климатических условиях;
- Материалы для пайки и ремонта печатных узлов;
- Отмывка печатных узлов;
- Передовые технологии и инновационные материалы.
- Технологические материалы для LTCC технологии.

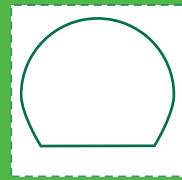
Мы будем рады, если наша работа и наши знания будут полезны Вам в решении производственных и конструкторских задач. Если Вас заинтересовали темы приведенных пособий, пожалуйста, обращайтесь к специалистам отдела технологических материалов ЗАО Предприятие Остек. Наши издания предоставляются бесплатно.

Наши знания и опыт, а также возможности наших партнеров к Вашим услугам!

Типовое комплексное решение для микросборки и крпусирования

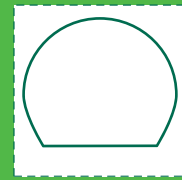
ОПЦИОНАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН САМТЕК **FALCON 520**



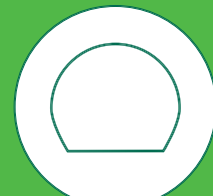
Входной контроль пластин

ПРЕЦИЗИОННАЯ УСТАНОВКА ШЛИФОВАНИЯ **MPS RC VACUUM**



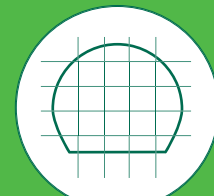
Утонение пластины

УСТАНОВКА ДЛЯ МОНТАЖА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН **WM-966**



Монтаж пластины на пленочный носитель

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ДИСКОВОЙ РЕЗКИ СЕРИИ **ADT 7100**



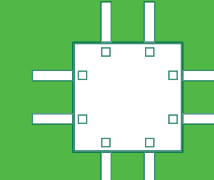
Прецизионная резка пластин

УСТАНОВКА ДЛЯ СОРТИРОВКИ КРИСТАЛЛОВ **DS 9000**



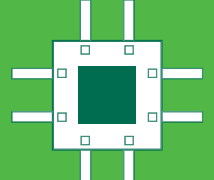
Сортировка кристаллов

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ **FlexTRAK-XD**



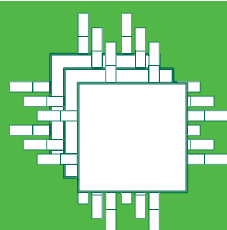
Плазменная обработка корпусов

УНИВЕРСАЛЬНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА МОНТАЖА КРИСТАЛЛОВ **2200 EVO**



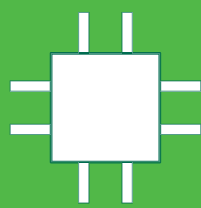
Монтаж кристаллов в корпус

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБРЕЗКИ И ФОРМОВКИ ВЫВОДОВ **COMPACTLINE**

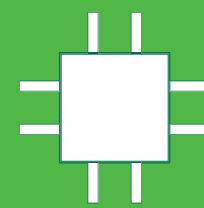


Упаковка готовых компонентов

ЦИФРОВОЙ СКАНИРУЮЩИЙ АКУСТИЧЕСКИЙ МИКРОСКОП ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ **D9500**

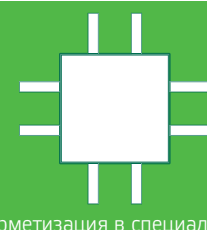


Формовка выводов



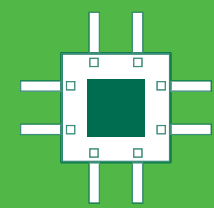
УЗ контроль качества

СИСТЕМА ШОВНОЙ РОЛИКОВОЙ СВАРКИ **AX-5000**



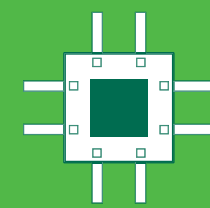
Герметизация в специальной атмосфере / Заливка / Компаундирование

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ **XTRACK**



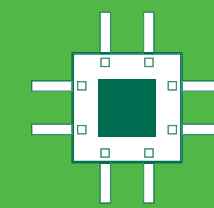
Плазменная обработка модулей

АВТОМАТ ШАРИКОВОЙ МИКРОСВАРКИ ВЫВОДОВ **3700 PLUS**



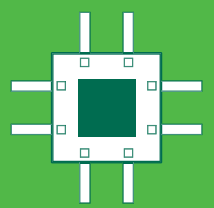
Разварка выводов

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ **FlexTRAK-XD**



Плазменная обработка корпусов

СИСТЕМА ВАКУУМНОЙ ПАЙКИ **VLO 20**



Пайка / Отверждение клея

Технологические материалы для сборки и герметизации полупроводниковых приборов



Продукция подразделения Ferro Electronic Materials включает в себя материалы для сборки и герметизации микросхем и полупроводниковых приборов, материалы для толстопленочной технологии, стеклянные порошки для электроники и технических применений, пастообразные смеси для химико-механической полировки (ХМП) для производства полупроводниковых изделий и интегральных микросхем, металлические пасты и порошки для изделий солнечной энергетики, диэлектрики, применяемые в чип-компонентах и многослойных керамических конденсаторах (MLCC), а также материалы для финишных покрытий ЖК-дисплеев и жестких дисков.



Компания Танака являясь одной из лидирующих компаний в рафинировании и производстве драгоценных металлов предлагает высокочистые металлы различных форм и размеров, для задач производства электроники. В номенклатуре материалов компании Танака присутствуют сплавы, пасты, высокочистые материалы, из драгоценных металлов. Собственные производственные мощности по рафинированию золота позволили компании Танака стать одной из 5-и компаний мира, создавших эталон чистоты золота (99.999), который используется Лондонской Биржей Драгоценных Металлов (LBMA).



Корпорация Indium – это инновационный путь развития с 1934 года. Фундаментом технологического лидерства являются серьезные научные исследования при разработке технологических материалов и ориентация на высокотехнологичные и эффективные решения. Корпорация Indium специализируется на разработке передовых решений для сборки электроники на основе металлов и их сплавов.



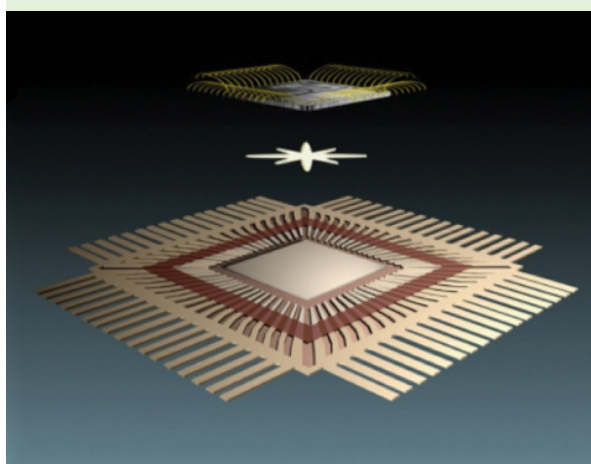
Dow Corning® мировой лидер в области производства кремний-органических материалов для изделий электроники. Силиконовые материалы Dow Corning® отличаются высокими теплопроводящими, электроизоляционными свойствами и эксплуатационными характеристиками.

Компания Namics занимается разработкой и производством полимерных материалов для микроэлектронной промышленности. Постоянные глубокие исследования в области полимерных материалов помогают компании создавать новые продукты, занимая тем самым лидирующие позиции в современном мире производства полупроводниковых приборов.

ПРИСОЕДИНЕНИЕ КРИСТАЛЛА К ОСНОВАНИЮ КОРПУСА

Монтаж кристалла

Припой, клей



NAMICS

- Клеи электропроводящие
- Клеи диэлектрические

INDIUM

Металлические припои:

- Проволока
- Лента
- Преформы
- Пасты

ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВЫВОДОВ

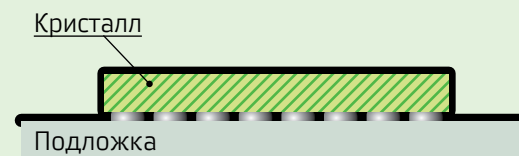
Проволочный монтаж

Проволока



Беспроволочный монтаж

Припои



TANAKA

- Проволока для разварки кристалла (Au, Al, SiAl, Cu)
- Ленты (Au, Al, SiAl)

INDIUM

Металлические припои:

- Пасты для создания шариковых и балочных выводов на кристалле
- Флюсы, шарики припоя

ЗАЩИТА КРИСТАЛЛА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

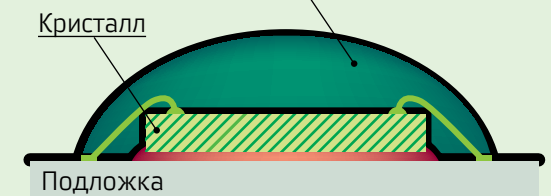
Корпусная герметизация

Припой, клей



Бескорпусная герметизация

Заливочные компаунды



FERRO

- Стеклянные припои, клеи

INDIUM

- Металлические припои

DOW CORNING

- Кремний-органические компаунды

NAMICS

- Инкапсулянты на основе эпоксидных смол

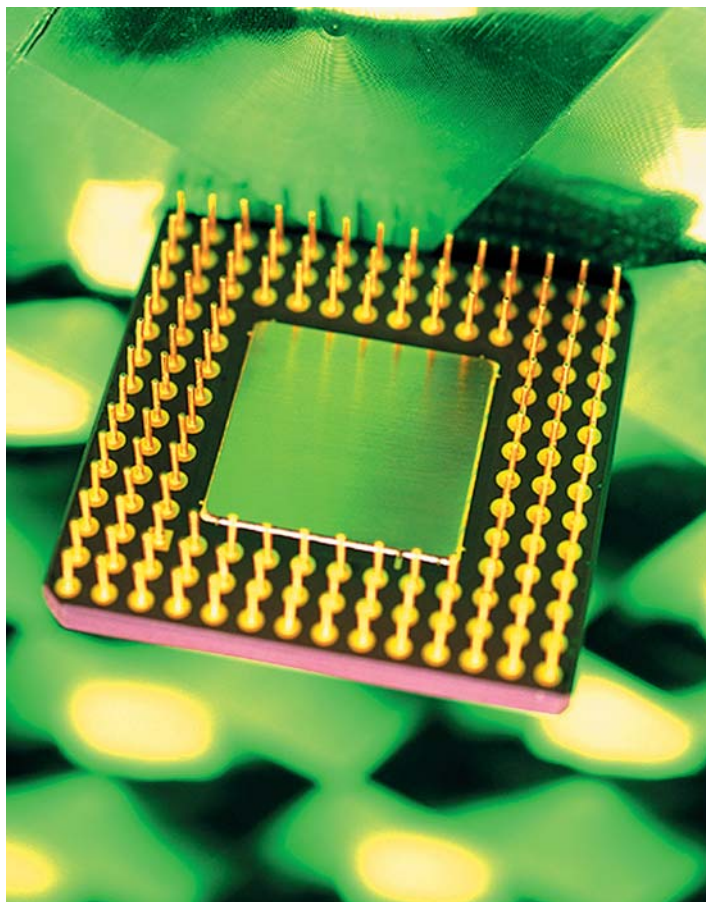


1

Введение

Современное общество немислимо без использования электронных устройств. Электроника проникает во все сферы деятельности человека и определяет уровень развития любого государства.

Возможности и надежность электронных устройств во многом определяются характеристиками и качеством используемых полупроводниковых приборов. Интегральные микросхемы непосредственно влияют на множество параметров устройства, таких как производительность, габариты, быстродействие, точность обработки информации и качество управления. Уровень развития микроэлектроники задаёт и уровень развития электронной отрасли в целом.



По известным причинам, с начала 90-х годов производство микроэлектроники в России переживало тяжёлые времена. Это привело к существенному спаду в отрасли. Отставание отечественных производителей микроэлектроники в худшие времена составляло по разным оценкам от 20 до 25 лет. В последнее десятилетие ситуация начала меняться в лучшую сторону. Реализация стратегии правительства РФ в области микроэлектроники сократила к настоящему времени технологическое отставание отечественных производителей от западных до 5 лет. Это соответствует одному-двум технологическим поколениям микроэлектронных устройств. Россия входит в активную фазу освоения новых технологий микро- и нанозлектроники. Поэтому сейчас особенно важно перенимать опыт зарубежных коллег и, используя его, переходить на качественно новый уровень.

Миниатюризация, увеличение функциональной сложности и уменьшение стоимости микросхем создают необходимость в постоянном поиске новых и модернизации существующих технологий производства. Выбор технологических решений определяет надёжность, функциональные возможности, размеры микроэлектронных устройств и в сильной степени зависит от качества, типа и характеристик доступных материалов.

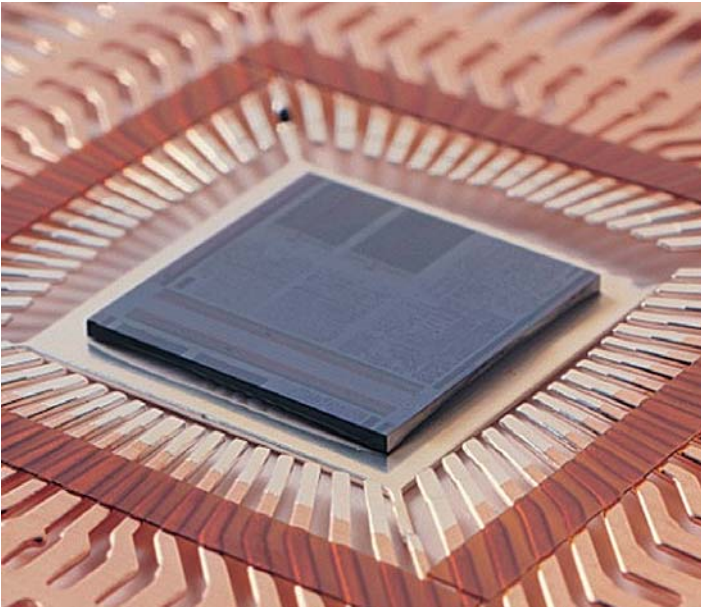
В данном пособии мы рассмотрим процесс сборки и герметизации полупроводниковых приборов и предложим различные решения на основе современных материалов, используемых мировыми лидерами в области микроэлектроники. По мере необходимости, пособие будет дополняться и совершенствоваться.

Надеемся, что наши возможности позволят специалистам отечественных предприятий находить эффективные решения для большинства конструкторских и производственных задач, а также будут способствовать развитию электроники в России.

Присоединение кристалла к основанию

2

Присоединение кристалла к основанию



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.

2.1. Выбор материала

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.

Клеи для монтажа кристалла применяются в задачах, где необходимы следующие характеристики и свойства клеевого соединения:

- Максимальная теплопроводность соединительного слоя (до 60 Вт/м²К).
- Определённые проводящие или диэлектрические свойства (удельное объёмное сопротивление от 5х10⁶ Ом-см до 10⁷ Ом-см).
- Низкая температура монтажа (от 80°С).
- Отсутствие металлизации поверхностей.
- Монтаж компонентов на металлическое основание.
- Низкое газовыделение соединительного материала.
- Устойчивость к высоким температурам.
- Автоматизация процесса монтажа.
- Возможность ремонта при низких температурах.
- Монтаж кристалла на печатную плату (Chip-On-Board) или на гибкий носитель (Chip-On-Film).
- Монтаж поверхностно-монтажных компонентов на печатную плату (SMT) и кристалла в одном цикле.

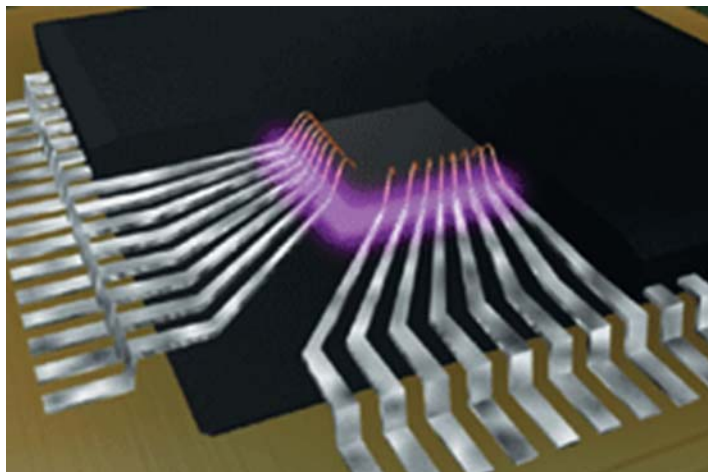
Применение металлических припоев Indium

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 80Au20Sn в виде преформ или пасты.
- При создании соединений для криогенной техники (сплав 100In).
- Высокие температуры последующих технологических операций.
- Рабочие температуры микросхемы свыше 200°С.
- Недорогое решение для монтажа кристалла.

Присоединение кристалла к основанию

2.2. Клеи электропроводящие



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

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

Ключевые преимущества электро-, теплопроводящих клеев Namics для монтажа кристалла:

- Наивысшие значения теплопроводности по сравнению с другими типами клеев.
- Высокая адгезионная прочность.
- Полимеризация при низких температурах (200°C).
- Ремонтпригодность при низких температурах.
- Низкое газовыделение.
- Хранение и транспортировка при комнатной температуре (некоторые типы клеев).

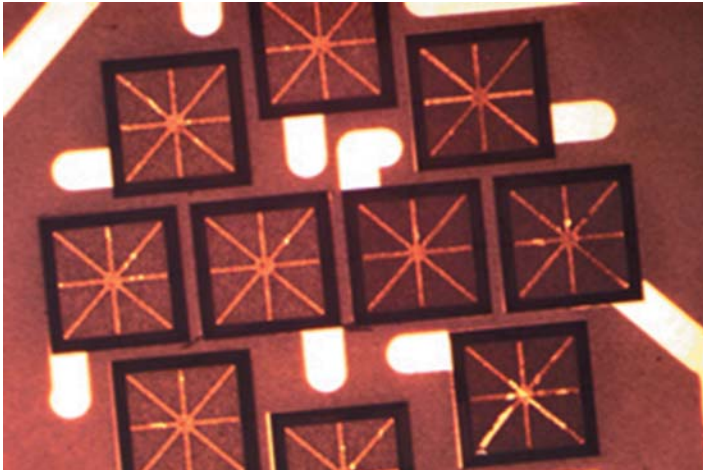
Основные электро-, теплопроводящие клеи Namics для монтажа кристалла

Название	Sk30N	Sk60N	Sk100N	H9607	H9637
Теплопроводность, Вт/м ^{°К}	49	45	55	10	-
Объемное удельное сопротивление, мОм-см	11.7	12.6	8.5	150	700
Адгезионная прочность, Н/мм ²	18	24	9	16	40
Температура отверждения °С	125 - 200	150 - 225	150 - 200	150 - 170	80
Время отверждения*, мин	5 - 120	10 - 90	15 - 60	30 - 120	120
Температура ремонта, °С	120	150	-	-	-
Время жизни в шприце при 25°C, часов	24	24	24	48	24
Хранение	25°C/6 мес или -40°C/1год	25°C/6 мес или -40°C/1год	25°C/6 мес или -40°C/1год	-40°C/1год	-40°C/6мес

* При выборе температурного режима для процесса монтажа учитываются размер кристалла и материалы кристалла и основания.

Присоединение кристалла к основанию

2.3. Клеи диэлектрические



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




Белые диэлектрические теплопроводящие клеи используются для монтажа светодиодных кристаллов. Белый цвет позволяет увеличивать выход света.

Прозрачные диэлектрические клеи позволяют получить максимальный световой поток от светодиодных кристаллов.

Ключевые преимущества диэлектрических клеев для монтажа кристалла:

- Высокая адгезионная прочность.
- Отверждение при низких температурах.
- Длительное время жизни клея после нанесения.

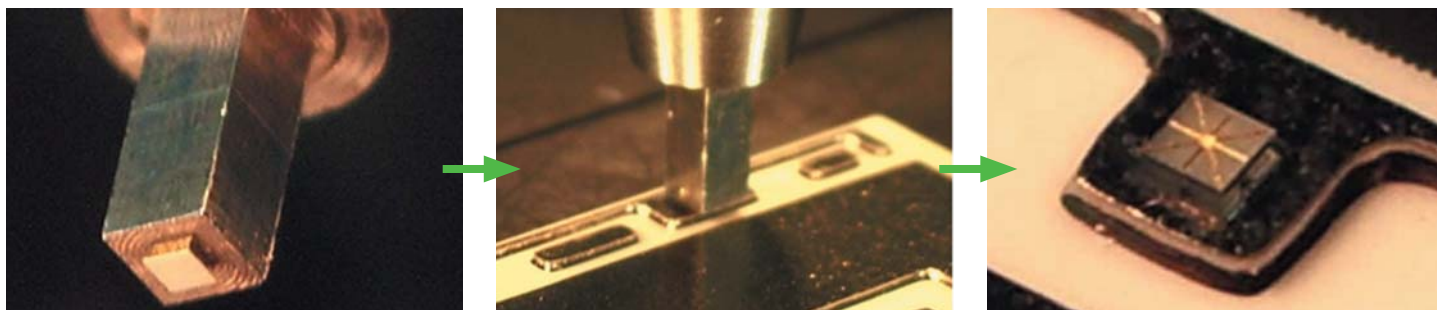
Основные характеристики диэлектрических клеев для монтажа кристалла

Название	Namics XS8472	Namics XS8481	Namics XS8483	Dow Corning OE-8001
Теплопроводность, Вт/м ² К	2.4	-	-	-
Адгезионная прочность, Н/мм ²	22	25	22	6
Температура отверждения °С	160	150	175	150 – 170
Время отверждения*, мин	60	30	120	60 – 120
Время жизни в шприце при 25°С, часов	24	48	8 часов после печати + 7 дней после сушки	12
Хранение	-40°С/6мес	-40°С/6мес	-20°С/6мес	от -20°С до -10°С/6мес
Особенности	Белый, теплопроводящий	Для дозирования. Высокая прочность при нагреве	Для трафаретной печати	Прозрачный
Основное применение	Монтаж LED кристаллов	Монтаж кристаллов микросхем	Монтаж кристаллов микросхем	Монтаж LED кристаллов

* При выборе температурного режима для процесса монтажа учитываются размер кристалла и материалы кристалла и основания.

Присоединение кристалла к основанию

2.4. 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.

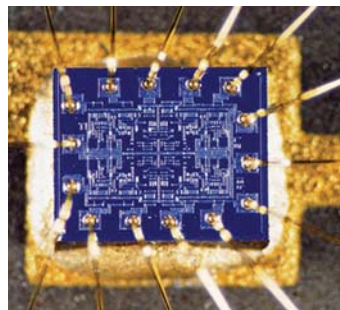
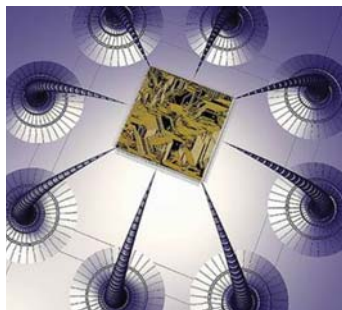
Основные характеристики серебросодержащих паст низкотемпературного спекания для монтажа кристаллов

Название	Namics XH9890	Ferro 6380
Теплопроводность, Вт/м ² К	184	240
Объёмное удельное сопротивление, мОм-см	2.8	-
Адгезионная прочность, Н/мм ²	54	-
Температура монтажа, °С	200	150
Время монтажа*, мин	60	5 сек
Давление монтажа, МПа	0	30
Время жизни в шприце при 25°С, часов	24	-
Хранение	-40°С/6мес	4-20°С/6мес
Особенности	Не требует приложения давления. Максимальный размер кристалла 3x3 мм	Требуется приложения высокого давления при монтаже кристаллов и температуры
Основное применение	Монтаж полупроводниковых кристаллов	Монтаж полупроводниковых кристаллов

* При выборе температурного режима для процесса монтажа учитываются размер кристалла и материалы кристалла и основания.

Присоединение выводов

3 Присоединение выводов



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 интреметаллические 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.

3.1. Существующие методы присоединения выводов

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.

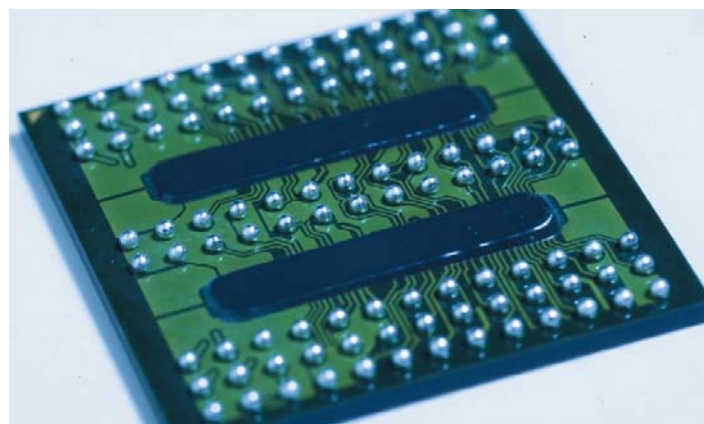
Относительное удлинение. Важная характеристика при выборе проволоки. Слишком высокие значения относительного удлинения усложняют контроль формирования петли при создании проволочного соединения.

Беспроволочный монтаж

Беспроволочный монтаж осуществляется в технологии «перевернутого кристалла» (Flip-Chip). Жёсткие контакты в виде балок или шариков припоя формируются на кристалле в процессе создания металлизации. Кристалл переворачивается и монтируется на подложку, на которой предварительно формируются контактные площадки.

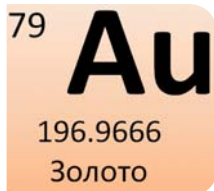
Данная технология предоставляет несколько существенных преимуществ:

- Цена.
- Возможность создания контактных площадок по всей площади кристалла.
- Уменьшение сопротивления вывода за счёт уменьшения его длины.
- Большая надёжность.
- Высокая скорость соединения.



Присоединение выводов

3.2. Проволока, ленты для разварки кристалла



Проволока, ленты из золота

Золотая проволока широко используется в производстве микроэлектронных устройств.

Стандартно проволока поставляется с диаметрами 12,5, 18, 20, 25, 33, 38 и 50 мкм, с относительным удлинением от 0,5 до 8%.

Любые другие размеры и параметры могут быть изготовлены по заказу.

Технические данные для стандартной проволоки из золота

Диаметр (мкм)	Относительное удлинение (%)	Минимальная нагрузка на разрыв (г)	Твердость
12,5	0,5 - 1,5	5	твердая
	2,0 - 5,0	2	отпущенная
18	0,5 - 2,0	9,5	твердая
	1,0 - 3,0	5	смягченная
	3,0 - 5,0	3	отпущенная
20	0,5 - 2,0	12,5	твердая
	1,0 - 3,0	6	смягченная
	4,0 - 6,0	4	отпущенная
25	0,5 - 2,5	21	твердая
	1,0 - 3,0	11	смягченная
	4,0 - 6,0	8	отпущенная
33	0,5 - 2,5	33	твердая
	1,0 - 3,0	17	смягченная
	5,0 - 7,0	12	отпущенная
38	0,8 - 3,0	45	твердая
	1,0 - 3,0	24	смягченная
	6,0 - 8,0	18	отпущенная
50	1,0 - 3,0	75	твердая
	1,0 - 3,5	45	смягченная
	2,0 - 8,0	30	отпущенная

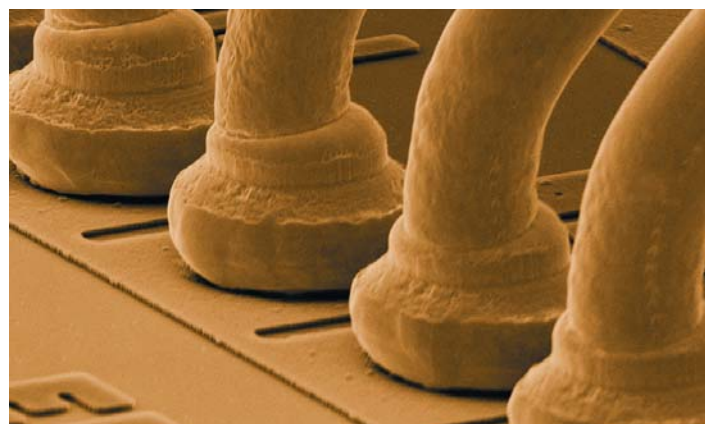
Также для различных методов сварки может поставляться проволока с добавлением бериллия и других элементов. Производственный допуск на диаметр легированной проволоки равен $\pm 3\%$.

Также наша компания поставляет ленты из чистого золота и других металлов, изготавливаемые по заказу для конкретного применения в микроволновых и силовых приборах.

Технические данные для стандартных лент из золота

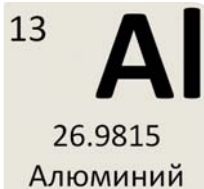
Тип ленты	Ширина (мм)	Толщина (мм)	Твердость
Узкая прокатка	0,05 - 0,254	0,00635 - 0,0508	твердая
Полоса	0,254 - 0,635	0,0127 - 0,0762	отпущенная
Широкая прокатка	0,635 - 2,54	0,0127 - 0,0508	твердая
Допуск на размер	+/- 3%	+/- 10%	смягченная

Проволока поставляется намотанной на алюминиевые катушки диаметром 0,5" и 2".





Присоединение выводов



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.

При изготовлении 1%-й кремниево-алюминиевой проволоки, обеспечивающей высокую скорость разварки, применяются специальные устройства и методы контроля. Одна из наиболее важных характеристик высококачественной монтажной проволоки данного типа – однородность сплава.

Технические данные для легированной алюминиевой проволоки

Тип	Диаметр (мкм)	Относительное удлинение (%)	Прочность на разрыв (г)	Твердость
1% Si Al	18	0,5 - 2,5	8 минимум	твердая
		0,5 - 3,0	4 - 6	отпущенная
1% Si Al	25	0,5 - 2,5	20	твердая
		1 - 4	16 - 18	отпущенная
		1 - 4	14 - 16	отпущенная
1% Si Al	32	0,5 - 3,0	28 минимум	твердая
		1 - 4	23 - 25	смягченная
		1 - 4	21 - 23	отпущенная
		1 - 4	19 - 21	отпущенная
1% Si Al	38	0,5 - 3,0	38 минимум	твердая
		1 - 4	33 - 38	смягченная
		1 - 4	26 - 33	отпущенная
1% Si Al	50	1 - 4	65 минимум	твердая
		2 - 6	55 - 65	смягченная
		2 - 6	45 - 55	отпущенная

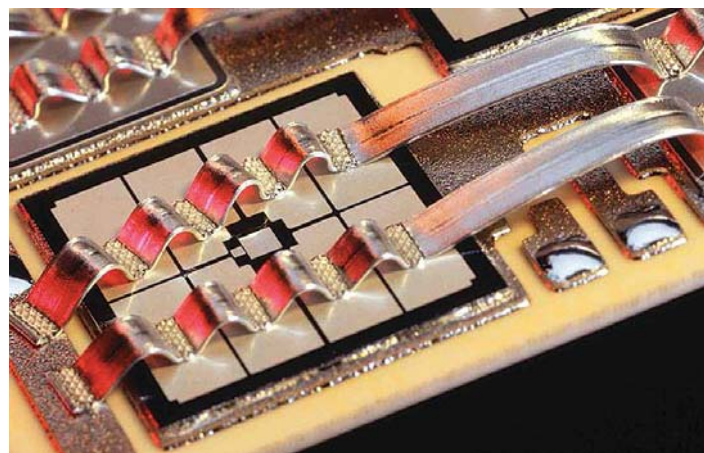
Ленты из чистого и легированного алюминия

Алюминиевая лента используется во многих микроволновых устройствах и других электронных приборах. Лента 1% Si/Al может быть прокатана до толщины 12.7 мкм и поставляться в виде разрезанных полос. Чистый алюминий поставляется толщиной 25 мкм и более и также, при необходимости, может быть поставлен в виде полос.

Технические данные для чистой и легированной алюминиевой ленты

Тип ленты	Типовые размеры(мм)	Тип ленты и полосы	Диапазон размеров (мм)
SiAl	0,0127x0,254	SiAl	0,0254 - 0,254x1,016 - 2,54
SiAl	0,0254x0,508	Al	0,0254 - 0,254x1,016 - 2,54
SiAl	0,0508x1,016	По заказу полосы SiAl и чистый Al могут выполняться по индивидуальным размерам	
Al	0,0254x0,508		
Al	0,0508x1,016		

Проволока поставляется намотанной на алюминиевые катушки диаметром 0.5" и 2".



Присоединение выводов



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.

Сравнение основных свойств металлов

Свойства	Cu	Au	Al	Ag
Электропроводность, %IACS*	103	73	64	108
Удельное электрическое сопротивление, мкОм·см	1,7	2,3	2,66	1,6
Удельная теплопроводность, Вт/(м ² ·К),	398	318	243	428
Коэфф. теплового расширения, мкм/м·°C	16	14	23	19,0
Модуль упругости, ГПа	130	88	75	100

* Международный стандарт на отожженную медь (IACS).

Технические данные для стандартной медной проволоки

Диаметр (мкм)	Твердотянутая проволока	Отожженная проволока	Al	Ag
	Относительное удлинение (%)	Прочность на разрыв (г)	Относительное удлинение (%)	Прочность на разрыв (г)
17,8	0,5 - 4	10 - 20	6 - 20	5 - 12
25,4	0,5 - 4	20 - 30	10 - 25	10 - 20
31,8	0,5 - 4	35 - 45	10 - 25	15 - 25
38,1	0,5 - 4	45 - 75	10 - 25	25 - 35
50,8	0,5 - 4	80 - 120	10 - 25	45 - 55
76,2	0,5 - 4	200 - 270	10 - 30	95 - 115
101,6	0,5 - 4	350 - 450	10 - 30	175 - 225
127	0,5 - 4	600 - 700	10 - 30	260 - 310
254	0,5 - 4	2200 - 2600	10 - 30	1040 - 1240



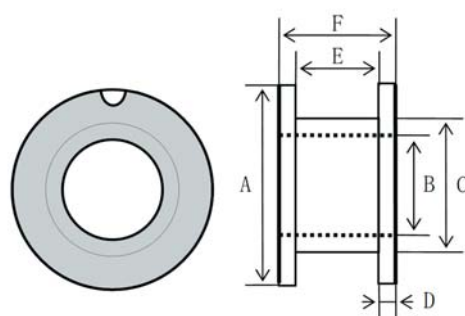
Присоединение выводов

Катушки для поставки проволоки для микросварки

Проволоку поставляют намотанной в один или несколько слоев на металлические катушки. Намотка проволоки должна быть плотной, без ослабления витков, позволяющая свободное сматывание проволоки с катушки.

Размеры и материал катушек

Тип	Материал катушки	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	E, мм	F, мм
AL-2	Алюминий	58,5	48,8	50,3	0,75	26,4	27,9
AL-4	Алюминий	58,5	48,8	50,3	0,75	45,5	47,0
12AL	Алюминий	56,9	49,0	50,3	0,64	25,4	28,6
11AL	Алюминий	17,3	12,7	13,3	0,32	18,3	18,9



Количество проволоки на катушке AL-2, AL-4, 12AL

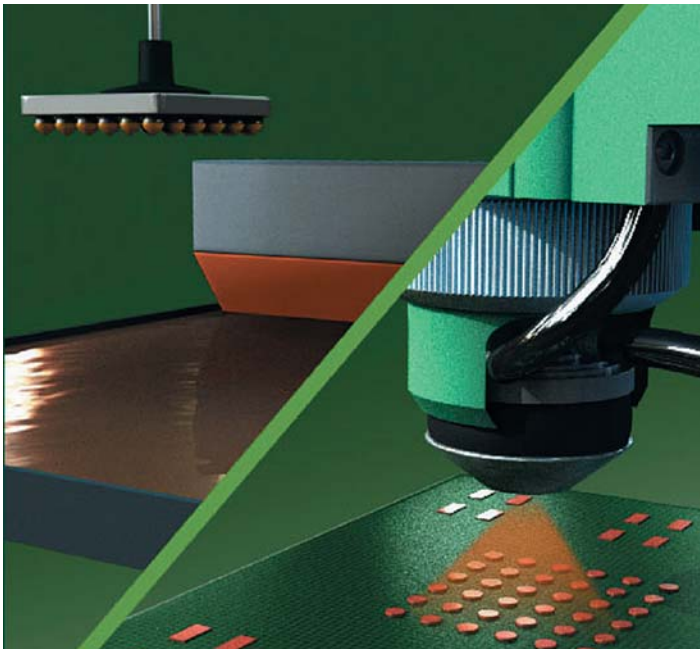
Диаметр проволоки, мм	Длина проволоки (не менее), м
0,0125	100
0,015	100
0,018	100
0,020	100
0,023	100
0,025	100
0,028	90
0,030	80
0,032	70
0,033	60
0,035	55
0,038	55
0,050	35

Количество проволоки на катушке 11AL

Диаметр проволоки, мм	Длина проволоки, не менее, м
0,0125	25
0,018	25
0,020	25
0,025	20
0,033	15
0,038	15
0,050	10

Присоединение выводов

3.3. Беспроволочный монтаж



Стандартные пасты для создания балочных или шариковых выводов

Маркировка	Сплав	Кол-во металлич. наполнителя	Размер частиц
CP-5241	95.5Sn/3.8Ag/0.7Cu	89 - 89.5%	15 - 25 мкм
CP-5246	95.5Sn/4.0Ag/0.5Cu		
CP-5256	96.5Sn/3.0Ag/0.5Cu		
CP-5121	96.5Sn/3.5Ag		
CP-5106	63Sn/37Pb		
CP-6241	95.5Sn/3.8Ag/0.7Cu	89 - 89.5%	5 - 15 мкм
CP-6246	95.5Sn/4.0Ag/0.5Cu		
CP-6256	96.5Sn/3.0Ag/0.5Cu		
CP-6121	96.5Sn/3.5Ag		
CP-6106	63Sn/37Pb		



Беспроволочный монтаж осуществляется в технологии «перевернутого кристалла» (Flip-Chip). Жёсткие контакты в виде балок или шариков припоя формируются на кристалле в процессе создания металлизации.

Перед нанесением припоя поверхность кристалла пассивируется. После литографии и травления, контактные площадки кристалла дополнительно металлизуются. Эта операция проводится для создания барьерного слоя, предотвращения окисления и для улучшения смачиваемости и адгезии. После этого формируются выводы.

Балки или шарики припоя формируются методами электролитического или вакуумного напыления, заполнения готовыми микросферами или методом трафаретной печати. Кристалл со сформированными выводами переворачивается и монтируется на подложку.

Паяльная паста Indium для формирования выводов на кристалле

Компанией Indium разработаны паяльные пасты для трафаретной печати непосредственно на полупроводниковую пластину. Данный процесс позволяет создавать жёсткие контакты на кристалле для технологии «перевернутого кристалла» (Flip-Chip). Использование паяльных паст позволяет существенно упростить процесс создания выводов, снижая тем самым стоимость и время процесса. Стандартные сплавы для создания выводов представлены в таблице.

Присоединение выводов



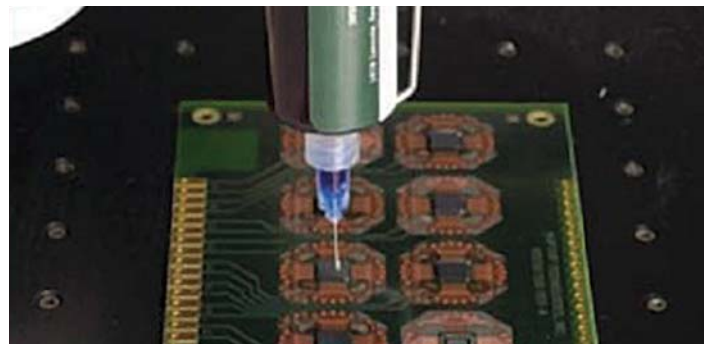
Микросферы Indium для формирования выводов на кристалле

Компания Indium производит прецизионные шарики припоя для технологии «перевёрнутого кристалла».

Основные требования к микросферам:

- Высокая чистота сплава.
- Сферичность.
- Точный диаметр.

Производственные возможности компании Indium позволяют производить микросферы до 100 мкм в диаметре с допусками $\pm 5\%$. Микросферы могут изготавливаться практически из любого сплава, в том числе из 80Au20Sn. Поэтому эти материалы находят широкое применение в технологии сборки микроэлектронных устройств.



Флюсы Indium для микроэлектроники

Флюсы для микроэлектроники представлены вариантами с низкой и высокой вязкостью.

Флюсы с низкой вязкостью созданы для формирования шариков припоя на микросхеме (технология Flip-Chip). Они наносятся методом центрифугирования или распыления непосредственно на полупроводниковую пластину.

Данные флюсы обеспечивают:

- Совместимость с материалами и процессами производства микросхем.
- Равномерность и плоскостность создаваемых контактов.
- Отсутствие загрязнений.

Высоковязкие флюсы, это реактопласты, созданные для монтажа кристалла со сформированными контактами к корпусу микросхемы.

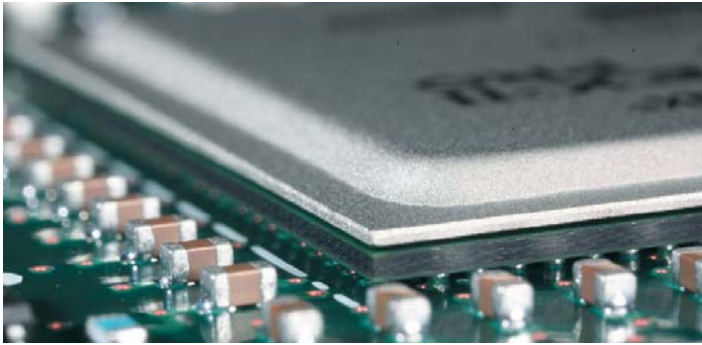
Основные функции высоковязких флюсов:

- Очистка припоя и соединяемых компонентов от оксидов.
- Формирование защитного слоя. После оплавления флюс полимеризуется и закрывает места пайки, защищая тем самым их от внешних воздействий.
- Увеличение механической прочности паяного соединения.

Защита кристалла от воздействия внешней среды

4

Защита кристалла от воздействия внешней среды



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.

4.1. Выбор материалов и технологии

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°C для стеклоприпоев и от 150°C для полимерных клеев).
- 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°C.
- Обеспечивают высочайший уровень герметичности.

Защита кристалла от воздействия внешней среды

Бескорпусная герметизация кристалла

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.

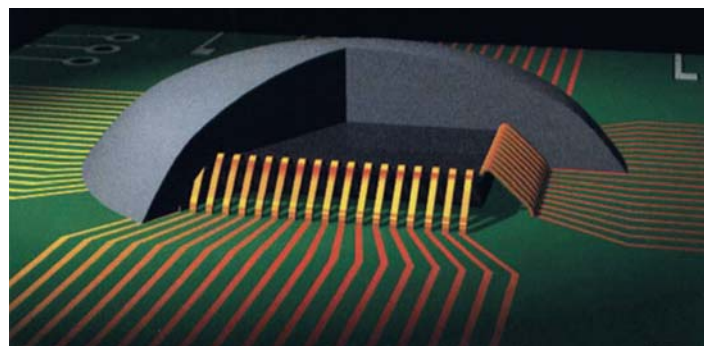
Современная промышленность предлагает два варианта заливки кристаллов жидкими компаундами:

- 1 Заливка компаундом средней вязкости (Glob-Top, Blob-Top)
- 2 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.

Сравнение основных характеристик силиконовых и эпоксидных материалов

Характеристика	Силикон	Эпоксидная смола
Модуль упругости, МПа	2 - 10	4 - 13
КТР мкм/м°C	125 - 275	15 - 75
Поглощение влаги, % по весу	<0.2	<0.2
Температура стеклования, Tg, °C	-126	100 - 145



Традиционно для заливки кристаллов используются материалы на основе эпоксидных смол и силиконов. Каждый из этих материалов имеет свои особенности.

Особенности инкапсулянтов на основе эпоксидных смол:

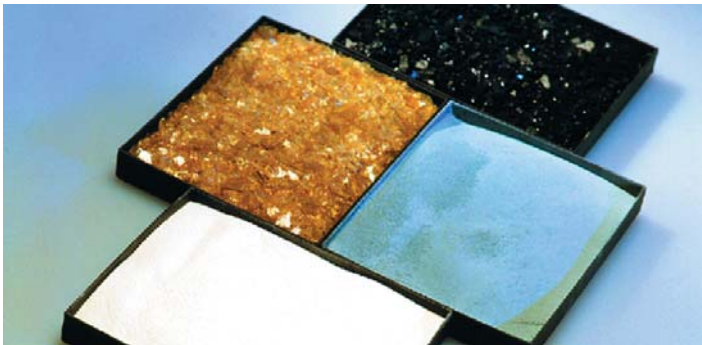
- Хорошо защищают от влаги и других внешних воздействий.
- Создают твёрдую защитную оболочку.
- Стабильность при высоких температурах.
- Могут деградировать при низких температурах.
- Хранение и транспортировка при низкой температуре (-20°C – 40°C).

Особенности инкапсулянтов на основе силиконов:

- Хорошо защищают от влаги и других внешних воздействий.
- Превосходные диэлектрические свойства.
- Низкий модуль упругости, высокая эластичность.
- Компенсируют термомеханические напряжения.
- Возможность выбора твёрдости защитной оболочки.
- Рабочие температуры от -40°C до 200°C.
- Хранение и транспортировка при комнатной температуре.

Защита кристалла от воздействия внешней среды

4.2. Стекланные припои для герметизации микросхем



Стеклоприпои находят широкое применение в сборке и герметизации микросхем и полупроводниковых приборов. Стёкла активно используется для защиты микросхем от внешних воздействий, поскольку их газопроницаемость лишь немногим уступает металлам, и существенно превосходит полимерные материалы. Стекланные припои оплавляются при относительно низких температурах и хорошо подходят как для корпусной герметизации (пайка крышек), так и для бескорпусной герметизации, где требуется защита при повышенных температурах (300-400°C). Стеклоприпои могут поставляться в виде паст, порошков или готовых прокладок (преформ). Стекланный порошок, как правило, смешивается с органическими связующими для получения пастообразной массы, которая впоследствии используется в производстве. Паста наносится методом трафаретной печати или дозированием. Если используется преформа то, она помещается между основанием микросхемы и крышкой. После нанесения пасты или после сборки с использованием преформ, стекланный припой оплавляется. При этом создаётся прочное, надёжное герметичное соединение.

Основные преимущества стекланных припоев перед металлическими:

- Высокая адгезия к широкому спектру материалов, нет необходимости металлизировать поверхности.
- Герметизация осуществляется без специальной атмосферы и флюса.
- Отсутствие газовой выделения как в процессе герметизации, так и в процессе эксплуатации.
- Позволяют автоматизировать процесс герметизации.

Кристаллизующиеся низкотемпературные бесвинцовые стекла Ferro*

	EG 2998	EG 2992	EG 2742
Семейство по составу	Bi-Zn-B	Bi-Zn-B	Zn-Ba-B-Si
Пиковая температура обжига (°C)	500	535	600
Выдержка при пиковой температуре (мин)	15	15	15
КТР при 260°C (10^{-7} 1/С)	88,5	77	97
КТР при температуре застывания (10^{-7} 1/С)	98	83,5	110
Температура размягчения	440	456	525
Температура стеклования	405	420	490
Плотность	5,65	5,92	4,28

* Полный список стеклоприпоев доступен по запросу.

Кристаллизующиеся низкотемпературные бесвинцовые стекла Ferro*

	CF 7578	CF 7586	CF 7572	EG 2928	CF 7575
Семейство по составу	Pb-Zn-B	Pb-Zn-B-Si	Pb-Zn-B	Pb-Zn-B	Pb-Zn-B, Composite
Пиковая температура обжига (°C)	530	600	450	500	450
Выдержка при пиковой температуре (мин)	60	30	60	15	60
КТР при 260°C (10^{-7} 1/С)	73	66.5	97	66.5	83
КТР при температуре застывания (10^{-7} 1/С)	63.5	76.5	95	60	91.1
Температура размягчения	445	513	370	470	370
Температура стеклования	329	413	310	415	285
Плотность	5.78	5.04	6.35	5.31	6.2

* Полный список стеклоприпоев доступен по запросу.

Защита кристалла от воздействия внешней среды

4.3. Металлические припои Indium



Для присоединения крышки корпуса к основанию микросхемы и создания вакуум-плотного соединения традиционно используют пайку металлическими сплавами.

Основные материалы:

- Золото-оловянный сплав (80Au20Sn).
- Чистый Индий (100In).



- Индийсодержащие сплавы. В чистый Индий иногда добавляют Свинец, Олово или Серебро для увеличения механической прочности или изменения температуры плавления.

Припои поставляются в виде:

- Преформ (прокладок) различных форм и размеров. Преформа помещается между крышкой корпуса и основанием, после чего вся система помещается в печь и оплавляется.
- Пасты. Припой в данном виде может быть использован в высокоскоростном автоматическом или ручном оборудовании для дозирования.
- Проволок и лент. Традиционное решение для пайки.

Наборы для испытаний Indium

Для содействия производителям в выборе подходящих сплавов для решения специализированных задач и отработки технологии, компания Indium разработала наборы сплавов для испытаний. Наборы включают в себя более 20 различных сплавов в виде паяльных паст, лент или проволоки, а также несколько типов флюсов. Наборы Indium дают возможность повысить эффективность и качество решения специализированных задач.

Основные сплавы Indium, доступные в наборах для испытаний

Номер сплава	Состав (%)	Ликвидус/ Солидус (°C)	Применение
42	46Bi 34Sn 20Pb	96E	Может быть использован с той же металлизацией что и для оловянно-свинцовых припоев
1E	52In 48Sn	118E	Хорошая смачиваемость стекла, кварца, керамики. Пластичный при низких температурах.
281	58Bi 42Sn	138E	Традиционный низкотемпературный припой.
4	100In	157	Чистый Индий. Мягкий, пластичный металл. Смачивает большинство поверхностей включая керамику, оксиды металлов, стекло и кварц. Неограниченно сжимается при нагрузке. Не становится хрупким, используется в криогенной технике.
Sn63	63Sn 37Pb	183	Наиболее распространённый сплав в электронной промышленности.
241	95.5Sn 3.8Ag 0.7Cu	220/217	Бессвинцовый сплав. Замена свинцово-оловянным сплавам в потребительской электронике.
150	81Pb 19In	275/260	Уменьшает растворение золота. Хорошая стойкость к термоциклированию.
182	80Au 20Sn	280	Прочный сплав. Широко используется в электронике для военных изделий и космоса. Может паяться без флюса или специальной атмосферы.
151	92.5Pb 5Sn 2.5Ag	296/287	Широко применяется в микроэлектронике. Обычно паяется в атмосфере формирующего газа.
164	92.5Pb 5In 2.5Ag	310/300	Высокая стойкость к термоциклированию. Подходит для пайки золочёных поверхностей.

Бескорпусная герметизация кристалла

5 Бескорпусная герметизация кристалла



Силиконовые инкапсулянты для герметизации полупроводниковых кристаллов обеспечивают превосходную защиту от влаги. Обладая малым модулем упругости такие материалы снижают термомеханические напряжения, возникающие вследствие различия КТР компонентов внутри корпуса микросхем, защищая кристалл и проволочные выводы.

Силиконовые инкапсулянты для герметизации полупроводниковых кристаллов обеспечивают превосходную защиту от влаги. Обладая малым модулем упругости такие материалы снижают термомеханические напряжения, возникающие вследствие различия КТР компонентов внутри корпуса микросхем, защищая кристалл и проволочные выводы.

Бескорпусная герметизация кристалла Основные компаунды DowCorning® для герметизации кристалла

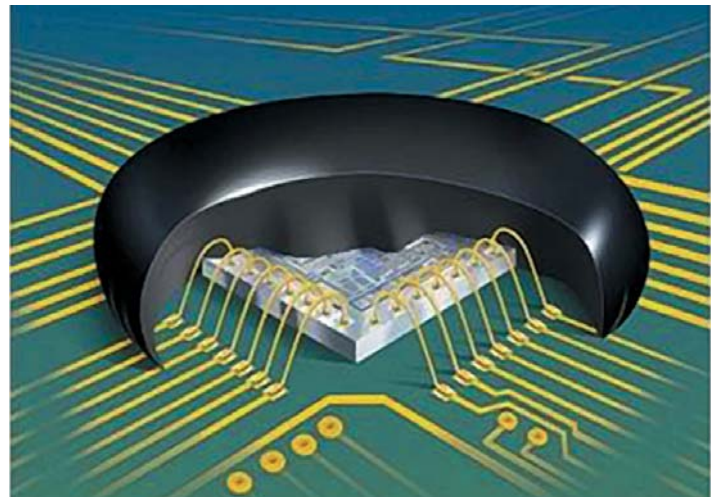
	Q1-4939	Q1-9239
Цвет	прозрачный	чёрный
Тип материала	эластомер	эластомер
1 или 2-х компонентный	2	1
Пропорция для смешивания	1 : 1, 2 : 1, 5 : 1, 8 : 1 или 10 : 1	-
Время жизни, часов	>168	-
Вязкость, сП (мПа·сек)	4900 - 5800	45000
Условия полимеризации, °С/мин	125 / 26	150 / 60
Твёрдость (по Шору)	30А	28А
Удельное объёмное сопротивление, Ом·см	1015	3.7x10 ¹³
Диэлектрическая постоянная, 0.1МГц	2.7	-
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	18.5	-
Содержание ионов, ppm		
Na+	0.6	-
K+	0.4	-
Cl-	<4	-
Срок годности при нормальных условиях, месяцы	24	6 (до 10°C)

5.1. Кремний-органические компаунды Dow Corning®

Полупроводниковая промышленность постепенно переходит на использование бессвинцовой технологии. Силиконовые инкапсулянты демонстрируют стабильность при высоких температурах пайки (260°C).

Основные преимущества и характеристики кремний-органических компаундов DowCorning® для герметизации микросхем:

- Высокая чистота.
- Превосходная адгезия.
- Влагостойкость.
- Термо- и электрическая стабильность.
- Низкий модуль упругости.
- Термостойкость в широком диапазоне температур.
- Стабильность при использовании бессвинцовой технологии (260°C).
- Оптическая прозрачность для различных применений.
- Ускоренная полимеризация – отсутствуют побочные продукты, минимальная усадка.



Бескорпусная герметизация кристалла

5.2. Инкапсулянты Namics на основе эпоксидных смол



Инкапсулянты на основе эпоксидных смол традиционно используются в технологии чип-на-плате (Chip-on-Board (COB)), когда кристалл монтируется непосредственно на печатную плату и заливается специальным компаундом. Эпоксидные компаунды позволяют создавать твёрдую защитную оболочку, обеспечивая защиту кристалла не только от загрязнений и влаги, но и от механических воздействий.

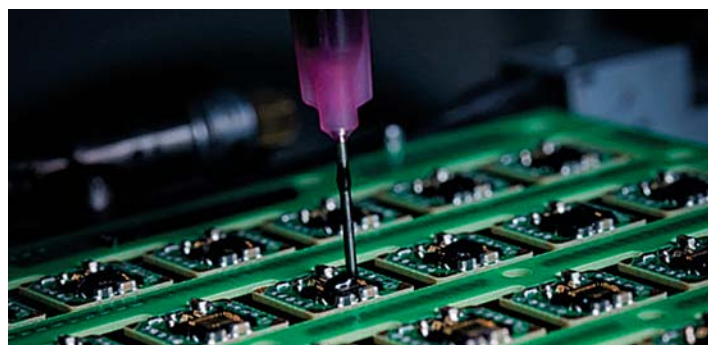
Существует две основные технологии нанесения защитных компаундов на основе эпоксидных смол:

- 1 Нанесение в виде отдельной капли (Glob-Top, Blob-Top).
- 2 Использование двух компаундов. Первый вязкий в качестве «дамбы», второй жидкий для заливки кристалла и проволочных выводов (технология Dam-and-Fill).

Технология Dam-and-Fill (Дамба-и-Заливка)

Технология Dam-and-Fill осуществляется в два этапа. На первом этапе создаётся «дамба» вокруг кристалла, на втором этапе пространство внутри «дамбы» заполняется специальным компаундом.

Для создания «дамбы» используется вязкий материал, который не растекается в процессе нанесения /полимеризации и позволяет создавать высокие узкие стенки по периметру кристалла. Наиболее важным моментом здесь является плавное качественное соединение начала и окончания линии «дамбы».



Пространство внутри «дамбы» заполняется жидким компаундом высокой чистоты. Наиболее важным параметром для эпоксидных заливочных компаундов является низкий коэффициент теплового расширения (КТР). Высокие значения КТР совместно с высоким значением модуля упругости эпоксидных смол приводят к обрыву проволочных соединений при изменении температуры.

Оба компаунда (для «дамбы» и для «заливки») полимеризуются в печи при температурах 130-160°C в течение 15-120 минут. Технология Dam-and-Fill позволяет создавать плоскую поверхность при полимеризации, после чего можно осуществлять маркировку микросхемы. При правильном подборе параметров процесса, высота корпуса может варьироваться в диапазоне 75 мкм от поверхности кристалла. Данный процесс обычно используется там, где объёмы производства не позволяют достичь окупаемости при запрессовке микросхем в пластмассовые корпуса.

Основные компаунды Namics для герметизации кристалла

	G8345-6 (заливка)	G8345D (дамба)
Кол-во наполнителя, %	79	77
Цвет	чёрный	чёрный
Вязкость, Па •сек	60	55
Температура стеклования, Tg, °C	150	145
КТР, мкм/м°C		
	α1	15
	α2	60
Удельное объёмное сопротивление, Ом-см	2x10 ¹⁶	3x10 ¹⁶
Поглощение влаги, %	0.6	0.6
Диэлектрическая константа, 1МГц	3.6	3.7
Диэлектрические потери, 1МГц	0.5	0.4
Чистота, ppm		
	Cl-	4.2
	Na+	0.4
	K+	0.3





Группа компаний Остек
Оснащение технологическими
материалами

121467, Российская Федерация
г. Москва, ул. Молдавская 5/2
телефон: +7 (495) 788-44-44
факс: +7 (495) 788-44-42
e-mail: info@ostec-group.ru
www.ostec-materials.ru



Узнайте больше
на нашем интернет-сайте