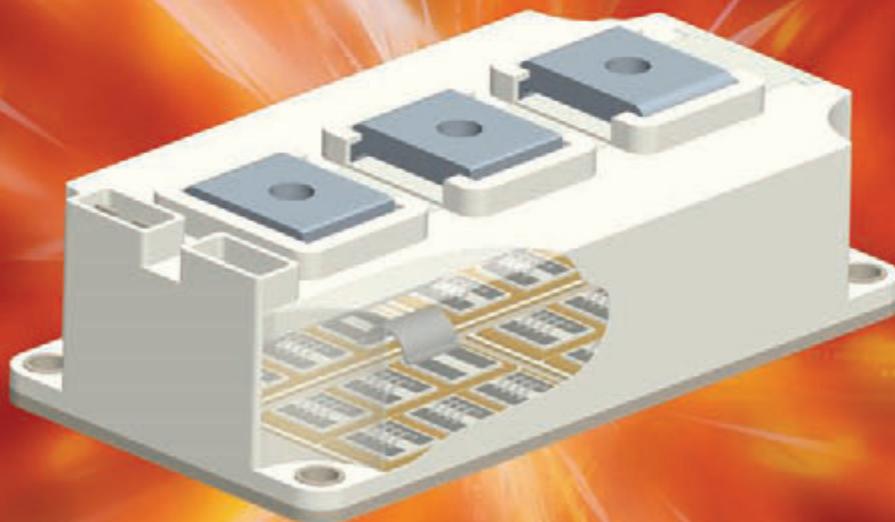




Инженерное пособие

Технологические материалы
для производства силовых
полупроводниковых приборов
и модулей





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;
- Отмывка печатных узлов.

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!



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРОИЗВОДСТВО СИЛОВЫХ ПРИБОРОВ	5
ПРОЦЕСС СБОРКИ СИЛОВОГО МОДУЛЯ НА ПОДЛОЖКЕ, ФОЛЬГИРОВАННОЙ МЕДЬЮ (DVC)	6
КРИСТАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО	7
Пластины кремния WaferWorld	9
Пластины арсенида галлия WaferWorld	10
ПРИСОЕДИНЕНИЕ КРИСТАЛЛА К ОСНОВАНИЮ	11
ВЫБОР МАТЕРИАЛА	12
Электропроводящие клеи Diemat	13
Диэлектрические клеи Diemat	14
Стеклопаяный припой Diemat	15
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРИПОИ INDIUM	16
Припои в виде проволоки, лент, преформ	16
Припои в виде паст	16
ОТМЫВКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МОДУЛЕЙ	17
ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДИК	18
Отмывочная жидкость VIGON® A250	19
Отмывочная жидкость VIGON® PM101, PM102	20
ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВЫВОДОВ	21
СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ВЫВОДОВ	22
Проволока из чистого алюминия	23
Алюминиевая лента для силовых приборов	24
Проволока из меди	25
Проволока, ленты из золота	26
БЕСПРОВОЛОЧНЫЙ МОНТАЖ	27
Паяльная паста Indium для формирования выводов на кристалле	27
Микросферы Indium для формирования выводов на кристалле	28
Флюсы Indium для микроэлектроники	28
ЗАЩИТА ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО КРИСТАЛЛА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	29
КОМПАУНДЫ ДЛЯ БЕСКОРПУСНОЙ ГЕРМЕТИЗАЦИИ КРИСТАЛЛА	30
Кремний-органические компаунды Dow Corning®	31
Инкапсуляны Namics на основе эпоксидных смол	32
ЗАЩИТА И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ КОНТАКТОВ И ПРОВОЛОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ	33
Силиконовые клеи-герметики Dow Corning®	34
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ПРИБОРА	35
ВЫБОР МАТЕРИАЛА	36
Паяемые преформы Indium	37
Тепловые пружины (Heat-Spring®) Indium	38
Жидкие металлы Indium	38
Теплопроводящие гели и заливочные компаунды Dow Corning®	39
Теплопроводящие пасты Dow Corning®	40
Теплопроводящие клеи Dow Corning®	41
Теплопроводящие подложки Dow Corning®	42
ЗАЩИТА ПРИБОРА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	43
ВЫБОР МАТЕРИАЛА	44
Силиконовые гели Dow Corning®	45
Силиконовые заливочные компаунды Dow Corning®	46
Силиконовые клеи-герметики Dow Corning®	47



ВВЕДЕНИЕ

Силовые полупроводниковые приборы и модули отличаются высокими коммутируемыми напряжениями, токами, а также рабочими температурами кристалла и модуля в целом. Это обуславливает высокие требования к характеристикам используемых материалов и технологических решений. Требования к таким показателям, как теплопроводность, электропроводность и рабочая температура эксплуатации обретают все более высокое значение. От качества применяемых материалов на каждом этапе сборки модуля зависят эксплуатационные характеристики устройства в целом.

Учитывая требования производителей современных силовых модулей, ЗАО Предприятие Остек предлагает комплекс технологических материалов для производства IGBT, MOSFET и других силовых полупроводниковых устройств от мировых технологических лидеров:

Компания Diemat производит уникальные по своим свойствам полимерные клеи и стеклянные припои для монтажа кристаллов и герметизации микросхем. Имея многолетний опыт производства и разработки новых материалов компания Diemat получила широкое признание среди мировых производителей полупроводниковых приборов.



Indium Corporation мировой лидер в области технологических решений для производства электроники на основе металлов и уникальных сплавов. Для производства силовых модулей и транзисторов решения Indium используются такими компаниями, как Infineon Technologies.



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.



Zestron мировой лидер в области решений для отмывки печатных узлов и полупроводниковых приборов. Компания Zestron® предлагает готовые эффективные решения для отмывки полупроводниковых приборов в процессе производства силовых полупроводниковых модулей.



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.



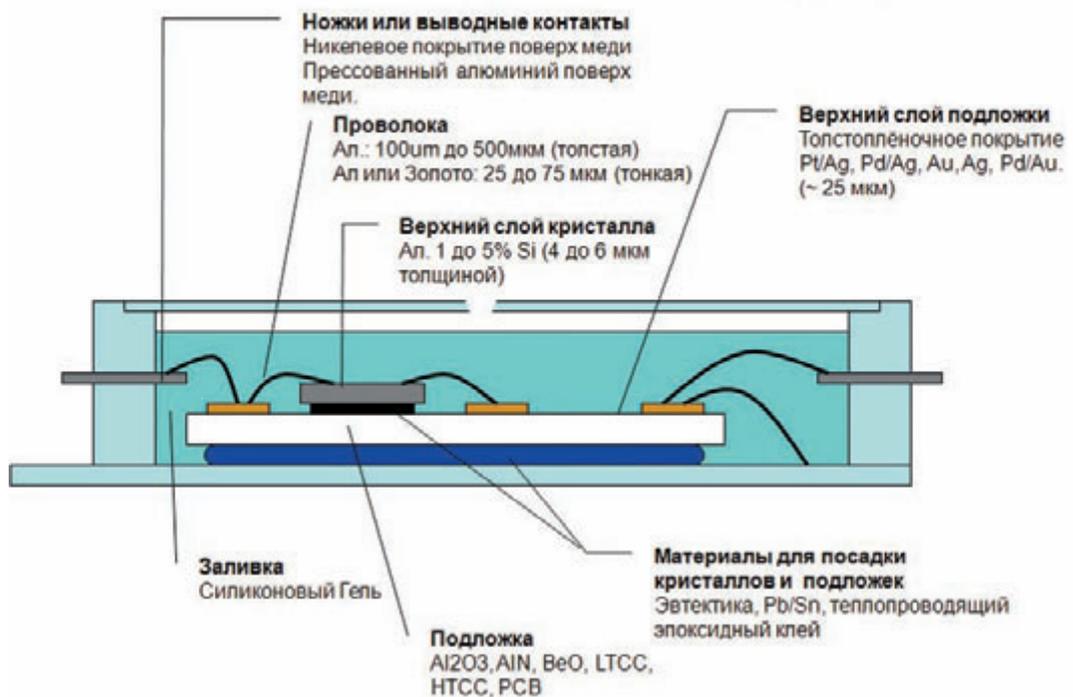


ПРОИЗВОДСТВО СИЛОВЫХ ПРИБОРОВ

Современная силовая полупроводниковая электроника предоставляет широкие возможности в области создания систем по выработке, переработке и передаче электрической энергии. Переход на экологически безопасные источники энергии, увеличение доли электрического транспорта, переход на современное оборудование в области электроэнергетики ведёт к увеличению доли силовых полупроводниковых приборов в общем объёме электронных изделий.

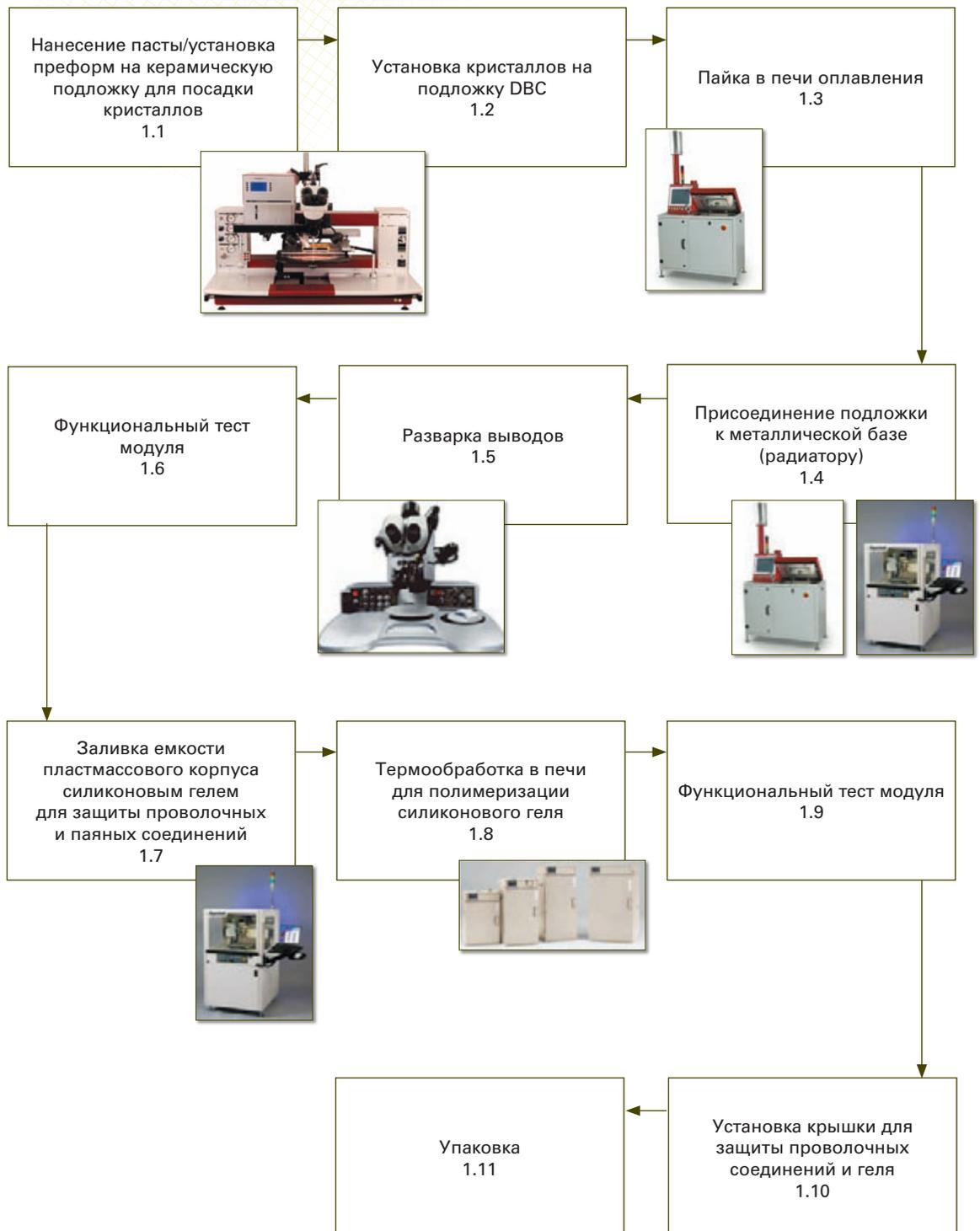
Основными движущими силами отрасли являются задачи по увеличению коммутируемых токов и напряжений, снижение энергопотребления, увеличение контроля за функционированием силовых приборов и расширение сферы применения электронных изделий. Это вносит существенные изменения в технологии производства полупроводниковых приборов. Совершенствуются конструкции силовых модулей, разрабатываются новые материалы, способные обеспечивать функциональность устройств, автоматизируются и модернизируются технологии сборки.

Типовая конструкция силового прибора

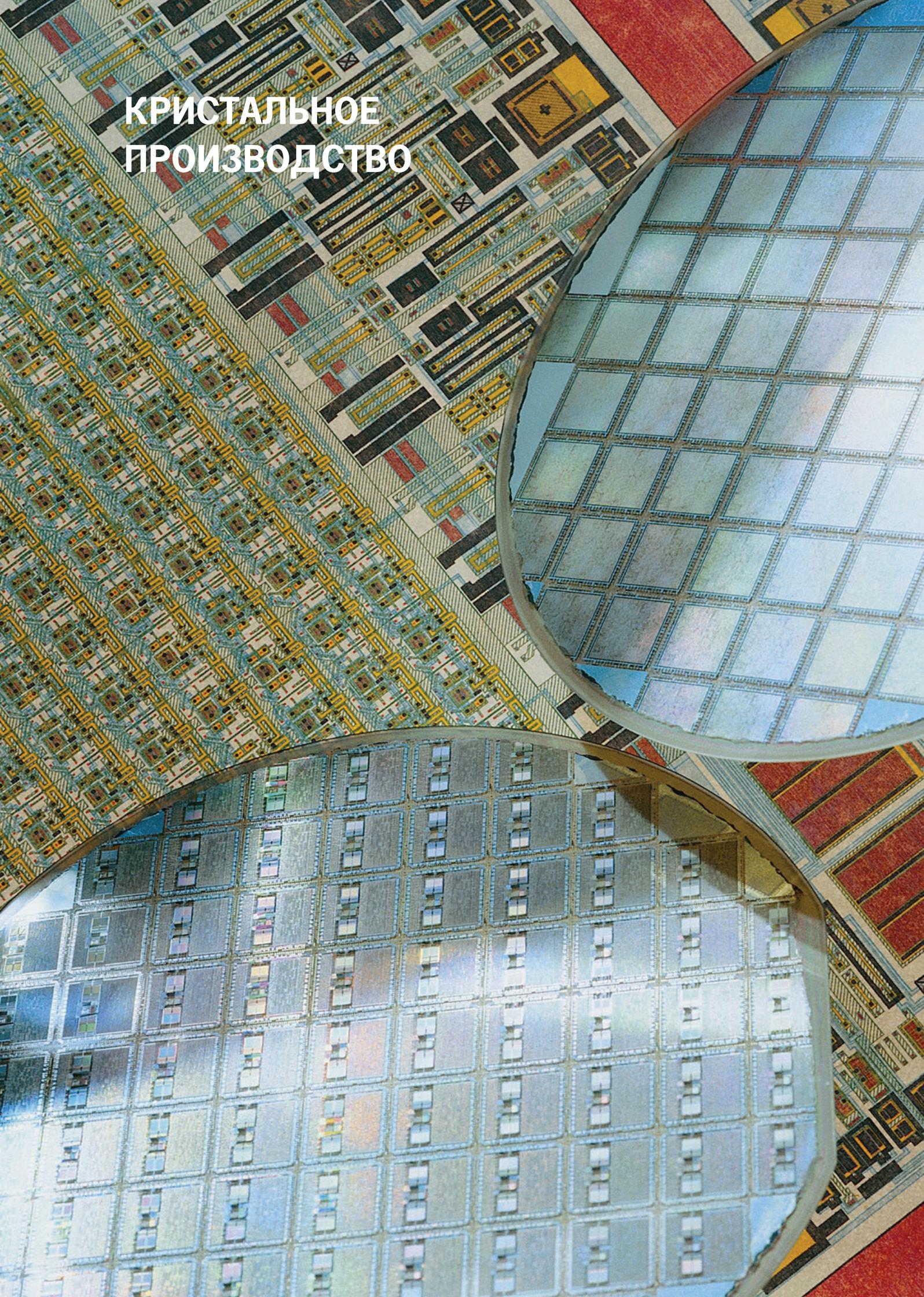




ПРОЦЕСС СБОРКИ СИЛОВОГО МОДУЛЯ НА ПОДЛОЖКЕ, ФОЛЬГИРОВАННОЙ МЕДЬЮ (DBC)

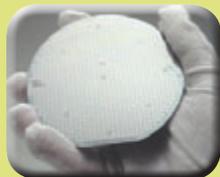


КРИСТАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО





КРИСТАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО



Производство полупроводниковых приборов включает в себя множество технологических операций с применением сложного прецизионного оборудования. Особое внимание уделяется условиям производства и чистоте производственных помещений. Чистые комнаты и специальные комбинезоны для персонала являются неотъемлемой частью современного кристалльного производства.

Полный цикл производства полупроводниковых микросхем в настоящее время составляет от 6 до 12 недель и включает сотни технологических операций.

Создание специализированных фабрик, осуществляющих контрактное производство, позволило существенно снизить стоимость электронных изделий. Автоматизация на производстве достигает высочайших уровней и в перспективе приведёт к полному исключению человека из производственного процесса.

В основе производства полупроводниковых приборов лежат следующие технологические операции:

- Подготовка полупроводниковых пластин
- Эпитаксиальное наращивание
- Осаждение
- Термическое окисление
- Литография
- Диффузия
- Ионная имплантация
- Жидкостное травление
- Плазменная обработка

Особые требования предъявляются к чистоте и качеству используемых материалов, которые определяют надёжность и функциональные возможности конечного изделия.

Основные материалы, используемые в производстве полупроводниковых приборов и микросхем:

- Монокристаллический кремний, арсенид галлия, германий
- Абразивы для полировки пластин
- Фото-, электронные резисты, проявители, травители
- Адгезивы, растворители
- Рабочие газы
- Мишени для осаждения

ЗАО Предприятие Остек осуществляет поставки и сопровождение высококачественных материалов и технологий для производства полупроводниковых приборов и модулей.



КРИСТАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПЛАСТИНЫ КРЕМНИЯ WAFERWORLD

Монокристаллический кремний – основа для производства полупроводниковых приборов. От чистоты и бездефектности данного материала зависят качество последующих операций и функциональные возможности конечного изделия.

Компания WaferWorld предлагает пластины из монокристаллического кремния высокого качества, выращенного по методу Чохральского или методом зонной плавки. Пластины изготавливаются в соответствии с международным стандартом SEMI, производство соответствует стандартам AS9100:2004/ISO9001:2008.

Продукты компании WaferWorld на основе кремния включают:

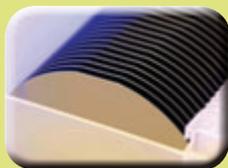
- Пластины монокристаллического кремния
- Пластины монокристаллического кремния с термически выращенным окислом
- Толстые пластины кремния (до 10-12 мм)
- Эпитаксиально выращенный кремний
- Структуры КНИ (кремний-на-изоляторе)

Основные свойства кремниевых пластин представлены в таблице. Пластины изготавливаются стандартно или под заказ из высококачественного исходного сырья.

Основные параметры* кремниевых пластин WaferWorld.

Параметр	Значение
Метод выращивания	Чохральского, зонной плавки
Диаметр, мм	25,4; 50,8; 76,2; 100; 125; 150; 200
Легирующая примесь	P, B, As, Sb
Удельное объемное сопротивление, Ом-см	0,001 - 12000
Кристаллографическая ориентация	(100); (110); (111)
Отклонение ориентации поверхности от заданной кристаллографической плоскости, град	0,1 - 1
Толщина пластины, мкм	10 - 12000
Общее изменение толщины по пластине (TTV), мкм	< 10
Отклонение толщины от номинала партии, мкм	от 5
Полировка	одно- или двусторонняя

* параметры, не указанные в таблице, соответствуют международным стандартам SEMI





КРИСТАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПЛАСТИНЫ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ WAFERWORLD

Арсенид галлия (GaAs), являясь важнейшим полупроводником группы $A^{III}B^V$, находит широкое применение в производстве полупроводниковых приборов.

Данный материал обладает определёнными преимуществами по сравнению с кремнием. Он имеет большую подвижность и скорость насыщения для электронов, что позволяет создавать транзисторы с частотами свыше 250 ГГц. В отличие от кремниевых p-n переходов, приборы на основе арсенида галлия менее восприимчивы к изменению температуры. Также приборы на основе GaAs генерируют меньше шума, чем кремниевые при работе на высоких частотах. Арсенид галлиевые приборы могут работать на более высоких уровнях мощности, поскольку имеют более высокие напряжения пробоя. Благодаря всем этим свойствам, арсенид галлиевые микросхемы широко применяются в производстве мобильных телефонов, устройств спутниковой связи, микроволновых приборов и некоторых радарных систем.

Поскольку арсенид галлия обладает высоким удельным электрическим сопротивлением, а также высоким значением диэлектрической постоянной, этот материал часто используется в качестве изолирующей подложки и, в отличие от кремния, обеспечивает надежную изоляцию между различными приборами. Это сделало арсенид галлия идеальным материалом для высокочастотных интегральных схем, где активные и пассивные компоненты могут быть изготовлены на одной пластине.

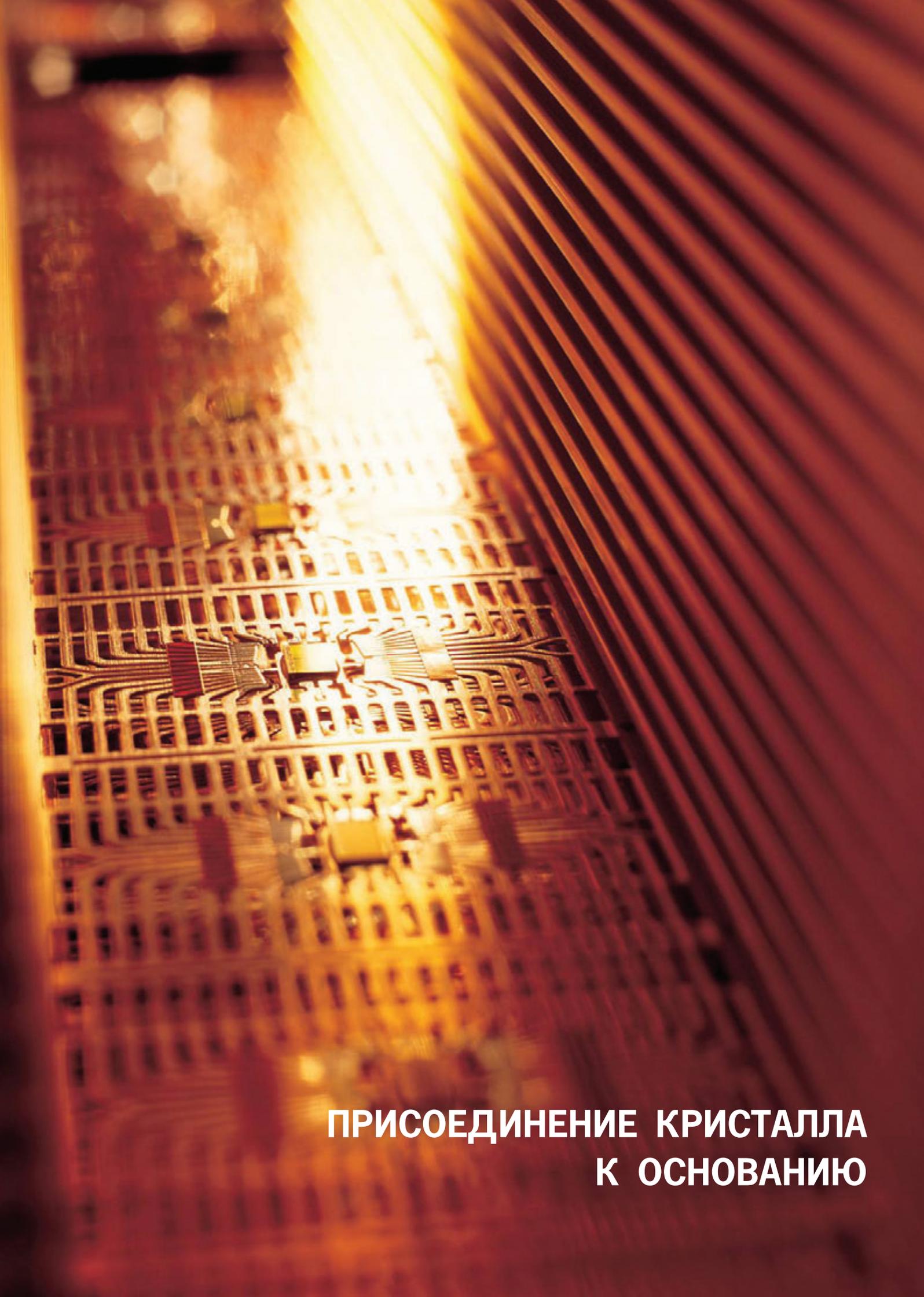
Основные параметры арсенид-галлиевых пластин WaferWorld представлены в таблице. Пластины изготавливаются стандартно или под заказ из высококачественного исходного сырья.

Основные параметры* арсенид-галлиевых пластин WaferWorld.

Параметр	Значение
Диаметр, мм	25,4; 50,8; 76,2; 100; 150
Легирующая примесь	собственный, Zn, Te, Si
Удельное объёмное сопротивление, Ом-см	$0.003 - 10^{18}$
Кристаллографическая ориентация	(100); (110); (111)
Отклонение ориентации поверхности от заданной кристаллографической плоскости, град	< 1
Толщина пластины, мкм	275 – 3000
Общее изменение толщины по пластине (TTV), мкм	< 10
Отклонение толщины от номинала партии, мкм	от 5
Полировка	одно- или двусторонняя

* параметры, не указанные в таблице, соответствуют международным стандартам SEMI





**ПРИСОЕДИНЕНИЕ КРИСТАЛЛА
К ОСНОВАНИЮ**



ПРИСОЕДИНЕНИЕ КРИСТАЛЛА К ОСНОВАНИЮ ВЫБОР МАТЕРИАЛА

Основными требованиями при присоединении кристалла к основанию корпуса являются высокая надёжность соединения, механическая прочность и высокий уровень передачи тепла от кристалла к подложке. Операцию присоединения проводят с помощью пайки или приклеивания теплопроводящими клеями.

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

- Тепло-, электропроводность используемого материала
- Допустимые технологические температуры монтажа
- Температуры последующих технологических операций
- Рабочие температуры кристалла и устройства
- Наличие металлизации соединяемых поверхностей
- Возможность использования флюса и специальной атмосферы монтажа
- Механическая прочность соединения
- Автоматизация процесса монтажа
- Ремонтопригодность
- Стоимость операции монтажа

Применение клеев Diemat

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

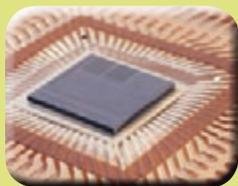
Клеи Diemat для монтажа кристалла применяются в задачах, где необходимы следующие характеристики и свойства клеевого соединения:

- Максимальная теплопроводность соединительного слоя (до 100 Вт/м²К)
- Определённые проводящие или диэлектрические свойства (удельное объёмное сопротивление от 5x10⁻⁶ Ом·см до 10⁷ Ом·см)
- Низкая температура монтажа (от 150°C)
- 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-монтируемых 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°C
- Недорогое решение для монтажа кристалла





ПРИСОЕДИНЕНИЕ КРИСТАЛЛА К ОСНОВАНИЮ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ КЛЕИ DIEMAT

Электрическая проводимость клеев Diemat обеспечивается использованием проводящего наполнителя. В качестве наполнителя используется серебро (Ag) как химически стойкий материал с наиболее высоким коэффициентом теплопроводности и низким удельным сопротивлением. Клеи Diemat содержат в себе серебро в виде порошка (микросферы) и хлопьев (чешуек).

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

- Наивысшие значения теплопроводности по сравнению с другими типами клеев
- Высокая адгезионная прочность
- Полимеризация при низких температурах
- Ремонтопригодность при низких температурах
- Низкое газовыделение
- Выдерживают высокие температуры (до 270°C)
- Хранение и транспортировка при комнатной температуре

Основные электро-, теплопроводящие клеи Diemat для монтажа кристалла

Название	4030LD	4130HT	4131HT	5030P	6031Hk	6032Hk
Тип материала	Термопласт	Термопласт/Реактопласт (IPN-структура)			Реактопласт	
Основные характеристики						
Теплопроводность, Вт/м ² К	15	17	18	25	100	60
Объемное удельное сопротивление, мОм-см	42	22	48	29	5	5
Адгезионная прочность, psi	1000	2200	2000	2000	2100	2500
Модуль изгиба, kpsi	85	175	175	300	600	600
КТР, ppm/°C	28	30	30	23	26	26
Температура полимеризации*, °C	150 - 200	150 - 225	150 - 225	175 - 225	175 - 225	175 - 200
Время полимеризации*, мин	5 - 60	15 - 90	10 - 90	10 - 45	15 - 75	15 - 75
Температура ремонта, °C	120	150	150	нет	нет	нет
Применение						
Изделия силовой электроники	+	+	+	+	+	+
Большая поверхность клеевого соединения	+	+		+		
Монтаж на металлическое основание	+	+	+	+		
Высокотемпературная разварка кристалла				+	+	+
Многокристалльные модули	+	+	+			
Гибридные ИС	+	+	+	+	+	+

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





ПРИСОЕДИНЕНИЕ КРИСТАЛЛА К ОСНОВАНИЮ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КЛЕИ DIEMAT

Диэлектрические клеи для монтажа кристалла применяются в случае необходимости обеспечить электроизоляцию кристалла от основания и сохранить теплопроводящие свойства. В качестве наполнителя в диэлектрических клеях используется стеклянный или керамический порошок.

Ключевые преимущества диэлектрических теплопроводящих клеев Diemat для монтажа кристалла:

- Высокие значения теплопроводности
- Высокая адгезионная прочность
- Полимеризация при низких температурах
- Длительное время жизни незаполимеризованного клея после нанесения
- Хранение и транспортировка при комнатной температуре

Основные диэлектрические клеи Diemat для монтажа кристалла

Название	4241k7	DM4140k2	6040SF
Основные характеристики			
Теплопроводность, Вт/м ² К	7	2	-
Объемное удельное сопротивление, мОм-см	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³
Адгезионная прочность, psi	700	1000	4400
Модуль изгиба, kpsi	-	-	-
КТР, ppm/°C	-	-	-
Температура полимеризации, °C	150 - 200	150 - 200	175 - 225
Время полимеризации, мин	10 - 60	10 - 60	15 - 45
Температура ремонта, °C	150	150	нет
Применение			
Изделия силовой электроники	+	+	+
Большая поверхность клеевого соединения	+	+	
Монтаж на металлическое основание	+	+	
Высокотемпературная разварка кристалла			+
Многокристалльные модули	+	+	
Гибридные ИС		+	+

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





ПРИСОЕДИНЕНИЕ КРИСТАЛЛА К ОСНОВАНИЮ ЭЛЕКТРО-, ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЙ СТЕКЛЯННЫЙ ПРИПОЙ DIEMAT

Помимо полимерных клеев компания Diemat предлагает решения на основе стеклянных припоев. Стеклянные припои – это материалы, состоящие из оксидов металлов. Они обладают хорошей адгезией к широкому спектру керамики, оксидов, полупроводниковых материалов, металлов и характеризуются высокой коррозионной стойкостью.

Основные преимущества электро-, теплопроводящего стеклянного припоя

- Высокая теплопроводность
- Создан для полупроводниковых приборов, работающих при высоких температурах
- Выдерживает высокотемпературную герметизацию прибора (350°C)
- Хорошая адгезия к широкому спектру материалов (керамика, оксиды, полупроводники, металлы)
- Высокая коррозионная стойкость
- Высокая надёжность соединения (испытана по американскому военному стандарту MIL-STD-883)

Электро-, теплопроводящий стеклянный припой Diemat для монтажа кристалла

Название	3030
Основные характеристики	
Теплопроводность, Вт/м [°] К	65
Объемное удельное сопротивление, мОм-см	13
Адгезионная прочность, psi	900
Модуль изгиба, kpsi	350
КТР, ppm/°C	20
Температура оплавления*, °C	300 - 350
Время оплавления*, мин	5 - 20
Температура ремонта, °C	нет
Применение	
Изделия силовой электроники	+
Большая поверхность клеевого соединения	
Монтаж на металлическое основание	+
Высокотемпературная разварка кристалла	+
Многокристалльные модули	
Гибридные ИС	

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





ПРИСОЕДИНЕНИЕ КРИСТАЛЛА К ОСНОВАНИЮ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРИПОИ INDIUM

Припои в виде проволоки, лент, преформ

Для операции присоединения кристалла к основанию корпуса должны быть использованы только высокочистые припои. Корпорация Indium использует металлы с чистотой не менее 99.95%. Пайка осуществляется с помощью навесок или прокладок припоя заданной формы и размеров (преформ), помещаемых между кристаллом и подложкой.

В зависимости от решаемой задачи, корпорация Indium предоставляет возможность выбора из более чем 220 различных припоев. В некоторых случаях пайка может осуществляться без использования флюса. Для задач, где необходим высокий уровень передачи тепла от кристалла к основанию корпуса, могут применяться припои с теплопроводностью достигающей 86 Вт/м²К

Ниже в таблице представлены припои, поставляемые в виде проволоки, лент или преформ для монтажа кристалла, подходящие для большинства задач.

Припои в виде паст

Пасты созданы специально для операции монтажа кристалла на основание корпуса микросхемы и призваны заменить традиционные решения в виде проволоки, 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. Оглавление 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%.

В таблице представлены припои, поставляемые в виде паяльных паст для монтажа кристалла, подходящие для большинства применений.

Основные сплавы Indium для присоединения кристалла к основанию корпуса.

Бессвинцовые:	Солидус	Ликвидус
Indalloy 133 (95Sn/5Sb)	235°C	240°C
Indalloy 209 (65Sn/25Ag/10Sb)	233°C эвтектика	
Содержащие Pb.	Солидус	Ликвидус
Indalloy 150 (81Pb/19In)	260°C	275°C
Indalloy 151 (5Sn/92,5Pb/2,5Ag)	287°C	296°C
Indalloy 159 (10Sn/90Pb)	275°C	302°C
Indalloy 163 (2Sn/95,5Pb/2,5Ag)	299°C	304°C
Indalloy 164 (5In/92,5Pb/2,5Ag)	300°C	310°C
Indalloy 165 (1Sn/97,5Pb/1,5Ag)	309°C эвтектика	
Indalloy 171 (5Sn/95Pb)	308°C	312°C
Indalloy 228 (10Sn/88Pb/2Ag)	268°C	290°C





**ОТМЫВКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
МОДУЛЕЙ**



ОТМЫВКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МОДУЛЕЙ ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДИК

Опыт мировых производителей силовых модулей и компонентов показывает, что для большинства операций сборки и герметизации силовых приборов требуется высокая чистота рабочей поверхности. Возникает необходимость проводить операцию отмывки.

Традиционно на многих отечественных предприятиях широко применяется спирто-бензиновая смесь. Низкая эффективность спирто-бензиновой смеси накладывает ограничения на область ее применения – плохо удаляются остатки флюсов с низким содержанием твердых веществ и на основе синтетических смол (именно такие флюсы лежат в основе новейших разработок материалов для пайки) не удаляются ионные водорастворимые компоненты (остатки активаторов, минеральные соли, остатки травильных растворов и электролитов). Поэтому очень важно использовать специально созданные материалы для обеспечения высокого качества отмывки.

Основными факторами, обеспечивающими неоспоримое преимущество специализированных отмывочных жидкостей являются:

- Универсальность - возможность применения одного типа промывочной жидкости на различных операциях.
- Высокая эффективность – применение специализированных материалов позволяет быстро и качественно удалять загрязнения.
- Безопасность – материалы с высокой точкой вспышки или негорючие, умеренный запах, низкая токсичность.
- Совместимость с материалами выводных рамок и различных типов металлизированных подложек

МРС® ТЕХНОЛОГИЯ.

Уникальная технология Micro Phase Cleaning® (МРС®) разработана и запатентована фирмой Zestron. Промывочные жидкости, основанные на МРС® технологии, сочетают преимущества мощных средств на водной и спиртовой основе, исключая их недостатки, в тоже время имеют существенно более высокий срок жизни в ванне.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ.

Оборудование: Промывочные жидкости на основе МРС® технологии могут успешно применяться на любом стандартном оборудовании отмывки обеспечивающим агитацию мощного раствора с помощью воздействия ультразвука, барботажа, центрифугирования или струйной отмывки.

Типовая диаграмма процесса отмывки приведена на рис. 3. Процесс отмывки построен на замкнутом цикле. Длительное время жизни промывочной жидкости и постоянное качество отмывки достигается путем оснащения ванны системой поглощения флюса («ПФ» на рис. 3). Фильтр должен поглощать твердые частицы флюса и других загрязнений. Для эффективной отмывки рекомендуется применять системы поглощения флюса, имеющие не менее двух степеней очистки, включая префильтр с размерами ячеек не более 20 мкм и основной фильтр с размерами ячеек 5 мкм. Такие системы фильтрации позволяют обеспечить очистку до 90% твердых частиц загрязнений.

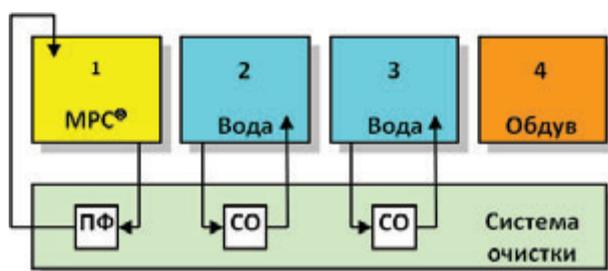


Рис. 3. Схема процесса отмывки с применением МРС®



ОТМЫВКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МОДУЛЕЙ ОТМЫВОЧНАЯ ЖИДКОСТЬ VIGON® A250

VIGON® A250 – отмывочная жидкость на водной основе предназначенная для эффективного удаления большинства типов остатков флюсов, ионных и жировых загрязнений с электронных модулей.

VIGON® A 250 разработан для применения в оборудовании струйной и ультразвуковой отмывки, отличается высокой совместимостью со многими сплавами металлов.

Отличительные особенности

- **Экологичность и пожаробезопасность** – не огнеопасный биоразлагаемый материал, обладающий слабым запахом.
- **Эффективность** – хорошо удаляет канифольные и ионные загрязнения электронных модулей, не оказывает абразивного воздействия.
- **Не содержит ПАВ компоненты** - предотвращает формирование остатков отмывочной жидкости на поверхности электронных модулей и оборудования.
- **Предотвращает образование оксидов** на поверхности паяных соединений.
- Может использоваться в открытых ваннах.
- **Экономичность** – длительное время жизни раствора в ванне, в сравнении с традиционными жидкостями на основе ПАВ и спиртобензиновой смеси, позволяет снизить расходы на отмывку.

Обзор техпроцесса

VIGON® A 250 может применяться в любом стандартном оборудовании струйной отмывки.

Поставляется в виде концентрата и разводится в деионизованной воде до концентрации 25 – 30%. Оптимальная концентрация и температура раствора отмывочной жидкости и время отмывки определяются опытным путем. Параметры процесса отмывки приведены в таблице.

Типовой технологический процесс*:

Процесс	Параметры
Отмывка	25 - 30% VIGON® A 250 + деионизованная вода
Время отмывки	7 - 15 мин
Температура отмывки	40 - 60°C
Ополаскивание	Деионизованная или деминерализованная вода
Суммарное время ополаскивания	от 10 мин
Температура ополаскивания	25 – 50°C
Сушка	Обдув горячим воздухом
Время сушки	до полного высыхания
Температура сушки	70 - 90°C

*параметры могут варьироваться в зависимости от конкретной задачи

Упаковка и режимы хранения

VIGON® A250 поставляется в виде концентрата или готовой жидкости: в бутылках по 1 л, в канистрах по 5 л или 25 л, в бочках по 200 л. Рекомендуемая температура хранения 5 - 30°C. Срок хранения VIGON® A250 в заводской плотно закрытой упаковке составляет не менее 5 лет от даты производства.

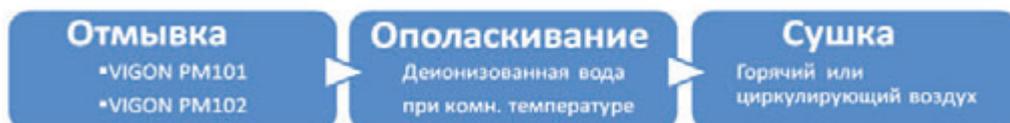


ОТМЫВКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МОДУЛЕЙ ОТМЫВОЧНАЯ ЖИДКОСТЬ VIGON® PM101, PM102

VIGON® PM101, PM102 - отмывочная жидкость на водной основе, со слабой щелочной (PM101) или нейтральной средой (PM102), создана для использования в оборудовании струйной отмывки. Разработанные на основе технологии MPC® данные промывочные жидкости надёжно удаляют остатки флюсов после монтажа кристаллов в силовых приборах и дискретных элементах. Чистящий агент обеспечивает оптимальную чистоту поверхности для последующих операций проволочной разварки выводов, покрытия прибора жидкими компаундами или запрессовки в пластмассовых корпусах.

Отличительные особенности VIGON® PM101, PM102

- VIGON® PM101, PM102 обеспечивают высокую чистоту и активацию поверхности стальных и медных выводных рамок для последующих операций проволочного присоединения выводов и запрессовки в пластмассовый корпус.
- Нейтральный или слабощелочной pH обеспечивает превосходную совместимость отмывочной жидкости с кристаллом, пассивирующими слоями.
- Минимальное взаимодействие с медью.
- Длительное время жизни в ванне обеспечивается фильтрацией, что приводит к снижению стоимости отмывки и технического обслуживания.
- Не содержит ПАВ, поэтому не оставляет осадка на поверхности.
- VIGON® PM101, PM102 не имеет точки вспышки, не пенится, взрывобезопасен и может применяться в оборудовании струйной отмывки распылением.
- Не содержит галогенов и не имеет резкого запаха.



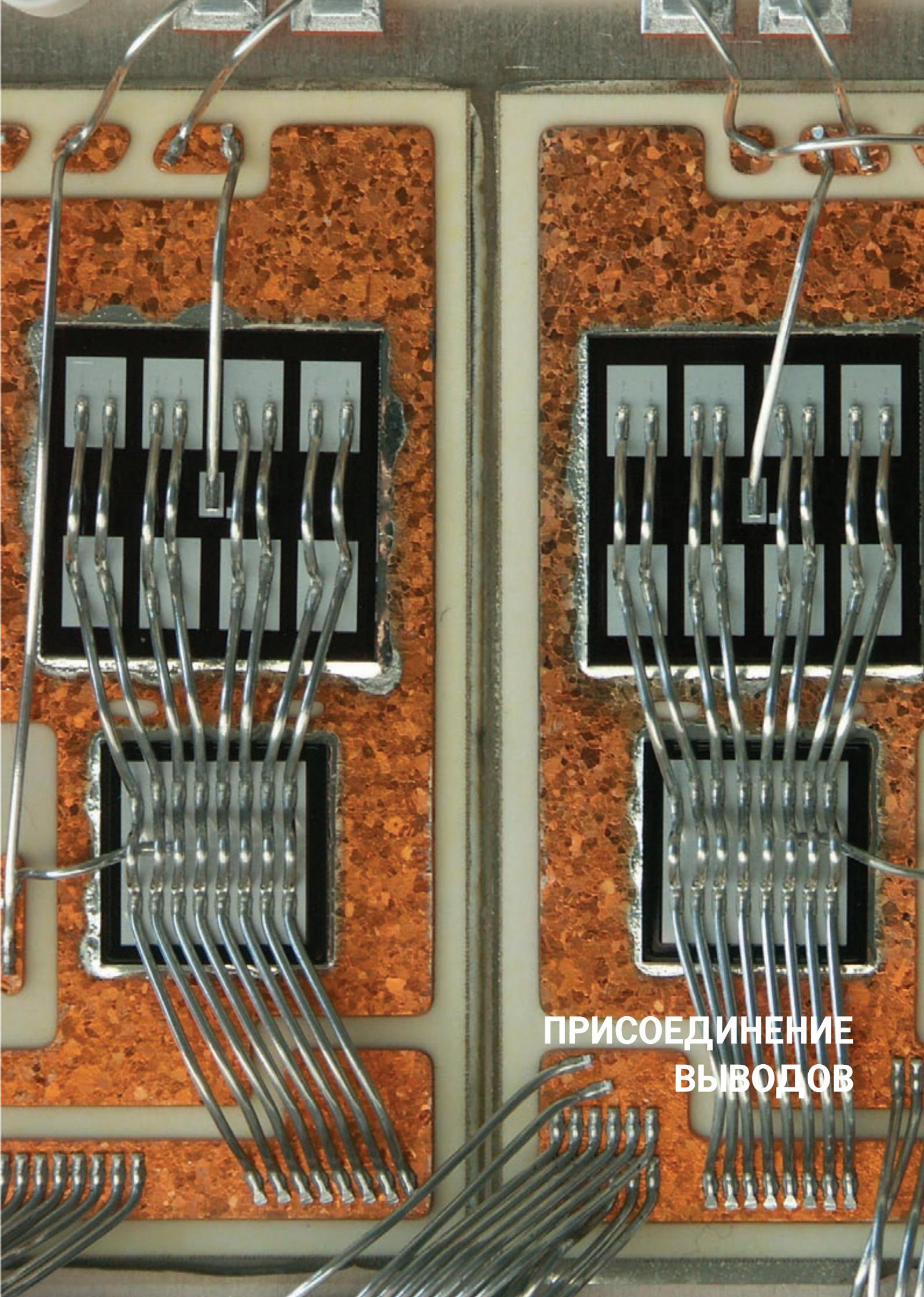
Основные характеристики отмывочных жидкостей Vignon® PM101 и PM102

	PM 101	PM 102
Точка вспышки, °C	отсутствует	отсутствует
pH	9.7	нейтральный
Температура отмывки, °C	40 - 50	40 - 50
Рабочая концентрация*, %	66	50

*концентрат должен быть разведён в дистиллированной воде

Упаковка и режимы хранения

VIGON® PM101, PM102 поставляется в виде концентрата или готовой жидкости: в бутылках по 1 л, в канистрах по 5 л или 25 л, в бочках по 200 л. Рекомендуемая температура хранения 5 - 30°C. Срок хранения VIGON® PM101, PM102 в заводской плотно закрытой упаковке составляет не менее 5 лет от даты производства.



**ПРИСОЕДИНЕНИЕ
ВЫВОДОВ**



ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВЫВОДОВ СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ 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/ленты.

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 алюминиевый контакт 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.

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.

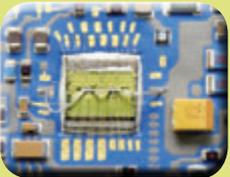
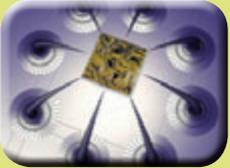
Относительное удлинение. Важная характеристика при выборе проволоки. Слишком высокие значения относительного удлинения усложняют контроль формирования петли при создании проволочного соединения.

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 ПРОВОЛОКА ИЗ ЧИСТОГО АЛЮМИНИЯ

Почти все виды алюминиевой проволоки для полупроводниковых приборов производятся из одного из трех материалов: 5/9Al (99,999% чистый алюминий), 4/9Al (99,99% чистый алюминий) или 0,5% Mg/Al (0,5% сплава магния с алюминием). Алюминиевая проволока марки 5/9 обладает наиболее высоким качеством и является наиболее чувствительной к срокам хранения из-за крайне высокой чистоты. Добавление никеля в чистый алюминий делает проволоку стойкой к коррозии.

Легированная алюминиевая проволока в задачах с небольшими токовыми нагрузками предпочтительнее, чем проволока из чистого алюминия. Преимущество легированной проволоки – возможность использования меньших диаметров и более высоких показателей усилия на разрыв.

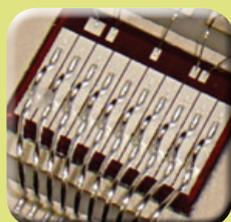
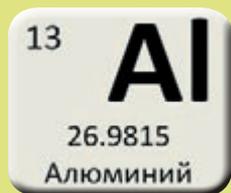
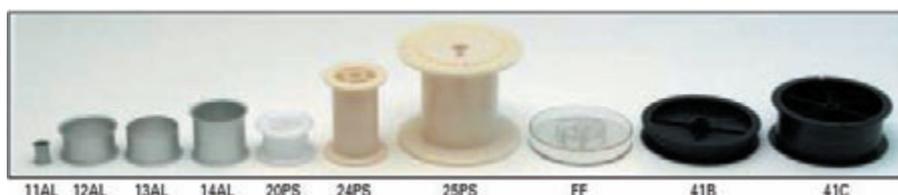
Технические данные для стандартной алюминиевой проволоки.

Тип	Диаметр (мкм)	Относительное удлинение (%)	Прочность на разрыв (г)	Твердость
99,999% Al	250	10 - 18	200	отпущенная
	300	5 - 12	200	мягкая
		10 - 18	300	отпущенная
	375	8 - 15	350	мягкая
		10 - 18	450	отпущенная
	500	8 - 15	625	мягкая
99,99% Al+Ni	125	5 - 12	100	отпущенная
	200	8 - 15	300	отпущенная
	250	10 - 18	425	отпущенная
	300	12 - 20	600	отпущенная
	375	15 - 25	900	отпущенная
	500	20 - 30	1300	отпущенная
0,5% Mg/Al+Ni	125	7 - 12	150	отпущенная
	175	10 - 16	300	отпущенная
	200	10 - 16	400	отпущенная
	250	10 - 16	550	отпущенная

Для проволоки диаметром более 0,1 мм обычно используется чистый алюминий или сплав алюминия с содержанием магния 0,5%. Алюминиевая проволока наиболее пригодна для клиновой ультразвуковой сварки.

Катушки SPM

Компания SPM производит намотку выпускаемой проволоки на катушки стандартных размеров. Для материалов большого диаметра используются специальные катушки. На стандартные 2-х дюймовые (5см) катушки наматывают до 5000 фут (1524м) золотой или кремний-алюминиевой проволоки. Специальные катушки для алюминиевой проволоки большого диаметра вмещают до 4000 футов (1219,2м) проволоки диаметром 0,005 дюймов (0,125мм).





ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВЫВОДОВ АЛЮМИНИЕВАЯ ЛЕНТА ДЛЯ СИЛОВЫХ ПРИБОРОВ

Переход от проволочного соединения выводов на ленточное в силовых приборах происходит по нескольким причинам. Наиболее важными из них являются лучшие электрические характеристики лент, лучшее рассеяние тепла, меньшее количество соединений, более высокая производительность и надёжность.

Компания SPM разработала алюминиевую ленту для разварки силовых приборов. Лента обладает высокой чистотой и коррозионной стойкостью.

Использование алюминиевой ленты устраняет необходимость создания множественного проволочного соединения. Два, три или четыре проводника могут быть заменены соответствующей лентой. Для определения размеров ленты может быть использована формула:

$$T \cdot W = N \cdot D^2 \cdot 0.785$$

T = толщина ленты
W = ширина ленты
N = число проволочных проводников
D = диаметр проволоки

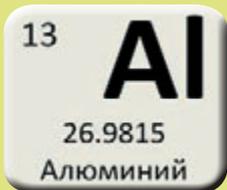
Сначала выбирается ширина. Толщина рассчитывается по приведённой выше формуле.

Стандартные размеры(ширина)

Существует 5 стандартных размеров ленты по ширине: 762, 1016, 1270, 1524 и 2032 мкм. Другие размеры доступны под заказ.

Эквивалентное число проволоки для определённого размера ленты

Размер ленты (мкм)	Диаметр проволоки (мкм)					
	127	203	254	305	381	508
762 x 76	4,6	1,8	1,2			
1016 x 102	8,2	3,2	2,0	1,4		
1270 x 127	12,7	5,0	3,2	2,2	1,4	
1016 x 152	12,2	4,8	3,1	2,1	1,4	
1524 x 152	18,3	7,2	4,6	3,2	2,0	1,2
2032 x 152	24,5	9,6	6,1	4,2	2,7	1,5
1270 x 203	20,4	8,0	5,1	3,5	2,3	1,3
1524 x 203	24,5	9,6	6,1	4,2	2,7	1,5
2032 x 203	32,6	12,7	8,2	5,7	3,6	2,0
1524 x 254	30,6	11,9	7,6	5,3	3,4	1,9
2032 x 254	40,7	15,9	10,2	7,1	4,5	2,6





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.

Сравнение основных свойств металлов

Свойства	Cu	Au	Al	Ag
Электропроводность, %IACS*	103,1	73,4	64,5	108,4
Удельное электрическое сопротивление, мкОм·см	16,7	20,1	16,7	14,7
Удельная теплопроводность, Вт/(м°K)	398	318	243	428
Коефф. теплового расширения, мкм/м·°C	16,5	14,2	23,6	19,0
Модуль упругости, ГПа	115	78	62	71

* Международный стандарт на отожженную медь (IACS)

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.

Технические данные для стандартной медной проволоки.

Диаметр (мкм)	Твердотянутая проволока		Отожженная проволока	
	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 ПРОВОЛОКА, ЛЕНТЫ ИЗ ЗОЛОТА

Золотая проволока компании SPM широко используется в производстве микросистемных 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.

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

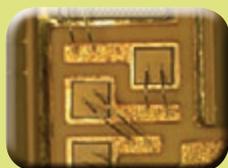
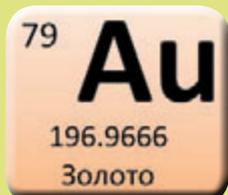
Технические данные для стандартной проволоки из золота

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

Компания SPM производит также ленты из чистого золота и других металлов, изготавливаемые по заказу для конкретного применения в микроволновых силовых приборах.

Технические данные для стандартных лент из золота

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





ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВЫВОДОВ 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.

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.

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	89 - 89.5%	5 - 15 мкм
CP-6241	95.5Sn/3.8Ag/0.7Cu		
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		





ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВЫВОДОВ БЕСПРОВОЛОЧНЫЙ МОНТАЖ

Микросферы Indium для формирования выводов на кристалле

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

Основные требования к микросферам:

- Высокая чистота сплава
- Сферичность
- Точный диаметр

Производственные возможности компании Indium позволяют производить микросферы до 100мкм 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.

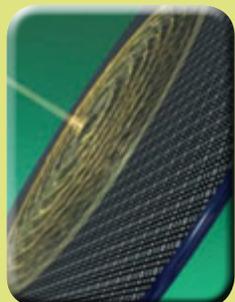
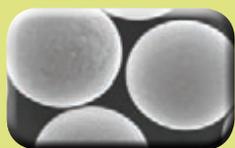
Данные флюсы обеспечивают:

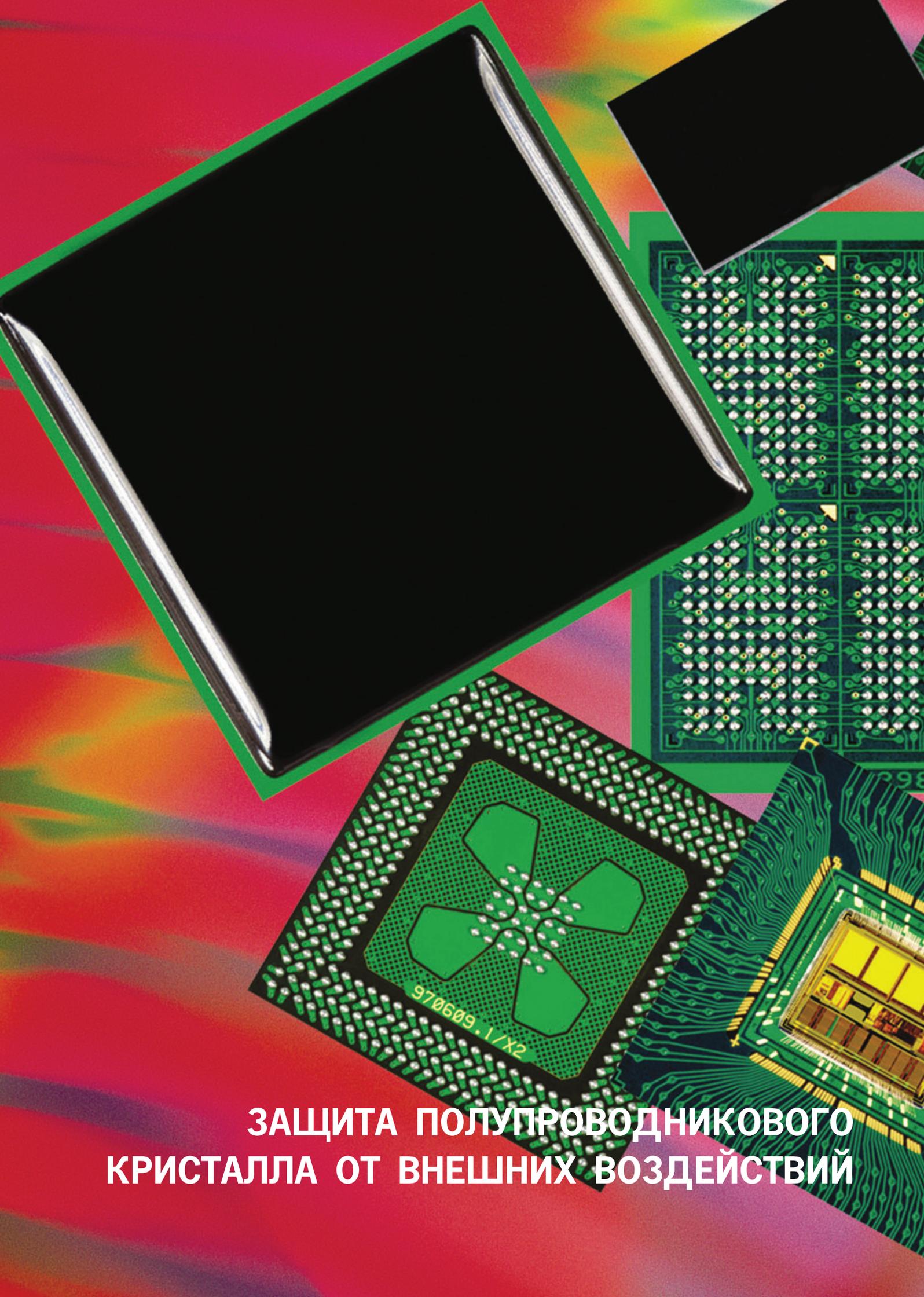
- Совместимость с материалами и процессами производства микросхем
- Равномерность и плоскостность создаваемых контактов
- Отсутствие загрязнений

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 ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО
КРИСТАЛЛА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**



БЕСКОРПУСНАЯ ГЕРМЕТИЗАЦИЯ КРИСТАЛЛА КОМПАУНДЫ ДЛЯ БЕСКОРПУСНОЙ ГЕРМЕТИЗАЦИИ КРИСТАЛЛА

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 надёжности и срока службы.

Для 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.

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:

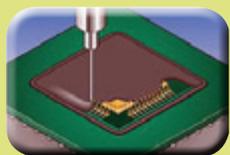
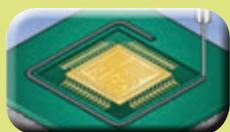
- Хорошо защищают от влаги и других внешних воздействий
- Создают твёрдую защитную оболочку
- Стабильность при высоких температурах
- Могут деградировать при низких температурах
- Хранение и транспортировка при низкой температуре (от -20°C до -40°C)

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

Сравнение основных характеристик силиконовых и эпоксидных материалов.

Характеристика	Силикон	Эпоксидная смола
Модуль упругости, МПа	2 - 10	4 - 13
КТР мкм/м $^{\circ}\text{C}$	125 - 275	15 - 75
Поглощение влаги, % по весу	<0,2	<0,2
Температура стеклования, Tg, $^{\circ}\text{C}$	-126	100 - 145





ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВЫВОДОВ КРЕМНИЙ-ОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПАУНДЫ DOW CORNING®

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.

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 Dow Corning® для герметизации микросхем:

- Высокая ионная 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

Основные компаунды Dow Corning® для герметизации кристалла*

	Q1-4939	Q1-9239	Q3-6646	EG-6301	OE-6665
Цвет	прозрачный	чёрный	прозрачный	прозрачный	прозрачный
Тип материала	эластомер	эластомер	гель	твёрдый эластомер	твёрдый компаунд
1 или 2-х компонентный	2	1	2	2	2
Пропорция для смешивания	1 : 1, 2 : 1, 5 : 1, 8 : 1 или 10 : 1	-	1 : 1	1 : 1	1 : 20
Время жизни, часов	>168	-	>16	-	-
Вязкость, сП (мПа-сек)	4900 - 5800	45000	7000	3200	2400
Условия полимеризации, °C / мин	125 / 26	150 / 60	150 / 120	150 / 60	150 / 120
Твёрдость (по Шору)	30A	28A	-	71A	70D
Удельное объёмное сопротивление, Ом-см	10 ¹⁵	3,7x10 ¹³	3,7x10 ¹³	8,4x10 ¹⁵	-
Диэлектрическая постоянная, 0,1МГц	2,7	-	2,9	-	-
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	18,5	-	22,6	29	-
Содержание ионов, ppm					
Na+	0,6	-	<2	-	0,15
K+	0,4	-	-	-	0,2
Cl-	<4	-	<4	-	0,54
Срок годности при нормальных условиях, месяцы	24	6 (до 10°C)	6	6	12

* - линейка компаундов Dow Corning® для герметизации кристалла не ограничивается материалами, приведенными в таблице



БЕСКОРПУСНАЯ ГЕРМЕТИЗАЦИЯ КРИСТАЛЛА ИНКАПСУЛЯНЫ 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.

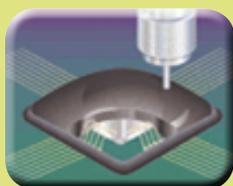
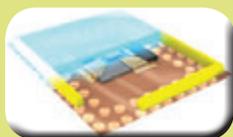
Технология Dam-and-Fill позволяет создавать плоскую поверхность при полимеризации, после чего можно осуществлять маркировку микросхемы. При правильном подборе параметров процесса, высота корпуса может варьироваться в диапазоне 75 мкм от поверхности кристалла.

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

* - линейка компаундов Namics не ограничивается материалами, приведенными в таблице





**ЗАЩИТА И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
МЕХАНИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ КОНТАКТОВ
И ПРОВОЛОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ**



ЗАЩИТА И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ КОНТАКТОВ И ПРОВОЛОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ СИЛИКОНОВЫЕ КЛЕИ-ГЕРМЕТИКИ DOW CORNING®

Особенностью контактов силовых полупроводниковых приборов является необходимость выдерживать большие токовые нагрузки. Важным требованием для обеспечения надёжности прибора является низкое контактное сопротивление. Это свойство должно сохраняться в течение всего срока службы полупроводникового прибора.

Основными факторами вредного воздействия, увеличивающими контактное сопротивление, являются:

- Коррозия металлических проводников
- Уменьшение механической прочности паяного/сварного соединения

Коррозия возникает вследствие воздействия внешней среды и приводит к увеличению сопротивления проводников.

Механическая прочность сварного/паяного соединения может снижаться при эксплуатации прибора в результате вибрационных, механических, электрических и тепловых нагрузок. Отслоение металлических проводников ведёт к увеличению контактного сопротивления, разогреву и, наконец, к выгоранию контакта.

В качестве решения данной проблемы могут быть использованы силиконовые клеи-герметики. Клей наносится на место сварки или пайки и обеспечивает качественную защиту от внешних воздействий и дополнительную механическую фиксацию компонентов. Благодаря низким значениям модуля упругости, силиконовые материалы Dow Corning® снижают внутренние напряжения при термоциклировании.

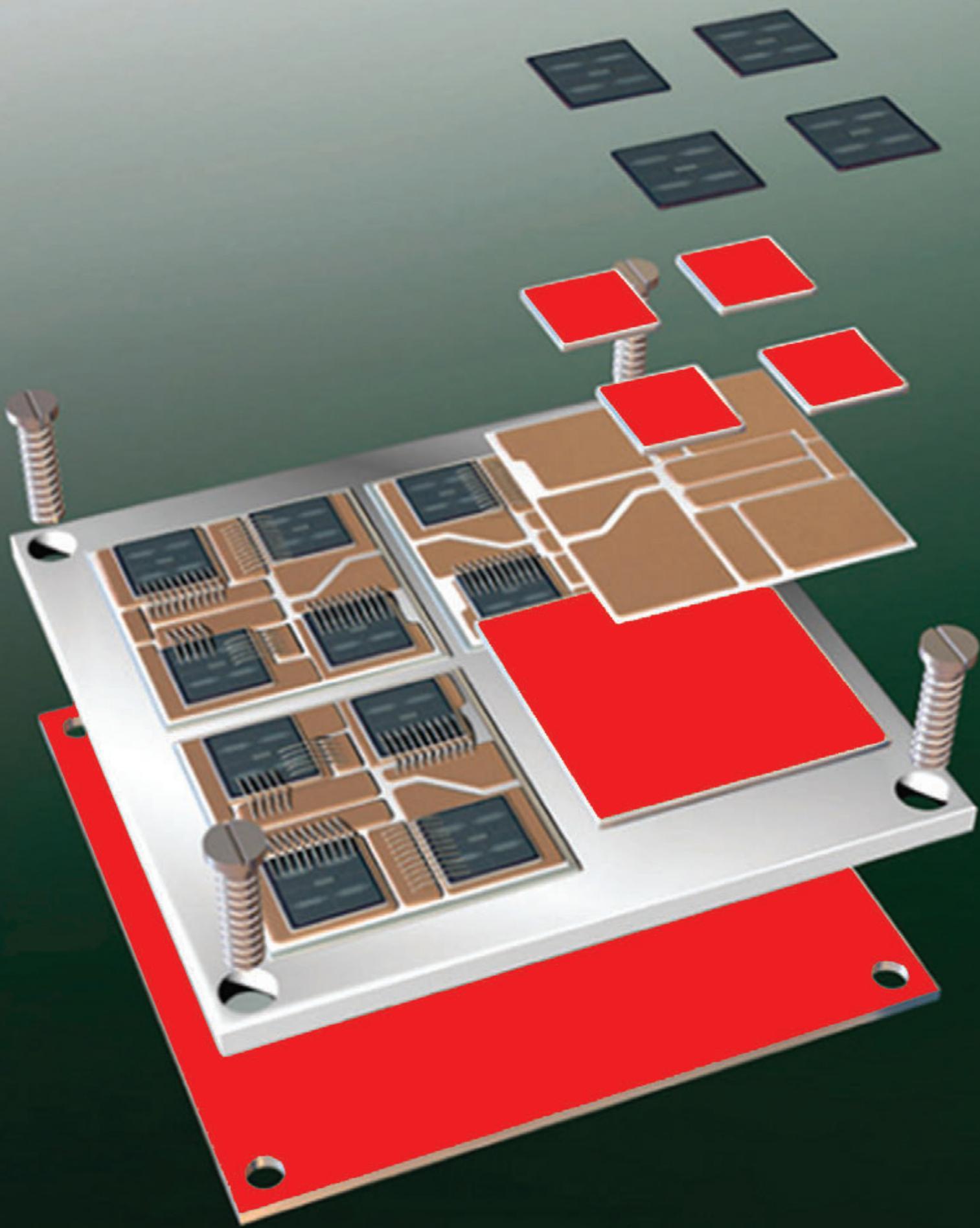
Основные преимущества силиконовых клеев-герметиков:

- Превосходная защита от влаги
- Высокая адгезионная прочность
- Высокие диэлектрические характеристики
- Диапазон рабочих температур от -45 до +275°C

Основные* клеи-герметики Dow Corning®

	9152HT	SE 9120	3-6876	866
Цвет	коричневый	прозрачный, белый	чёрный	серый
Тип материала	эластомер	эластомер	эластомер	эластомер
1 или 2-х компонентный	1	1	1	1
Вязкость, сП (мПа-сек)	10700	8250	41275	49150
Время полимеризации при комнатной температуре, часов	24	24	-	
Полимеризация при нагреве, минут				
при 100°C	-	-	300	
при 125°C			60	
при 150°C			30	60
Твёрдость (по Шору)	29A	24A	53A	57A
Адгезионная прочность (на сдвиг), МПа	5,4	3,7	4,4	5,0
Срок годности при 25°C, месяцы	24	15	12 (до 5°C)	12
Удельное электрическое сопротивление, Ом-см	3x10 ¹⁶	7x10 ¹⁵	1x10 ¹⁴	2x10 ¹⁵
Диэлектрические потери, 1 МГц или 100 кГц	0,001	0,0004	0,001	0,001
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	25	23	21	20
Диапазон рабочих температур, °C	от -45 до +275	от -45 до +200	от -45 до +200	от -45 до +200

* - линейка силиконовых клеев-герметиков Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице.



**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА
РАБОТЫ СИЛОВОГО ПРИБОРА**



ВЫБОР МАТЕРИАЛА

Высокие рабочие мощности силовых приборов приводят к существенному разогреву коммутирующего элемента (кристалла тиристора, транзистора, диода и т.д.).

Электрические характеристики силового прибора или модуля в сильной степени подвержены влиянию высоких температур, поэтому очень важно обеспечить качественную передачу тепла от источника во внешнюю среду.

Количественно передача тепла рассчитывается с помощью теплового сопротивления, чем ниже тепловое сопротивление, тем выше теплопередача. Тепловое сопротивление компонентов силового модуля (кристалла, подложки, основания, радиатора) мало. Основная задача при обеспечении теплового режима работы модуля - снизить тепловое сопротивление переходных слоёв.

Тепловой поток от коммутирующего элемента распространяется неравномерно. В общем случае тепловой поток распространяется конусообразно расширяясь по мере удаления от источника тепла. Снижение теплового сопротивления наиболее критично в вершине теплового конуса. В основании же конуса тепло рассеивается на большей площади, поэтому требования к характеристикам теплопроводящих материалов могут быть различны в различных областях силового модуля.

Соединительные слои условно разделяют на 3 основных теплопроводящих уровня:

1. Кристалл - Подложка
2. Подложка - Основание
3. Основание - Радиатор

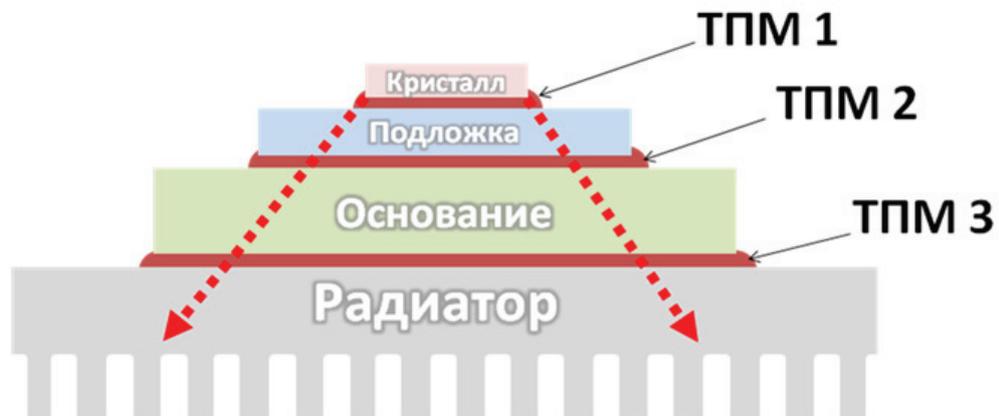
В связи с конусообразным распространением теплового потока 1-й теплопроводящий уровень требует материалов с наибольшей теплопроводностью, соответственно 3-й уровень допускает использование материалов с более низкими значениями теплопроводности.

Основные теплопроводящие материалы (ТПМ) для разных тепловых уровней представлены следующими:

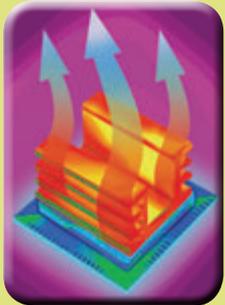
ТПМ 1: Теплопроводящие клеи **Diemat**, припои **Indium** (теплопроводность 30 - 100 Вт/мК)

ТПМ 2: Припои, тепловые пружины, жидкие металлы **Indium** (теплопроводность 15 - 86 Вт/мК)

ТПМ 3: Теплопроводящие пасты, клеи, подложки, заливочные компаунды, гели **Dow Corning®** (теплопроводность 0,5 - 7 Вт/мК)



Распределение тепла и основные теплопроводящие уровни





ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ПРИБОРА ПАЯЕМЫЕ ПРЕФОРМЫ INDIUM

Преформы - это сплавы металлов, изготавливаемые в виде изделий различной геометрической формы с точным объемом металла в каждом изделии. Преформы отличаются формой, размером, типом сплава и наличием флюса на поверхности.

Преформы могут иметь практически любую плоскую геометрическую форму. Наравне со стандартными видами (диски, квадраты, многоугольники, рамки, кольца) возможно изготовление преформ в виде матриц из единиц любой геометрии и уникальных изделий по специальным чертежам под конкретную задачу.

Размер преформ практически не ограничен и определяется в основном задачей: минимальный размер ширины вырубki составляет 0,254 мм, максимальный размер не ограничен в области задач для производства электронных устройств.

Наравне с размерами и формой преформ, их важной характеристикой является сплав. Именно сплав во многом определяет уникальность таких технологических решений. Сегодня ассортимент доступных сплавов включает в себя более 200 типов из 5 семейств. Наиболее популярные доступные сплавы приведены в таблице.

Наиболее популярные сплавы производства компании Indium

Номер сплава Indalloy	Сплав	Температура ликвидуса, °C	Температура солидуса, °C
Низкотемпературные сплавы			
1	50In 50Sn	125	118
281	58Bi 42Sn		138
290	97In 3Ag		143
4	99,99In		157
Традиционные сплавы			
Sn62	62Sn 37Pb 2Ag		179
Sn63	63Sn 37Pb		183
Высокотемпературные сплавы			
SAC Alloys	SnAgCu	220	217
182	80Au 20Sn		280
164	92,5Pb 5In 2,5Ag	310	300
175	95Pb 5Ag	364	305
194	98Au 2Si	800	370
200	99,99Au		1064

Возможность использования сплавов с различными теплопроводными характеристиками и практически любая геометрическая форма преформ позволяют применять это решение для широкого спектра задач по обеспечению теплового режима работы устройства. Преформы Indium позволяют получить высокую гибкость решений в данной области.





ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ПРИБОРА ТЕПЛОВЫЕ ПРУЖИНЫ (HEAT-SPRING®) И ЖИДКИЕ МЕТАЛЛЫ INDIUM

Тепловая пружина – прокладка из мягкого металла, помещаемая между прибором и рассеивателем тепла. Сжимаемые металлы Heat-Spring® - решения для организации теплоотвода на основе сплавов мягких металлов (Soft Metal Alloy Thermal Interface Materials, SMA-TIM).

Основные преимущества тепловых пружин от Indium:

- Помещаются между двух поверхностей без пайки
- Отличная сжимаемость
- Высокая теплопроводность (до 86 Вт/мК)
- Простота использования

Теплопроводящие материалы из сплавов на основе мягких металлов, например, из индия, обеспечивают постоянное значение теплового сопротивления при малом приложенном давлении. Пластичность Индия минимизирует тепловое сопротивление и увеличивает тепловой поток.

Характеристики тепловых пружин на основе Индия

Прикладываемое давление	> 2 кгс/мм ²
Сплавы	99,99% In 52In 48Sn
Максимальная рабочая температура	140°C
Теплопроводность	86 Вт/м*К

ЖИДКИЕ МЕТАЛЛЫ INDIUM

Жидкие металлы - сплавы Indalloy® с точкой плавления ниже или на уровне комнатной температуры.

Системы сплавов, находящиеся в жидком состоянии при комнатной температуре, обладают высокой теплопроводностью, значительно превышающей теплопроводность многих неметаллических материалов. Другие преимущества таких систем – присущая им высокая плотность и электропроводность. Данные сплавы смачивают большинство металлических и неметаллических поверхностей, поэтому могут быть использованы для передачи тепла и электричества между металлическими и неметаллическими поверхностями.

Сплавы жидких металлов

Номер сплава Indalloy	Тип	Состав	Теплопроводность Вт/(м*К)	Ликвидус °С	Солидус °С
46L	Обычный сплав	61,0Ga/25,0In/13,0Sn/1,0Zn	~15-20	7,6	6,5
51	Эвтектический	62,5Ga/21,5In/16,0Sn	~15-20	10,7	10,7
60	Эвтектический	75,5Ga/24,5In	~20-25	15,7	15,7
77	Обычный сплав	95Ga/5In	~25-28	25,0	15,7
14	Чистый металл	100Ga	~30	29,78	29,78



ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ПРИБОРА ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ГЕЛИ И ЗАЛИВОЧНЫЕ КОМПАУНДЫ DOW CORNING®

Силиконовые теплопроводящие заливочные компаунды представляют собой новый высокотехнологичный продукт, моментально получивший широкое распространение по всему миру. Благодаря разработкам компании Dow Corning®, стало возможным сочетать все преимущества силиконовых заливочных компаундов и обеспечивать эффективный теплоотвод. Так решаются сразу несколько наиболее актуальных задач современной электроники: защита компонентов, отвод тепла, электрическая изоляция. Использование силиконовых заливочных компаундов даёт возможность существенно продлить срок эксплуатации и повысить надёжность Ваших электронных изделий.

Теплопроводящие гели наряду с эффективным отводом тепла с поверхности силового прибора также защищают устройство от воздействия ударов и вибраций, предотвращают повреждение проволочных соединений и хрупких компонентов.

Преимущества теплопроводящих гелей и заливочных компаундов Dow Corning®:

- Высокая теплопроводность
- Полимеризуются нагревом при любой толщине слоя
- Прекрасные диэлектрические свойства
- Компенсируют разницу КТР
- Гели образуют более мягкую структуру и защищают хрупкие компоненты от внутренних напряжений

Основные* теплопроводящие гели и заливочные компаунды Dow Corning®

Свойства	Заливочные компаунды			Теплопроводящие гели	
	Sylgard® 160	Q3-3600	3-6655	SE4440-LP	SE4446CV
Число компонентов	2	2	2	2	2
Цвет	Серый	Серый	серый	Серый	Серый
Вязкость, сП	6025	4700	37800	2800	22000
Теплопроводность при 25°C, Вт/м°К	0,62	0,77	1,78	0,83	1,32
Твердость (по Шору)	56 A	87 A	71 00	мягкий	мягкий
Предел прочности при растяжении, Кгс/см ²	-	67,3	-	-	-
Относительно удлинение, %	-	55	-	-	-
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	20,9	26	-	13	6
Отверждение при комнатной температуре, час	24	-	-	-	-
Отверждение при температуре, минуты					
при 100°C	4	60	-	-	-
при 125°C	-	-	6	30	30
при 150°C	2	30	-	-	-
Срок хранения при нормальных условиях, месяцы	18	12	12	12	6

* - линейка теплопроводящих гелей и заливочных компаундов Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице.



ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ПРИБОРА ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ПАСТЫ DOW CORNING®

Теплопроводящие пасты – хорошо зарекомендовавший себя класс материалов, нашедший применение в большом количестве задач по эффективной передаче тепла от микросхем к радиатору. Материал поставляется готовым к применению и не требует полимеризации.

Преимущества теплопроводящих паст Dow Corning®:

- Высокая теплопроводность
- Диапазон рабочих температур от - 45°C до 200°C
- Прекрасные диэлектрические свойства
- Простота использования
- Ремонтопригодность

Основные* теплопроводящие пасты Dow Corning®

Продукт Dow Corning®	Отличительные особенности	Теплопроводность Вт/(м°K)	Тепловое сопротивление °C*см²/Вт
Dow Corning® 340	Хорошая теплопроводность для применения в большинстве устройств невысокой мощности.	0,68	0,162
Dow Corning® SC102	Более высокая теплопроводность в сравнении с пастой Dow Corning® 340. Хорошо наносится очень тонким равномерным слоем, что снижает тепловое сопротивление проводящего слоя.	0,8	0,62
Dow Corning® TC-5121	Средняя теплопроводность и отсутствие эффекта растекания.	2,5	0,1
Dow Corning® TC-5022	Высокая теплопроводность для работы при высоких тепловых нагрузках.	4,0	0,07
Dow Corning® TC-5688	Очень высокая теплопроводность позволяет применять материал в устройствах с большим тепловыделением и относительно малой площадью теплопередачи.	5,67	0,05
Dow Corning® TC-5600	Исключительно высокая теплопроводность для материалов этого класса.	7,07	0,04

* - линейка теплопроводящих паст Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице.





ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ПРИБОРА ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ КЛЕИ DOW CORNING

Однокомпонентные и двухкомпонентные теплопроводящие клеи-герметики Dow Corning®, отверждающиеся при нагревании или комнатной температуре, образуют долговечные, устойчивые к нагрузкам эластомеры. Отсутствие побочных продуктов при вулканизации позволяет использовать клеи-герметики в глубоких сечениях и полностью замкнутых участках. Материалы обладают хорошей адгезией к различным поверхностям, включая керамику, металлы и пластики с наполнителями.

Преимущества теплопроводящих клеев-герметиков Dow Corning®:

- Высокая теплопроводность
- Прекрасная адгезия к большинству поверхностей
- Прекрасные диэлектрические свойства
- Диапазон рабочих температур от -56°C до +200°C

Основные* теплопроводящие клеи-герметики Dow Corning®

Свойства	Продукт Dow Corning®				
	SE9184	SE4486	1-4174 со стеклянными сферами 178 микрон	Q1-9226	3-6752
Число компонентов	1	1	1	2	1
Цвет	Белый	Белый	Серый	Серый	Серый
Вязкость, сП	нетекучий	19000	65225	50000	81000
Теплопроводность при 250С, Вт/м*К	0,84	1,59	1,77	0,74	1,8
Твердость (по Шору)	72 A	78A	92 A	66 A	87 A
Величина адгезии, Кгс/см ²	21	24	41	30	37,9
Предел прочности при растяжении, Кгс/см ²	29,6	-	63,3	38	38,3
Относительно удлинение, %	65	-	22	120	15
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	20	-	16,7	25	15,7
Отверждение при комнатной температуре, час	48	120	нет	нет	нет
Отверждение при температуре, минуты					
при 100°C	-	-	90	60	40
при 125°C	-	-	30	40	10
при 150°C	-	-	20	30	3
Срок хранения при нормальных условиях, месяцы	7	12	6 при температуре ниже 50 С	12	6

* - линейка теплопроводящих клеев-герметиков Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице.





ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ПРИБОРА ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ПОДЛОЖКИ DOW CORNING®

Теплопроводные подложки – это класс высокоэффективных теплопроводящих материалов, представляющий собой заранее отвержденный силиконовый гель со специальными свойствами.

Теплопроводные подложки Dow Corning® просты в применении, так как для нанесения материала не требуется принудительный подогрев или вулканизация. В отличие от других материалов, подложки Dow Corning® не растекаются по поверхности при термоциклировании. Благодаря уникальной структуре, подложки плотно прилегают к поверхности модуля и максимально повторяют его форму, что способствует высокой эффективности теплопередачи независимо от степени сжатия. При необходимости ремонта, материал может быть легко удален без использования каких-либо специальных инструментов.

Преимущества теплопроводящих подложек Dow Corning®

- Высокая теплопроводность
- Диапазон рабочих температур от -50 до +150°C
- Хорошая сжимаемость
- Высокие адгезионные свойства
- Простота в применении
- Огнестойкость согласно стандарту UL 94

Линейка теплопроводящих подложек Dow Corning®

Продукт Dow Corning®	Отличительные особенности	Теплопроводность Вт/(м*К)	Толщина, мм
Dow Corning® TP-15**	Клейкая поверхность с одной или двух сторон. Демпфируют нагрузки и обеспечивают хорошую электрическую изоляцию. Хорошая теплопроводность.	1,1 – 1,3	0,25 – 2,0
Dow Corning® TP-21**	Хорошо сжимаемые и клейкие с двух сторон подложки. Решение для задач, где требуется плотное заполнение зазоров или перенос тепла через большие воздушные зазоры.	0,7	2,2 – 5,0
Dow Corning® TP-22**	Демпфируют механические нагрузки и отличаются высокой теплопроводностью.	1,64	0,25 – 3,0
Dow Corning® TP-23**	Подложки с высокой степенью сжимаемости и высокой теплопроводностью. Решение для задач, где требуется эффективный перенос тепла через большие воздушные зазоры.	1,4	2,2 – 4,6
Dow Corning® TP-35**	Мягкие теплопроводящие подложки. Демонстрируют высокую степень сжимаемости и высокую теплопроводность.	3,5	0,5 – 1,0

** - возможны различные варианты исполнения (адгезия, огнестойкость)

Форма поставки теплопроводящих подложек:

- Рулоны
- Листы
- Вырубка по индивидуальным чертежам



**ЗАЩИТА ПРИБОРА ОТ ВНЕШНИХ
ВОЗДЕЙСТВИЙ**



ВЫБОР МАТЕРИАЛА

Защита силового прибора от внешних воздействий является важнейшим этапом производства и оказывает существенное влияние на надёжность и долговечность изделия. Кроме того выбор защитного материала определяет функциональные возможности устройства.

Перед разработчиками встаёт задача выбора защитных материалов из множества вариантов, предлагаемых современной промышленностью.

Основные функции защитных материалов:

- Электроизоляция и защита от электрического пробоя
- Защита от негативного воздействия внешней среды (влага, хим. вещества)
- Дополнительная вибро-, ударопрочность
- Обеспечение механической прочности
- Создание дополнительных путей отвода тепла

В качестве защитных материалов для силовых приборов и модулей современная промышленность предлагает различные силиконовые материалы: гели, заливочные компаунды, клеи-герметики. Данные материалы характеризуются широким диапазоном рабочих температур (от -80 до +300°C), высокими диэлектрическими характеристиками, отверждением при комнатной температуре или ускоренном при нагреве, различными толщинами материала и одновременно рядом дополнительных свойств, таких как теплопроводность и защита от механических нагрузок.

При выборе материала, стоит обратить внимание на то, что каждый из материалов имеет свои преимущества.

Основные рекомендации по выбору защитных материалов:

• Силиконовые гели

Одновременная защита силового модуля от негативного воздействия внешней среды и демпфирование ударов или вибраций – прямое назначение этой группы материалов. Гели минимизируют механическое воздействие на проволоку или другие чувствительные к механическим нагрузкам элементы устройства.

• Силиконовые заливочные компаунды

Если Вам нужно обеспечить высоконадежную защиту силового устройства от воздействия негативных климатических факторов, одновременно обеспечить теплоотвод с поверхности модуля, улучшить механическую прочность устройства и обеспечить высокие диэлектрические свойства, то силиконовые заливочные компаунды успешно справятся с такой задачей. Также силиконовые компаунды применяются в любых задачах, где нужно совместить высокую надежность изделия и простоту применения защитного материала.

• Силиконовые клеи-герметики

Надежная фиксация крупногабаритных компонентов печатного узла или герметичное приклеивание крышки к корпусу с одновременным обеспечением специальных свойств шва (теплопроводность, электроизоляция и и.д.) – все эти задачи являются прямым назначением материалов этой группы.





ЗАЩИТА ПРИБОРА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СИЛИКОНОВЫЕ ГЕЛИ DOW CORNING®

Гели являются очень мягким материалом, и после отверждения по месту образуют амортизирующий, способный к самозалечиванию, упругий гелеобразный материал. После отверждения гели сохраняют способность жидкости к снятию напряжений и самозалечиванию, и в то же время приобретают пространственную устойчивость эластомера.

Линейка силиконовых гелей Dow Corning® включает в себя:

- стандартные гели
- гели для применения при низких температурах
- гели с химической адгезией и пространственной стабильностью

Преимущества силиконовых гелей Dow Corning®:

- Превосходная защита от повышенной влажности
- Широкий диапазон рабочих температур
- Хорошая адгезия к большинству материалов
- Высокие диэлектрические характеристики
- Отличное демпфирование механических нагрузок и вибраций
- Хорошая защита проволочных соединений и деликатных компонентов
- Высокая ремонтпригодность и самозалечиваемость материала

Основные гели Dow Corning®

Свойства	Продукт Dow Corning®				
	Sylgard® 527	3-4150	3-6575	3-4220	3-6679
Число компонентов	2	2	2	2	2
Вязкость, сантипуаз	425	475	740	350	1150
Рабочие температуры, °C	-60 +150	-60 +150	-80 +200	-45 +150	-70 +150
Отличительные особенности	Отверждение при комнатной температуре либо ускоренное при нагреве	Быстрое отверждение при комнатной температуре	Низкотемпературный гель. Рабочая температура от -80°C до +200°C	Упрочненный гель. Индикация нанесения при УФ свете.	Флюорогель. Устойчив к постоянному воздействию топлива и растворителей.
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	15,1	15,1	-	21,3	-
Отверждение при комнатной температуре*	24 часа / 1 неделя	45мин / 90 мин	5 / 24 часа	20мин / 60мин	24 часа / 1 неделя
Отверждение при нагреве*, минуты	30/200 при 100°C 20/75 при 125°C 10/35 при 150°C	-	20/40 при 70°C 10/20 при 100°C	-	20/120 при 125°C
Срок хранения при нормальных условиях, месяцы	12	12	12	12	12

* - время для достижения начального нетекучего состояния / время для достижения уровня 90% от окончательного состояния;



ЗАЩИТА ПРИБОРА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СИЛИКОНОВЫЕ ЗАЛИВОЧНЫЕ КОМПАУНДЫ DOW CORNING®

Заливочные компаунды на основе силикона обеспечивают надежную диэлектрическую изоляцию, амортизируют механические напряжения и вибрации, выступают как барьер против загрязнений из окружающей среды, сохраняя свойства в широком диапазоне температур и влажности. Помимо этого, силиконы устойчивы к разрушению под воздействием озона и ультрафиолета.

При заполнении полости корпуса прибора, предотвращают образование конденсата и влаги на поверхности силового модуля. Наличие фтора в составе некоторых материалов Dow Corning® обеспечивает возможность постоянной работы модуля в химически агрессивных средах.

Преимущества заливочных компаундов Dow Corning®:

- Превосходная защита от повышенной влажности
- Диапазон рабочих температур от -45 до 200°C
- Обеспечивают высокую дополнительную механическую прочность
- Обеспечивает высокие диэлектрические характеристики изделия
- Отсутствие растворителей в составе
- Составы смешиваются 1:1 и 1:10 и просты в применении

Основные заливочные компаунды* Dow Corning®

Свойства	Продукт Dow Corning®				
	Sylgard® 160	567	Sylgard® 170	Sylgard® 184	SE 1815
Число компонентов	2	2	2	2	2
Цвет	Серый	черный	черный	Оптически прозрачный	Красно-коричневый
Вязкость, сантипуаз	6025	1540	2050	3500	2350
Теплопроводность при 25°C, Вт/м°К	0,62	0,3	0,48	0,16	-
Твердость (по Шору)	56 A	42 A	50 A	44 A	73 A
Величина адгезии, Кгс/см ²	-	10	-	-	24
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	19	21	18	19	30
Отверждение при комнатной температуре, часы	24	нет	24	48	60
Отверждение при температуре, минуты					
при 100°C	4	120	10	35	-
при 125°C	-	60	-	20	-
при 150°C	-	15	-	10	60
Срок хранения при нормальных условиях, месяцы	18	24	24	24	5

* - линейка силиконовых заливочных компаундов Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице

Адгезия заливочных компаундов:

Для обеспечения адгезии стандартных заливочных компаундов Dow Corning к корпусу или деталям силового модуля узла рекомендуется предварительное нанесение подслоя (например, Primer Dow Corning® 1200 OS). Специальные компаунды Dow Corning® 567, Dow Corning® SE1815 не требуют подслоя для обеспечения адгезии.





ЗАЩИТА ПРИБОРА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СИЛИКОНОВЫЕ КЛЕИ-ГЕРМЕТИКИ DOW CORNING®

Клеи-герметики подразделяются на три группы в зависимости от метода отверждения:

- Продукты первой группы отверждаются при помощи влаги воздуха и в основном предназначены для нанесения и отверждения клеевого шва толщиной не более 3 мм.
- Продукты второй группы (с конденсационным отверждением) предназначены для быстрого отверждения при комнатной температуре и отверждения в углублениях.
- Третий тип предназначен для быстрого отверждения при повышенной температуре.

Все они превращаются в долговечные эластомеры с относительно высокой устойчивостью к механическим нагрузкам. Большинство из них обеспечивают хорошую адгезионную прочность без предварительной грунтовки к обычным подложкам различных видов, включая керамику, химически активные металлы и пластмассы с наполнителями.

Преимущества силиконовых клеев-герметиков Dow Corning®:

- Превосходная защита от повышенной влажности;
- Хорошая адгезия к большинству материалов;
- Диапазон рабочих температур от -45 до 200°C;

Основные клеи-герметики* Dow Corning®

Свойства	Продукт Dow Corning®				
	744 RTV	SE 9186	3140 RTV	3145 RTV	3-6265HP
Число компонентов	1	1	1	1	1
Вязкость, сантипуаз	Нетекучий	63 000	31 000	Нетекучий	311 000
Твердость (по Шору)	39 A	20 A	34 A	51 A	71 A
Прочность на разрыв, кгс/см ²	27	21	32	66	61
Прочность на сдвиг, кгс/см ²	30	16,1	31	-	61,8
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	16	23	18	20	24
Время высыхания «до отлипа», минуты	30	9	70	55	-
Отверждение при комнатной температуре, часы	48	48	72	48	-
Отверждение при нагреве, минуты					
при 100°C	-	-	-	-	35
при 125°C	-	-	-	-	7
при 150°C	-	-	-	-	150
Срок хранения при нормальных условиях, месяцы	12	15	12	12	6 при T<5°C

* - линейка силиконовых клеев-герметиков Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице





ЗАО Предприятие Остек
www.ostec-materials.ru
Тел.: (495) 788-44-44,
Факс: (495) 788-44-42
e-mail: materials@ostec-group.ru