

МНОГОСЛОЙНЫЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОРПУСА: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ

А.Максимов testpribor@escltd.ru

В различных отраслях промышленности (медицинской, автомобильной и др.), а также в космической и военной технике, широко используются корпуса из низкотемпературной керамики (Low Temperature Cofired Ceramics – LTCC) и высокотемпературных отожженных керамических модулей (High Temperature Cofired Ceramics – HTCC). В статье рассматриваются преимущества, особенности и этапы производства многослойных металлокерамических корпусов на основе технологии HTCC.

Отличительная особенность высокотемпературной керамики от низкотемпературной – более высокая температура спекания слоев керамических плат для корпусов: 1500–1600°C (в технологии LTCC температура спекания – менее 1000°C).

Достоинства технологии HTCC:

- малые допуски на размеры – благодаря низкому коэффициенту теплового расширения обеспечивается повышенная стабильность размеров корпусов;
- коэффициент теплового расширения (КТР) высокотемпературной керамики достаточно близок к КТР кремния, что позволяет монтировать кристаллы непосредственно на керамическое основание;
- высокие диэлектрические и тепловые характеристики корпусов: в зависимости от используемой марки керамики электрическая прочность варьируется от 45 до 60 кВ/мм, тангенс угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) – от 0,006 до 0,0021, а диэлектрическая проницаемость (ϵ) – от 8,5 до 10 в гигагерцовом диапазоне частот;
- возможность создания многослойных герметичных керамических плат: высокотемпературная керамика имеет плотную структуру, а после спекания многослойные

керамические модули становятся монолитными;

- хорошее заполнение переходных отверстий и линий металлизации в плате вольфрамовой пастой;
- высокая твердость используемых керамических материалов.

Технология производства высокотемпературных керамических модулей HTCC является наиболее современной и обеспечивает самую надежную герметизацию микроэлектронных изделий. Кратко рассмотрим процесс и этапы производства многослойных металлокерамических корпусов на основе технологии HTCC (рис.1).

1. Основной материал при производстве плат по технологии HTCC – сырой керамический лист: из глинозема Al_2O_3 , SiO_2 , MgO и других компонентов получают керамическую массу, которую разбавляют толуолом и получают шликер. Из шликера льяется керамическая лента (см. рис.1а).

2. В сырых керамических листах (каждый из которых впоследствии станет слоем керамической платы) выполняются переходные и выравнивающие отверстия и пустоты (см. рис.1б).

3. Отверстия в керамических листах заполняются или покрываются вольфрамовой пастой для обеспечения электрических соединений.

4. С помощью трафаретной печати в каждом слое формируются проводники, различные площадки, маркировка и т.д., которые наносятся вольфрамовой пастой на поверхность керамических листов с последующей сушкой и отверждением в печи (см. рис.1, в).

5. Каждый керамический лист с нанесенным рисунком и металлизированными отверстиями совмещается и укладывается в стек в последовательности, определенной при проектировании (см. рис.1г).

6. Проводят вырубку по габариту для отделения плат от общей массы. Поверхности шлифуют (см. рис.1д, е).

7. Выполняют спекание керамики и вольфрамовой металлизации при температуре 1500–1600°С.

8. Для лучшего смачивания припоя перед пайкой все металлические и металлизированные поверхности покрывают никелем.

9. Выводные рамки корпусов, коваровые ободки и теплоотводы к металлическим контактным площадкам припаивают при помощи серебряно-медного эвтектического расплава (или чистым серебром) при температуре 800–1000°С.

10. Все открытые металлические и металлизированные поверхности корпуса покрывают металлом (зачастую золотом с подслоем никеля) электролитическим или электролизным методом для защиты от воздействия окружающей среды.

Описанные выше этапы производства представляют собой типовой технологический процесс и в каждом конкретном случае могут уточняться или исключаться.

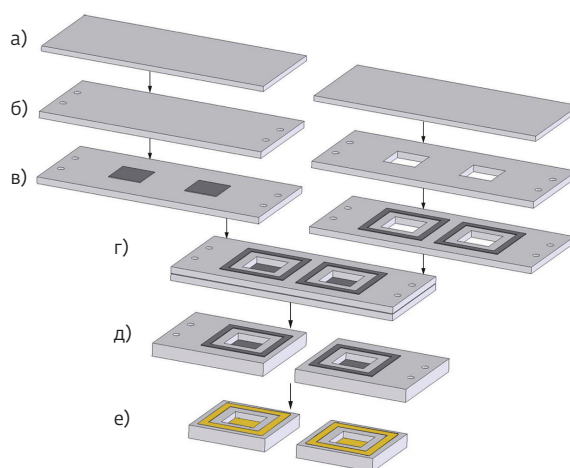


Рис.1. Диаграмма процесса производства многослойных металлокерамических корпусов на основе технологии НТСС

С начала 2009 года ЗАО "ТЕСТПРИБОР" разрабатывает корпуса для интегральных микросхем и приборов специального назначения и осваивает их производство на основе технологии НТСС. Уже созданы и серийно выпускаются 23 типа металлокерамических корпусов для микросхем и 14 типов металлокерамических и металlostеклянных корпусов для полупроводниковых приборов как для поверхностного монтажа (SMD), так и штывевого типа.

В конце 2010 года была выполнена ОКР "Разработка 256-выводного металлокерамического корпуса типа 4 с посадочными местами для чип-конденсаторов для программируемых логических

Таблица 1. Основные характеристики корпусов 4244.256-3, 4245.240-5, 4245.240-6 и 4245.240-6.01

Параметр	Тип корпуса			
	4244.256-3	4245.240-5	4245.240-6	4245.240-6.01
Количество выводов	256	240	240	240
Шаг выводов, мм	0,5			
Расположение выводов	Одноуровневое			
Размер монтажного окна, мм	13,0×14,0	10,5×10,5	13,0×13,0	
Размер монтажной площадки, мм	12,5×13,5	10,5×10,5	13,0×13,0	
Габаритные размеры тела корпуса, мм	36,0×36,0×2,3	34,0×34,0×3,2		
Глубина монтажного колодца, мм	0,5	0,76		
Монтажная площадка	Металлизирована			
Сопrotивление изоляции, мин., Ом	10 ⁸			
Покpытие основания корпуса	H23л.3			
Метод герметизации	Шовно-роликовая сварка			
Масса корпуса, не более, г	20,75			
Диапазон рабочих температур, °C	-60...155			

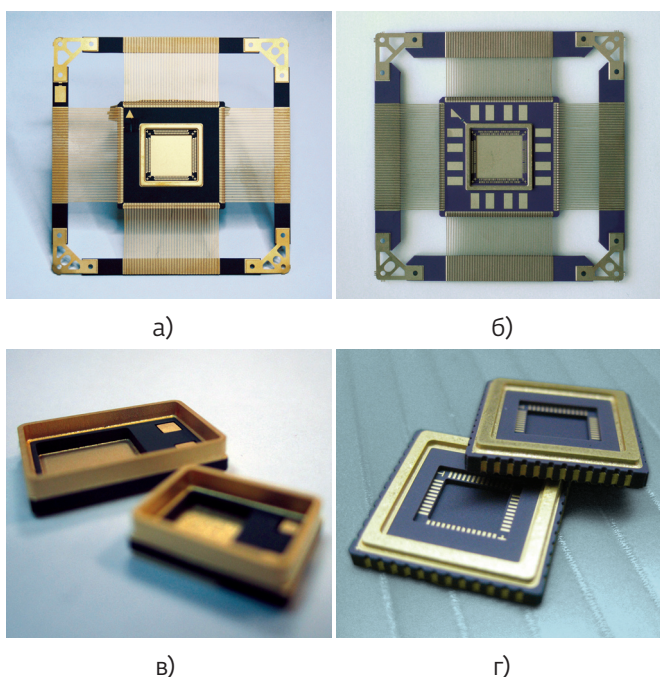


Рис.2. Примеры многослойных металлокерамических корпусов из высокотемпературной керамики: а – 240-выводной корпус типа 4 по ГОСТ 17467-88; б – 256-выводной корпус типа 4 по ГОСТ 17467-88; в – корпус серии SMD; г – 48-выводной корпус подтипа 51 по ГОСТ 17467-88

интегральных микросхем", шифр "Ксилофон-корпус". После этого ЗАО "ТЕСТПРИБОР" приступило к выпуску корпусов 4244.256-3, 4245.240-5, 4245.240-6 и 4245.240-6.01 категории качества "ВП" по утвержденным техническим условиям ТАСФ.301176.002ТУ и ТАСФ.301176.004ТУ (рис.2а, б, табл.1).

Компания также разработала и освоила серийное производство серии металлокерамических корпусов для полупроводниковых приборов SMD-3, SMD-2, SMD-1, SMD-0,5, SMD-0,2. Корпуса изготавливаются по технологии высокотемпературных керамических модулей с использованием алюмооксидной (высокоглиноземистой корундовой) керамики с содержанием оксида алюминия 90–92%. При изготовлении тепловода и токопроводящих частей корпуса используется сплав меди и вольфрама, все металлические и металлизированные части основания имеют финишное золотое покрытие. Благодаря этому выполняются повышенные требования по герметичности и температурным характеристикам корпусов (рис.2в, табл.2).

Еще один вид продукции ЗАО "ТЕСТПРИБОР" – безвыводные корпуса типа 5 по ГОСТ 17467-88 с числом выводов 48, 20, 16, выполненных в виде металлизированных контактных площадок (рис.2г, табл.3). По периметру обратной стороны (нижнего

Таблица 2. Основные характеристики SMD-корпусов

Параметр	Тип корпуса (габариты, мм)					
	SMD-0,2 (8,05×5,50)	SMD-0,5 (10,16×7,52)	SMD-1 (15,88×11,43)	SMD-2 (17,55×13,40)	SMD-3 (30,90×19,80)	MBSS0507-N3 (7,00×5,00)
Максимальная высота корпуса, мм	2,8	Нет данных	Нет данных	3,35	3,81	2,13
Размер монтажного окна, мм	3,00×3,28	4,20×5,10	8,40×8,20	9,94×9,74	20,17×16,11	5,40×3,00
Глубина монтажного колодца, мм	Нет данных	0,5	1,0	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Расстояние от монтажной площадки до внутренней поверхности крышки, мм	Нет данных	2,0	2,58	2,6	3,1	Нет данных
Размер контактных площадок, мм	1,24×0,79	0,95×1,00	1,70×1,90	2,20×2,20	3,60×3,50	1,00×3,00
Размер внешних выводных площадок, мм	2,07×2,07	3,05×2,42	4,00×3,55	3,74×3,74	5,00×5,15	5,00×3,70
Сопротивление изоляции, мин., Ом	10 ⁹					
Покрытие основания корпуса	H23л.3					
Метод герметизации	Шовно-роликовая сварка					
Масса корпуса, г	Нет данных	0,8	2,1	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Диапазон рабочих температур, °С	-65...350					

Таблица 3. Основные характеристики безвыводных корпусов

Параметр	Тип корпуса				
	LCC16	LCC20(1)	LCC20(2)	LCC48(1)	LCC48(2)
Габариты корпуса, мм	7,62×7,62	8,89×8,89	8,89×8,89	14,22×14,22	12,7×12,7
Шаг выводных площадок, мм	1,27			1,016	
Размер монтажной площадки корпуса, мм	4,0×4,0	4,93×4,93	4,0×4,0	5,5×4,5	7,5×7,5
Глубина монтажного колодца, мм	0,508	0,635	0,635	0,508	0,508
Расположение выводов	Равномерно по четырем сторонам корпуса				Равномерно по четырем сторонам корпуса, четыре вывода по углам корпуса
Количество внешних выводных площадок	16	20	20	48	48

слоя) корпуса нанесены выводные площадки для его монтажа на печатную плату в радиоаппаратуре. Они соединены с контактными площадками корпуса через металлизированные пазы в торцах (см. рис.2г). Все металлические и металлизированные части оснований корпусов имеют финишное золотое покрытие.

Таким образом, ЗАО "ТЕСТПРИБОР" предлагает металлокерамические корпуса с различными характеристиками. Кроме этого, предприятие может разработать и изготовить в соответствии с ТЗ заказчика корпуса практически любого уровня сложности с качеством, соответствующим мировым стандартам. ●