

Современные тенденции корпусирования безвыводных металлополимерных корпусов

Е. Абашин¹, С. Алехин, к. т. н.², А. Гаврилин³, О. Данцев⁴

УДК 621.38 | ВАК 2.2.2

Современным направлением в развитии микроэлектроники является значительное увеличение производства интегральных микросхем и дискретных полупроводниковых приборов в малогабаритных металлополимерных корпусах. Корпусирование в металлополимерные корпуса является дополнительным видом конструктивного исполнения наряду с изделиями, закорпусированными в металлокерамические и металlostеклянные корпуса.

КОРПУСИРОВАНИЕ

В качестве основных преимуществ сборки изделий в металлополимерные корпуса можно выделить следующие:

- низкая стоимость применяемых пресс-материалов, что в свою очередь снижает стоимость операций по герметизации изделий;
- более высокая устойчивость к механическим воздействиям из-за отсутствия полости в подкорпусном объеме;
- малые габариты и масса;
- возможность автоматизации технологических процессов сборки и испытаний конечных изделий;
- возможность использования группового монтажа.

Важно отметить, что корпусирование электронных изделий – одна из наиболее трудоемких и дорогостоящих операций, особенно при разработке аппаратуры специального назначения. При этом корпусирование таких приборов в металлокерамические корпуса оправдана лишь отчасти, поскольку не всегда применение микросхем предполагает агрессивное воздействие внешней среды (например, наземные стационарные устройства, радиокommunikационная аппаратура и т.д.), вследствие чего собранные приборы не требуют защиты от радиации и других воздействий и, следовательно, они заведомо должны быть и дешевле. Использование

металлокерамических корпусов в основном определяется условиями эксплуатации. В то же время, учитывая текущие реалии масштабы выпуска массового производства электронных компонентов, наряду с обеспечением сроков выполнения заказов, формируется необходимость в рассмотрении более дешевых и технологичных способов корпусирования полупроводниковых изделий, в качестве которых выступают безвыводные металлополимерные корпуса.

Корпусирование электронных устройств является завершающей стадией микроэлектронного производства. В общем случае процесс корпусирования изделий состоит из следующих этапов (рис. 1):

- установка кристалла на металлическое основание (выводная рамка) или носитель кристалла;
- электрическое соединение контактных площадок кристалла с выводами корпуса;
- герметизация корпуса (сваркой – применительно к металлокерамическим корпусам, компаундными материалами – при сборке металлополимерных корпусов и прочие варианты герметизации: стекло, мягкие или твердые припои, клей и т.д.).

После завершения этапа корпусирования следует этап тестирования собранного прибора, его маркировки и отправка потребителю.

Современной тенденцией развития технологии сборки в металлополимерные корпуса является реализация изделия в безвыводном металлополимерном корпусе. И в настоящее время АО «Группа Кремний Эл» выполняет в инициативном порядке ряд ОКР, связанных с разработкой и серийным освоением микросхем драйверов, МОП-транзисторов, линейных стабилизаторов, супервизоров питания и диодов Шоттки в малогабаритных безвыводных металлополимерных корпусах

¹ АО «Группа Кремний Эл», инженер-конструктор 2 кат, abashin@sitsemi.ru.

² АО «Группа Кремний Эл», начальник ОСП, salekhin@outlook.com.

³ АО «Группа Кремний Эл», директор по развитию и новой технике, начальник УРМЭТ и НТ, gavrilin@kremny.032.ru.

⁴ АО «Группа Кремний Эл», заместитель директора по развитию и НТ, начальник ДЦ, dantsev@sitsemi.ru.

типа QFN и DFN. Термин «безвыводные» означает, что на корпусе отсутствуют выступающие за его пределы металлические проволочные выводы, а их функции выполняют торцевые части металлических оснований (выводных рамок) на боковых стенках и/или основании корпуса. Такие корпуса применяются в технологии поверхностного монтажа на печатные платы (SMT- и SMD-технологии). Основным преимуществом реализуемой технологии является то, что корпусированные полупроводниковые приборы монтируются на поверхности печатной платы групповым методом, что в свою очередь уменьшает количество операций, увеличивает скорость и качество серийного производства самих плат. К основным достоинствам безвыводных микрокорпусов следует также отнести высокая плотность размещения их на печатных платах, совместимость с керамическими подложками гибридных микросборок и улучшенный теплоотвод за счет наличия в конструкции корпуса прямого радиатора. При этом современное промышленное оборудование установки компонентов поверхностного монтажа позволяет быстро, точно и эффективно монтировать корпусированные полупроводниковые приборы.

Основными типами безвыводных корпусов, применяющимися для поверхностного монтажа в настоящее время, являются (рис. 2):

- QFN (Quad Flat No leads) – квадратный или прямоугольный металлополимерный корпус, с расположением контактных площадок по каждой из четырех сторон;
- DFN (Dual Flat No leads) – квадратный или прямоугольный пластиковый корпус, с расположением контактных площадок по двум сторонам;
- LCC (Leadless Chip Carrier) – керамический корпус, с расположением контактных площадок по каждой стороне.

На сегодняшний день АО «Группа Кремний Эл» успешно освоило линейку металлополимерных корпусов типа QFN и DFN. Номенклатура разработанных корпусных исполнений с их основными характеристиками, представлена в табл. 1.

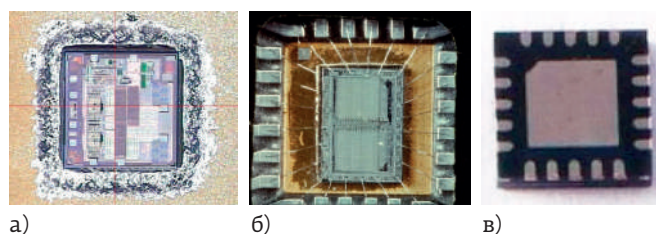


Рис. 1. Основные этапы корпусирования микросэлектронных изделий: а – эвтектическая пайка ИС; б – ультразвуковая разварка кристалла ИС; в – загерметизированное изделие в безвыводном металлополимерном исполнении

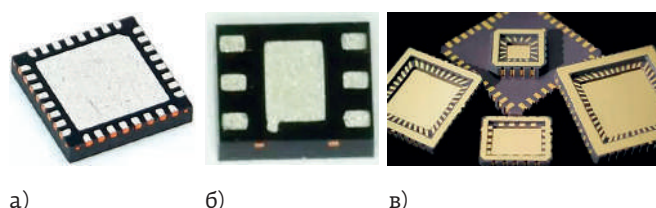


Рис. 2. Основные типы безвыводных корпусов: а – QFN; б – DFN; в – LCC

ВАРИАНТЫ КОНСТРУКЦИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ ДЛЯ БЕЗВЫВОДНЫХ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ КОРПУСОВ

На начальных этапах освоения указанных корпусов применялась технология получения металлических оснований (выводных рамок) с использованием технологических возможностей лазерного оборудования (рис. 3).

Безусловным преимуществом представленного метода является относительная простота его реализации, однако производительность процесса получения рамок существенно снижается при ужесточении требований, предъявляемых к качеству поверхности выводной рамки. При уменьшении интенсивности технологических

Таблица 1. Основные характеристики металлополимерных корпусов типа QFN и DFN

Наименование	Габаритные размеры корпуса, мм		Толщина корпуса, мм	Размер кристаллодержателя, мм		Шаг выводов, мм					
DFN-6	3,0×3,0		1	2,5×1,7		0,95					
DFN-8	4,0×4,0	5,0×5,0		3,0×2,6	4,0×3,2	0,8	1,0				
DFN-10											
QFN-16	5,0×5,0			3,0×3,0		0,65					
QFN-20											



Рис. 3. Выводная рамка для металлополимерного корпуса DFN-10, полученная методом лазерного выжигания



Рис. 4. Выводная рамка для металлополимерного корпуса DFN-10, полученная методом химического травления

режимов обработки, повышается качество обработки и снижается дефектность формируемой топологии на материале, однако наряду с этим процесс получения одной выводной рамки может занимать около 40-50 мин. Кроме того, представленная конструкция выводной рамки обеспечивает получение всего лишь 12 кадров из одной рамки, что не удовлетворяет требованиям крупносерийного и массового выпуска изделий.

На втором этапе освоения металлических оснований безвыводных корпусов типа QFN и DFN была опробована технология получения выводных рамок методом химического травления. В результате была разработана конфигурация двухрядной выводной рамки, рассчитанной на 48 кадров (рис. 4). Данная конструкция выводной рамки позволяла использовать технологическую оснастку герметизации (литьевую форму) относительно простого исполнения, при этом удалось увеличить производительность процесса в четыре раза.

Для данной конфигурации выводной рамки конечные кадры приборов наиболее просто получить методом фрезерования концевой фрезой. Однако данный метод не позволял добиться плоскостности обрабатываемых сторон изделий, а также из-за высокой погрешности в точности базирования инструмента габаритный размер кадра мог отличаться от требуемого.

Поэтому было принято решение по разработке метода группового корпусирования с использованием многорядных выводных рамок, получаемых также методом химического травления (рис. 5). Несколько видов рамки (под конкретные корпуса) были разработаны, изготовлены и поставлены АО «ЗПП» (г. Йошкар-Ола). Рамки имеют локальное покрытие золотом в месте посадки кристалла. Кроме того, данные выводные рамки имеют дополнительные технологические отверстия, которые позволяют точно позиционировать рамки относительно дискового инструмента при резке.

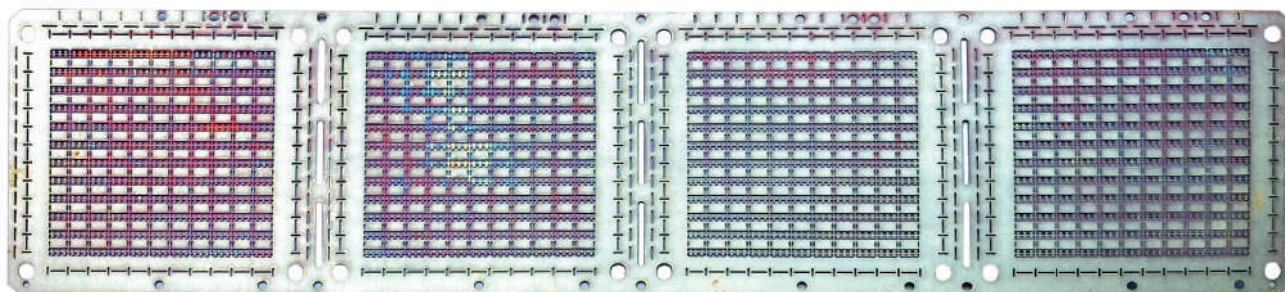


Рис. 5. Текущее исполнение выводных рамок безвыводных металлополимерных корпусов типа QFN и DFN

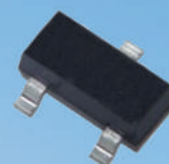


Департамент радиоэлектронной промышленности
Министерства промышленности и торговли РФ

АО «ГРУППА КРЕМНИЙ ЭЛ»

МОП-транзисторы

P- и n-канальные MOSFET транзисторы в малогабаритном металлополимерном корпусе типа SOT-23-3 (аналоги: IRLML2803, IRLML5103, IRLML2402PBf, BSS138I и др.) Предназначены для применения в зарядных устройствах аккумуляторных батарей, коммутаторах нагрузки, электроприводах, телекоммуникационном оборудовании и др.



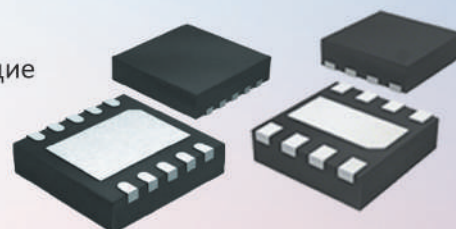
Параметр	Обозначение параметра	*		**				
		2П526А9	2П527А9	2П531А9	2П528А9	2П529А9	2П532А9	2П530А9
		IRLML 2803	IRLML 5103	IRLML2402PBf	BSS138I	SN7002N	IRLML6302PBf	BSS84P
Тип канала	-	n-канальный	p-канальный	n-канальный	n-канальный	n-канальный	p-канальный	p-канальный
Напряжение пробоя сток-исток	$U_{сипроб.}$, В	>30	>30	>20	>60	>60	>20	>60
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии	$R_{сиотк.}$, Ом	≤0,25	≤0,6	≤0,25	≤3,5	≤5	≤0,6	≤8
Пороговое напряжение	$U_{зипор.}$, В	0,7...2,0	-3,5...-1,0	0,7...2,0	0,6...1,6	0,8...1,8	-1,7...-0,7	-2,2...-1,0
Максимально допустимый ток стока	$I_{стах.}$, А	1,2	-0,76	1,2	0,23	0,2	-0,78	0,17
Максимально допустимый импульсный ток стока	$I_{си,и,тах.}$, А	7,3	-4,8	7,4	0,92	0,8	-4,9	0,68

* - серийно освоены;

** - возможна поставка опытных образцов. Выполняется ОКР по освоению (со сроком окончания 2кв. 2024г).

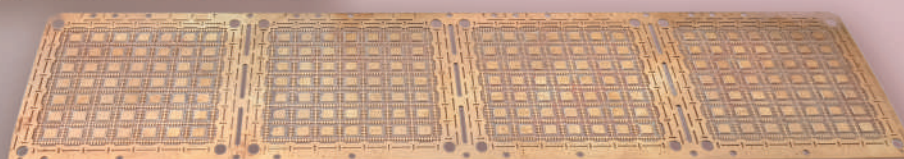
Корпуса QFN(DFN)

АО «ГРУППА КРЕМНИЙ ЭЛ» предлагает услуги по сборке в следующие малогабаритные металлополимерные корпуса (толщиной 1 мм) для поверхностного монтажа типа QFN(DFN). Герметизация корпусов выполняется по методу литьевого прессования под давлением.



Наименование	Габаритный размер корпуса, мм		Толщина корпуса, мм	Размер кристаллодержателя, мм		Шаг выводов, мм					
DFN-6	3,0 x 3,0		1,0	2,5 x 1,7		0,95					
DFN-8	4,0 x 4,0	5,0 x 5,0		3,0 x 2,6	4,0 x 3,2	0,8	1,0				
DFN-10											
QFN-16	5,0 x 5,0			3,0 x 3,0		0,65					
QFN-20											

В рамках выполнения работ, запланированных комплексным проектом, к расширению номенклатуры дополнительно разрабатывается и осваивается серия следующих малогабаритных металлополимерных корпусов для поверхностного монтажа типа QFN(DFN).



Техническая консультация :
Чайкин А.А. alchaikin@outlook.com
Алехин С.С. salekhin@outlook.com
тел.(4832) 41-90-11

Заказ продукции:
<http://group-kremny.ru>
mark@kremny.032.ru
тел.(4832) 41-85-91

241037, Россия, г. Брянск,
ул. Красноармейская, 103
тел. (4832) 41-43-11
факс (4832) 41-42-14

Представленная конструкция позволяет получить от 4 до 400 кадров при выполнении одного технологического процесса герметизации изделий. Благодаря такому технологическому подходу стало возможным, не меняя пресс-форму, в краткие сроки расширять номенклатуру конструктивных корпусных решений безвыводных корпусов под задачи как серийного производства, так и при изготовлении опытных образцов.

КОРПУСИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ БЕЗВЫВОДНЫХ КОРПУСОВ. ПРИМЕРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Посадка кристаллов ИС на металлические основания (выводные рамки) преимущественно выполняется с использованием токопроводящего клея на установке AD838L. Кроме того, возможен и вариант посадки кристаллов методом эвтектической пайки на автоматизированном оборудовании ASM AD832U (Сингапур). После посадки следует разварка интегральных схем на кристаллодержатель (рис. 6).

Разварка изделий выполняется золотой проволокой на современной линейке разварки приборов ASM термозвуковым способом, при этом герметизация изделий выполняется с использованием литевой формы, разработанной и изготовленной АО «Группа Кремний Эл». Загерметизированные изделия представлены на рис. 7.

Технологический цикл герметизации изделий в корпусах QFN и DFN в общем случае состоит из следующих технологических операций: размещение герметизируемых изделий в пресс-форму, загрузка ПМ (пресс-материала, в качестве которого выступают таблетированные компаунды, прессуемые при повышенном давлении) и его подача под давлением в пресс-форму. Под воздействием нагрева и давления ПМ переходит в пластичное состояние и заполняет формирующие полости пресс-формы. После непродолжительной выдержки происходит затвердевание пресс-материала и загерметизированные изделия извлекаются из пресс-формы. Затем производится

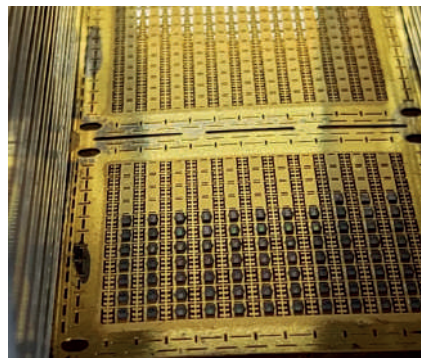


Рис. 6.
Разваренные
ИС в металло-
полимерном
корпусе DFN-6

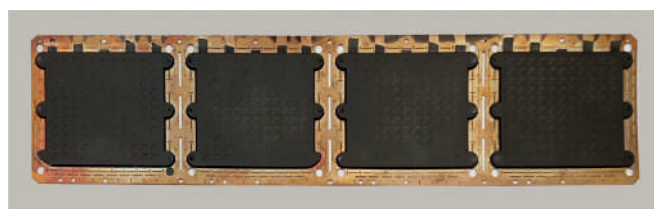
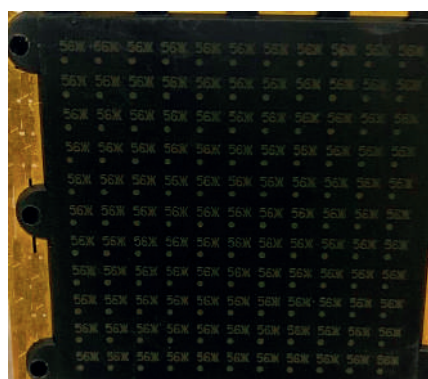


Рис. 7. Загерметизированные пресс-материалом
корпуса DFN

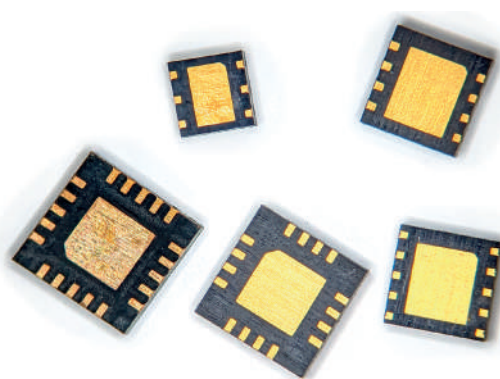
очистка пресс-формы, удаляются остатки компаунда (облой) с изделий.

После герметизации изделий на готовые приборы наносится лазерная маркировка и впоследствии их разрезают из выводной рамки в соответствующий габаритный размер механическими способом (фрезерованием). Внешний вид замаркированных приборов и разрезанных из выводной рамки изделий представлен на рис. 8.

В ходе выполненных работ, связанных с реализацией проекта «Разработка серии современных микросхем управления электропитанием микропроцессоров, микроконтроллеров и других электропотребителей



а)



б)

Рис. 8.
Безвыводные
корпуса QFN-20:
а – после лазерной
маркировки,
б – после резки
из выводной рамки

с динамической нагрузкой большой мощности; организация их серийного выпуска в малогабаритных корпусах; разработка метода их крупносерийного выпуска в безвыводных корпусах типа QFN» АО «Группа Кремний Эл» успешно освоило технологию сборки безвыводных малогабаритных металлополимерных корпусов типа QFN и DFN пяти исполнений. Представленная совокупность решений (по пресс-форме и выводной рамке) является универсальной, это означает, что топология проектируемого безвыводного корпуса в теле основания может варьироваться, и, при сохранении одних и тех же установочно-присоединительных размеров выводной рамки, процесс герметизации корпусов пресс-материалом будет выполняться с использованием одной и той же пресс-формы. Также стоит отметить, что в инициативном порядке происходит расширение конфигураций выводных рамок для безвыводных металлополимерных корпусов под намеченные задачи серийного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. **John F.** Electronic Packaging: Lead Frame Materials // Encyclopedia of Materials: Science and Technology. 2001.
2. **Frank E.** Integrated Circuit Packaging // Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition). 2003.
3. **Lawrence C.A.** Overview of developments in yarn spinning technology // Advances in Yarn Spinning Technology. 2010.
4. **Luo X.** Chip packaging: encapsulation of nitride LEDs // Nitride Semiconductor Light-Emitting Diodes (LEDs). 2014.
5. Патент № 180407 Российская Федерация, МПК Н 01 L 23/495, Н 01 L 23/48. Выводная рамка корпуса интегральной микросхемы: № 2018104586: заявл. 06.02.2018 : опубл. 13.06.2018 / Абашин Е.В., Брюхно Н.А., Минин А.В. 6 с.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1090 руб.

СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ СО ВСТРОЕННЫМИ АНТЕННАМИ НА НАНОГЕТЕРОСТРУКТУРАХ А³В⁵

Под редакцией д. т. н., профессора П. П. Мальцева

В сборник вошли статьи сотрудников Федерального государственного автономного научного учреждения «Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники имени В. Г. Мокерова» Российской академии наук (ИСВЧПЭ РАН), опубликованные в период 2010–2017 гг. по новым направлениям исследований наногетероструктур А³В⁵ (арсенид галлия и нитрид галлия): расчет и моделирование систем на кристалле с интегрированными антеннами и усилителями для крайне высоких частот; создание фотопроводящих антенн для терагерцевых устройств.

Статьи использованы при выполнении работ по заказу Минобрнауки России в рамках: ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 годы, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России» на 2007–2013 годы и на 2014–2020 годы.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2018. – 528 с.
ISBN 978-5-94836-526-8

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphere.ru, sales@technosphere.ru