автоматизировать процесс сборки, но затрудняет контроль качества сборки. Элементы с балочными и торцевыми выводами дорогие, но позволяют автоматизировать сборку, контролировать качество, увеличить плотность монтажа. Способ монтажа компонентов на плату должен обеспечить сохранность формы, параметров и свойств, отвод тепла, стойкость микросхемы к термоциклированию, ударам и вибрации. Для крепления к подложке компонентов используются стёкла с температурной обработкой 450-500 °С, термостойкие клеи на неорганической основе, ситаллы и клеи на основе компаундов. Они не должны разрушать защитные покрытия бескорпусных элементов. Жидкое стекло наносится в виде капли, а затем производится, нагрев печи или установке пайки. Рекомендуется применять эпоксидный клей ВК-9. Крепление приборов может также осуществляться с помощью припоя или эвтектическим сплавом. В этом случае место крепления компонентов на подложке нужно металлизировать. Крепление компонентов с шариковыми или столбиковыми выводами производится в защищённой атмосфере аргона, азота или гелия с применением припоя. Соединение выводов компонентов с контактными площадками производится термокомпрессией, сдвоенным электродом, ультразвуком и пайкой низкотемпературным припоем. Остатки флюса в месте пайки должны обладать изоляционными свойствами и не вызывать коррозии. Резисторы и конденсаторы с торцевыми выводами присоединяются либо пайкой, либо с помощью контактола К13-А.

1. Ефимов И. Е., Козырь И. Я., Горбунов Ю. И. Микроэлектроника: Проектирование, виды микросхем, функциональная микроэлектроника. -М: Высшая школа, 1987 – 145 с.
2. Коледов Л. А. Конструирование и технология микросхем: учебник. М.: Высшая школа, 1984 – 231 с.
3. Николаев И. М. Интегральные микросхемы и основы их проектирования: учебник. М.: Радио и связь, 1992 – 424 с.

Козлов К.В.

**Конструктивные особенности монтажа для элементной базы по направлению
тонкоплёночных пассивных элементов гибридной схемы**

*филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
(Россия, Смоленск)*

doi:10.18411/spc-12-04-2018-21

idsp: 000001:spc-12-04-2018-21

Технология низкотемпературной совместно обжигаемой керамики (LowTemperatureCo-FiredCeramic) используется в различных отраслях промышленности на протяжении многих лет. Усовершенствование LTCC материалов, технологических процессов и методов производства привело к снижению стоимости и улучшению технических характеристик электронных изделий. Это существенно увеличило интерес к LTCC технологии со стороны производителей высокочастотной техники, оптоэлектроники и микроэлектромеханических систем. Новые возможности открываются для производства электронных изделий в таких направлениях как телекоммуникации, медицина, автомобильная, военная и космическая техника. Данная технология активно применяется ведущими производителями для создания компонентов радарных систем, антенн, фильтров и телекоммуникационных изделий. LTCC системы включают в себя полный спектр материалов. Среди них керамический порошок, керамические ленты и листы, пасты для создания внутренних и внешних проводников, пасты для металлизации переходных отверстий, пасты для создания встроенных резисторов. Керамические материалы и металлические пасты подобраны с учётом полного согласования материалов.

Микроволновая монолитная интегральная схема (Monolithic Microwave Integrated Circuits) — интегральная схема, изготовленная по твердотельной технологии и предназначенная для работы на сверхвысоких частотах (300 МГц — 300 ГГц). СВЧ ММИС обычно выполняют функции смесителя, усилителя мощности, малошумящего усилителя, преобразователя сигналов, высокочастотного переключателя. Применяются в системах связи (в первую очередь сотовой и спутниковой), а также в радиолокационных системах на основе активных фазированных антенных решёток (АФАР). ММИС имеют малые размеры (порядка 1 — 10 мм²) и могут производиться в больших количествах, что способствует широкому распространению высокочастотных устройств. ММИС изготавливаются с использованием арсенида галлия (GaAs), дающего два основных преимущества перед традиционным кремнием (Si) — быстродействие транзисторов и полупроводящая подложка. Быстродействие устройств, созданных по кремниевой технологии, постепенно увеличивается, а размер транзисторов уменьшается, и ММИС уже могут изготавливаться на базе кремния. Диаметр кремниевой пластины больше (обычно 8 – 12 дюймов против 4 – 6 дюймов для арсенида галлия), а её цена меньше — в результате снижается стоимость интегральной схемы. Превосходную производительность с точки зрения усиления, более высокую частоту среза, а также низкий уровень шума показывают технологии на основе фосфида индия (InP). Но из-за меньших размеров пластин и повышенной хрупкости материала они пока остаются дорогими.

Традиционные гибридные интегральные схемы (ГИС) подразделяются на толстоплёночные и тонкоплёночные. Конструктивной основой толстоплёночных ИС является керамическая подложка, на которую через сетку-трафарет последовательно наносят проводящие, резистивные и диэлектрические пасты с последующим вжиганием, создавая таким способом плёночные резисторы, конденсаторы и проводники. Толщина наносимых плёнок, образующих элементы ИС, составляет от 1 – 10 мкм. Основой тонкоплёночных ИС является подложка из ситалла или фотоситалла, на которую напыляют плёнки толщиной порядка десятых долей микрометра. Навесные активные компоненты ИС крепятся на подложке после создания плёнок и соединяются с ними через контактные площадки. Для защиты от внешних воздействий и создания выводов подложку с созданными на её поверхности элементами и компонентами помещают в корпус. Высокоомные резисторы имеют форму меандра. В тонкоплёночных ИС в качестве резистивного материала применяют нихром, тантал, нитрид тантала, кермет и ряд других сплавов. В толстоплёночных ИС для изготовления резисторов применяют специальные пасты. В тонкоплёночных ИС в качестве проводящих обкладок используют алюминиевые плёнки, а в качестве диэлектрика — монооксид германия или кремния, двуоксид кремния и оксид тантала. В толстоплёночных ИС в качестве диэлектрика применяют специальные пасты. Плёночные катушки индуктивности выполняют в виде круглой или квадратной спирали из проводящего материала. Площадь, занимаемая спиралью, составляет 1 см², значение индуктивности не превышает 10 мкГн. В тех случаях, когда требуется применение катушек индуктивности с большей индуктивностью, используют миниатюрные кольцевые катушки индуктивности с ферритовыми сердечниками. Во многих случаях вместо катушек индуктивности применяют специальные транзисторные схемы на основе гираторов, эквивалентные индуктивностям.

1. Верхулевский К.К. Монолитные СВЧ-компоненты Microsemi Corporation // Компоненты и технологии. 2016. № 7. С. 7–12.
2. Коледов Л.А. Конструирование и технология микросхем. М.: Высшая школа, 1984. – 231с.
3. Николаев И.М. Интегральные микросхемы и основы их проектирования. М.: Радио и связь, 1992. – 424с.