

Повышение эффективности радиочастотных устройств VMMK

путем уменьшения паразитной индуктивности и емкости

При изготовлении микроволновых интегральных схем и усилителей компоновка элементов бывает всегда очень плотной. В большинстве случаев производительность схемы определяют неотъемлемые паразитные емкость и индуктивность свинцового корпуса и проводных соединений. Компания Avago Technologies в 2004 г. разработала технологию совместной сборки пластин (bonded-wafer-to-wafer) и теперь предлагает инновационные микроволновые устройства VMMK на арсениде галлия (GaAs), основанные на запатентованной сборке нескольких чипов WaferCAP™. Благодаря технологии поверхностного монтажа сегодня доступны очень недорогие усилители VMMK и приборы на полевых транзисторах, в скором времени в серию будут добавлены детекторы.

Устройства VMMK и технология на базе подложки кристалла размером с корпус

Как показано на рис. 1, улучшение свойств устройств VMMK происходит за счет использования технологии WaferCAP, позволяющей устранить потери и паразитные элементы схем традиционных радиочастотных сборок для поверхностного монтажа. За счет удаления проводных соединений и выводов корпуса с их паразитной индуктивностью и емкостью создан тракт сигнала с низкими потерями и низким импедансом для кристаллов и корпусов.

Для обеспечения работы на высоких частотах над активным прибором образована воздушная полость, имеющая низкую диэлектрическую проницаемость. Эта полость также обеспечивает механическую защиту прибора во время использования. Как видно на рис. 2, все входные

и выходные сигналы проходят через межслойные отверстия к тыльной стороне подложки прибора, исключая проводные соединения, ограничивающие эффективность. Запатентованная технология металлизации и уплотнения позволяет использовать стандартное сверление паяной поверхности подложки, установку, пайку волной припоя и мойку.

Исключение проводных соединений и улучшение тепловых характеристик увеличивает надежность технологии WaferCAP по сравнению с традиционной технологией изготовления корпусов для поверхностного монтажа. Переход на WaferCAP не требует какого-либо нового производственного и сборочного оборудования или изменения процессов. Достаточно существующего оборудования для стандартной сборки по технологии поверхностного монтажа и управления им. Следует отметить, что за счет устранения выводов корпуса, рамки с внешними выводами, проводных соединений и формовочной массы радиочастотные приборы, выполненные по этой технологии, имеют меньшие массогабаритные показатели и занимают меньше места на печатной плате, чем большинство традиционных радиочастотных приборов, изготовленных по технологии поверхностного монтажа. Например, радиочастотный усилитель VMMK-2×03 (1×0,5×0,25 мм) нуждается всего лишь в 5% объема и 10% площади печатной платы, необходимой для стандартной сборки SOT-342. Экономия площади печатной платы для устройств VMMK составит по крайней мере 50%.

Наряду со значительно уменьшенными паразитными элементами приборы, разработанные по технологии WaferCAP, напрямую соединя-

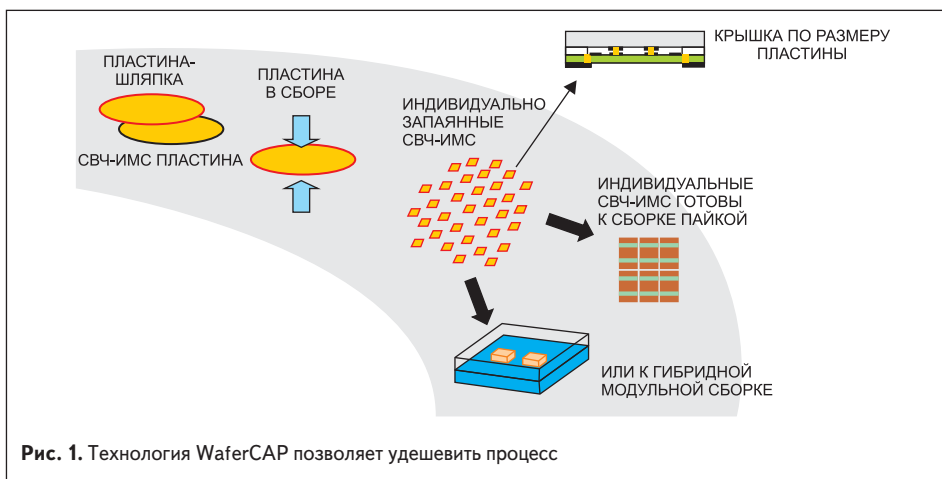


Рис. 1. Технология WaferCAP позволяет удешевить процесс

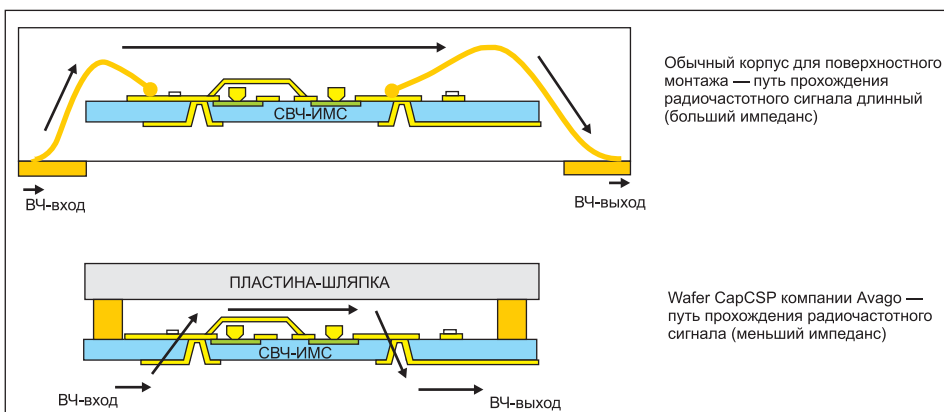


Рис. 2. Технология WaferCAP позволяет сократить радиочастотные потери, уменьшить паразитные индукцию и емкость

му технологии поверхностного монтажа, при соблюдении нескольких простых требований, касающихся топологии печатной платы.

Стандартный материал печатной платы
Для устройств VMMK пригоден материал FR4 (максимальная толщина — 10 мм) с одной унцией меди для верхнего и нижнего слоя металлов. Микроволновая подложка с низкими потерями, такая как Rogers 5880, RO4003 и RO4350, имеет коэффициент теплового расширения (СТЕ), близкий к материалу FR4, и также может быть использована. Пайка на материал с большим, чем у FR5, тепловым расширением или высокая температура стеклования (Tg) для FR4 не должны применяться.

Советы по проектированию печатной платы

Приборы серии VMMK имеют форм-фактор, схожий с форм-фактором стандартного конденсатора 0402. Однако важно, что разработчики печатных плат не используют стандартное посадочное место 0402 для компонентов VMMK. На металлизации этих изделий не обязательно имеется область пайки. Для выбора правильного посадочного места следует обратиться к спецификациям на изделия; пример показан на рис. 5.

Паяльная маска должна окружать контактные площадки, препятствуя попаданию припоя. В зазоре между контактными площадками не должно быть мостиков из припоя. Материал контактной площадки — слой золота толщиной минимум 5,0 мкм, находящийся под слоем никеля толщиной максимум 1,0 мкм. В присутствии расплава припоя тонкий слой золота растворяется, и слой никеля смачивается жидким припоем. Это происходит во время процесса пайки оплавлением при монтаже компонентов на печатную плату. Можно избежать проблем при производстве и сборке, следуя практическим рекомендациям:

- Под контактной площадкой на печатной плате не должно быть открытых переходных отверстий. Они должны быть отделены от контактных площадок слоем маски для предотвращения утечки припоя. Трафарет для нанесения припоя должен гарантиро-

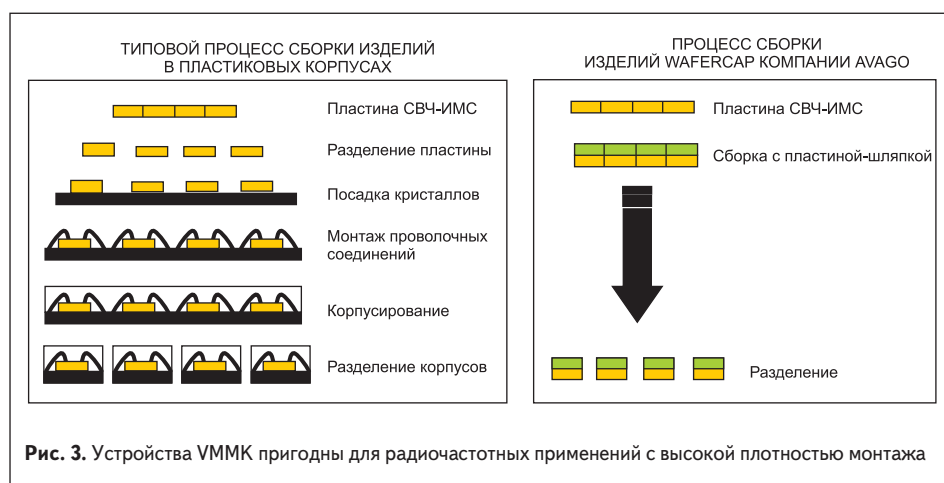


Рис. 3. Устройства VMMK пригодны для радиочастотных применений с высокой плотностью монтажа

ются с линиями разводки печатной платы (что дает сокращение пути прохождения радиочастотного сигнала) и, по существу, не вносят никаких радиочастотных потерь. Воздушная полость, образованная верхней пластиной над радиочастотным чипом (так называемая «пластина-шляпка»), также уменьшает паразитные элементы и увеличивает эффективность сигнала. Благодаря плотному контакту с печатной платой обеспечивается улучшенная теплопередача.

установка кристалла и формовка. За счет этого устройства VMMK компании Avago имеют более низкую стоимость. Приборы очень малы; двадцать приборов VMMK разместятся внутри крошечной сборки SOT-343, как показано на рис. 4.

Простая сборка и производство продукции

Компоненты VMMK компании Avago легко подойдут к любому дизайну, соответствующе-

Несравнимые преимущества по низкой цене

Как видно по рис. 3, технология WaferCAP позволяет обойтись без таких дорогостоящих этапов, необходимых в традиционной сборке корпусов для поверхностного монтажа, как



Рис. 4. Двадцать корпусов VMMK помещаются внутри корпуса SOT-343

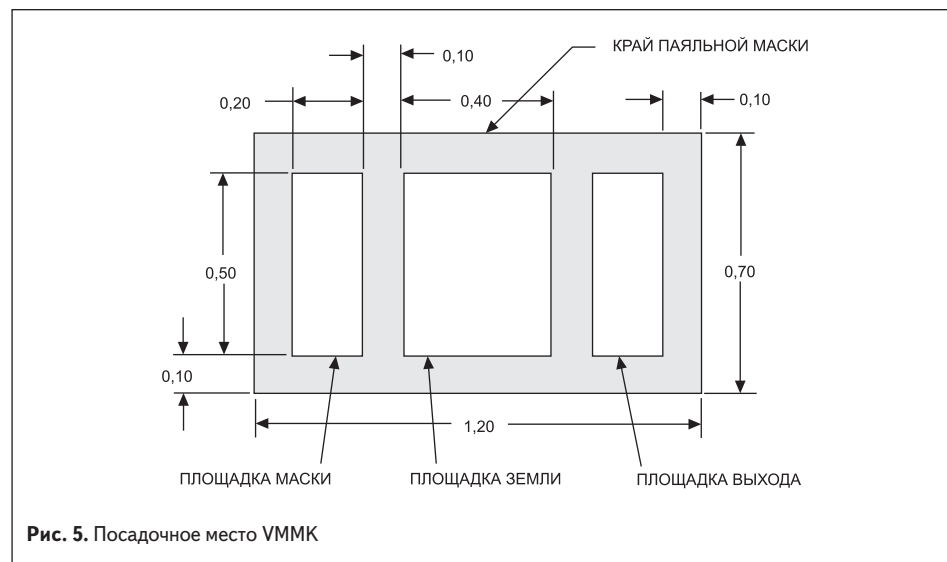


Рис. 5. Посадочное место VMMK

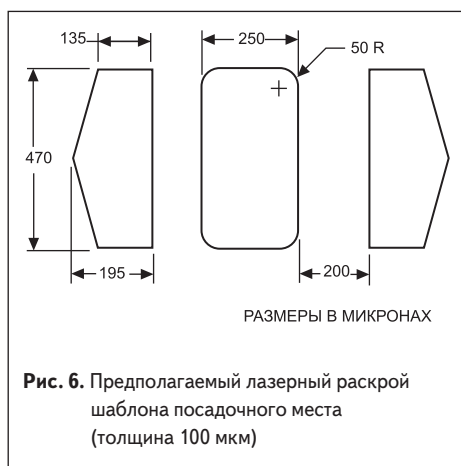


Рис. 6. Предполагаемый лазерный раскрой шаблона посадочного места (толщина 100 мкм)

вать, что на паяемые площадки наносится необходимое количество паяльной пасты. Трафарет для компонентов VMMK показан на рис. 6. Углы на внешних краях площадок помогают заполнить шаблон в случае, если инструмент для нанесения паяльной пасты при движении отклоняется от оси. Дополнительную информацию можно найти в документе Avago AN- 5378.

- Устройства VMMK можно очищать с помощью стандартных процедур водной очистки дистиллированной водой. Не следует использовать ультразвуковую очистку и очистку паром.
- В устройствах VMMK в качестве уплотняющего материала применяется стандартный полимер BCB, исторически используемый для пассивирования кристаллов и в тех случаях, когда имеет место незащищенная поверхность кристаллов, например flip-chips и многослойные сборки кристаллов. Правильнее всего будет выяснить на фирме, занимающейся изготовлением и сборкой печатных плат, совместим ли полимер Dow Chemical BCB, используемый в устройствах VMMK, с их процессами. Дополнительную информацию можно найти в Avago AN-5378.
- Посадочные места приводятся в спецификациях на каждое устройство и в дополнительном руководстве AN-5378. Но, вообще говоря, моделирование и реальные тесты показывают, что размещение луженых сквозных отверстий по соседству или на любой стороне устройства уже обеспечивает соответствующее заземление.
- Рекомендуется использовать паяльные пасты без чистящего или водорастворимого паяль-

ного флюса. Следует избегать применения токопроводящих эпоксидных смол, поскольку может произойти короткое замыкание.

- Приборы VMMK компании Avago имеют уровень чувствительности к влажности MSL2a. Просушите изделия, если требования MSL2a не соблюдались.

Рассмотрение вопроса монтажа системы и сборки больших партий изделий

Приборы VMMK не предназначены для перепайки или герметизации. Давление, возникающее при формовке, может воздействовать на полости над схемой на GaAs и повредить прибор, при этом как минимум могут ухудшиться электрические характеристики.

Устройства VMMK можно монтировать с помощью крупногабаритного стандартного оборудования для сборки печатных плат. Путем тестирования было выявлено несколько автоматов, работающих со стандартными настройками и насадками и дающих хорошие результаты. С большим успехом применяются Zuki KE-2050RL и Panasonic MSF NM-MD15.

Процесс пайки оплавлением и рекомендации

Инфракрасный/конвекционный профиль оплавления, исследованный и рекомендованный для компонентов VMMK, основан на стандарте JEDEC/IPC в редакции J-STD-020C. Приборы VMMK предназначены максимум для трех циклов пайки оплавнением в соответствии с условиями J-STD-020C. При дальнейшем оплавнении металлическая поверхность будет разъедаться припоем. Устройства не предназначены для пайки волной припоя или оплавления паром, поэтому эти процессы не должны использоваться.

Рекомендуемый и наиболее распространенный метод оплавления — это конвейерная печь с использованием конвекционной/инфракрасной теплопередачи. Если следовать стандарту J-STD-020C и придерживаться некоторых рекомендаций, оплавнение припоя устройств VMMK будет происходить успешно. Общие правила, которые следует помнить при анализе процесса оплавления припоя, заключаются в следующем:

- Избегайте длительного горячего предварительного нагрева, поскольку может произойти чрезмерное окисление. Время при температуре +217 °C является критич-

ным и определит появление и целостность соединения припоя после оплавления. Более длительное оплавнение может вызвать чрезмерное взаимодействие металлов, появление ослабленного и зернистого паяного соединения и обугливание остатков флюса. Время менее 30 с может привести к недостаточному смачиванию и плохому соединению металлов.

- В общем случае устройства VMMK могут не нуждаться в защите только при минимальной температуре бессвинцового процесса и в моменты, когда необходимо достичь одинакового оплавнения припоя. Расчетные время и скорость для зон с линейно нарастающими характеристиками и зон охлаждения, как указано в стандарте J-STD-020C, достаточно малы и не вызовут деформации платы или повреждения приборов тепловым ударом. Температура оплавления, указанная в стандарте, достаточно низка, и это позволяет избежать причинения вреда внутренней схеме VMMK во время операций оплавления припоя при условии, что время экспозиции при максимальной температуре оплавления не является избыточным, как указано в стандарте JEDEC.

Если следовать стандарту JEDEC и данным рекомендациям, пайка оплавнением при технологии поверхностного монтажа для устройств VMMK не вызовет проблем. Более детальная информация об оплавнении припоя доступна в прикладном примечании AN-5378 компании Avago.

Учитывая рекомендации по разработке и разводке печатных плат, а также на основе информации о текущих процессах производства по технологии поверхностного монтажа в соответствии с J-STD-020C, можно заключить, что компоненты VMMK будут удовлетворять современным процессам больших объемов сборки по технологии поверхностного монтажа.

В настоящее время в серии VMMK предлагаются усилители и полевые транзисторы. Новые проекты компании Avago по расширению серии VMMK включают усилители, диоды и датчики. Устройства будут иметь более широкую функциональность и большее число площадок. Миниатюрность, превосходные радиочастотные характеристики и низкая цена всегда будут главными преимуществами устройств VMMK перед традиционными радиочастотными приборами для сборки по технологии поверхностного монтажа. ■