

Монтаж корпуса DirectFet

Сложности, возникающие при проектировании печатных узлов с применением корпуса DirectFET, связаны с монтажом/демонтажом, пайкой, выбором температурного профиля, расчетом и установкой радиатора в изделии. В данной статье рассмотрены проблемы, возникающие при проектировании печатных плат с применением корпуса DirectFET компании International Rectifier.

Павленко Алексей

Alexey.Pavlenko@symmetron.ru

Для работы в мощных AC/DC- и DC/DC- преобразователях в компьютерах, ноутбуках, телекоммуникационных системах и бытовых приборах компанией International Rectifier разработан корпус DirectFET. Это первый серийно выпускаемый корпус для поверхностного монтажа размером SO-8 и менее, позволяющий обеспечить действительно эффективный отвод тепла от кристалла мощного MOSFET. В отличие от традиционных пластиковых корпусов DirectFET обеспечивает двустороннее охлаждение полупроводниковой структуры, позволяющее по меньшей мере удвоить номинальный ток в том же размере. Металлический корпус экранирует излучение, а практически прямой монтаж кристалла на печатную плату предельно снижает паразитные индуктивности. Топология выводов обеспечивает простоту параллельного соединения приборов.

Внешний вид и поперечный разрез прибора DirectFET представлены на рис. 1. Пассивированный кристалл имеет двустороннее расположение выводов. На нижней стороне кристалла расположены металлизированные контакты: два контакта истока и один – затвора. Контакт стока на второй поверхности кристалла соединен с медным корпусом-кожухом.

Кристалл крепится к корпусу с помощью специального компаунда. Электрический контакт с печатной платой обеспечивается пайкой двух контактов истока, контакта затвора и двух контактов корпуса (отбортовки на корпусе). Пассивация кристалла обеспечивает изоляцию выводов друг от друга и защиту кристалла от воздействия влажности. На печатной плате корпус DirectFET занимает такую же площадь, как корпус SO-8.

При проектировании печатных плат одним из главных требований является плотность монтажного поля. Размер контактных площадок для монтажа и зазоров между ними во многом определяет составляющие технологии сборочно-монтажного производства. Конструкция DirectFET обеспечивает максимальную простоту монтажа на печатной плате (рис. 2).

В отличие от разработанных ранее типов корпусов для поверхностного монтажа взаимное расположение выводов DirectFET позволяет выполнить конструкцию проводников на печатной плате в виде четырех параллельных шин, на которые удобно монтируются корпуса при параллельном соединении. Простота топологии печатной платы обеспечивает минимальный уровень паразитной индуктивности. Большие размеры контактных площадок истока (2 по 1,8×1 мм), стока (2 по 0,4×3,9 мм) и затвора (0,8×0,5 мм), расстояния между ними (более 0,6 мм) и допуска на посадку дают возможность использовать все материалы и технологии производства и монтажа печатных плат. За счет большой площади контакта и взаимного расположения контактных площадок достигается высокая механическая прочность соединения корпуса с платой, улучшенная электрическая и тепловая проводимость с корпуса на плату.

Пайка

Для улучшения качества паяльных соединений и снижения их переходного сопротивления на выводы элементов и на проводники печатных плат наносят функциональные покрытия – паяльные пасты. В нашей стране наибольшее распространение полу-

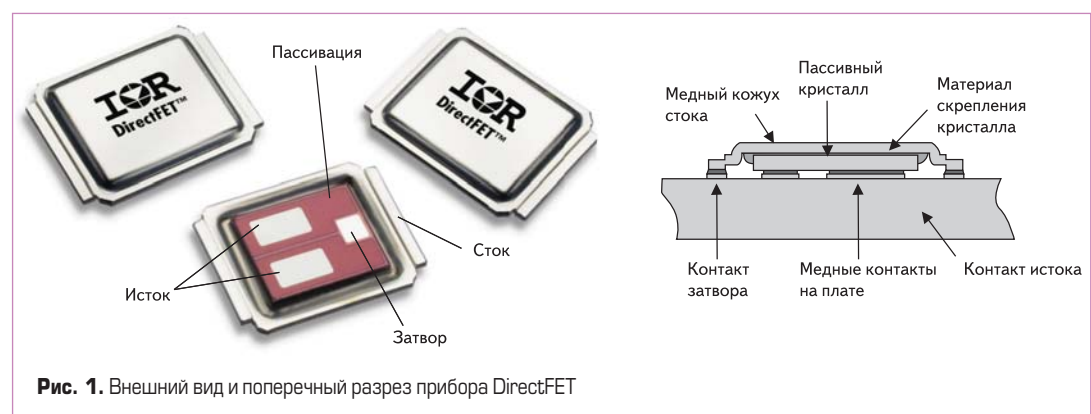


Рис. 1. Внешний вид и поперечный разрез прибора DirectFET

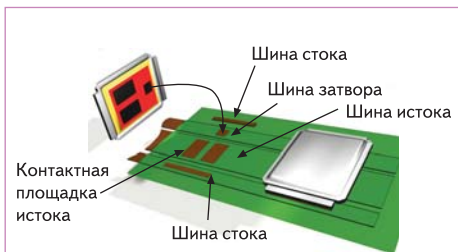


Рис. 2. Конструкция DirectFET

чили два метода нанесения паяльной пасты – метод дозирования и метод трафаретной печати. Производитель рекомендует наносить паяльную пасту методом трафаретной печати. Для нанесения паяльной пасты методом трафаретной печати рекомендуется использовать паяльные пасты с содержанием металлической составляющей 88–91%. Оптимальная вязкость в зависимости от размеров частиц припоя должна составлять 600–1000 ксП. Наиболее часто используют трафареты толщиной 150–250 мкм. Рекомендуемый размер окон в трафарете составляет 75–90% от размера контактной площадки. На рис. 3 показано оптимальное количество пасты, нанесенной на контактные площадки печатной платы.

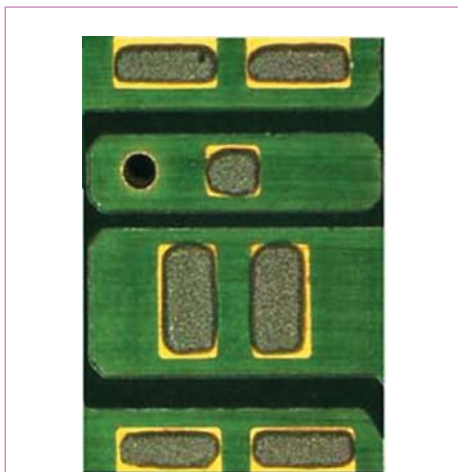


Рис. 3

Для нанесения паяльной пасты могут использоваться ракель различной конструкции из различных материалов, в том числе стальные, пластмассовые или полиуретановые. После нанесения паяльной пасты на печатную плату рекомендуется произвести очистку трафарета с нижней стороны для предотвращения образования перемычек и шариков припоя в процессе пайки.

Пайка с применением паяльной пасты осуществляется в специальных печах с конвекционным или инфракрасным методом нагрева.

При ремонте пайку можно производить с помощью термофена. Для ручного монтажа транзисторов в корпусе DirectFET компания выпускает «MicroStencil Kit» – набор из 25 трафаретов плюс ракель для нанесения паяльной пасты. На рис. 4 приведен внешний вид трафаретов и ракеля для монтажа транзисторов в корпусе DirectFET на плату.

Режимы пайки печатных узлов определяются температурным профилем (рис. 5).



Рис. 4

Приведем параметры четырех основных стадий процесса пайки.

1. Стадия предварительного нагрева позволяет снизить тепловой удар на электронные компоненты и печатные платы. В процессе предварительного нагрева происходит испарение растворителя из паяльной пасты. При использовании паяльных паст на основе наиболее распространенных сплавов Sn62/Pb36/Ag2 и Sn63/Pb37 предварительный нагрев рекомендуется осуществлять до температуры 95–130 °С, скорость повышения температуры для традиционного профиля – 2–4 °С/с, для нового – 0,5–1 °С/с.

Высокая скорость предварительного нагрева в традиционном профиле может приводить к преждевременному испарению растворителя, входящего в состав паяльной пасты, и к целому ряду дефектов: повреждению компонентов за счет теплового удара, разбрызгиванию шариков припоя и возникновению перемычек припоя.

2. Стадия стабилизации позволяет активизировать флюсовую составляющую и удалить избыток влаги из паяльной пасты. Повышение температуры на этой стадии происходит очень медленно. Стадию стабилизации также называют «стадией температурного выравнивания», т. к. эта стадия должна обеспечивать нагрев всех компонентов на плате до одинаковой температуры.

Максимальная активация флюса происходит при температуре около 150 °С. Если стадия стабилизации проводится недостаточное время, результатом могут быть дефекты типа «холодная пайка» и эффект «надгробного камня». Подобные дефекты наблюдаются, как правило, в печах с инфракрасной системой нагрева. Рекомендуемое время стабилизации для традиционного профиля составляет 90–150 с. В новом профиле время стабилизации 30 сек. считается достаточным. В конце зоны стабилизации температура обычно достигает 50–70 °С. В случае длительного времени или высокой температуры стадии стабилизации флюс может потерять защитные свойства, его активность снижается, это приводит к ухудшению паяемости и разбрызгиванию шариков припоя на стадии пайки.

3. Стадия оплавления. На стадии оплавления температура повышается до расплавления паяльной пасты и происходит формирование паяного соединения. Для образования надежного паяного соединения максимальная температура пайки должна на 30–40 °С превышать точку плавления паяльной пасты и составлять 205–225 °С (на плате). Время, в течение которого печатная плата на-

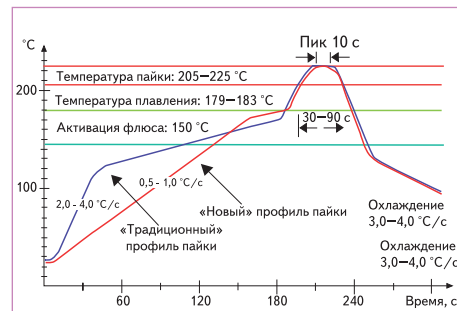


Рис. 5

ходится выше точки плавления (179–183 °С), должно быть в пределах 30–90 сек, предпочтительно не более 60 сек. Скорость повышения температуры в зоне оплавления должна составлять 2–4 °С/с. Помните, что низкая температура пайки обеспечивает слабую смачиваемость, особенно для компонентов с плохой паяемостью.

4. Стадия охлаждения важна наравне с другими стадиями. Для обеспечения максимальной прочности паяных соединений скорость охлаждения должна быть максимальной. В то же время высокая скорость охлаждения может вызвать термоудар по электронным компонентам. Рекомендуемая скорость охлаждения — 3–4 °С/сек до температуры ниже 130 °С.

Окончательный выбор режимов производится технологом исходя из конструкции печатной платы, типа и размеров компонентов, количества компонентов на печатной плате, особенностей используемого оборудования, результатов экспериментальных паяк, типа паяльной пасты. Следует также учитывать, что реальная температура на плате в процессе пайки будет на 20–30 °С ниже установленной в печи.

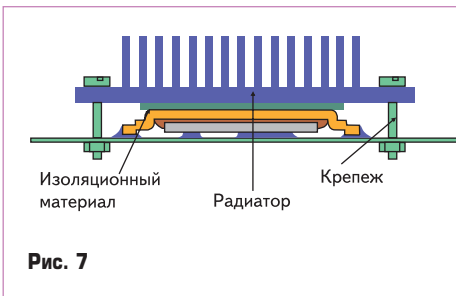
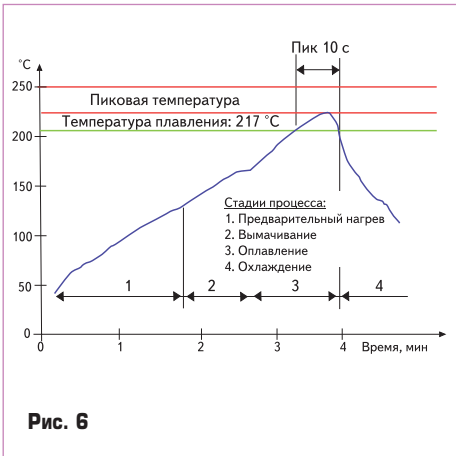
Выбор температурного режима пайки бессвинцовых паяльных паст в значительной степени зависит от типа и состава флюса, входящего в паяльную пасту. Рекомендуемые профили пайки смотрите в описании конкретных типов флюса.

Процесс оплавления бессвинцовых паяльных паст имеет те же стадии, что и при пайке традиционных паст со сплавом олово – свинец. Физические процессы, протекающие на каждой из стадий, описаны выше. На рис. 6 приведен типовой пример профиля для бессвинцовой пайки оплавления.

Рекомендуемые параметры основных стадий процесса.

1. Стадия предварительного нагрева. Нагрев до 130 °С должен проходить при скорости не более чем 2 °С/секунду. Более высокая скорость нагрева может приводить к растеканию отпечатков паяльной пасты или разбрызгиванию шариков припоя.

2. Стадия стабилизации. Протекает в диапазоне температур 130–165 °С в течение 60–120 секунд в зависимости от конструкции печатного узла, требований компонентной базы и характеристик печей оплавления. Далее следует участок нагрева от 165 °С до точки плавления бессвинцового сплава 217°С при скорости 2 °С/с. Важно, чтобы длительность этой стадии не превышала 30 секунд во избежание преждевременного истощения



флюса. Флюсующая составляющая должна сохранять активность в течение этой стадии для гарантированного полного сплавления частиц припоя на стадии оплавления.

3. Стадия оплавления. Пиковая температура пайки составляет 230–250 °С. Время нахождения при пиковой температуре не критично, однако важно, чтобы время нахождения выше 217 °С, точки плавления бессвинцового сплава, было не более 30–50 секунд. Это определяет внешний вид паяных соединений. Более длительное нахождение паяльной пасты на стадии оплавления может приводить к плохому смачиванию контактных площадок из-за процессов реокисления и обугливания флюса.

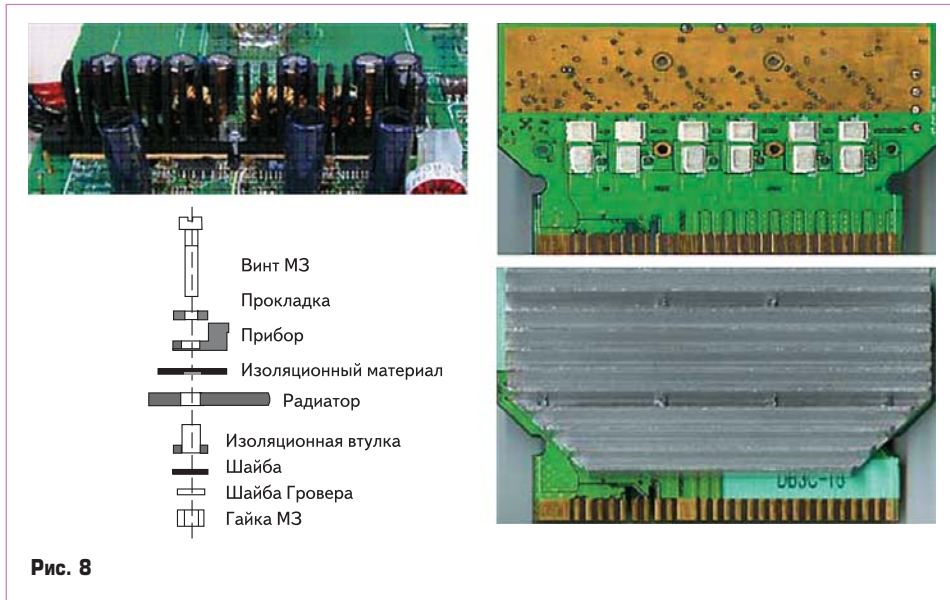
4. Стадия охлаждения. Рекомендуемая скорость охлаждения – 3 °С/сек. Более быстрое охлаждение может повредить печатный узел и компоненты. Более медленное охлаждение будет увеличивать матовость поверхности паяного соединения.

Компания рекомендует использовать свинцовосодержащие пасты для приборов DirectFET с суффиксом PbF, прибор без суффикса PbF не рекомендуется для использования свинцовосодержащими пастами.

Охлаждение

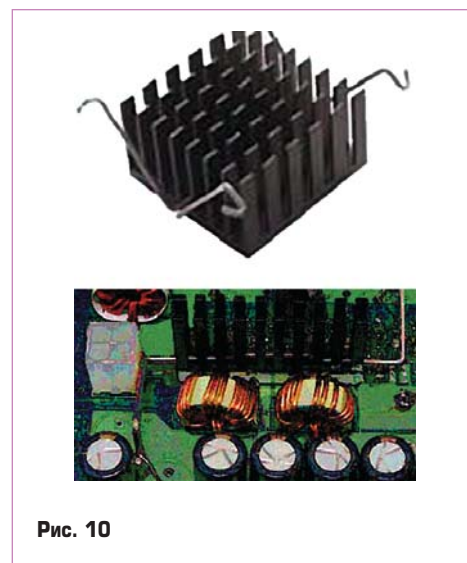
Одной из возможных мер по обеспечению нормального теплового режима корпуса DirectFET может стать применение радиатора, который увеличивает теплоотдающую поверхность прибора. Для систем воздушного охлаждения широко используют ребристые и игольчато-штыревые и пластинчатые радиаторы. Сайт компании предлагает расчет радиатора с помощью DirectFET® Rating Calculator, в результате расчета будет выбран тип радиатора и его параметры.

Установка радиатора на печатной плате показана на рис. 7.

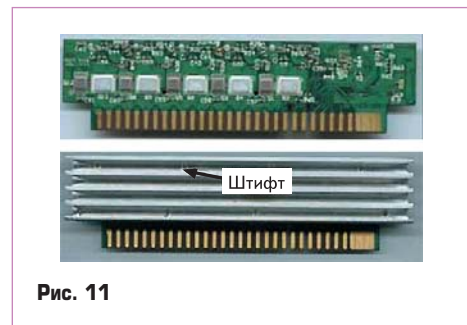


Способы крепления радиаторов на печатной плате

1. Механический метод (рис. 8). Радиатор жестко крепится с помощью винтов с гайкой. Усилие сжатия регулируется втулкой.
2. Метод нажимного штифта (рис. 9). Данный метод может применяться только для миниатюрных радиаторов, т. к. такое крепление не выдерживает вибрацию.
3. Метод крепления S-образными клипсами (рис. 10).



4. Метод адгезива (рис. 11). В качестве адгезива применяют двухкомпонентные компаунды, предназначенные для обеспечения теплоотвода от греющегося источника, которые обладают высокой эластичностью, химической инертностью и хорошей адгезией к металлам. Для увеличения механической прочности устанавливают штифты.
5. Метод VRM Clips (рис. 12). С помощью хомутов стягиваются два радиатора.



Таким образом, высокоэффективный корпус DirectFET позволяет разработчикам существенно уменьшить рабочую площадь печатной платы, эффективно и достаточно просто отводить тепло. Приемлемая цена, высокая надежность делает эти изделия весьма привлекательными для широкого круга разработчиков.

Литература

1. Башкиров В. DirectFET – прорыв в технологии.
2. www.irf.com
3. Медведев А. Проблемы технологии бессвинцовой пайки.
4. www.efd-inc.com

