

Монтаж электронных модулей. Варианты реализации

Технология монтажа на поверхность не нова, но в отечественной литературе она, к сожалению, освещена недостаточно полно. Предлагаемый ряд статей, посвященный этой тематике, поможет читателям более глубоко разобраться в особенностях технологий монтажа электронных модулей. В данной статье описан ряд конструкций типичных электронных модулей и особенности технологического процесса сборки каждого их типа.

Владислав Клейменов

vvk@main.elserv.ru

Современные электронные компоненты

Тип монтажа модулей определяется в первую очередь количеством сторон, на которые осуществляется монтаж (одно- или двусторонний), и номенклатурой используемых компонентов. Поэтому описание типов монтажа логично предварить кратким обзором компонентов и корпусов.

Основным, наиболее важным для технолога критерием разделения электронных компонентов на группы является метод их монтирования на плату — в отверстия или на поверхность. Именно он в основном и определяет технологические процессы, которые необходимо использовать при монтаже.

В таблице приведена информация по наиболее распространенным корпусам компонентов: названия, изображения, габариты, шаг выводов. Все размеры, за исключением особо оговоренных, приведены в милах (1 mil = 0,0254 мм).

Наиболее интересны с практической точки зрения, по мнению автора, корпуса BGA, а точнее mBGA, которые имеют 672 вывода с шагом 0,75 мм. Верхняя часть корпуса BGA не представляет особого интереса, более примечательными являются его нижняя часть и внутреннее устройство этой упаковки компонентов. На рис. 3, а изображена нижняя поверхность корпуса BGA, на которой видны шариковые выводы, а на рис. 3, б — вид этого корпуса в разрезе.

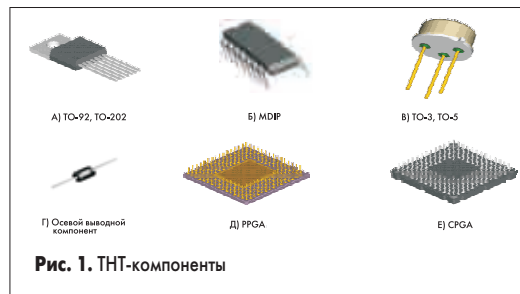


Рис. 1. ТНТ-компоненты

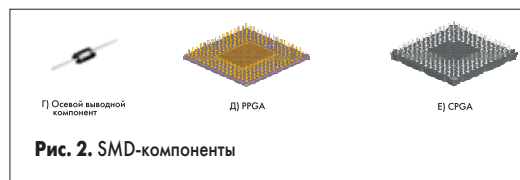


Рис. 2. SMD-компоненты

Приведенный выше краткий обзор современных компонентов дает представление о том, насколько велико число возможных вариантов реализации монтажа модулей при различном расположении их на плате. Кроме того, в обзоре не была представлена еще одна группа — группа нестандартных компонентов (odd form components).

Виды монтажа можно разделить по различным параметрам: по количеству используемых для монтажа сторон платы (одно- или двусторонний), по типам используемых компонентов (поверхностный, выводной)

Таблица 1

Компоненты, монтируемые в отверстия				
Группа	Типы корпусов в группе	Габариты корпусов	Шаг выводов	Примечание
С одним рядом выводов — SIL	ТО-92ТО-202, ТО-220 и др.	380x190, 1120x135, 420x185...	100 мил	Рис. 1, а
С двумя рядами выводов — DIL	MDIP, CerDIP	250x381...577x2050	100 мил	Рис. 1, б
С радиальными выводами	ТО-3, ТО-5, ТО-18	—	—	Рис. 1, в
С осевыми выводами	—	—	—	Рис. 1, г
Решетки — Grid	CPGA, PPGA	286x286...2180x2180 мил	20...100 мил	Рис. 1, д
Компоненты, монтируемые на поверхность				
С двумя рядами выводов — DIL	«SOT-23, SSOP, TSOP, SOIC»	55x120...724x315 мил	25...30 мил	Рис. 2, а–б
С выводами по сторонам квадратного корпуса — Quad Package	LCC, CQJB, CQFP, CerQuad, PLCC, PQFP	350x350 мил ...20x20 мм	50 мил...0,5 мм	Рис. 2, в
Решетки — Grid	BGA, uBGA	—	0,75 мм (uBGA)	Рис. 3, а–б

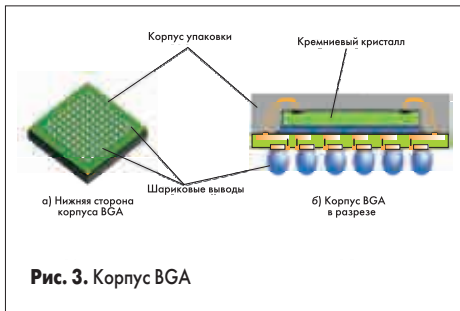


Рис. 3. Корпус BGA

или смешанный), по их расположению на двустороннем модуле (смешанно-разнесенный или смешанный). Рассмотрим наиболее распространенные из них, а также последовательность технологических операций для каждого вида монтажа.

Виды монтажа

Поверхностный монтаж

Поверхностный монтаж на плате может быть односторонним и двусторонним. Число технологических операций при этом виде монтажа минимально.

При одностороннем монтаже (рис. 4, а) на диэлектрическое основание платы наносят припойную пасту методом трафаретной печати. Количество припоя, наносимое на плату, должно обеспечивать требуемые электрофизические характеристики коммутируемых элементов, что требует соответствующего контроля. После позиционирования и фиксации компонентов выполняют операцию пайки путем оплавления дозированного припоя. В завершение технологического цикла производится контроль паяных соединений, а также функциональный и внутрисхемный контроль. На рис. 4, а изображены поверхностно-монтажные компоненты различных видов: относительно сложно монтируемые компоненты в корпусах PLCC и SOIC и легко монтируемые чип-компоненты.

Для двустороннего поверхностного монтажа (рис. 4, б) возможны различные варианты реализации. Один из них предполагает начало технологического процесса с операции нанесения паяльной пасты на нижнюю сторону платы. Затем в местах установки компонентов наносят расчетную дозу клея и производят установку компонентов. После этого в печи клей полимеризуется и происходит оплавление пасты припоя. Плата переворачивается, наносится паста припоя и устанавливаются компоненты на верхнюю сторону платы, после чего верхняя сторона оплачивается. В этом случае для пайки компонентов используются печи с односторонним нагревом.

При другом варианте реализации двустороннего поверхностного монтажа используются печи с двусторонним нагревом.

Интересен вопрос о необходимости нанесения клея на плату. Эту операцию выполняют с целью предотвращения отделения компонентов от платы при ее переворачивании. Существующие расчеты показывают, что большинство компонентов не упадут с платы даже при ее переворачивании, поскольку будут держаться за счет сил поверхностного натяжения припойной пасты. По этой причине операцию нанесения клея нельзя отнести к обязательным.

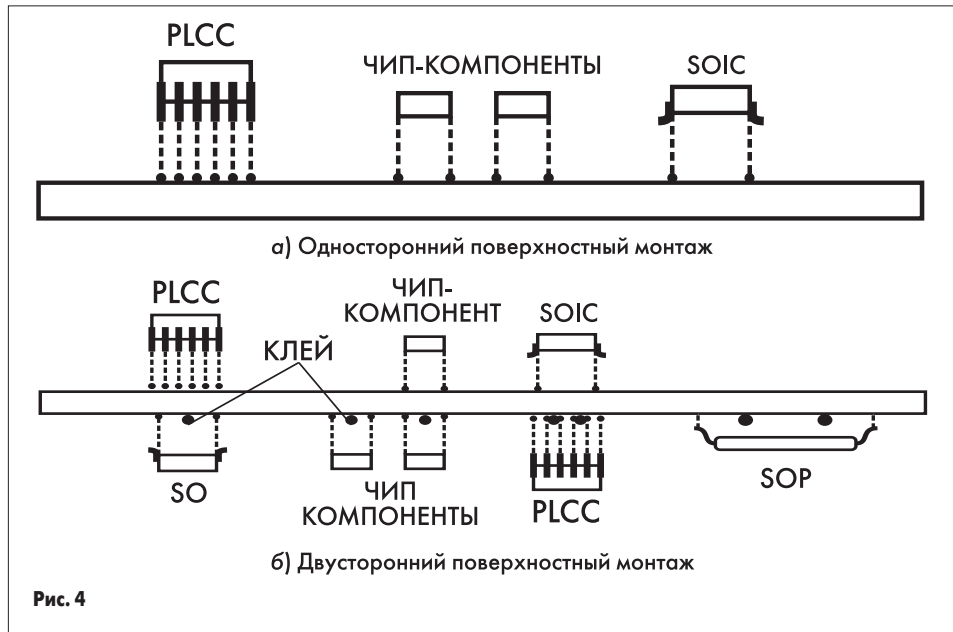
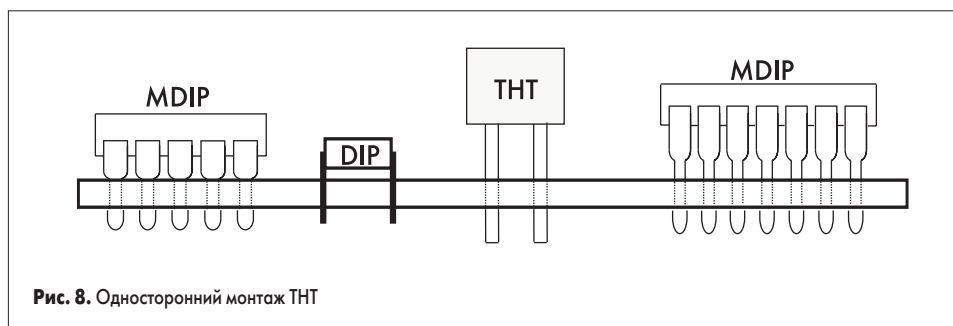
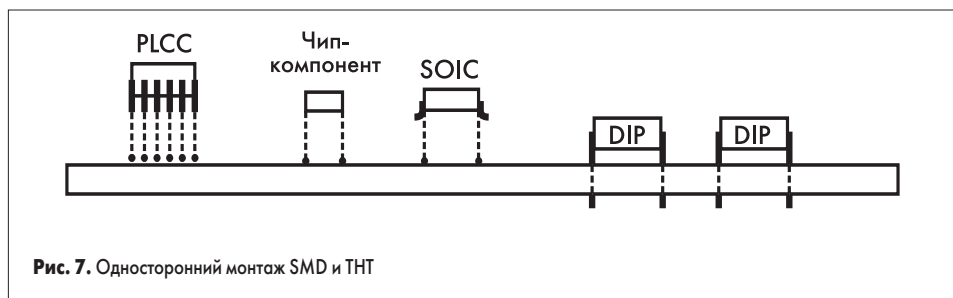
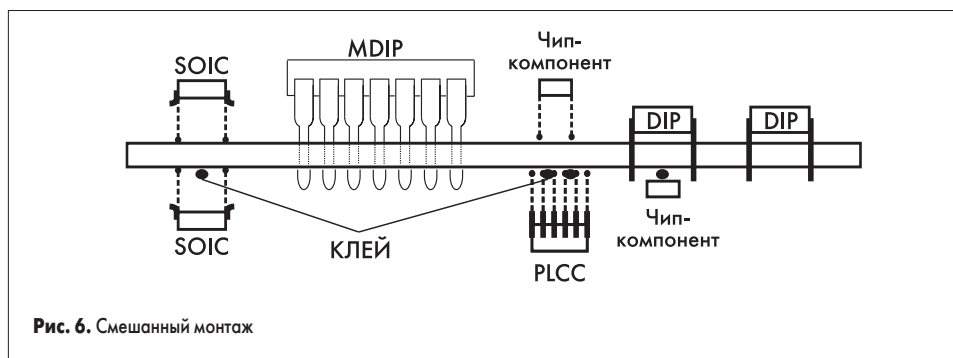
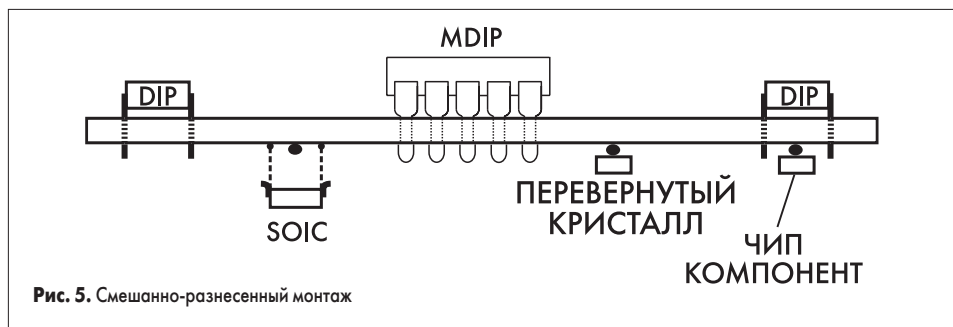


Рис. 4



Смешанно-разнесенный монтаж

При смешанно-разнесенном монтаже компоненты, устанавливаемые в отверстия (ТНТ-компоненты), располагаются на верхней стороне платы, а компоненты для поверхностного монтажа — на нижней. В этом случае обязательной является операция пайки двойной волной припоя. Смешанно-разнесенный монтаж компонентов показан на рис. 5.

Реализация такого вида монтажа предполагает следующую последовательность операций: на поверхность платы наносится дозатором клей, на который устанавливаются SMD-компоненты, клей полимеризуется в печи, после чего производится установка компонентов в отверстия, промывка модуля и выполняются операции контроля.

Возможен альтернативный вариант, при котором сборку начинают с установки компонентов в отверстия платы, после чего размещают поверхностно-монтажные компоненты. Он применяется тогда, когда формовка и вырубка выводов обычных компонентов осуществляется при помощи специальных приспособлений заранее, иначе компоненты, монтируемые на поверхность, будут затруднять обрезку выводов, проходящих через отверстия платы. Компоненты для поверхностного монтажа при повышенной плотности их размещения целесообразно монтировать в первую очередь, что требует минимального количества переворотов платы в процессе изготовления изделия.

Смешанный монтаж

Примером смешанного монтажа является установка на верхней стороне платы и SMD-, и ТНТ-компонентов (монтируемых в отверстия), а на нижней стороне — только SMD-компонентов. Это самая сложная разновидность монтажа (рис. 6).

Возможны различные варианты ее реализации. При одном из них сначала на нижнюю сторону печатной платы методом дозирования наносят клей, а на нанесенный клей устанавливают SMD-компоненты. После проведения контроля установки компонентов проводят отверждение клея в печи. На верхнюю сторону платы наносится паяльная паста, а на нее затем устанавливаются SMD-компоненты.

Нанесение паяльной пасты возможно как методом трафаретной печати, так и методом дозирования. В последнем случае операции нанесения клея и паяльной пасты можно проводить на одном оборудовании, что сокращает затраты. Однако нанесение паяльных паст методом

дозирования непригодно при промышленном производстве из-за низкой скорости и стабильности процесса по сравнению с трафаретной печатью и оправдано только в условиях отсутствия трафарета на изделии или нецелесообразности его изготовления. Такая ситуация может сложиться, например, при опытном производстве большой номенклатуры электронных модулей, когда из-за большого числа обрабатываемых конструктивов и малых серий затраты на изготовление трафаретов значительны.

После установки SMD-компонентов на верхнюю сторону платы производится их групповая пайка методом оплавления припойной пасты, нанесенной на трафаретном принтере, или методом дозирования. После этой операции технологический цикл, связанный с установкой поверхностно монтируемых компонентов, считается завершенным.

Далее, после ручной установки компонентов в отверстия платы производится совместная пайка всех SMD-компонентов, ранее удерживавшихся на нижней стороне платы при помощи отвержденного адгезива и уже установленных выводных компонентов.

В конце технологического цикла выполняют операции визуальной инспекции пайки и контроля.

При другом варианте реализации смешанного монтажа предполагается иная последовательность выполнения операций. Первым этапом является нанесение припойной пасты через трафарет, установка на верхней стороне платы сложных компонентов для поверхностного монтажа (SO, PLCC, BGA) и пайка расплавлением дозированного припоя. Затем, после установки компонентов в отверстия платы (с соответствующей обрезкой и фиксацией выводов), плата переворачивается, на нее наносится адгезив и устанавливаются компоненты простых форм для поверхностного монтажа (чип-компоненты, компоненты в корпусе SOT). Они и выводы компонентов, установленных в отверстия, одновременно пропаиваются двойной волной припоя. Возможно также использование в составе одной линии оборудования, обеспечивающего эффективную пайку компонентов (с верхней стороны платы) расплавлением дозированного припоя и пайку (с нижней стороны платы) волной припоя.

Необходимо отметить, что в технологическом процессе, реализующем смешанный монтаж, возрастает количество контрольных операций из-за сложности сборки при наличии

компонентов на обеих сторонах платы. Неизбежно возрастают также количество паяных соединений и трудность обеспечения их качества.

Односторонний выводной и поверхностный монтаж

Такая технология носит в мировой практике название технологии оплавления припойных паст (reflow) и является одной из стандартных в технологии монтажа на поверхность (рис. 7).

Сборка модулей такого типа осуществляется следующим образом: на поверхность платы наносится припойная паста, на которую устанавливают SMD-компоненты; затем паста оплавляется в печи, устанавливаются ТНТ-компоненты, проводится пайка волной припоя, после чего осуществляют промывку и контроль собранного модуля.

Односторонний выводной монтаж

Технология сборки таких печатных плат (рис. 8) является стандартным сборочно-монтажным циклом с применением пайки волной припоя. Этот цикл состоит из операций установки выводных компонентов, их пайки на установке пайки волной и контрольных операций. Установка компонентов может быть как ручной, так и полуавтоматической. Выбор оборудования определяется требуемой производительностью. Автоматизация такого типа монтажа является минимальной, а сама реализация — предельно простой.

Данная публикация является первой статьей из цикла, посвященного поверхностному монтажу. Логичным ее продолжением станет освещение вопроса состава производственной линии, на которой реализуется этот вид монтажа: необходимость каждого вида оборудования, его технические характеристики и роль в технологическом процессе, требуемый состав персонала и его квалификация, а также другие вопросы, возникающие при создании сборочно-монтажного производства. ■

Литература

1. Schmits J., Heiser G., Kukovski J. Взгляд в будущее. Технологические тенденции развития электронных компонентов и сборки электронных модулей на печатных платах. Перевод и адаптация А. Калмыкова. Компоненты и технологии, № 4, 2001.
2. www.pcbfab.ru. Автор выражает благодарность Р. Тахаутдинову за помощь в подготовке иллюстраций.