ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71268— 2024

Системы автоматизированного проектирования электроники

ПОСАДОЧНЫЕ МЕСТА ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ. РАЗМЕРЫ И РАСПОЛОЖЕНИЕ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК, ОТВЕРСТИЙ, ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ЗАЩИТНЫХ ЗОН, ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРТЕЖА

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт «АСОНИКА» (ООО «НИИ «АСОНИКА»), Обществом с ограниченной ответственностью «Платформ» (ООО «Платформ») и Обществом с ограниченной ответственностью «ПСБ Софтвер» (ООО «ПСБ Софтвер»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 165 «Системы автоматизированного проектирования электроники»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 февраля 2024 г. № 268-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения 2
5 Принципы разработки библиотеки посадочных мест компонентов 2
Приложение А (справочное) Пример системы автоматизированной разработки библиотеки посадочных мест компонентов — Footprint Expert 8
Библиография 9

Введение

Причиной разработки стандарта является необходимость стандартизации процесса разработки посадочных мест компонентов для размещения на печатной плате.

Стандарт распространяется на часть маршрута проектирования электронных узлов, предваряющую разработку топологии печатной платы, и регламентирует принципы подготовки библиотеки посадочных мест компонентов и других объектов, предназначенных для размещения на чертеже проекта печатной платы в системах автоматизированного проектирования (САПР) электроники.

На рынке существуют достаточно универсальные решения, содержащие множество специализированных программных инструментов и позволяющие организациям-разработчикам выстроить оптимальный и при этом унифицированный маршрут проектирования посадочных мест компонентов, в том числе на основе рекомендаций данного стандарта.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы автоматизированного проектирования электроники

ПОСАДОЧНЫЕ МЕСТА ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ. РАЗМЕРЫ И РАСПОЛОЖЕНИЕ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК, ОТВЕРСТИЙ, ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ЗАЩИТНЫХ ЗОН, ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРТЕЖА

Electronics automated design systems. Footprints for the components on printed circuit boards (PCB). Size and placement of pads, holes, other elements, keepout areas, drawing elements

Дата введения — 2024—04—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт предназначен для применения предприятиями промышленности и организациями при использовании электронных систем проектирования печатных плат.

1.2 Системы проектирования печатных плат применяются при проектировании электронной аппаратуры (ЭА) и электронной компонентной базы (ЭКБ) следующего назначения: для оборонно-промышленного комплекса, для аэрокосмической отрасли, для судостроения, медицины, автомобильной отрасли, для навигации и радиолокации, потребительской электроники, для связи (телекоммуникации), для систем безопасности, для автоматизированного транспорта и движущейся робототехники.

1.3 Крайне важной характеристикой при выборе программного продукта для автоматизации проектирования библиотеки посадочных мест является возможность и качество ее интеграции с другими применяемыми в организации САПР, в первую очередь с САПР печатных плат (ПП).

1.4 Настоящий стандарт базируется на [1], [2].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ 15.016 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 15.016, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **электроника:** Электронная аппаратура и входящая в ее состав электронная компонентная база.

3.1.2 **печатный узел:** Печатная плата с установленными на ней электрорадиоэлементами (конденсаторами, резисторами, интегральными схемами и т. д.), в совокупности выполняющая определенные электронные функции и взаимодействующая с другими печатными узлами в составе электронной аппаратуры через соединяющие элементы.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ИС — интегральная схема;

ПП — печатная плата;

ПУ — печатный узел — печатная плата с установленными на ней ЭРЭ (конденсаторами, резисторами, ИС и т. д.);

САПР — система автоматизированного проектирования;

ТЗ — техническое задание;

ЭА — электронная аппаратура;

ЭРЭ — электрорадиоэлементы.

4 Общие положения

4.1 Целью разработки настоящего стандарта является установление рекомендаций для осуществления автоматизированного процесса проектирования посадочных мест электронных компонентов на печатной плате при создании библиотеки компонентов предприятия.

4.2 Организация, разрабатывающая электронику, может на основе данного стандарта создать внутренний стандарт предприятия, определяющий регламент разработки посадочных мест, что позволит выстроить унифицированный сквозной маршрут разработки на основе САПР ПП. Единая библиотека компонентов предприятия, выстроенная по единым правилам и регламентам — это залог высокого качества разработок, низкого уровня производственного брака, что дает возможность сократить затраты на разработку и ускорить выход на рынок.

5 Принципы разработки библиотеки посадочных мест компонентов

В условиях экономического спада и все более острой конкуренции скорость выполнения новых разработок приобретает еще большее значение. Любую возможность экономии ресурсов компании нужно использовать с максимальной отдачей, работая на укрепление финансового положения компании и повышая ее технологический уровень. Рост производительности труда отдела разработки и существенное сокращение сроков выхода новых проектов может позволить компании не только сохранить рентабельность в тяжелых условиях, но и отвоевать существенную часть рынка у конкурентов.

Одним из ключевых факторов экономии ресурсов является повторное использование наработок, и в первую очередь — создание, развитие и повсеместное использование единой библиотеки компонентов предприятия, в том числе содержащей чертежи посадочных мест компонентов для печатных плат. Для достижения высокого качества разработок организация, занимающаяся проектированием электроники, должна внедрить соответствующий стандарт, регламентирующий принципы построения чертежей посадочных мест, с учетом принятых в организации производственных процессов, стандартов документирования, технологических особенностей сборочного производства и возможностей предприятия, изготавливающего печатные платы для данной организации.

5.1 Правила именования библиотечных посадочных мест

5.1.1 Общие принципы

Принципиально важно определить имя компонента на печатной плате или, как говорят конструкторы, «посадочного места» (англ. PCB Footprint или разговорная калька с английского «футпринт»). Существует несколько способов определения имени посадочного места:

1) Имя согласно part number фирмы-производителя (например, C0603C104K8RACTU).

2) Имя согласно каталогу фирмы-поставщика (например, Farnell_1640032).

3) Имя согласно типу корпуса компонента (например, C0603).

4) Имя согласно рекомендациям зарубежных стандартов, таких как IPC (например, CAPC1608X80N).

5) «Умное имя», которое сочетает в себе преимущества четырех вышеперечисленных методов.

У всех этих способов есть преимущества и недостатки. В конечном счете каждая организация выбирает свой метод и должна его придерживаться. Данный стандарт может служить основой и начальной точкой для создания внутреннего стандарта организации.

Перед инженером изначально стоит трудная задача в выборе компонента. Это и функциональность и размеры, и конечно цена.

А иногда необходимо собрать воедино несколько взаимозаменяемых компонентов или создать «опциональный футпринт». То есть футпринт, который бы соответствовал нескольким компонентам разных производителей. Это позволяет в зависимости от цены, условий поставки и ряда других факторов использовать компонент той или иной фирмы-производителя.

С другой стороны, в компании обычно трудится не один инженер-конструктор, а целая группа, или даже несколько групп. Желательно, чтобы все они пользовались единой «библиотекой посадочных мест» (базой данных «футпринтов»). Это существенно повышает эффективность работы каждого инженера.

Есть и еще одна особенность. Желательно, чтобы название футпринта было бы понятным для конструктора печатных плат. Зная и понимая, что означает имя посадочного места, опытный разработчик заранее проиграет сценарии компоновки и трассировки компонента на плате.

Существует несколько примеров.

5.1.2 BGA-компоненты

Рекомендации по формированию имени посадочного места в библиотеке:

а) указывайте количество выводов в BGA:

BGA_256, BGA_625 и т. д.;

б) если корпус керамический, то желательно указать это отличие: CBGA_256, где C означает керамический корпус;

в) если в базе данных есть несколько таких компонентов, то надо вводить дополнительные индексы. Например, индексы, указывающие на расстояние между выводами в BGA: 1mm, 0.8mm и т. д. Тогда футпринт может иметь следующее имя:

CBGA_256_1mm, BGA_625_0_8mm;

г) разделяйте части имени компонента знаком «_» (подчеркивание), и ни в коем случае не пробелом, +, *, &, ^, ! и другими подобными специальными символами;

д) количество выводов компонента в схеме должно совпадать с количеством выводов в футпринте. Если выводы никуда не подключаются, их все равно необходимо указать в схеме, а номера их указать как неподключенные, например NC1, NC2 и т. д.;

е) аналогично предыдущему пункту надо именовать выводы, подключенные к «земле» (имя GND1, GND2, GND3…) или к «питанию» (имя VCC1, VCC2, VCC3…).

5.1.3 Разъемы

В имени разъема нужно указывать:

а) тип корпуса (например, RJ);

б) количество выводов;

в) тип: прямой или угловой под 90°;

г) наличие выводов под запрессовку (индекс PF);

д) розетку или штыри (индекс Female или Male).

Если в разъеме есть крепежные отверстия (без подключения к цепям земли или питания), то их, как правило, не описывают в схеме, а в библиотечном определении чертежа футпринта в печатной плате они существуют как механические отверстия.

5.1.4 Микросхемы

В имени микросхем нужно указывать:

а) тип корпуса (TSSOP, SSOP, SOP, TQFP и др.);

б) количество выводов (TSSOP_20, TQFP_48 и т. д.);

в) шаг выводов (например, TSSOP_20_0_5mm для шага 0.5 мм);

г) иногда — высоту или габариты компонента (SO_8_5mm для компонента высотой 5 мм);

д) открытую термоплощадку, если она есть под корпусом.

Примечание — Термоплощадку указывают как дополнительный вывод в схеме и отражают ее наличие в имени футпринта.

5.1.5 Механические отверстия

Механические отверстия, подключенные к GND или другой цепи, а также просто крепежные отверстия нужно описывать как отдельный футпринт. В его имени желательно указывать диаметр отверстия и диаметр площадки. Например:

Hole_2PL_6mm — механическое отверстие диметром 2 мм, металлизированное, с диаметром площадки 6 мм.

Hole_3_2mm_NPL — механическое отверстие, неметаллизированное, диаметром 3,2 мм.

5.1.6 Реперные точки

Опытным разработчикам известно назначение реперных точек (английское FIDUCIAL): они обеспечивают точное позиционирование автоматов для установки компонентов на плату при сборке. Чтобы конструктор не забыл их поставить на ПП, их также желательно добавить в электрическую схему как «символ с одним выводом», который никуда не подключен (например, с именем NC). Имя такого футпринта может быть: FIDUCIAL или FID. Реперных знаков должно быть минимум по 3 шт. на каждую сторону печатной платы или сборочной панели.

5.1.7 Диоды и конденсаторы

В диодах указывают в библиотечном посадочном месте не номера выводов (1 и 2), а Anode и Cathode или «A» и «C», что позволяет избежать ошибок при переносе списка цепей из схемы в проект печатной платы. В полярных конденсаторах всегда следует нумеровать положительный вывод как номер 1 и указывать это как «правило нумерации выводов полярных компонентов» в техническом задании для инженера-конструктора, а также в стандарте предприятия.

5.1.8 Дополнительная маркировка на печатной плате

Если есть какие-то дополнительные символы на плате, такие как логотип компании, надписи, наклейки, знак Lead Free и так далее, следует определить их как условные символы УГО на схеме, например на дополнительном листе схемы, содержащем справочную информацию о проекте. Тогда после внесения списка цепей в проект ПП разработчик не забудет установить их на плату, и всегда можно будет проверить наличие этих символов в спецификации (или списке BOM, Bill of Material, сгенерированном из проекта ПП в САПР).

5.1.9 Некоторые правила для разработчика

Необходимо помнить еще несколько правил и неукоснительно их выполнять. Они будут полезны как во взаимодействии между разработчиками-схемотехниками и инженерами-конструкторами ПП внутри организации, так и при передаче проекта ПП для разработки «на сторону».

Если есть желание изменить футпринт (заменить его на другой, изменить его тип, форму, количество ножек, шаг выводов и т. д.), необходимо дать ему новое имя. Никогда не следует пользоваться старым именем футпринта для нового компонента или для изменений свойств существующего.

Об изменениях в имени или добавлении нового вида необходимо сообщить разработчику печатной платы.

5.2 Размеры и расположение контактных площадок в библиотечном посадочном месте

От формы, размеров и расположения контактной площадки на печатной плате (КП на ПП) зависит качество пайки и надежность паяного соединения выводов электронного компонента. Помимо собственно размера КП важно определить требования к размеру вскрытий в паяльной маске, а также к размеру и форме окна в трафарете поверхностного монтажа, чтобы определить оптимальное количество паяльной пасты относительно площади КП. Поэтому в организации должны быть созданы и постоянно улучшаться и дополняться правила, регламентирующие алгоритм расчета контактных площадок. В качестве основы для этих правил могут использоваться и сочетаться различные источники информации.

Имеется ряд международных стандартов, содержащих рекомендации и таблицы размеров. Организация может выбрать те или иные рекомендации тех или иных международных стандартов для принятия в качестве внутреннего стандарта предприятия. Существуют программные продукты, основанные на рекомендациях международных стандартов, и организация может использовать их для автоматизации разработки контактных площадок и посадочных мест в САПР ПП.

Кроме того, полезно может быть накопление практического производственного опыта, т.е. необходима обратная связь от технологов и отделов контроля качества со сборочного производства, ста-

тистика дефектов монтажа, статистика проблем, возникающих при ремонте и замене компонентов на печатной плате, при оптической инспекции собранных печатных плат, при рентген-контроле корпусов типа BGA или QFN, при электрическом тестировании печатных плат. Организация должна собирать эту производственную статистику и передавать ее в отдел разработки электроники в целях усовершенствования правил расчета контактных площадок.

Важным фактором создания качественных (корректных) по форме и размерам контактных площадок является анализ технической документации на конкретный компонент, однако не рекомендуется слепо следовать указаниям в технической документации при создании нового посадочного места. Разработчик, работающий в САПР, должен проанализировать всю доступную информацию, включая правила (внутренний стандарт) организации, информацию по статистике брака монтажа и проблем тестирования на похожих корпусах компонентов и др.

Немаловажно при создании библиотек посадочных мест унифицировать библиотечные контактные площадки в целях повторного использования на новых посадочных местах схожих корпусов компонентов.

5.3 Размеры и расположение отверстий в библиотечном посадочном месте

Организация должна определить правила для вычисления размеров отверстий (и формы отверстий в случае, если они не круглые), а также механизм их задания в конкретной САПР ПП. Например, при исполнении крепежных отверстий в посадочном месте в виде металлизированных слотов разработчик должен следовать единым правилам, принятым в компании для конкретной САПР ПП. В противном случае велик риск неверного изготовления печатной платы.

Рекомендуется для отверстий в посадочном месте компонента предусмотреть определенный слой/класс САПР, в котором будет приведен чертеж: крестообразное пересечение линий в центре отверстия, выноска с указанием диаметра отверстия или определением особенностей формы отверстия.

Рекомендуется в чертеже посадочного места, содержащего крепежные отверстия, привести таблицу отверстий с параметрами (допусками и наличием металлизации).

Рекомендуется, в случае наличия отверстий «под запрессовку» (англ. Press fit), указать в слое чертежа соответствующий более жесткий допуск на диаметр этих отверстий. Также в этом случае нужно разделить средствами САПР отверстия «под запрессовку» и отверстия «под пайку», если они имеют одинаковый диаметр.

5.4 Размеры и расположение других элементов в библиотечном посадочном месте

Помимо типовых элементов посадочного места разработчику могут потребоваться различные вспомогательные объекты, такие как графическая информация, вспомогательная информация на ПП, вспомогательная информация для чертежей, а также дополнительные линии привязки. Вспомогательные элементы надо размещать в дополнительных слоях (классах) САПР, специально предназначенных для этой цели.

Для некоторых компонентов важна привязка к другим элементам печатной платы. В качестве примера можно привести краевые разъемы, которые должны точно привязываться к краю платы или к углу плату. Для упрощения такой привязки в чертеже посадочного места разъема выполняют специальные линии привязки с текстовым указанием, для какой цели служат эти линии.

Линии маркировки (слой краски на ПП, обозначающий примерные габариты корпуса, отметку первого вывода, позиционные обозначения компонента и другую информацию) следует располагать на достаточном удалении от открытых площадок компонента, чтобы краска не могла случайно оказаться поверх контактной площадки, что будет препятствовать созданию качественного паяного соединения. Минимальная ширина линии маркировки должна соответствовать технологическим возможностям производителя ПП.

Символ отметки первого вывода в слое маркировки рекомендуется делать унифицированным для всех типов компонентов, и включить это правило во внутренний стандарт предприятия, что должно улучшить читаемость маркировки, единообразие проектов и снизить вероятность неверного прочтения маркировки и, соответственно, неверной ориентации компонентов на ПП. Важно определить в регламенте, какими символами обозначаются в библиотеке посадочных мест выводы таких компонентов, как диоды, полярные конденсаторы и т. п.

В стандарте предприятия следует особое внимание уделить ситуациям, когда компонент имеет не вполне очевидное обозначение первого вывода на корпусе (такие компоненты, как BGA, CQFP, могут

иметь разные конструктивные элементы корпуса, которые могут быть считаны по ошибке в качестве метки первого вывода, хотя не являются ими) либо когда компонент может иметь два варианта установки (например, перевернутый вариант формовки CQFP верхней стороной к плате, с зеркальной нумерацией выводов).

Также рекомендуется в стандарте предприятия обратить внимание на процедуру чтения технической документации на компонент, в целях избежания неверного прочтения и отзеркаливания посадочного места.

5.5 Размеры и расположение защитных зон в библиотечном посадочном месте

В САПР ПП могут применяться разные способы определения минимально допустимых расстояний между компонентами на ПП. Например, это может быть единая таблица, регламентирующая доступ «от каждого типа корпуса к другим типам корпусов». Однако некоторые виды САПР ПП не поддерживают такой функционал, в этом случае вокруг посадочного места в библиотеке должна быть создана защитная зона, препятствующая размещению соседних компонентов ближе некоторого расстояния (англ. Court Yard). Данная зона может иметь сложную форму, и эта форма определяется в специальном слое/классе САПР, отвечающем за корректность размещения компонентов на ПП.

Помимо зоны «размещения» в библиотечном посадочном месте могут присутствовать другие типы зон.

Около выводов штыревых компонентов со стороны пайки может быть размещена широкая зона запрета размещения «под пайку», а также запрета трассировки «под пайку». Между выводами планарного компонента может быть размещена зона «запрета трассировки», чтобы избежать возможного повреждения перемычки маски или обеспечить более высокое качество разработки.

Возможно размещение более широкой зоны запрета вокруг компонентов типа BGA, чтобы упростить доступ к корпусу компонента в случае ремонта или чтобы обеспечить доступ систем оптической инспекции «сбоку» для контроля качества пайки «под компонентом».

Возможно также размещение зон запрета с обратной стороны разъемов «под запрессовку», чтобы обеспечить возможность применения универсальных подложек при запрессовке таких разъемов.

Во внутреннем стандарте организации должен быть регламентирован не только порядок выполнения таких зон, но и определены таблицы с их типовыми размерами и рекомендациями по вычислению их размеров.

5.6 Расположение элементов чертежа в библиотечном посадочном месте

В соответствующем слое/классе САПР, предназначенном для создания элементов сборочного чертежа, посадочное место должно содержать прорисовку габаритов корпуса компонента, маркер первого вывода или полярности, а также область текста для позиционного обозначения. В качестве «опциональных» можно добавить область текста для номинала компонента, детальную прорисовку корпуса компонента, прорисовку выводов компонента и другие дополнительные данные, которые разработчик хочет вынести на сборочный чертеж.

Внутренний стандарт предприятия должен содержать правила формирования этих данных в библиотечном посадочном месте.

В качестве некоторых рекомендаций можно привести: формирование области текста для позиционного обозначения внутри габаритов корпуса; добавление маркера первого вывода как небольшого квадрата в углу прямоугольника, обозначающего габариты корпуса, символ диода с обозначением анода и катода для корпуса диода, символ «плюс» для обозначения положительного вывода полярного конденсатора и т. д.

5.7 Форма и размеры окон в трафарете поверхностного монтажа

В организации должны быть разработаны правила формирования окон в трафарете, применяемом для нанесения паяльной пасты. Как правило, каждый библиотечный компонент поверхностного монтажа должен содержать заранее разработанный чертеж окон трафарета (слой паяльной маски в САПР), однако некоторые организации могут счесть это ненужным и отдать «на откуп» технологическому отделу сборочного производства. Опыт показывает, что такой подход не очень хорош, так как приводит к снижению общего качества разработки в организации вследствие отсутствия обратной связи от производства к разработке и, как следствие, к отсутствию единого регламента на разработку окон трафаретов. Рекомендуется внести во внутренний стандарт предприятия, в раздел, посвященный разра-

ботке контактных площадок, регламент разработки окон трафаретов. Существуют следующие важные параметры такого регламента: зависимость размера окна трафарета от размера контактной площадки и типа вывода компонента; параметры скругления углов; ширина минимальной перемычки между окнами трафарета; правила разбиения окон большого размера на меньшие окна; правила разработки окон под термо-площадки для таких корпусов, как QFN; правила разработки для корпусов BGA. В некоторых случаях, если штыревой монтаж также выполняют с использованием паяльной пасты, библиотечные компоненты штыревого монтажа могут содержать прорисовку окон трафарета для заполнения отверстий.

5.8 Линии размерностей в библиотечном посадочном месте

Существенно упрощает работу с библиотекой посадочных мест наличие линий размерностей в чертеже библиотечного компонента. Рекомендуется вносить линии размерностей в специальный чертежный слой/подкласс (это могут быть габариты компонента, размеры корпуса, размеры деталей корпуса, шаг выводов, длина и ширина выводов, размеры контактных площадок, углы расположения элементов чертежа, расположение крепежных отверстий и расстояния между ними и т. д.).

5.9 Точка привязки посадочного места

Одним из элементов посадочного места компонента в САПР может являться «точка привязки» (англ. Origin). Точка привязки обычно служит для привязки «по умолчанию» к компоненту при размещении его в проекте печатной платы на поле чертежа, а также для передачи координат и угла поворота компонента в производственную документацию, для обеспечения сборки печатной платы. Общепринятой считается следующая практика:

- для компонентов поверхностного монтажа точку привязки располагают в геометрическом центре компонента (см. примечание ниже);
- для компонентов штыревого монтажа (в том числе разъемов) точку привязки располагают в центре вывода №1 компонента;
- для механических отверстий точку привязки располагают в центре отверстия;
- для реперных точек точку привязки располагают в центре реперной площадки;
- для других «не-установочных» посадочных мест, таких как «логотип» или другая графическая информация на ПП, точку привязки располагают в центре библиотечного посадочного места.

Примечание — Даже в том случае, если компонент для поверхностного монтажа имеет сильную асимметрию, например в геометрическом центре компонента отсутствует тело корпуса (такое бывает, если у компонента длинные выводы с одной стороны и пластиковый корпус с другой стороны), все равно рекомендуется располагать точку привязки в геометрическом центре, без смещения «в середину пластикового корпуса». Это связано с тем, что в любом случае оператор на сборочном производстве поверхностного монтажа будет корректировать «точку захвата» относительно «точки привязки», выбирая зону на поверхности корпуса компонента, которая достаточно плоская для качественного захвата вакуумной присоской, а также учитывая расположение фактического центра масс компонента — что на этапе разработки библиотеки осуществить невозможно.

Соблюдение этих правил позволяет правильно строить посадочные места компонентов, выполняя один из самых важных этапов конструирования печатных плат — построение библиотеки — быстро и без ошибок. Что, в свою очередь, повышает скорость выполнения проектов, а значит и эффективность работы отдела разработки и способствует более быстрому выходу предприятия на рынок с новыми изделиями.

Приложение А
(справочное)

Пример системы автоматизированной разработки библиотеки посадочных мест компонентов — Footprint Expert

Одним из самых популярных и универсальных инструментов для проектирования посадочных мест компонентов на печатной плате считается программный продукт Footprint Expert. Этот инструмент постоянно обновляется и имеет простой, доступный для понимания интерфейс.

Инструмент Footprint Expert является автоматизированной программной системой, позволяющей провести разработку посадочного места практически для любого типа корпуса компонента, содержит огромную унифицированную библиотеку шаблонов типовых корпусов и учитывает технологические нюансы производства и сборки печатных плат при вычислении размеров и местоположения площадок, создания защитных зон и других элементов чертежа. На основании встроенных шаблонов можно автоматизированным путем создать конкретный корпус с нужным количеством площадок, шагом выводов и другими аспектами, в том числе технологическими особенностями или особенностями оформления чертежа, специфическими для конкретной организации. Также в систему встроен универсальный редактор посадочных мест, позволяющий создавать уникальные чертежи посадочных мест специализированных компонентов, таких как разъемы или компоненты с нетиповой формой площадок. В целом, с использованием такого инструмента можно в разы сократить время, затрачиваемое на разработку новых посадочных мест, а также существенно снизить количество ошибок, некорректностей и нетехнологичных мест в создаваемых чертежах «футпринтов».

Данное программное решение позволяет автоматизированно создавать не только посадочные места (футпринты) компонентов, но и их объемные STEP-модели для использования в механических САПР, а также сохранять их в формате всех основных САПР печатных плат (Allegro, Mentor Graphic, Altium и т. д.).

Имеется огромная библиотека готовых футпринтов и 3D-моделей онлайн.

Особенно удобен Footprint Expert для тех предприятий, которые используют в своей работе несколько разных САПР, так как редактор позволяет поддерживать единую библиотеку созданных компонентов в своем внутреннем формате и при необходимости экспортировать компонент в формат требуемой САПР. Это обеспечивает единообразие посадочных мест независимо от применяемой в данном проекте САПР и тем самым повышает качество и технологический уровень проектов

Хороший уровень интеграции с САПР Cadence Allegro, Altium и другими позволяет экспортировать разработанные посадочные места в «целевую САПР».

Библиография

[1] Шалумов А.С. Дорожная карта развития «САПР электроники выше мирового уровня». — Ковров: ООО «НИИ «АСОНИКА», 2020. — 24 с. — Режим доступа: gost.e-ecolog.ru

[2] Махлин Е. Взаимодействие инженера-схемотехника и инженера-конструктора // Технологии в электронной промышленности. — 2009. — № 3.

УДК 621.865:8:007.52:006.354

ОКС 31.020
29.100.01

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования, программируемые, логические, интегральные схемы, маршрут проектирования, электронная аппаратура

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 01.03.2024. Подписано в печать 14.03.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,42.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru