

Проектирование для производства (DFM)

Часть 2. Подготовка стратегии конструирования печатного узла

Игорь Зырин (igor.zyrin@altium.com), Дэвид Марракчи

В статье рассмотрены нюансы детальной проработки будущей печатной платы, которые позволят спланировать размещение элементов платы с учётом технологических требований производства. Также внимание уделено специфике поверхностного и «врубного» монтажа, особенностям слоёв шелкографии, паяльной маски, переходных отверстий и элементов сглаживания (teardrops). В тексте продемонстрированы возможности САПР Altium Designer, позволяющие учесть эти требования и рекомендации.

Введение

Статья продолжает цикл материалов, посвящённых проектированию печатных плат с учётом технологии производства и технологических требований. Другими словами, в статье затрагиваются вопросы проектирования для производства (DFM). DFM – способ организации проектирования изделий на основе печатных плат. Достижение корректного результата может вызвать проблемы, если не соблюдать всех требований.

После того как выбор материалов завершён, необходимо более детально проработать основные параметры печатной платы, влияющие на проектирование и изготовление. Подход к проектированию печатной платы может отличаться от проекта к проекту, однако существует ряд основных конструктивных рекомендаций, которые учитывают ряд требований DFM и позволяют довести проект платы до завершения без проблем, связанных с производством.

Необходимо учитывать вопросы проектирования печатных плат с компонентами поверхностного монтажа и монтируемых отверстий (так называемый «врубной» монтаж). Также следует принимать во внимание особенности работы со слоями паяльной маски и маркировки (шелкографии). Важны нюансы создания переходных отверстий и прочие вопросы, позволяющие спланировать подход к проектированию печатной платы и избежать проблем на старте.

Сквозные или поверхностные контактные площадки

В процессе проектирования печатной платы перед конструкторами стоит выбор между компонентами, монтируемыми по технологии поверхностно-

го монтажа (surface mount technology – SMT) или устанавливаемыми в сквозные отверстия (through-hole).

Плата считается гибридной, если применяются сразу обе технологии. Согласно современным отраслевым тенденциям в области проектирования печатных плат, лучше стремиться к тому, чтобы на плате преобладали именно поверхностно-монтируемые компоненты (surface mounted devices – SMD). Компоненты, устанавливаемые в металлизированные сквозные отверстия (plated through-hole devices – PTH), требуют большего времени для изготовления и проектирования печатных плат.

Технология SMT доминирует на рынке проектирования печатных плат с 1990-х годов и имеет много преимуществ, например более высокую плотность размещения компонентов при более низкой стоимости. В процессе выбора между SMT и through-hole необходимо следовать перечню рекомендаций:

- печатные платы с компонентами PTH чаще всего монтируются по технологии групповой пайки волной, в то время как печатные платы с компонентами типа SMD могут быть смонтированы как по технологии групповой пайки волной припоя, так и по технологии оплавления паяльной пасты. В отличие от компонентов типа PTH компоненты типа SMD в большинстве своём подходят для автоматизированного способа установки;
- процесс изготовления гибридной печатной платы сложен: сроки и стоимость изготовления больше, чем у других видов плат;
- ручной способ монтажа применим ко всем компонентам PTH и к части корпусов компонентов типа SMD.

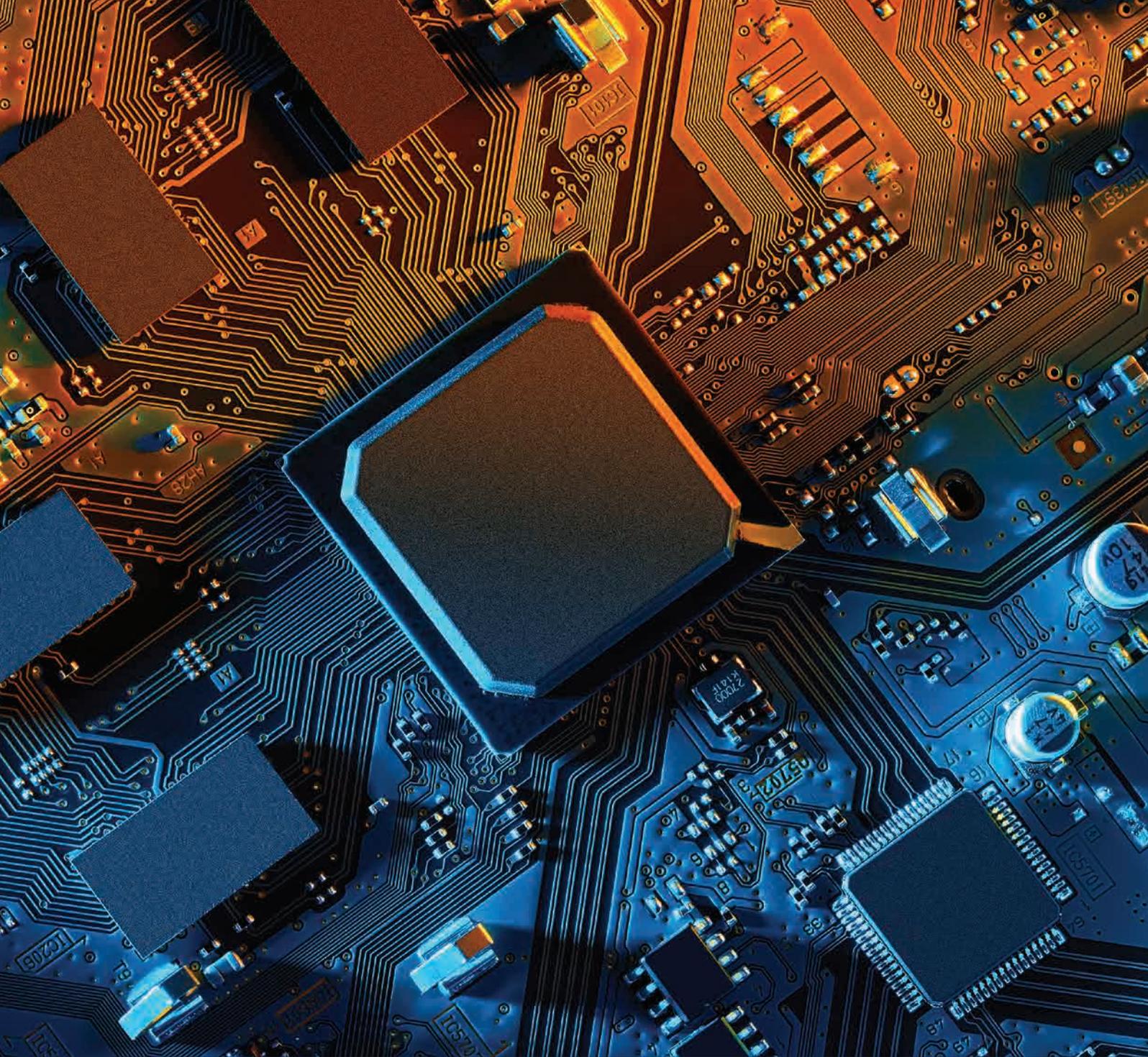
Этот способ нецелесообразен с точки зрения использования человеческих ресурсов, сроков, стоимости изготовления.

От выбранного способа установки компонентов напрямую зависят последующие затраты и время изготовления. Рекомендуется придерживаться именно технологии SMT при разработке профессиональных конструкций, так как SMT позволяет более эффективно использовать пространство платы, увеличивает скорость изготовления (особенно при серийном производстве) и минимизирует стоимость. Также платы с компонентами типа SMD отличаются более высокой надёжностью.

Большая часть проблем при монтаже элементов на печатную плату зависит от качества создания посадочных мест. В редакторе посадочных мест, входящем в состав Altium Designer, можно создавать все типы посадочных мест для компонентов (резисторов, конденсаторов, микросхем): от простых стандартной формы для поверхностного и «врубного» монтажа до самых сложных и нестандартных. С помощью специальных мастеров в программе процесс создания посадочных мест компонентов можно автоматизировать.

Для стандартизированных корпусов поверхностного монтажа (см. рис. 1) в Altium Designer есть мастер создания посадочных мест. Этот мастер, основанный на стандарте IPC-7351 (IPC Compliant Footprint Wizard), позволяет избежать многих ошибок. Мастер посадочных мест последовательно запрашивает исходные данные для построения посадочного места. Чтобы сформировать посадочное место с помощью этого мастера, потребуются ввести параметры корпуса. Расположение контактных площадок и формирование линий на слое шелкографии будет выполнено автоматически по заложенным в программу формулам.

Если корпус элемента для разработки посадочного места основан на типовых принципах построения корпусов, таких как BGA, Capacitors, Diodes, DIP, Edge Connectors, LCC, PGA, QUAD, Resistors, SOP, SBGA, SPGA, можно воспользоваться мастером создания поса-



Electronics Lifecycle
Management

Altium

- Поставка САПР Altium Designer, Altium Concord, PDN Analyzer
- Техническая поддержка и Обучение
- Внедрение

www.elm-c.ru

ООО "ЭЛМ" официальный дистрибьютор Altium Limited
Тел. +7 (495) 005-51-45 Email: info@elm-c.ru www.elm-c.ru



Рис. 1. Перечень корпусов по стандарту IPC-7351

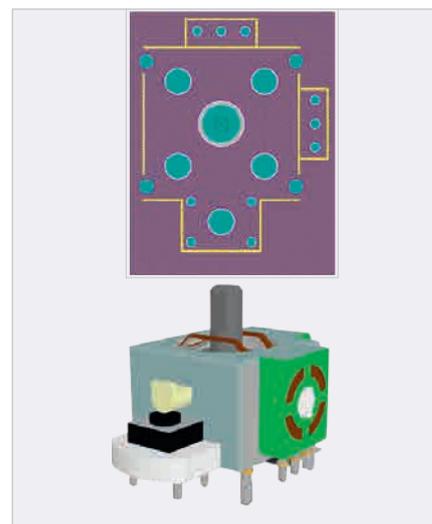


Рис. 2. Редактор посадочных мест для нестандартного компонента

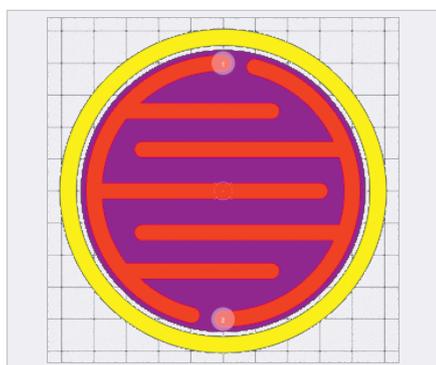


Рис. 3. Пример контактной площадки сложной формы

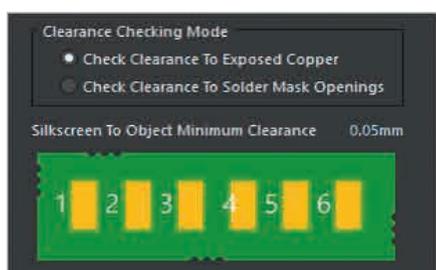


Рис. 4. Правило контроля пересечения элементов маркировки контактных поверхностей (наложение рисунка маркировки на контактные площадки)

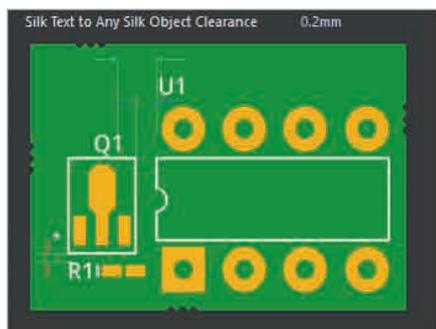


Рис. 5. Правило контроля зазоров между элементами маркировки

дочных мест (Footprint Wizard). В этом случае будет нужно ввести все параметры контактных площадок (ширину, глубину, длину, диаметр отверстия), отступы от линий шелкографии, шаг расположения и количество. Используя возможности Footprint Wizard, создать посадочные места можно для большинства типов компонентов.

Если нужно сделать посадочное место для нестандартного компонента, следует использовать соответствующий редактор (см. рис. 2). Такой редактор позволяет загрузить 3D-модель в посадочное место и проконтролировать совмещение выводов элемента с контактными площадками посадочного места. У некоторых компонентов контактные поверхности имеют нестандартную форму, однако в редакторе посадочных мест возможно создавать контактные площадки любой формы (см. рис. 3).

Шелкография и позиционные обозначения компонентов

Слой шелкографии (известный как слой маркировки) предназначен для облегчения монтажа печатного узла, ремонта и размещения дополнительной справочной информации, помогающей понять интерфейс. Все компоненты на плате обычно имеют контурные линии, обозначающие зоны, в которых они должны быть установлены. Контурные компоненты на слое шелкографии помечаются в соответствии с названием, имеют дополнительные указания по ориентации компонента на печатной плате (ключи) и индикаторы полярности. Нужно убедиться, что все элементы шелкографии читаемы и видимы даже после установки компо-

нентов. Это упростит проверку после монтажа компонентов.

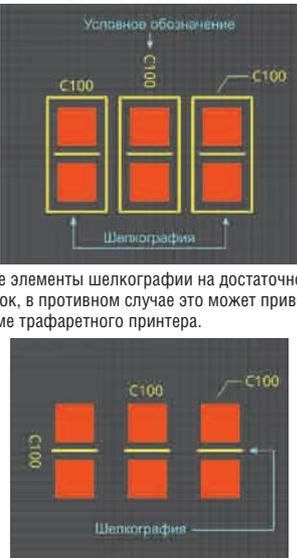
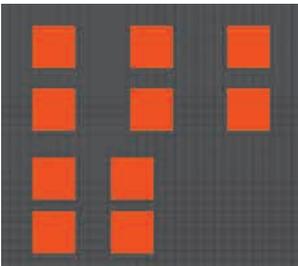
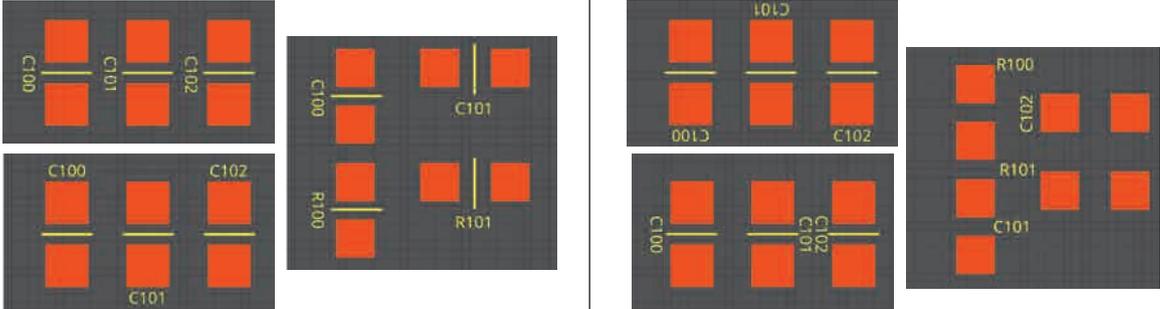
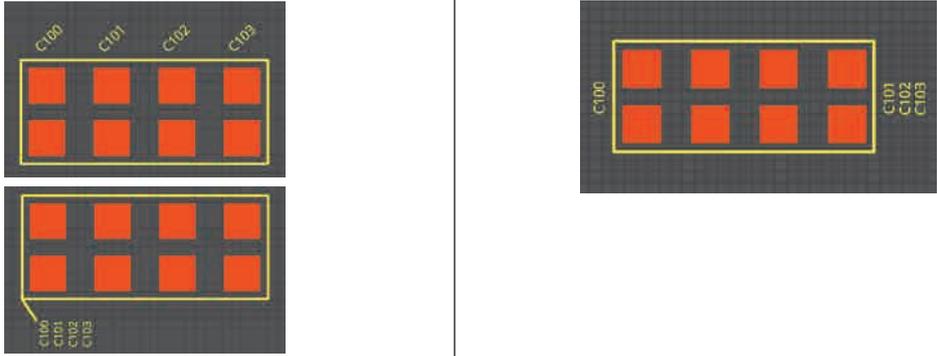
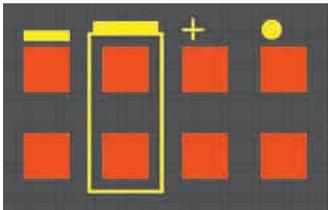
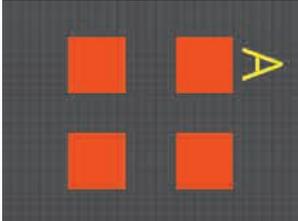
В таблице 1 приведены рекомендации по созданию слоя шелкографии для различных типов компонентов: размещение обозначений компонентов и их индикаторов-ключей, а также создание контуров и линий, позволяющих правильно определить место установки компонентов с учётом их габаритов.

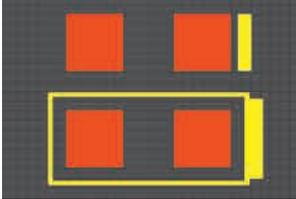
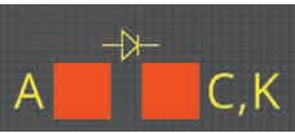
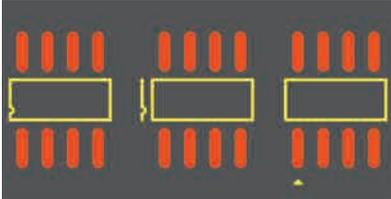
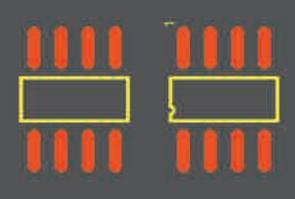
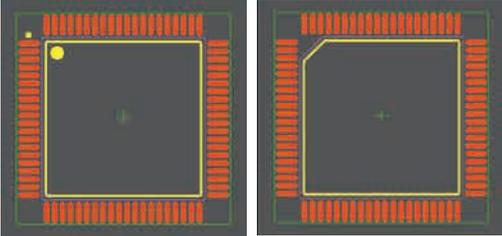
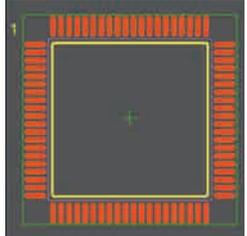
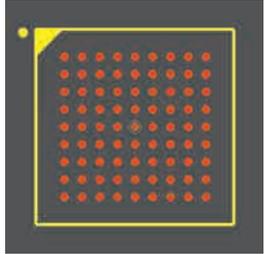
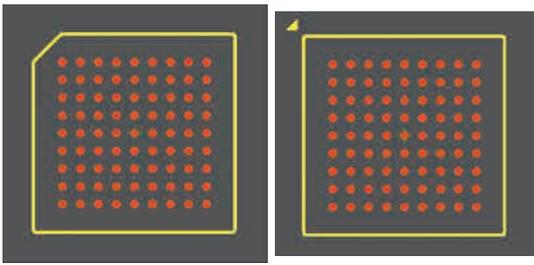
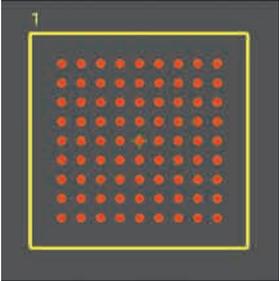
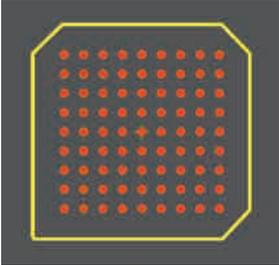
Для управления и контроля процесса создания маркировки на слое шелкографии в Altium Designer можно установить ряд правил и ограничений. Правило Silk to Solder Mask Clearance (см. рис. 4) контролирует наложение рисунка маркировки на контактные площадки. Наличие маркировки на площадках иногда мешает процессу пайки и приводит к нарушению монтажа электрорадиоизделия (ЭРИ). Другое правило, Silk to Silk Clearance (см. рис. 5), контролирует зазоры между элементами маркировки, обеспечивает читаемость и корректное размещение.

Обозначения компонентов

В таблице 2 приведён список стандартных обозначений по ГОСТ 2.710 [1] компонентов, используемых при разработке электрических принципиальных схем. Этот список обозначений не является полным. Рекомендуется использовать эти обозначения для нанесения маркировки на все печатные платы с целью унификации обозначений и сокращения затрат на стандартизацию конструкторской документации. Использование стандартных обозначений также позволит повысить читаемость печатной платы при изготовлении, доработках или ремонтах.

Таблица 1. Рекомендации по созданию обозначений на слое шелкографии

Тип компонента	Предпочтительно	Плохо
<p>Чип-компоненты</p>	<p style="text-align: center;">Условные обозначения</p>  <p>Условное обозначение</p> <p>Шелкография</p> <p>Всегда располагайте элементы шелкографии на достаточном расстоянии от контактных площадок, в противном случае это может привести к путанице в оптической системе трафаретного принтера.</p> <p>Обозначение чипов или пар контактных площадок одной линией также позволяет чётко определить местоположение компонента. Для элементов в малых корпусах (0201 и 0402) по возможности рекомендуется увеличивать шрифт обозначений.</p>	 <p>Отсутствие условных обозначений чипов на плате не позволит определить их местоположение, для этого понадобится документация. Это может привести к увеличению затрат вследствие увеличения ручного труда, в результате увеличивается риск человеческой ошибки при монтаже.</p>
Расположение текстового обозначения относительно компонента		
 <p>Ориентация текста должна совпадать с ориентацией компонента.</p>		
Группировка		
		
<p>Полярные конденсаторы</p>	 <p>Не забывайте маркировать отметку анода конденсатора (+). Предпочтительнее всего эту отметку делать полоской, равной ширине вывода конденсатора. Чаще всего на корпусе компонента анод также обозначается линией.</p> <p>Обозначение полярности конденсатора «+» или точкой также позволяет указать полярность, однако такие символы не применяются для указания полярности на корпусах элементов.</p>	

<p>Диоды / светодиоды</p>	 <p>Катод диода и светодиода должен иметь простую и понятную маркировку.</p>	 <p>Буквы и символ диода – неудачный способ для указания полярности для производителя, поскольку они не помогают в процессе изготовления, а только отвлекают.</p>
<p>Корпуса типа SOIC, SOP, SSOP и другие подобные</p>	 <p>Условное обозначение выемки на корпусе обеспечивает быстрый и простой визуальный контроль после установки компонентов на плате.</p>	 <p>После установки компонентов указатель ключа должен быть чётко виден и не должен вводить в заблуждение.</p>
<p>Корпуса типа QFP, TQFP</p>	 <p>Большая и хорошо заметная точка позволит избежать недоразумений. После размещения компонента необходимо обеспечить видимость скошенного угла.</p>	
<p>Корпуса типа BGA</p>	 <p>Контур шелкографии BGA должен быть немного больше габаритов самого компонента.</p>  <p>Ориентация компонента должна легко определяться.</p>	  <p>Такой рисунок шелкографии может привести к затруднениям при определении ориентации.</p>

Паяльная маска

Паяльная маска представляет собой тонкий лакоподобный слой, нанесённый в качестве окончательного покрытия на печатную плату, чтобы защитить проводящий рисунок, не предназначенный для пайки. Паяльная маска обладает рядом преимуществ:

- защищает печатную плату от повреждений, вызванных протеканием окислительно-восстановительных реакций в паре медь – атмосферный кислород;

- предотвращает образование мостиков из припоя между элементами проводящего рисунка. Паяльная маска выступает в роли барьера, так как не обладает смачиваемостью припоем;
- нанесённая непосредственно на медные проводники без финишного покрытия маска позволит предотвратить отслаивание во время сборки.

Соблюдение зазоров – это одно из основных производственных требований, влияющих на нанесение защитной паяльной маски в проекте.

Вскрытие защитной паяльной маски с отступами от элементов проводящего рисунка нужно везде, где требуется пайка или электрический контакт: вокруг контактных площадок SMD и PTH, контактных поверхностей-отверстий, для измерительных инструментов, реперных знаков и др.

Указание зазоров паяльной маски позволит избежать попадания на контактные площадки в процессе изготовления. Нормальным значением отступа считается 0,05 мм. Для получения

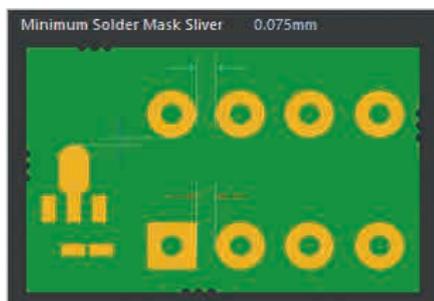


Рис. 6. Правило контроля зазоров на слое паяльной маски

точных значений допустимых зазоров следует обращаться к изготовителю. Не стоит использовать минимальные значения зазоров на всей печатной плате. Минимальные значения целесообразно использовать только для элементов с малым шагом выводов.

Второе основное производственное требование, которое необходимо учитывать при проектировании, – минимальная ширина паяльной маски (масочный мостик).

Паяльная маска может выступать в роли барьера при пайке элементов и предотвращать образование мостиков из припоя. Стандартным значением ширины паяльной маски, устойчивой к внешним воздействиям, является 0,15 мм. Однако в элементах с малым шагом выводов, чтобы обеспечить качественную пайку, допускается локальное уменьшение ширины масочных мостиков с одновременным уменьшением отступов маски от контактных площадок. В некоторых случаях целесообразно уменьшить ширину контактных площадок для увеличения зазоров между ними. Предельные значения нужно узнавать у производителя.

Управлять и контролировать процесс создания паяльной маски в Altium Designer можно с помощью редактора правил и ограничений. Правило Minimum Solder Mask Sliver (см. рис. 6) контролирует минимальные зазоры на слое паяльной маски, правило Solder Mask Expansion (см. рис. 7) позволяет установить и контролировать отступ для зоны вскрытия паяльной маски от края переходного отверстия или края контактной площадки.

Переходные отверстия

Переходные отверстия – важная часть любой печатной платы, так как эти отверстия позволяют осуществить электрическую связь между слоями. Однако при проектировании переходных отверстий необходимо учитывать ряд особенностей, которые могут

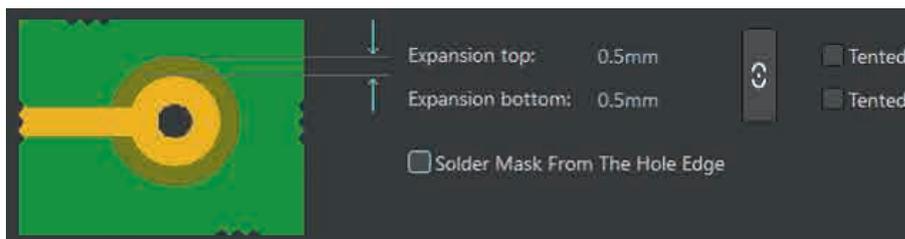


Рис. 7. Правило контроля отступов паяльной маски

повлиять на дальнейшее изготовление печатной платы.

Обычно переходные отверстия имеют отступ от соседних проводников. На зазор в значительной степени влияет то, каким образом нанесена паяльная маска: будет ли это закрытое переходное отверстие или отверстие с открытой маской. Для открытых переходных отверстий требуются увеличенные отступы от проводников.

Нелобое переходное отверстие можно металлизировать. Следует обратить внимание на допустимое соотношение сторон, которое способно обеспечить производство. Многие современные производители способны изготовить печатную плату с переходными отверстиями в соотношении 1:5 между диаметром и толщиной.

При толщине печатной платы 1,5 мм можно использовать переходные отверстия диаметром 0,3 мм. Большинство производителей способны изготовить переходные отверстия и с большим соотношением, но в этом случае могут возникнуть дополнительные ограничения на итоговую толщину печатной платы. При выборе размера отверстия следует помнить, что готовое сквозное металлизированное отверстие получится меньше внутреннего диаметра, так как на него будет нанесён проводящий слой меди (средняя толщина этого слоя составляет 15...20 мкм).

В менеджере слоёв Layer Stack Manager, входящем в состав Altium Designer, имеется возможность создавать все существующие типы переходных отверстий (см. рис. 8).

Гарантийный поясok переходных отверстий

Поясок металлизации переходного отверстия – это разница между диаметром контактной площадки отверстия и соответствующим диаметром сверла или областью на площадке, которая окружает переходное отверстие (см. рис. 9). Размер пояaska металлизации переходного отверстия закладывается на этапе проектирования печатной платы.

Таблица 2. Буквенные коды наиболее распространённых видов элементов в соответствии с ГОСТ 2.710-81

A	Устройства	PA	Амперметр
C	Конденсаторы	PR	Омметр
BF	Телефон (капсоль)	Q	Выключатели
BK	Тепловой датчик	R	Резисторы
BL	Фотоэлемент	RK	Терморезистор
BM	Микрофон	RU	Варистор
BP	Датчик давления	SA	Выключатель/переключатель
DA	Схема интегральная аналоговая	SB	Выключатель кнопочный
DD	Схема интегральная, цифровая, логическая	T	Трансформаторы
DS	Устройство хранения информации	VD	Диод, стабилитрон
DT	Устройство задержки	VT	Транзистор
FU	Предохранитель плавкий	W	Линии и элементы СВЧ
G	Генераторы	WS	Вентиль
GB	Батарея	WA	Антенна
HG	Индикатор символьный	XA	Токосъёмник, контакт скользящий
HL	Прибор световой сигнализации	XP	Гнездо
KA	Токовое реле	XS	Соединение разборное
KT	Реле времени	XT	Соединитель высокочастотный
KV	Реле напряжения	ZL	Ограничитель
L	Катушки индуктивности	ZQ	Фильтр кварцевый
M	Двигатели	E	Разное

Гарантийный поясok (annular ring) переходного отверстия – это минимально допустимое расстояние между краем отверстия и краем соответствующей контактной площадки в самом узком месте, оставшееся после травления печатного рисунка.

В процессе изготовления выявляется ряд факторов, которые могут приводить к смещению центра отверстия относительно площадки. В зависимости от класса разрабатываемой печатной платы отверстие может выступать за границы площадки, касаться её или иметь минимальное значение ширины (см. рис. 10). С учётом предъявляемых требований к гарантийному пояску после изготовления производитель печатной платы может потребовать увеличения размеров контактной площадки.



Рис. 8. Возможности создания переходных отверстий

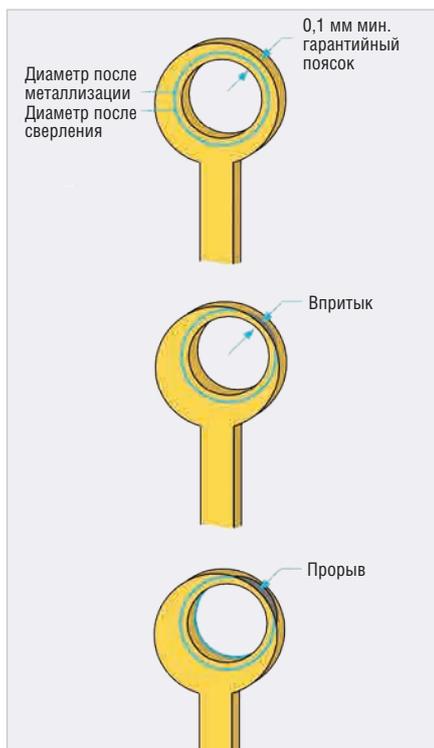


Рис. 10. Правило контроля размеров переходных отверстий при смещении

Открытые переходные отверстия представляют собой открытые межслойные переходы, которые не покрыты паяльной маской. Между такими элементами на плате минимальная ширина паяльной маски должна составлять: 0,5 мм – рекомендуемое значение, 0,4 мм – минимальное (см. рис. 11).

Покрытие паяльной маской сквозных переходных отверстий вместе с контактной площадкой должно быть установлено в проекте печатной пла-

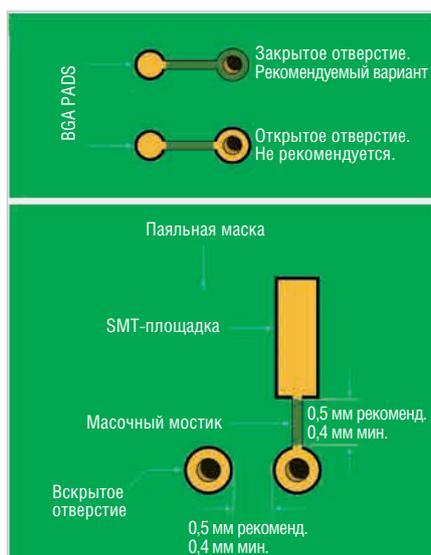


Рис. 11. Правила размещения открытых переходных отверстий

ты как значение по умолчанию. Производитель печатных плат не будет это делать самостоятельно. Закрытие переходных отверстий паяльной маской особенно важно в конструкциях с элементами типа BGA, где контактные площадки расположены близко друг к другу (см. рис. 11).

Управление и контроль выбора диаметра переходного отверстия и толщины гарантийного пояска в Altium Designer устанавливаются с помощью редактора правил и ограничений. Правило Minimum Annular Ring контролирует минимальную ширину гарантийного пояска, правило Hole Size позволяет установить и контролировать диапазон допустимых диаметров переходных отверстий.

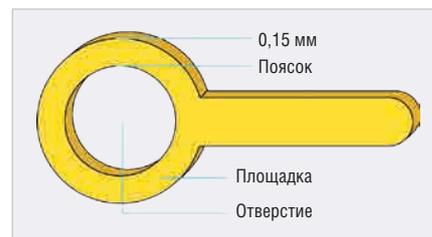


Рис. 9. Рекомендуемая ширина гарантийного пояска

Переходные отверстия на контактных площадках и микропереходы

Ещё один тип переходных отверстий, которые можно применять в проектах, – переходные отверстия на контактных площадках и микропереходы. Использование технологии сквозных переходных отверстий позволит упростить процессы трассировки элементов в корпусах типа BGA и размещение фильтрующих конденсаторов. Также эта технология упростит решение вопросов теплопередачи и заземления. Для проектирования печатных плат с такими отверстиями рекомендуется:

- переходные отверстия, расположенные внутри контактных площадок, закрыть медным слоем. Обратная сторона таких отверстий должна быть закрыта медным слоем или паяльной маской, чтобы не допустить попадания химических растворов внутрь отверстия;
- следует закрыть переходные отверстия, иначе в процессе монтажа могут возникнуть проблемы, связанные с перераспределением припоя от места соединения через переходное отверстие. Это может привести к недостатку припоя и образованию пустот в паяном соединении.

Процесс создания закрытых сквозных переходных отверстий, расположенных на контактных площадках, может сделать далеко не каждый производитель печатных плат. Чтобы исключить проблемы, связанные с производством, стоит использовать в качестве переходных отверстий микропереходы.

Микропереходы (microVia) выполняются по технологии сверления на заданную глубину с помощью фрезеровки или лазера, после чего металлизуются на этапе металлизации всей многослойной печатной платы. Использование таких переходных отверстий имеет ряд особенностей. Например, создавать микропереходы на большую глубину нецелесообразно, так как соотношение глубины такого перехода к диаметру обычно составляет 0,7 мм. При диаметре

отверстия 0,2 мм углубиться можно на 0,14 мм, а это значение обычно соответствует второму слою с края. Ещё одной немаловажной особенностью печатных плат с микропереходами является большая толщина осаждённой меди на верхних слоях. Как следствие, для толстого слоя меди производитель может потребовать увеличения ширины и зазоров между проводниками.

Глухие и скрытые переходные отверстия

Так же как и обычные сквозные переходные отверстия, глухие и скрытые переходные отверстия (blind and/or buried vias – B BV) представляют собой отверстия, которые соединяют один или несколько слоёв. Глухие переходные отверстия соединяют один из внешних слоёв с одним или несколькими внутренними слоями. Скрытые переходные отверстия соединяют внутренние слои между собой. Пример переходных отверстий показан на рисунке 12. Для создания каждого отверстия производитель печатных плат должен выполнить дополнительную металлизацию отверстий, что увеличит толщину проводников на крайних слоях таких отверстий.

Переходные отверстия и компоненты поверхностного монтажа

В процессе оплавления паяльной пасты при пайке компонентов в корпусах для поверхностного монтажа (наиболее критично для BGA-корпусов) компоненты могут смещаться или перекашиваться. Может возникнуть ситуация возникновения короткого замыкания вывода компонента с близкорасположенным переходным отверстием. Поэтому нужно стараться использовать именно закрытые маской переходные отверстия, располагая их под корпусом или рядом с контактными площадками корпусов SMD. При необходимости

сти использования именно открытых переходных отверстий следует придерживаться следующих правил:

- если переходное отверстие расположено в одной плоскости с контактной площадкой SMD-компонента (необязательно BGA), то расстояние между переходным отверстием и контактной площадкой должно составлять не менее 50% от ширины контактной площадки;
- если переходное отверстие расположено со стороны торца контактной площадки, то оно должно располагаться с отступом от него. Обычно требуется отступ порядка 0,4 мм.

В таблице 3 приведены примеры того, как рекомендуется располагать

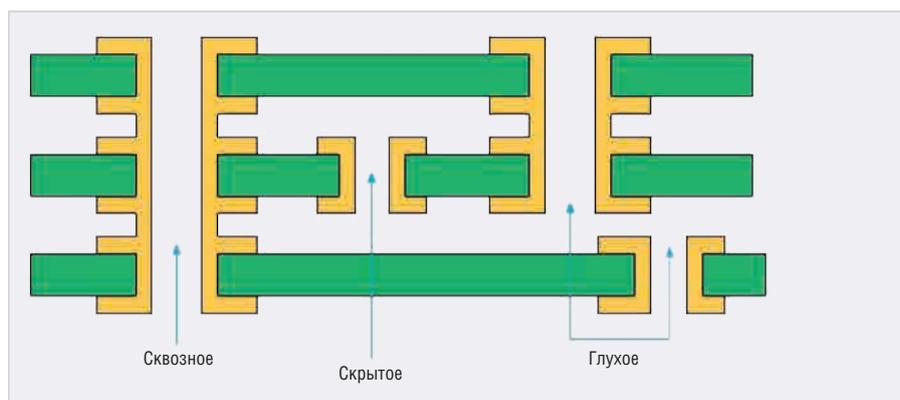


Рис. 12. Примеры глухих и скрытых переходных отверстий

Таблица 3. Рекомендации по размещению вскрытых переходных отверстий рядом с чип-компонентами

Предпочтительно		Плохо	
<p>Необходимо стараться размещать вскрытые переходные отверстия за пределами зоны смещения компонентов.</p>	<p>Удовлетворительным вариантом считается если B будет больше A.</p>	<p>Смещение чип-компонента в процессе пайки может привести к короткому замыканию со вскрытым переходным отверстием, расположенным в одной плоскости с контактами SMD-компонента.</p>	
<p>Рекомендуется сохранять зазор 0,5 мм от зоны вскрытия переходного отверстия до соседних проводников / контактных площадок.</p>	<p>Закрывто переходное отверстие допустимо располагать в зоне смещения чип-компонента</p>	<p>Перекоз чип-компонента в процессе пайки может привести к возникновению короткого замыкания.</p>	

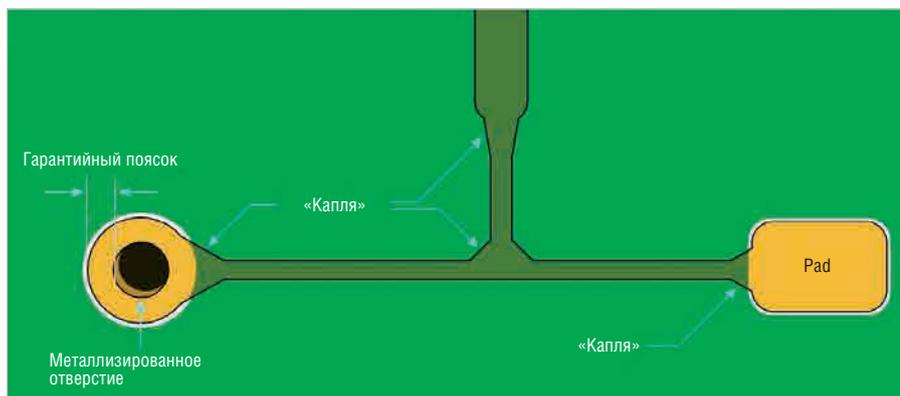


Рис. 13. Примеры teardrop-элементов

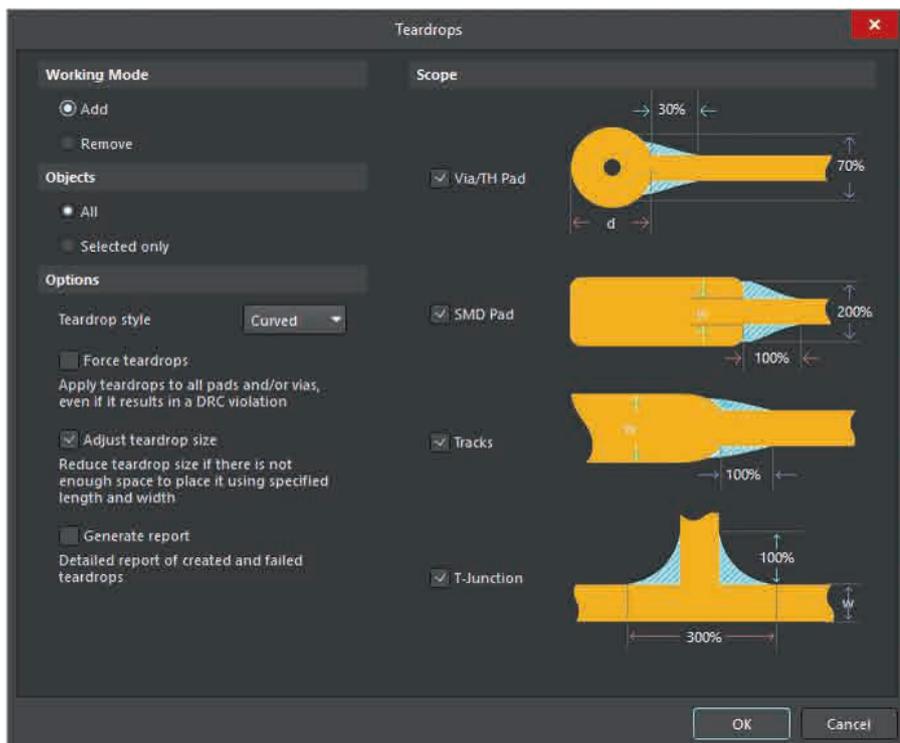


Рис. 14. Инструмент для создания teardrops

переходные отверстия относительно SMD-компонентов и чего следует избегать.

Каплеобразное сглаживание (teardrop)

Дополнительные каплеобразные элементы (teardrop), призванные сгладить переходы между широким медным участком и узким, плавно снижают термическое и механическое напряжения. В этом случае проводник при соединении с контактной площадкой имеет дополнительную медную опору. Добавление teardrop также позволит облегчить обеспечение минимального гарантийного пояса при сверлении отверстия через контактную площадку переходного отверстия.

Добавление teardrop-элементов особенно актуально при применении тон-

ких проводников. Для проводников шире 0,5 мм добавления сглаживаний обычно не требуется. Если разрабатываемая печатная плата не является частью высокоскоростного или радиочастотного устройства, лучше всегда добавлять элементы сглаживания на завершающих этапах разработки печатной платы. На рисунке 13 показаны примеры таких элементов сглаживания.

В Altium Designer имеется специальный инструмент, который позволяет создавать и удалять элементы сглаживания на печатной плате (см. рис. 14). Создавать «капли» можно и только для выделенных элементов проводящего рисунка, и для всех элементов сразу. Доступен выбор стиля формирования «капли». Выбор осуществляется в зависимости от предпочтений про-

ектировщика либо в зависимости от рекомендаций производителя. Также доступен выбор объектов, для которых будет осуществляться сглаживание: переходные контактные отверстия, поверхностные контактные площадки, разноширинные или Т-образные проводники.

Заключение

В процессе подготовки стратегии для проектирования печатной платы, пригодной для производства, необходимо определиться с типами компонентов, которые будут применяться в проекте: будут ли это компоненты поверхностного/«врубного» монтажа или же это будет гибридная печатная плата.

Необходимо учитывать все особенности доступных типов переходных отверстий, знать их достоинства и недостатки, применять их в соответствии с рекомендациями. Особое внимание важно уделять созданию слоя с маркировкой/шелкографией. Это может повлиять на дальнейший процесс изготовления печатной платы и работы с ней. Необходимо учитывать ряд требований по работе со слоем паяльной маски.

Используя информацию, изложенную в статье, можно избежать проблем при изготовлении печатной платы.

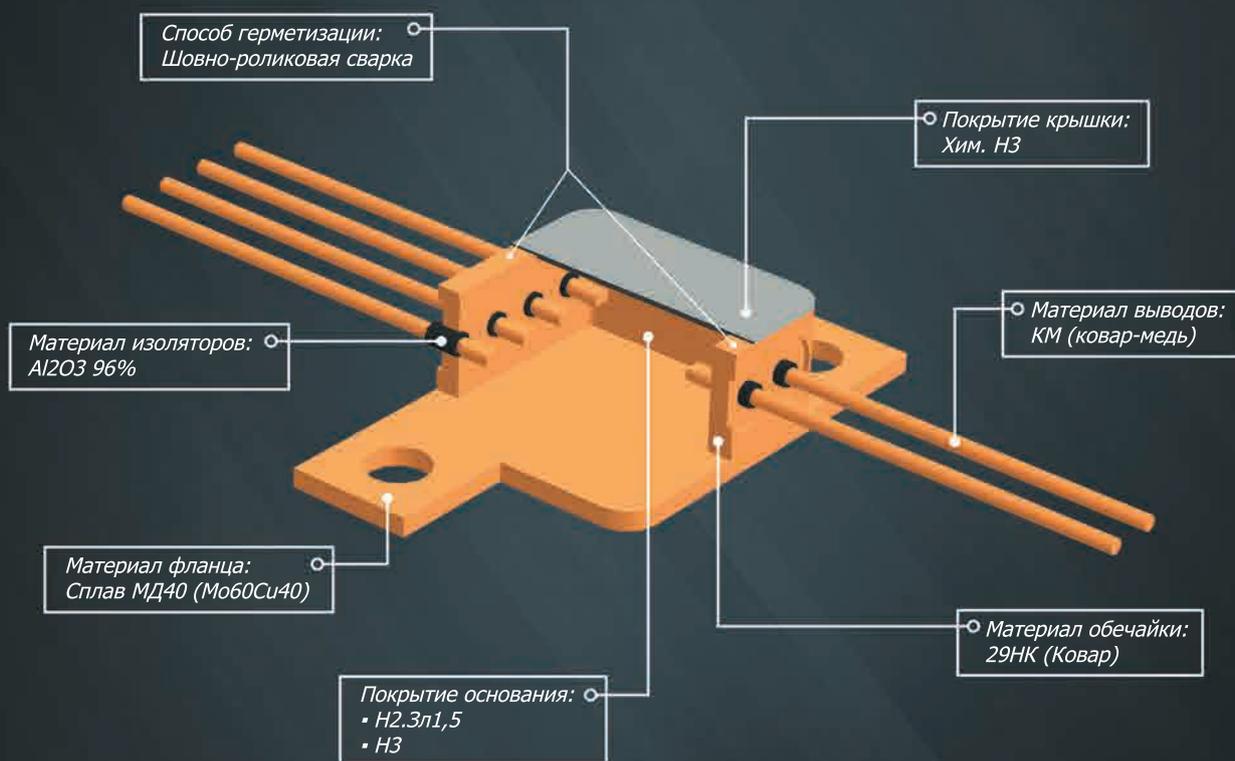
Спроектировать посадочные места с корректным слоем шелкографии, выполнить настройку типов переходных отверстий, определить правила и контролировать слой паяльной маски, добавлять элементы сглаживания (teardrop), влияющие на изготовление платы – всё это поможет сделать набор инструментов, входящих в состав САПР Altium Designer.

В следующей статье цикла продолжится тема подготовки стратегии конструирования печатного узла и размещения переходных отверстий. Будут даны рекомендации по расположению проводников на печатной плате и рассмотрены вопросы установки термобарьеров, а также различные варианты размещения переходных отверстий, соединения проводников и полигонов с контактными площадками посадочных мест компонентов.

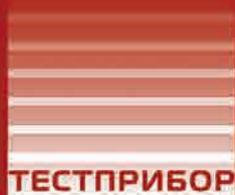
Литература

1. ГОСТ 2.710-81. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. Стандартинформ. 2008.

КОРПУСА ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ



* По отдельным требованиям заказчика возможна разработка корпусов для дискретных полупроводниковых приборов с металлизированными монтажными площадками, изолированными от оснований керамикой AlN или BeO.



АО «ТЕСТПРИБОР» проведена разработка и освоено серийное производство полной номенклатуры металлокерамических корпусов, являющихся конструктивными аналогами зарубежных корпусов серий ТО-254, ТО-254-6, ТО-254-8, ТО-257, ТО-258, ТО-259, ТО-263, ТО-263-5, ТО-263-7, а так же корпусов серий SMD-0,5, SMD-1, SMD-2 и SMD-3.

В результате выполнения ОКР разработаны серия выводных корпусов из 9 типонаименований (типа КТ-97, КТ-105, КТ-110, КТ-116 и КТ-117) и серия безвыводных корпусов из 4 типонаименований (типа КТ-120, КТ-121, КТ-122 и КТ-123).

Данные корпуса могут быть использованы для изготовления дискретных полупроводниковых приборов, в том числе диодов Шоттки, выпрямительных диодов, импульсных диодов, полевых и биполярных транзисторов с изолированным затвором.