

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ: ПРАВИЛЬНЫЙ ПРОЕКТ – ЗАЛОГ УСПЕХА

Компания PCB Technology работает на рынке печатных плат с 1997 года, занимаясь их проектированием, изготовлением и монтажом. За четыре года к услугам фирмы прибегло более 500 заказчиков – как московских фирм, так и организаций из других регионов России.

Успех компании во многом связан с ее динамичностью и постоянным расширением круга партнеров-производителей. Важное достоинство **PCB Technology** – комплексный подход: от разработки печатной платы до комплектования и монтажа модулей. Характерные черты компании:

- гарантированное качество продукции;
- конкурентоспособные цены;
- выбор из нескольких вариантов по стоимости и срокам;
- оценка заказа on-line и отслеживание состояния заказа на веб-сайте;
- соблюдение сроков исполнения заказов при любых объемах – от нескольких экземпляров до 100 тыс. дм²;
- независимость от проблем конкретного завода;
- курьерская доставка по Москве и почтовая доставка по России.

Партнерами компании выступают лучшие отечественные и зарубежные производители печатных плат: НПО "Марс" (Ульяновск), Рязанский приборный завод (Рязань), компании Ozark Circuits (США) и ShinBon Eng (Южная Корея).

Опыт работы со многими заказчиками позволяет утверждать, что важнейшую роль в обеспечении качества, дешевизны и гарантии сроков изготовления печатных плат играет правильная подготовка исходных данных. Соблюдение основных правил подготовки файлов проектов – а их немного и они весьма просты – ведет к уменьшению трудозатрат при подготовке фотошаблонов, к снижению количества ошибок и к росту процента выхода годных плат, следовательно – упрощается и удешевляется весь цикл производства.

Мы рассмотрим правила подготовки проекта печатной платы относительно к какой-либо конкретной системе проектирования или конкретному производству. Поэтому, прежде чем следовать приведенным рекомендациям, уточните значения критических параметров у производителя.

КАК ДЕЛАЮТ ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

Вкратце остановимся на наиболее распространенном технологическом процессе изготовления печатных плат (ПП) – гальванохимической субтрактивной технологии. Основой печатной платы является подложка из стеклотекстолита – диэлектрика, представляющего собой спрессованные листы стеклоткани, пропитанной эпоксидным компаундом. Стеклотекстолит производят и отечественные заводы – одни выпускают его из своего сырья, другие закупают пропитанную стеклоткань за рубежом и только прессуют ее. К сожалению, практика показывает, что наиболее качественные ПП получают на импортном материале – плату не коробит, медная фольга

А. Акулин

не отслаивается, стеклотекстолит не расслаивается и не выделяет газы при нагреве. Поэтому повсеместно применяют импортный стеклотекстолит типа FR-4 – стандартизированный огнеупорный материал.

Для изготовления двухсторонней ПП (ДПП) используется стеклотекстолит, с обеих сторон ламинированный медной фольгой. Сначала на плате сверлят отверстия, подлежащие металлизации. Затем они подготавливаются к осаждению металла – производится их химическая очистка, выравнивание и «активация» внутренней поверхности.

Для формирования проводников на поверхность медной фольги наносится фоторезистивный материал, полимеризующийся на свету (позитивный процесс). Затем плата засвечивается через фотошаблон – пленку, на которую на фотоплоттере нанесен рисунок проводников ПП (где проводники непрозрачны). Фоторезист проявляется и смывается в тех местах, где он не был засвечен. Открытыми оказываются только участки, где должны остаться медные проводники.

Далее производят гальваническое нанесение меди на стенки отверстий. При этом медь осаждается как внутри отверстий, так и на поверхность платы, поэтому толщина проводников складывается из толщины медной фольги и слоя гальванической меди. На открытые участки меди гальванически осаждают олово (или золото), а оставшийся фоторезист смывают специальным раствором. Далее медь, не защищенная оловом, стравливается. При этом проводники в сечении приобретают форму трапеции – агрессивное вещество постепенно «съедает» наружные слои меди, прокрадываясь под защитный материал.

Как правило, на ПП наносится паяльная маска (она же «зеленка») – слой прочного материала, предназначенного для защиты проводников от попадания припоя и флюса при пайке, а также от перегрева. Маска закрывает проводники и оставляет открытыми контактные площадки и ножевые разъемы. Способ нанесения паяльной маски аналогичен нанесению фоторезиста – при помощи фотошаблона с рисунком площадок нанесенный на ПП материал маски засвечивается и полимеризуется, участки с площадками для

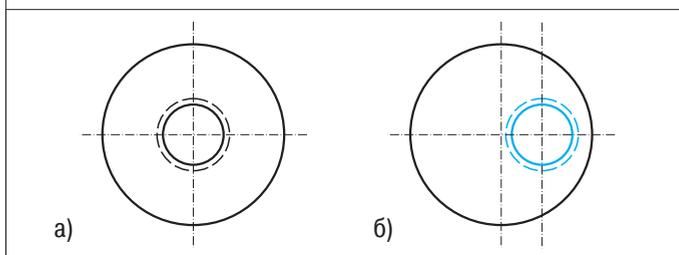


Рис. 1. Отверстие с гарантийным пояском: а – в проекте, б – реальное смещение

пайки оказываются незасвеченными и маска смывается с них после проявки. Чаще всего паяльная маска наносится на слой меди. Поэтому перед ее формированием защитный слой олова снимают – иначе олово под маской вспучится от нагревания платы при пайке. Маркировка компонентов наносится краской, методом сеткографии или фотопроявления.

На готовой печатной плате, защищенной паяльной маской, площадки для пайки покрываются оловянно-свинцовым припоем (например, ПОС-61). Наиболее современный процесс его нанесения – горячее лужение с выравниванием воздушным ножом (HAL – hot air leveling). Плату погружают на короткое время в расплав припоя, затем направленной струей горячего воздуха продувают металлизированные отверстия и снимают излишки припоя с площадок.

В покрытой припоем плате сверлят крепежные отверстия (в них не должно быть внутренней металлизации), фрезеруют плату по контуру, вырезая из заводской заготовки, и передают на конечный контроль. После визуального просмотра и/или электрического тестирования платы упаковывают, снабжают биркой и отгружают на склад.

Многослойные печатные платы (МПП) более сложны в производстве. Они представляют собой как бы слоеный пирог из двухсторонних плат, между которыми проложены прокладки из стеклоткани, пропитанной в эпоксидной смоле – этот материал называется препрег, его толщина – 0,18 или 0,10 мм.

После выдерживания такого «пирога» под прессом при высокой температуре получается многослойная заготовка с готовыми внутренними слоями. Она проходит все те же операции, что и ДПП. Заметим, что типовая структура МПП предполагает наличие дополнительных слоев фольги в качестве наружных. То есть для четырехслойной платы, например, берется двухстороннее ядро и два слоя фольги, а для шестислойной платы – два двухсторонних ядра и два слоя фольги снаружи. Возможная толщина ядер – 0,27; 0,35; 0,51; 0,8 и 1,2 мм, фольги – 0,018 и 0,035 мм.

Особый класс МПП – платы с несквозными межслойными переходными отверстиями. Переходные отверстия, идущие с наружного слоя на внутренний, называют «слепыми» (или «глухими»), а отверстия между внутренними слоями – «скрытыми» (или «погребенными»). Платы с несквозными отверстиями позволяют реализовать гораздо более плотную разводку схемы, но значительно дороже в производстве. Как правило, у каждого производителя имеются определенные ограничения на то, между какими именно слоями можно выполнить межслойные отверстия, поэтому перед созданием проекта следует с ним проконсультироваться.

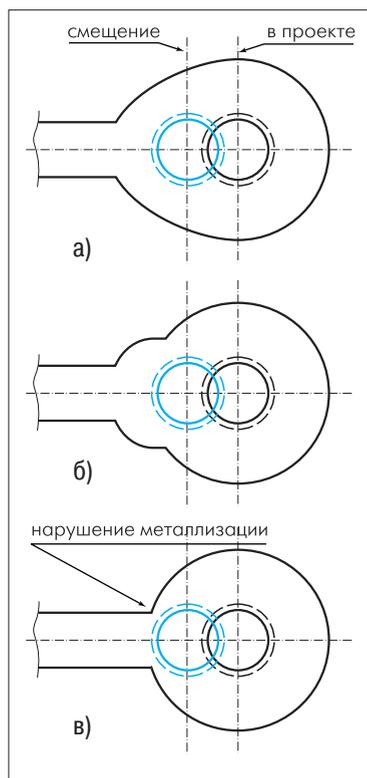


Рис.2. Каплевидные утолщения в месте контакта проводника с площадкой (а и б), в – нарушение металлизации при смещении

ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Общие параметры. Размеры элементов платы должны соответствовать требованиям ГОСТ 23751 для 3–5 классов точности – в зависимости от возможностей производителя. Типовая толщина платы – 1,6 мм (бывает 0,8; 1,0; 1,2; 2,0 мм). У ПП толще 2 мм могут возникнуть проблемы с металлизацией отверстий.

Типовая толщина медной фольги – 35 и 18 мкм. Толщина наращиваемой меди на проводниках и в отверстиях составляет еще примерно 35 мкм.

Переходные отверстия и проводники. Для хорошего отечественного производства, изготавливающего ПП по 4-му классу точности, типовое значение зазоров и проводников составляет 0,2 мм, минимальное – 0,15 мм. Оптимально использовать в исходных данных проводники 0,2 мм с зазором 0,15 мм. В рисунке проводников следует избегать острых углов.

Переходные отверстия: типовое/минимальное значение площади 1,0/0,65 мм, отверстие – 0,5/0,2 мм, сверло – 0,6/0,3 мм. У сквозных отверстий для штыревого монтажа диаметр площадки должен быть на 0,4–0,6 мм больше, чем диаметр отверстия (рис. 1). Для уменьшения вероятности срыва гарантийного пояса рекомендуется в месте присоединения проводника к площадке делать каплевидное утолщение (рис. 2).

Планарные площадки. Вырез в маске должен быть больше размеров площадки по крайней мере на 0,05 мм, оптимальный вариант – по 0,1 мм с каждой стороны. Минимальная ширина полоски паяльной маски между площадками – 0,15 мм. Подсоединять площадки к полигонам лучше не сплошным контактом, а через проводники с зазором, предотвращающим отток тепла от площадки при монтаже (рис. 3). Линии маркировки не должны проходить поверх площадок для пайки. Ширина линии и зазор – 0,2 мм.

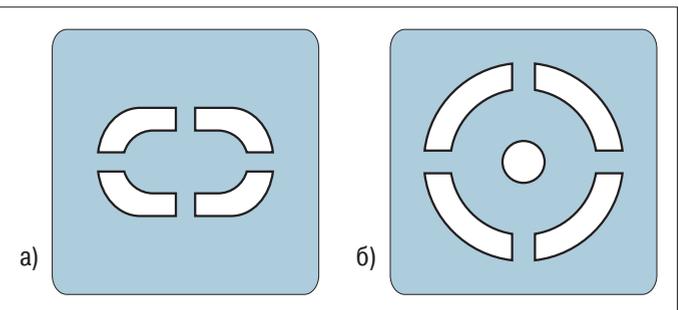


Рис.3. Подсоединение: а – планарной площадки к полигону, б – вывода к плану питания

Особенности элементов МПП. Внутренние площадки в МПП надо делать на 0,6–0,8 мм больше, чем диаметр отверстия. Отторжение плана питания во внутренних слоях – не менее 0,2 и 0,4 мм с каждой стороны площадки и отверстия, соответственно.

Для уменьшения деформации печатной платы необходимо добиться максимальной симметричности рисунка и структуры внутренних слоев. По углам МПП необходимы крепежные отверстия диаметром 2–4 мм для проведения электроконтроля. Отторжение плана питания от крепежных отверстий – не менее 0,5 мм с каждой стороны отверстия.

Слепые и скрытые переходные отверстия. Для «слепых» отверстий, изготавливаемых сверлением с контролем глубины, соотношение диаметра и глубины должно быть не менее чем 1:1. Нормы проектирования для «скрытых» отверстий, изготовленных методом металлизации отверстий при подготовке внутренних слоев, такие же, как и для сквозных отверстий.

<http://www.pcbtech.ru>; тел. (095) 748-0368