

Печатные платы.

Заказчик и производитель

Качественное производство электронной аппаратуры и печатных плат зависит не только от производителей, но и от разработчиков. Для производителей клиент всегда прав, но при этом никто еще не научился читать чужие мысли, особенно на расстоянии.

Сергей Постнов

postnov@zao-cpta.ru

Что происходит в наш век компьютеризации и желания отойти от «писанины»? Довольно часто приходится сталкиваться при оформлении заказа с недостатком входной информации. Например, заказчик присылает файл с трассированной печатной платой и указывает количество заказываемых плат. Какого типа плата (односторонняя, двусторонняя (ДПП) или многослойная (МПП)), сколько слоев должно быть у МПП, какова толщина платы, толщина фольги, какое предполагается финишное покрытие, необходимы ли паяльная маска, маркировка — обо всем этом нужно догадываться. Бывают ситуации, когда, наоборот, предоставлен практически полный комплект конструкторской документации (КД), и к нему добавлена сопроводительная записка, и вся эта информация, включая файл с трассировкой печатной платы, противоречит друг другу. Когда начинаешь разбираться, оказывается, что КД создавалась по «шаблонам» древних разработок для «галочки», и лучше все-таки опираться на сопроводительное письмо... Поэтому хотелось бы обратить внимание потенциальных заказчиков на правильное заполнение бланков заказов, формы которых обычно представлены на сайтах предприятий-изготовителей. Такая форма есть и на страничке ЗАО ЦПТА (www.zao-cpta.ru) в формате Microsoft Excel.

Для лучшего понимания особенностей производства рассмотрим технологический процесс изготовления ДПП на материале FR4 с паяльной маской и облуживанием контактных площадок с последующим снятием излишков припоя горячим воздухом (вариант ДПП, который использует большинство наших заказчиков).

На рис. 1 условно изображена подготовительная операция — нарезка технологических заготовок.

Отличительными свойствами стеклотекстолита FR4 — базового материала для изготовления ДПП — являются высокое значение адгезии фольги к подложке диэлектрика под воздействием высокой температуры, большое объемное и поверхностное электрическое сопротивление, высокая температура стеклования и стабильность геометрических размеров. На складе ЗАО ЦПТА постоянно есть материал толщиной 0,25; 0,5; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0 мм с толщиной фольги 18 и 35 мкм. При выборе толщины материала необходимо руководствоваться конструктивными особенностями изделия, в состав которого входит печатная плата. При выборе фольги нужно иметь

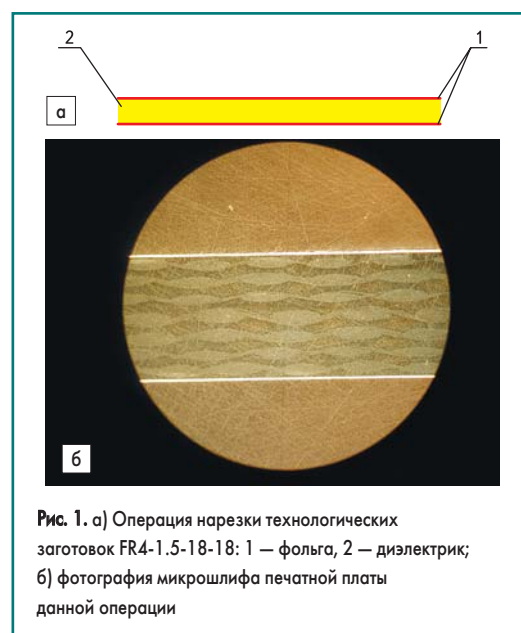


Рис. 1. а) Операция нарезки технологических заготовок FR4-1.5-18-18: 1 — фольга, 2 — диэлектрик; б) фотография микрошлифа печатной платы данной операции

в виду, что при травлении величина бокового подтравления приблизительно равна половине толщины травящегося материала, то есть толщины фольги плюс толщины медного покрытия, получаемого при операции химической металлизации и предварительного гальванического меднения отверстий (8–12 мкм).

При создании библиотек корпусов электрорадиоизделий (ЭРИ) и крепежных изделий необходимо оптимизировать диаметры монтажных отверстий и учитывать следующее соотношение: $\text{Дотв} = \text{двывода} + 0,3 \text{ мм}$. Стоит также помнить, что в России действует метрическая система измерений. Диаметр отверстий настоятельно рекомендуется выбирать с шагом 0,1 мм. Следует учитывать, что по ГОСТ 23751-86 для печатных плат популярных классов (3 и 4) допуск на отверстия диаметром до 1 мм составляет $\pm 0,05 \text{ мм}$ (без металлизации) и $+0,05/-0,13 \text{ мм}$ (с металлизацией и с оплавлением, проще HAL), допуск на отверстия диаметром больше 1 мм равен $\pm 0,1 \text{ мм}$ (без металлизации) и $+0,05/-0,18 \text{ мм}$ (с металлизацией и с оплавлением). Эти замечания относятся к операции сверления отверстий (рис. 2).

Немаловажным фактором с технологической точки зрения является наличие неметаллизированных отверстий, в которых металлизация не допускается принципиально. В этом случае отверстия сверлят

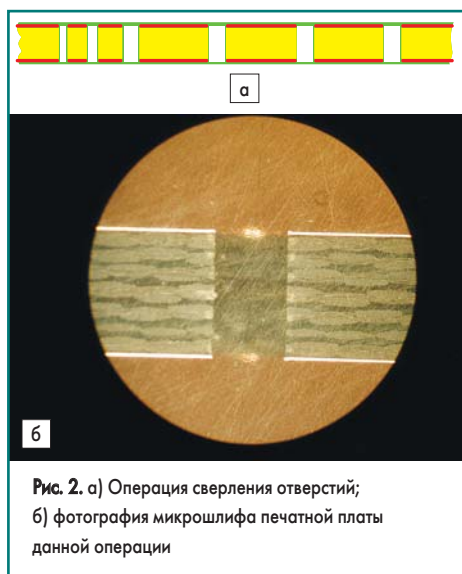


Рис. 2. а) Операция сверления отверстий; б) фотография микрошлифа печатной платы данной операции

в два этапа: на первом этапе металлизированные отверстия, а затем, уже на практически готовой плате — неметаллизированные. Таким образом, в процесс изготовления печатных плат вводится дополнительная операция, тогда как в большинстве случаев отсутствие металлизации необоснованно (то есть наличие металлизации в данных отверстиях не влияет на конструктивные и технологические характеристики печатных плат). Необходимо осознавать, что при отверстиях диаметром менее 0,5 мм значительно уменьшается скорость подачи при сверлении и соответственно увеличивается время сверления.

На операции химической металлизации отверстий (рис. 3) возникает проблема протекания раствора через отверстие из-за соотношения диаметра отверстия и толщины платы, что отражается на качестве металлизации отверстий. Хотя применяемый в ЗАО ЦПТА процесс прямой металлизации позволяет металлизировать отверстия с высоким отношением толщины печатной платы к диаметру отверстий (10:1), мы стараемся в данной статье придерживаться параметров обычной двусторонней платы без всяких претензий на прецизионность.



Рис. 3. а) Операция химической металлизации отверстий и гальванического меднения; б) фотография микрошлифа печатной платы данной операции

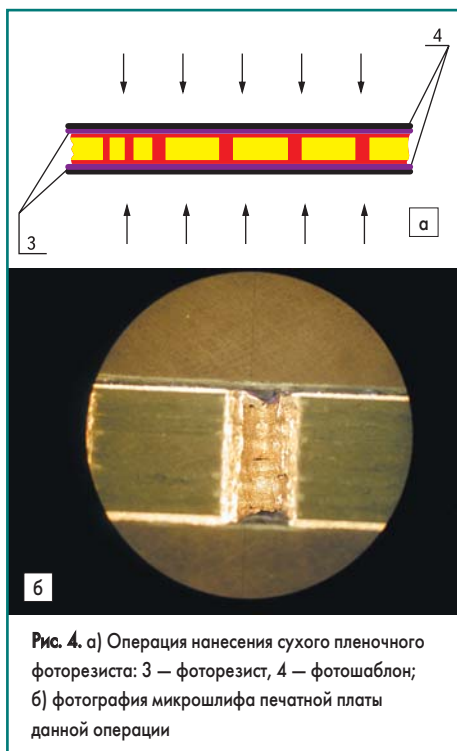


Рис. 4. а) Операция нанесения сухого пленочного фоторезиста: 3 — фоторезист, 4 — фотошаблон; б) фотография микрошлифа печатной платы данной операции

Получив металлизированные отверстия, переходим к одному из самых интересных и важных этапов в изготовлении печатных плат — получению проводящего рисунка на поверхности платы.

На участке фотолитографии (рис. 4) на плату наносят сухой пленочный фоторезист (фотополимерный материал, чувствительный к УФ-излучению). Затем после экспонирования рисунка печатной платы через фотошаблон, предварительно совмещенный по базовым отверстиям с заготовкой печатной платы, и последующего проявления изображения осуществляют гальваническое наращивание меди и на проводящий рисунок наносят металлорезист (рис. 5), защищающий проводники и металлизированные отверстия при травлении (рис. 6).

В этом месте хотелось бы обратить внимание на нюансы, которые встречаются в практике. При наличии полигонов довольно часто

используют аперттуру (ширину линии заливки) со значением, стремящимся к нулю (например, 0,0001 мм). При этом объем файла в формате Gerber проводящего слоя мультиплицированной заготовки стремится к бесконечности и тяжело обрабатывается САМ-программами. Иногда, создав полигон, забывают задать заливку, а потом удивленно смотрят на готовую плату. Бывают варианты, когда вместо «проводящего» полигона задается «рисованный», да еще сложной формы. В данном случае программа или не может подобрать аперттуру или задает аперттуру, стремящуюся к нулю.

При выборе шага прокладки проводников (лучше сказать, ширины проводников и величины зазора между элементами проводящего рисунка) также нужно руководствоваться здравым смыслом. Обычно вполне достаточно использовать проводники с минимальной шириной 0,3–0,33 мм и зазорами 0,25–0,3 мм. В некоторых, наиболее узких местах возможны проводники шириной 0,17–0,2 мм и зазоры 0,15–0,2 мм; при этом надо понимать, что такие участки необходимо делать максимально короткой длины (порядка 5–10 мм). Выбирая между проводником и зазором, предпочтение следует отдавать увеличению ширины проводника, так как при травлении она с большей долей вероятности будет уменьшена из-за бокового подтравы.

При выборе контактной площадки рекомендуется пользоваться следующими условиями:

- для отверстий диаметром не более 1,0 мм — $D_{кп} = d_{отв} + 0,5 \text{ мм}$;
- для отверстий диаметром более 1,0 мм — $D_{кп} = d_{отв} + 1,0 \text{ мм}$ (или больше).

Это связано с тем, что при пайке ЭРИ с выводами соответствующих диаметров применяются определенные тепловые режимы, да и сами ЭРИ имеют существенные габариты.

Не нужно при создании библиотек ЭРИ на отверстиях, которые не требуют металлизации, изображать контактные площадки, особенно в размер или меньше диаметра отверстия. Иначе этот фрагмент рисунка загрязняет раствор

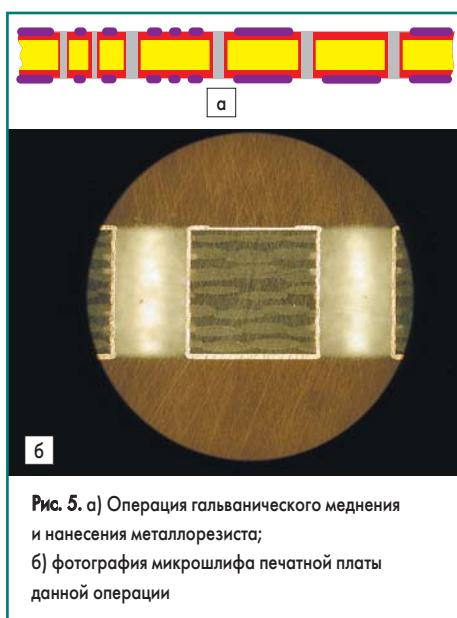


Рис. 5. а) Операция гальванического меднения и нанесения металлорезиста; б) фотография микрошлифа печатной платы данной операции



Рис. 6. а) Операция травления проводников и металлизированных отверстий; б) фотография микрошлифа печатной платы данной операции

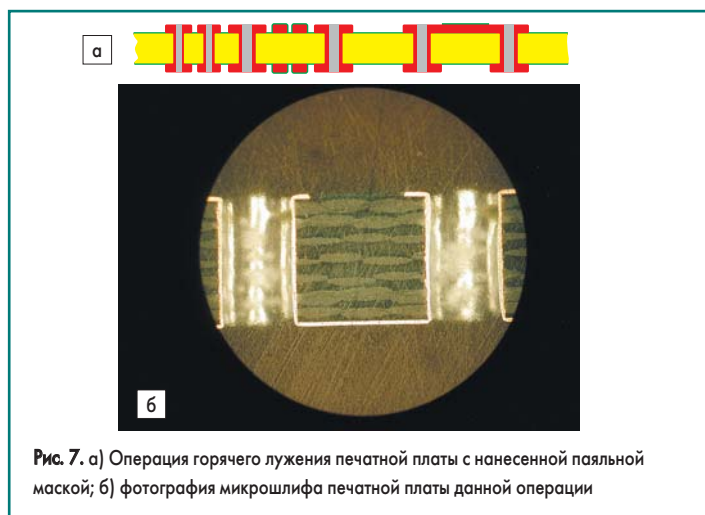


Рис. 7. а) Операция горячего лужения печатной платы с нанесенной паяльной маской; б) фотография микрошлифа печатной платы данной операции

проявления фоторезиста. Загрязненный раствор имеет нехорошую «привычку» прилипать на самом важном участке проводящего рисунка, что приводит к протраву или замыканию, в зависимости от технологии получения проводящего рисунка. Эти же дефекты возможны при зазорах между элементами одной цепи менее 0,15 мм (лучше или соединять вплотную, или раздвигать на расстояние 0,25–0,3 мм).

После травления печатной платы снимают металлорезист и на протравленную заготовку наносят паяльную маску (обычно зеленого цвета). Паяльная маска предназначена для защиты всей поверхности печатной платы (кроме контактных площадок элементов поверхностного монтажа и монтажных отверстий) от воздействия флюса и расплавленного припоя при групповых процессах пайки, а также для защиты проводников от перегрева.

При заказе печатных плат с паяльной маской, в местах, которые должны быть свободны от маски (то есть там, где элементы проводящего рисунка должны быть покрыты оловянно-свинцовым покрытием (ПОС) или другим покрытием), нужно в соответствующих слоях (например, TopMask, BotMask) выполнить изображение необходимого открытия в реальном, а не в условном виде. Контактные площадки обычно открывают, не создавая дополнительно их изображений (если библиотека правильно создана). Необходимость закрытия переходных отверстий лучше оговаривать отдельно.

В ЗАО ЦПТА применяется жидкая паяльная маска, которая протекает в отверстия, но гарантировать и контролировать, что маска закрыла весь медный столбик, невозможно, и вероятность коррозии в таких местах, не защищенных ни маской, ни ПОС, очень велика.

Печатная плата с нанесенной паяльной маской поступает на участок горячего лужения. Предварительно покрытая флюсом плата вертикально погружается в ванну с расплавленным припоем. При обратном движении облуженной платы из ванны вверх удаляется избыток припоя с поверхности, и отверстия очищаются с помощью горячего воздуха («воздушных ножей») (рис. 7).

Затем заготовка печатной платы попадает на участок механической обработки, где происходит обработка по контуру. Если контур платы прямоугольный и толщина материала не менее 0,8 мм, возможна обработка методом скрайбирования, когда дисковыми фрезами делают надрезы, оставляя перемычку в материале порядка 0,2–0,3 мм (в основном применяется для печатных плат, поступающих на операцию групповой пайки ЭРИ). Точность обработки — 0,4 мм. Если контур имеет сложную форму и жесткие допуски на размеры, без фрезерования не обойтись. В ЗАО ЦПТА применяются для обработки контура в основном фрезы диаметром 2 мм, но в исключительных случаях есть возможность выполнять пазы фрезами 1,6 мм или другого номинала.

В завершение технологического процесса печатная плата поступает в отдел технического контроля. Проверенные на соответствие требованиям, изложенным в сопроводительных документах, и принятые контролерами платы упаковывают, после чего они готовы к отгрузке заказчику.

Очень хочется надеяться, что данная публикация окажется полезной для понимания особенностей технологического процесса изготовления печатных плат.