

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

Если плата двусторонняя...

Нет необходимости заявлять, что качество разработки и изготовления печатных плат в любительских условиях улучшилось, а время разработки – уменьшилось, в связи с применением компьютерных программ моделирования, таких, например, как Sprint Layout и других, следующий за этим способ переноса рисунка проводников печатной платы на фольгированные материалы для последующего вытравливания незакрытой рисунком проводников меди (например, в растворе хлорного железа), получил название ЛУТ (лазерно-утюжная технология). Вкратце: рисунок проводников печатной платы, разработанный в программе (Sprint Layout), печатается на лазерном принтере в натуральную величину в зеркальном изображении с максимальным количеством тонера на листе гладкой бумаги, затем отпечаток прикладывается к подготовленной поверхности фольгированного стеклотекстолита и проглаживается горячим утюгом. Тонер рисунка, при высокой температуре, размягчается и приклеивается к поверхности фольги заготовки, останется удалить бумажную подложку и протравить плату, вот, вроде и всё – плата готова. Останется просверлить отверстия под выводы деталей (если монтаж не SMD) и можно собирать схему. Однако, могут быть и нюансы, например, как добиться точного совпадения отверстий под выводы деталей при двустороннем монтаже (не SMD), естественно, создание монтажной платы, при этом, будет более сложным и займёт больше времени...

Ну, да обо всём по-порядку: возьмём электронный ключ В. Дроздова [1] и на этом примере рассмотрим процесс изготовления двусторонней печатной платы. Отмечу, что каждая изготавливаемая собственноручно печатная плата является образцом творчества и много интересного может рассказать о её создателе, поэтому нужно, при максимальной аккуратности, стремиться вложить в нее произведение и душу, тогда будут и шедевры...

Итак, задание получено – изготовить плату ключа Дроздова: собираем детали, руководствуясь принципиальной схемой в [1], если необходимо, учитываем реальные размеры каждой детали и корректируем в Sprint Layout под них рисунки платы (размещены на сайте журнала РЛ), затем распечатываем на лазерном принтере оба рисунка шаблона (с нижней и верхней стороны платы) в масштабе 1:1 и в зеркальном отображении на листе гладкой бумаги (на рекламных листах, листах из "модных" журналов, фотобумаге или плёнке для лазерных принтеров). Заметьте, в углах каждого рисунка имеются отверстия, назовём их "реперными" (опорными), с их помощью будем совмещать рисунки обеих сторон платы, такие отверстия можно выполнить и вне платы (при избытке фольгированного материала) или позднее использовать под крепёжные отверстия. Эти отверстия должны совпадать при наложении отпечатков сторон платы друг на друга. При рисовании платы в среде выше упомянутой программы достаточно установить четыре "лишних" площадки (пятанка) – они, точнее, их отверстия, и будут реперными.

Берём кусок стеклотекстолита (фольгированного с двух сторон) толщиной 1,0...1,5 мм размерами 75x80 мм (запас 5 мм или более), технологический запас плате, размеры которой 70x75 мм, нужен – см. ниже. Чтобы сильно не истончать фольгу платы, при подготовке, не следует применять крупнозернистые наждачные бумаги, берём "микронку" или чернильный ластик, для любителей блеска можно использовать и пасту ГОИ, причём, на первом этапе, достаточно подготовить лишь одну сторону, например, нижнюю, – ту, на которой не будут устанавливаться детали. Перед установкой бумажного шаблона на подготовленную заготовку, поверхность медной фольги обезжиривается чистым спиртом, ацетоном или другим прозрачным растворителем. Под заготовкой платы должна быть ровная поверхность, например, лист ламината,

сидение табурета, покрытое пластиком и т.п., которая не должна деформироваться при нажатии, я кладу на пол лист ламината, на его поверхность – "изолирующий" белый лист стандартного формата А4, на лист – заготовку, на заготовку – аккуратно вырезанный бумажный шаблон отпечатком к фольге, второй лист формата А4 (прокладку между шаблоном и утюгом) придерживаю за край, чтобы не сдвинулся и не сдвинул шаблон и опускаю его поверх шаблона, хорошо разогретый утюг ставлю, не сдвигая утюг, движениями вправо-влево, относительно одной вертикальной оси, на весь пакет, сильно прижимаю его, затем проглаживаю вращательными движениями с прижимом, снова сильно прижимаю – операция длится около минуты, затем опускаю заготовку с приклеенным шаблоном в ванночку с водой (холодной или комнатной температуры). Если бумажный шаблон не имеет рисунков (что часто бывает на рекламе), то можно оставить намокать бумагу в течение 3...5 минут, затем катышками осторожными круговыми движениями бумажная подложка удаляется (если на оборотной стороне шаблона имеются рисунки, нужно осторожно ногтём сделать ряд неглубоких царапин, бумага быстрее намокнет и будет быстрее удалена). Проконтролировав полное удаление бумаги, промокаем заготовку бумажным полотенцем или сдуваем влагу струёй воздуха. Разматываем небольшой отрезок прозрачного скотча (не малярного) и укладываем заготовку платы на его липкую сторону "прижаренным" изображением вверх, оставив с края полоску скотча "на загиб" (обычно – 5...7 мм), если ширина скотча небольшая, то делаем две или несколько полос внахлест друг на друга, с расчётом, чтобы вся рабочая сторона заготовки платы была надёжно защищена, прожимаем скотч к плате, особенно по краям, и заворачиваем припуск скотча на рабочую сторону и также плотно прожимаем его к плате, следя за тем, чтобы заворачиваемые концы скотча не перекрывали

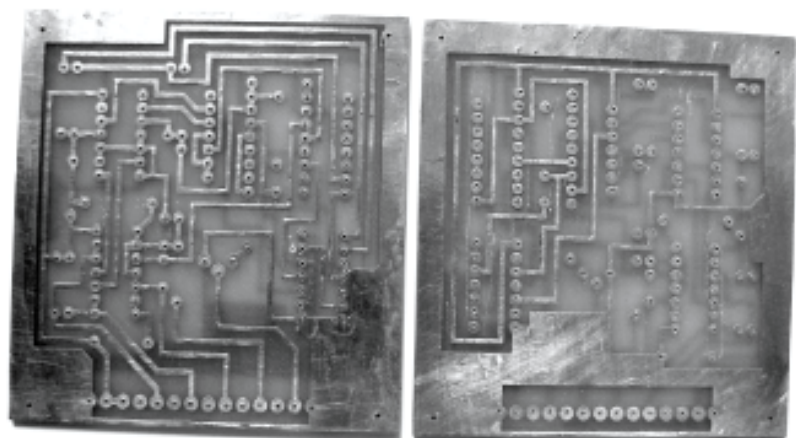


Фото 1. Как видно из фото отверстия с левой части вышли на правую довольно точно, хотя сверление осуществлялось ручной микродрелью

вытраиваемую фольгу. Плата подготовлена к травлению. Одну сторону можно вытраивать, чтобы тонер на заготовке платы не проело, травление в растворе хлорного железа нужно проводить быстро, постоянно покачивая ванночку, толщина тонера отпечатка должна быть достаточной, а большие поверхности тонера не грех продублировать, например, лаком для ногтей, им же следует осуществлять и коррекцию изображения, в случае непрочности или отслаивания тонера на заготовке платы. После полного протравливания рисунка печатных проводников, идёт промывка, скотч с платы удаляется, сверлятся реперные отверстия и подготавливается поверхность платы со стороны установки деталей (верхней стороны). Берётся шаблон этой стороны платы, со стороны изображения делаются проколы реперных отверстий иглой или булавкой с колечком (подложив ровный кусок пенопласта или толстый журнал, тетрадь), игла в эти отверстия должна проходить на глубину до 1 см. Далее переворачиваем шаблон изображением к подготовленной и обезжиренной поверхности фольги, смотрите, чтобы изображение было приложено не наоборот по отношению к изображению с другой стороны (НП!), в реперные отверстия будущей платы вставляем иглы или булавки и проверяем соответствия проколотых отверстий в шаблоне и плате, они должны совпадать; чтобы иглы лучше держались, плату следует положить на толстый журнал и надёжно воткнуть иглы в реперные отверстия на

большую глубину, шаблон осаживаем к поверхности платы. С одного угла (например, левого ближнего) убираем иглу и между тремя иглами вводим угол "верхнего" чистого листа формата А4 (прокладка) и, через него, носком утюга приглаживаем шаблон к плате; как только он зафиксировался, убираем иглы и дожимаем шаблон утюгом так, как описано выше. Опускаем плату с приглаженным вторым шаблоном в ванночку с водой, где после размочания катышками удаляется бумажная подложка. Сушим плату и заклеиваем скотчем, как описано выше, теперь уже вытравленную сторону, далее – процесс травления, промывки и сушки платы, удаление тонера (ацетоном или другим растворителем) с обеих поверхностей платы, покрытие проводников флюсом и лужение (легкоплавким припоем с помощью оплётки от экранированных проводов), кернение отверстий и их сверление. Здесь хочу заметить, что сверление всех отверстий нужно проводить строго под углом 90 градусов к поверхности платы, в противном случае, на противоположной от сверлилки стороне отверстие будет не по центру контактной площадки (пятанка) и ошибка будет тем больше, чем толще материал изолятора – стеклотекстолит. Чтобы не промазать, если нет уверенности в собственной точности, можно на стороне меньшей ответственности (сторона под деталями, где меньше соединений, например) делать пятанки большего диаметра, хотя их больше шага координатной сетки не сделаешь – будут сливаться,

но, совсем немного можно и увеличить, а ещё лучше, – повысить аккуратность изготовления плат, и тогда всё будет нормально: отверстия и на другой стороне платы будут в центре пятанков или рядом с центром – см. фото 1.

В заключении заметки хотел бы отметить, что шаблоны - отпечатки не следует мять, сгибать и брать руками за тонер, – он этого не любит и обязательно "отомстит" плохой адгезией с материалом заготовки платы, протравом проводников (где не нужно) и другим пакостным образом. Заготовки плат следует протирать перед накаткой шаблонов безворсовыми чистыми тряпочками или промывать чистой щёткой (с растворителем). При разработках плат самостоятельно, я бы порекомендовал пользоваться Sprint Layout 6, так как у него координатная сетка не округляет значения до сотых долей мм, например: не делает из 0,625 – 0,63, что ещё более повышает точность установки реперных отверстий. Можно ли сразу две поверхности накатывать и вытраивать?.. Наверное, можно, но я не пробовал, хотя осуществить это можно, думаю, так: взять два шаблона и через реперные отверстия склепать их с платой заклёпками из припоя диаметром 0,8 мм, например, каждый шаблон – на своём месте. Затем вставить пакет в вулканизатор и провести "прижаривание" обеих шаблонов сразу, а затем действовать по известному алгоритму... Разрабатывая печатные платы с проводниками на их обеих сторонах, можно рисунки шаблонов в программе Sprint Layout выполнить в одном файле (рядом) и по одной координатной сетке, теперь реперные отверстия будут ещё точнее соответствовать на обоих шаблонах, так как даже их печать будет производиться одновременно: на одном листе.

Рисунки печатной платы (файл [epd.zip](http://www.radioliga.com)) вы можете загрузить с сайта нашего журнала:

<http://www.radioliga.com>
(раздел "Программы")



Литература

1. В. Дроздов (РА3АО). Узлы современного трансивера. Электронный ключ. - Радио, 1986, №11, стр. 19...20.