



«РАДИОХОББИ» в гостях у ЭХИ SU.HARDW.TECHNOLOGY сети ФидоНет

Несмотря на развитие Интернета, бесплатная любительская компьютерная сеть FidoNet остается популярнейшей виртуальной «тусовкой» для миллионов ее членов - «поинтов» во всем мире. Сегодня модератор одной из «железных» эх (так в Фидо называются виртуальные тематические конференции) и член редколлегии нашего журнала Александр Торрес любезно предоставил некоторые материалы, которые дадут возможность ознакомиться не только с последними веяниями в радиоловительской технологии изготовления печатных плат, но и с формой общения в эхах. С этой целью мате-

риал излагается с минимумом правок, т.е. практически в таком же виде, как его читают на своих ПК подписчики эхи. Сразу отметим, что язык Фидо насыщен жаргоном и гораздо ближе к разговорному, чем официально-академический язык многих рекламных Интернет-сайтов. Для читателей, впервые услышавших о Фидо: знак > в эхах применяется в начале строки для выделения (цитирования) предыдущего сообщения, часто перед ним имеется 2-3 буквы (например, **NS>**) - это инициалы автора сообщения. Заголовок **Subj.** (subject) - тема сообщения. Продолжение следует!

Subj: Изготовление печатных плат в домашних условиях. "Классический" метод.

Первое, что необходимо сделать, - нарисовать плату (одно- или двухстороннюю) на листе бумаги. Многие пользуются для этих целей миллиметровой, кто-то - диаграммной бумагой для некоторых типов самописцев (на ней нанесены клетки с шагом 2.5 мм, искать такую нужно на ТЭЦ и электростанциях). Но, поскольку у каждого читающего эти строки есть компьютер, то удобнее всего разработать рисунок с его помощью и распечатать. PCAD 4.5 спокойно работает даже на 286-м без сопроцессора и с 640К ОЗУ. Равно как и OrCad 3х, работающий на компе без винта, с дискеты. Если не использовать автотрассировку, то освоить его можно за один день.

Простейший вариант - просто нарисовать мышкой свою плату в графическом редакторе PCCARDS, гораздо более удобный - нарисовать принципиальную схему в PCCAPS, вытащить из нее список электрических связей с помощью PCNODES, создать текстовый *.fil файл соответствия библиотек и откомпилировать его с помощью PREPACK, получить файл с корпусами и связями между выводами с помощью PCPACK, развести эти связи в PCCARDS и распечатать в PCPRINT.

Промежуточный способ - границы платы рисуются вручную, вручную составляются элементы и вручную, глядя на принципиальную схему, отмечаются соединения (т.н. "красные цепи", rats). Это удобно как при дальнейшей ручной трассировке (видно, что уже соединено, а что еще нет), так можно и автотрассировку запустить.

Что касается печати - PCPRINT печатает горбато, для шаблонов плохо. В этом отношении хорош был простой трассировщик SmART (Small ART Work), программа печати которого умела печатать на матричный принтер в масштабе 2:1 в три прохода - после чего эту "белку" можно было спокойно перефотографировать на фотобланк. И что еще умел Смарт и не умеет практически ни один другой CAD - "подрезка" "пятак" (контактных площадок) при печати, если рядом дорожка проходит.

*Но поскольку речь идет о Пикаде, то лучше воспользоваться следующей технологией:

1) Печать производится не в PCPRINT, а в PCPLOTS, при этом устанавливается плоттер HP 7475 и вывод, разумеется, направляется в файл.

2) Запускается программа PrintGL (PRTGL, есть для DOS, Вин, ОС/2, это не из комплекта Пикада!!!). Она "понимает" плоттерский файл, созданный rplots_ом, и может его показать на экране, преобразовать в графический файл или распечатать на принтере (поддерживается большое количество матричных, лазерных и струйных принтеров). При желании, можно изменить диаметр "перьев", т.е. толщину дорожек. Масштабирование можно производить в rplots, но удобнее в prtgl.

Более подробно - в широко распространенном в электронном виде руководстве на PCAD. Ищите у знакомых, на дисках "Схемотехника" или обращайтесь в эху RUS.PCAD.

Следующий этап - сверловка. Наиболее опытные стараются сверлить отверстия без предварительного кернения, так как оно нарушает структуру стеклотекстолита и потом контактные площадки гораздо охотнее отскакивают от платы при пайке. Я сверлю небольшим авиационным двигателем постоянного тока. На его валу укреплен небольшой патрончик, купленный за приемлемую цену на радиорынке. Внутри его - сменная цапга. Пять таких цапг обеспечивают одетую новку сверл от 0,5 до 3 мм. Сверху на двигатель одета половинка упаковки "Киндерсюрприза" с кнопкой KM1-1.

После сверления плату нужно зачистить не слишком крупной наждачкой и, по возможности, не прикасаться к ней руками.

*Если сверление аккуратное (нет "задилов"), то зачистку можно производить твердой стирательной резинкой.

Чем рисовать? Большинство фидошников почему-то предпочитают цапон-лак. Я пользуюсь нитрозмалью, разбавленной ацетоном до удобной консистенции. Слишком жидкую можно просто подсушить на воздухе. Если необходимо нанести дорожки шириной меньше полмиллиметра, можно применять маркировочную краску для ПВХ-трубок (раствор нигрозина в дихлорэтане), но если вы не токсикоман, то пользоваться ей нужно на открытом воздухе или на сквозняке.

Для особо ленивых - в последнее время в продаже появилось множество водостойких спиртовых маркеров. Можно, конечно, рисовать и ими, если застругать пишущую часть бритвенным лезвием.

Инструмент для рисования. Есть оригиналы, пользующиеся для этих целей спичкой. Можно, конечно, и пальцем рисовать, но есть средства получше. Неплохо использовать стеклянный рейсфедер, который легко можно сделать самому из подходящей по диаметру стеклянной трубки (ищется в ближайшем химкабинете). Берется свечка или другой подобный источник пламени, часть трубки ближе к одному из краев нагревается и оттягивается пинцетом до образования перешейка нужного диаметра. При желании можно и согнуть под удобным для себя углом. Потом обломить, надрав алмазным бруском или надфилем, и им же зашлифовать края.

Можно использовать и медицинские иглы от шприцев, укоротив их примерно вдвое и, естественно, сделав прямой срез, а не косой.

Большинство плат я рисую стержнем от шариковой ручки. Вытаскиваешь из него металлическую вставку, вставляешь в нее обычную швейную иглолку, придавливаешь - шарик вылезает наружу. Вставку без шарика засовываешь обратно - инструмент готов. Можно надеть на обратный конец кембрик, если опасаться напиться краски. Конец кембрика берется в рот и регулируется давление в инструменте. Набирать краску на высоту не более 1-2 см, в зависимости от густоты.

Дихлорэтановые чернила применяются для рисования плат с тонкими дорожками, например, когда нужно протягивать проводники между выводами DIP-корпусов. Рисовать нужно "ученическим" пером, если кто-то еще помнит, что это такое. Под рукой держать тряпочку для протирки этого пера, так как чернила быстро загустевают на воздухе.

Рисовать дорожки можно не только от руки, но и с помощью прозрачной линейки, на нижней стороне которой по углам есть небольшие выступы, чтобы линейка не ложилась на еще не высохшие дорожки. Если купить такую не удалось (чаще продают не линейки, а всяческие трафареты с такими выступами), то можно сделать и самому из тонкого оргстекла, наклеив по краям маленькие кусочки того же оргстекла, а заодно и расчертив его для удобства шилом на квадраты с шагом 5 мм.

Контактные площадки лучше нарисовать в первую очередь, а потом уже соединять их дорожками. Можно тем же инструментом, но некоторым нравится наносить их заостренной спичкой или шилом, окуная его в краску на определенную глубину (чтобы набрать нужную дозу краски), а затем вставить в отверстие на плате. Краска стекает аккуратно круглой "кляксой". В этом случае против спички я ничего не имею.

Subj: Изготовление п/плат в домашних условиях с помощью фоторезиста Cramolin Positiv - Eugene Krashtan

Эта технология не требует никаких сверхдифицитных материалов или ловкости рук. Платы получаются весьма приличного качества. Сначала проверьте, есть ли у вас в

наличии все необходимые инструменты и материалы. Итак, нам понадобятся:

- Программа разводки печатных плат.
- Струйный или лазерный принтер (сомневаюсь, что подойдет матричный).
- Пленка (glossy) для этого типа принтера.
- Черный маркер или гелевая ручка.
- Мягкая кисточка, из которой не лезут волосы.
- Тонкая липкая лента, скотч.
- Наждак-нулевка либо, если у вас есть дрель (а она понадобится), то войлочный круг и какая-нибудь тонкая абразивная паста.
- Фен или тепловентилятор.
- Настольная лампа дневного света, такая, с трубочками белого цвета.
- Коробочка от компакта, не сильно поцарапанная.
- Куча всяких тяжелых железок, можно гири, молотки.
- Фотокювета подходящего размера.
- Едкий натр (в комплекте с крамолином идет маленький пакетик, так вот его очень мало, лучше купить в магазине химреактивов или в специализированной аптеке. Зайдите в ближайшую аптеку и там вам подскажут, где в вашем городе есть такая аптека. В Киеве я реактивами закупался в магазинчике завода реактивов, на Дарнице, 3 остановка трамвая от м.Черниговской.)
- Хлорное железо, купленное там же.
- Раствор канифоли.
- Ацетон, вата.

Итак, в любой программе вы нарисовали плату. Я для этих целей использую Протель. У кого его нету, идите на www.protel.com и закажите себе бесплатный фирменный диск с мануалом. Он триальный, по полный. Поэтому прежде чем пускать Протель, крекните его. Креки периодически ходят в эхе rus.pcad. Когда разведете плату, не забудьте толстые проводники (земля, питание) заменить сеточками (Place -> Polygon plane), а то многие принтеры отказываются печатать сплошную черную область, посредине она получается полупрозрачной. А так у платы вид получается достаточно козырный :)

Размеры платы вам известны, отрезаете кусок текстолита с запасом по 1-2 см с каждой стороны. Берете наждак или войлочный круг и доводите фольгу до почти зеркального состояния, ибо каждая царапина может потенциально дать соплю на плате, и вы эту соплю задолбаетесь искать. Проверьте, чтобы плата была ровной, без изгибов и "винта", и выровняйте при необходимости.

Взбалтываете баллончик Крамолина и с 20-30 см обливаете им плату до получения видимого на глаз синего слоя. Быстро, пока он не схватился, кисточкой поправляете неровности, убираете волоски и соринки и кладете на ровное темное место подсушить минут 10. Желательно это делать где-то на балконе или в сарае, ибо вонюха от лака жуткая, крышу срывает за 5 минут. Разумеется, обязательно это делать в тени.

На краях лак ляжет неровно, но края нам и не нужны, мы ведь отрезали с запасом.

Когда лак сверху слегка схватился, кладете текстолит под фен на 15-20-25 минут, чем дольше, тем лучше. Пока крамолин сохнет, занимаемся фотомаской.

Сначала выводите плату на печать на лист бумаги, не забыв пометить, какой стороной вы этот лист совали в принтер. Нижняя сторона (bottom) печатается нормально, верхняя - зеркально. При печати включите только нужный слой и multilayer, чтобы отверстия появились. Ну и mechanical4 - чтобы края платы были видны.

Если отпечаток вас удовлетворил, отрезаете от прозрачной пленки кусок подходящего размера и скотчем приклеиваете его на этот лист на место отпечатка. Приклеивать только верхний край!!! Заряжаете лист в принтер, в опциях печати ставите печать пожирнее, тут нельзя тонер экономить, и печатаете второй раз. Отклеиваете пленку и на просвет смотрите. Там, где вы умудрились цапнуть пленку пальцами (ну и что, что я не говорил "Руками не трогать"? Сами должны были догадаться) тонер ляжет плохо. Берете черный маркер и ретушируете эти места.

К этому времени первая сторона просохла, повторяем нанесение крамолина на вторую сторону, либо пропускаем этот пункт, если плата односторонняя.

Пока сохнет вторая сторона, берем две готовые пленки с фотомаской и складываем их - тонер к тонеру. Аккуратно подрезая края, склеиваем скотчем их с двух сторон (например, снизу и справа), чтобы все отверстия точно совпали.

Берем коробку от компакта. Снимаем крышку, отмываем ей уши (искусство требует жертв!). Ставим на плиту большую кастрюлю воды, куда влазит крышка, и доводим крышку

почти до кипения, градусов до 90. Очень аккуратно, чтоб крышка не треснула, изгибаем ее вдоль, чтоб получился бугор буквально 2-3 мм, и охлаждаем. Для больших плат может понадобиться 2 или 3 крышки. Либо постарайтесь найти очень тонкое оргстекло, обычное стекло не годится, ибо не пропускает ультрафиолета.

Подсохшую плату вкладываем в серединку этого бутерброда и прикрепляем скотчем к одной стороне. При этом пленка не должна коробиться. Настольную лампу мы пока не включаем! Теперь берем мягкий коврик от мышки, на него кладем бутерброд, сверху оргстекло горбом вниз, и с краев это все прижимаем тяжелыми железяками. Просвета между пленкой и текстолитом быть не должно. Я подозреваю, что вместо всей этой ерунды можно просто намочить плату, и пленка будет прижиматься за счет поверхностного натяжения, но эксперимент пока не проводил.

Теперь берем настольную лампу. Эти импортные лампы дают весьма приличный поток ультрафиолета, ПЗУшки под ними стираются за 2 часа.

С расстояния в 10 см засвечиваем плату в течение 35 мин. Возможно, на другую лампу будут другие параметры, я кучу крамолина извел, пока подобрал время. Переворачиваем, опять светим. Выключаем лампу.

Лирическое отступление - как правильно подобрать время засветки. Сделайте фотомаслон с кучей горизонтальных и вертикальных дорожек или сеточек и через каждый сантиметр напишите 20, 30 ... 90. Ну или больше. Это экспозиция в минутах. Кладете тестовую платку с этим фотомаслоном под лампу и через 20 минут закрываете чем-то непрозрачным до отметки 20. Через 10 минут сдвигаете до отметки 30 и так далее. Потом проявляете и выбираете наилучшее время.

Пока плата засвечивается, готовим в кювете раствор NaOH, 7 г/л, и тщательно размешиваем. Крупинок быть не должно! Раствор должен быть комнатной температуры.

Аккуратно снимаем пленку, она может опять понадобиться. Засвеченные и незасвеченные участки будут слегка отличаться по цвету.

Кладем плату в раствор NaOH. Она некоторое время лежит спокойно, потом с нее взлетают облачка синего цвета - плата проявилась. Поболтать ее в растворе еще минут пять, чтобы наверняка, и промывайте холодной водой.

Смотрим на творение своих рук. Кое-где на плату попали волосинки и пылинки - поправляем эти места раствором канифоли, подкрашенным синими чернилами. Если довольны, можно травить. Если нет - безжалостно смываем крамолин ацетоном и начинаем все по новой.

Делаем раствор хлорного железа сумасшедшей концентрации, пока не перестанет растворяться, и травим плату ХОЛОДНЫМ раствором. Да-да, постарайтесь, чтобы раствор был не горячее 20 градусов. Я на эти грабли наступил :(

Протравили, смыли крамолин ацетоном - можно сверлить. Если повезет, то дырочки совпадут. В любом случае сверлить стоит со стороны пайки - легче глюки потом исправлять.

Ну вот и все, собственно говоря. Если кто-то знает какой-то способ усовершенствовать процесс - буду рад включить его в это руководство.

Ну и если повезет, то можно достать фотомаску. Мне она еще пока не попадалась :(Или расскажите, как это сделать крамолином и обычным лаком или эпоксидкой.

НК> У нас появились на рынке какие-то аэрозольные банки с "фоторезистивным лаком". Кто-то это чудо враждебной химии шупал? Как результаты? что получается реально?

Вполне отличные результаты дает применение ROZITIV 20. Но технология весьма чувствительна к отклонениям параметров. Мне пришлось сначала израсходовать примерно пол-аэрозоля, прежде чем я обнаружил свою ошибку: после нанесения на плату лак ОБЯЗАТЕЛЬНО нужно высушивать НЕ МЕНЕЕ суток, иначе он переходит в проявитель очень быстро и установит момент окончания травления практически не удастся. Отсутствие отлива не показатель хорошей сушки. Также необходимо СТРОГО выдерживать концентрацию NaOH: ровно 7 граммов на литр воды. Взвешивай на весах. Малейшее отклонение в сторону - будешь делать все сначала. И вообще, нахалюва "прогнать" весь процесс - думать забудь! Не нужно повторять чужих ошибок ;)

В качестве источника света я использую ДРЛ-250 со спленным баллоном, ее включаю в сеть через штатный дроссель. Применять абразивные материалы для подготовки поверхности стеклотекстолита КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩЕНО. Это приводит к неравномерному проявлению - проверено. Так что покупай материал весьма пристально ;)

После отработки процесса и получения первой платы "заводского" качества чувствуешь непомерное удовлетворение



- ведь теперь можно очень плодотворно потрудиться над рисунком в ACCEL EDA или других САДах...

Наконец, последнее. Некоторые трудности при изготовлении двусторонних плат. Тут приходится повозиться... Ведь неясно, как реагирует спиртоканифольный лак на проявитель NaOH. Но этот вопрос легко изучить опытным путем ;)

Subj: Лазерный утюг

Тут пришел черед отложить чужой опыт и подумать самому. Во-первых: что представляют собою материалы, используемые нами? Гетинакс: ткань, пропитанная химически стойким полимером. Медь: металл, стоящий в ряду Бекетова правее водорода. Тонер: полимер, получаемый путем спекания какого-то порошка при достаточно высоких температурах. Следовательно, можно сделать предположение, что он обладает достаточной химической стойкостью. И наконец - верхняя часть нашего бутерброда - бумага. А что такое бумага? Это - целлюлоза! Сразу вспоминается один из самых известных в нашей стране процессов в области орг. химии: разложение целлюлозы серной кислотой с образованием спирта. В данном, весьма нехарактерном случае, нас интересует не результат, а сам процесс.

Едем в ближайший химический магазин. Для меня это "Беллар", пересечение пр.Славы и Софийской улицы. Такое здание, развернутое фасадом с крыльцом к перекрестку. На первом этаже. Берем там 1 кг. хлорного железа (~30 р.), полтора литра концентрированной химически чистой серной кислоты (~40 р.) и несем все это дело при помощи общественного транспорта к себе домой.

Если кого удивили количества приобретаемых реактивов, то разъясняя: это минимальные партии. Соответственно скажется спасибо тому, кто подскажет местоположение в Ленинграде розничного химторга с хорошими транспортными подходами.

Но вернемся к нашим баранам. Процесс подготовки плат стандартный: тщательная зачистка мелкой шкуркой, чистка сафеткой, 2-3 минуты в хлорном железе. Далее прикладывается рисунок, 5-6 листиков газеты (для большей мягкости, ээ., равномерности прижима, и чтобы случайно рисунок утюгом не свернут). Пятисотваттным утюгом на полную мощность все переносится, как в типографии напечатано.

Далее готовим кислоту. Как мне сказали в магазине, у них все кислоты концентрированы по определению. Соответственно делюсь печальным опытом разбавления. В школьном курсе химии говорилось, что конц. серную кислоту можно пользоваться только в стеклянной посуде, а разбавлять надо, приливая что-то к чему-то по палочке (что к чему, воду или к-ту - к сожалению не помню). Это в теории. На практике - палочки под рукой не оказалось, катать туда-сюда полторалитровую бутылку - это тоже не сахар, а посему было плюнуто в чашку на глазок немного воды и столько же заветной жидкости.

ВНИМАНИЕ: результат подобных необдуманных действий мгновенно вскипает. Поэтому советуя поискать школьный курс химии и поинтересоваться, что и как делать.

Короче: после того, как наш бутерброд, пролежав в подобном продукте полчаса, был поднесен под струю крана - всю бумагу (как волной ;-)) смыло напором.

Далее все как обычно: хлорное железо, лужение. Края - как ножом обрезало.

P.S. Лично мне пока не доводилось видеть более простой, эффективной и дешевой технологии травления в домашних условиях. Надеюсь, что все вышенаписанное хоть кому-нибудь поможет.

AP>>> Тут некоторые писали, что хлорным травится за несколько минут. Или железо у меня не то, или сам стар стал, но у меня оно травится по несколько часов. Что в него добавить, чтоб ускорить процесс ?

>Хлорное подогреть. Плату или вертикально, или фольгой вниз и помешивать. Когда-то я сделал плоскую вертикальную кювету, из прозрачного плекса, с моторчиком от касетника. Плата подвешивалась на шнурке, обернутом вокруг небольшого шкива на валу двигателя. Сначала хотел нормальный эксцентрик сделать, но хватило погрешности кое-как вручную обработанного шкива плюс вибрация от движка. Травило очень быстро.

Для начала возьми немного раствора и смешай его с водой. Если на просвет будет видно хоть немного желтизны - этим раствором еще можно работать. Свежий раствор при комнатной температуре травит 35 мкм фольгу при покачивании кюветы не более 20 минут. При нагреве до 50 - 60 градусов - не более 7 минут. У истощенного раствора время увеличится максимум в 2 раза. В раствор хлорного железа полезно добавить соляной кислоты, это ускоряет

процесс травления за счет растворения некоторых соединений, которые оседают на поверхности платы и мешают нормальному травлению. И платы потом намного лучше отмываются от шламов. Не верьте всяким россказням по восстановлению раствора. Чуть все это. Регенирировать в домашних условиях совершенно бессмысленно и очень опасно. Сам процесс регенерации обходится раз в 5 дороже нового реактива. Проще купить или сделать хлорное железо.

Subj : Уайтспирит

Многие используют "лазерно-утюговую" технологию изготовления печатных плат. Предлагаю заменить температурный способ переноса изображения на химический. В копировальных аппаратах и лазерных принтерах для отделения тонера от тефлонового вала применяются, как правило, два основных способа. Первый при помощи фьюзерной (силиконовой) смазки, это там где есть фетровые валики. Второй способ, когда отделитель выделяется из состава тонера при нагревании во фьюзере (печке). Это я все к тому, что приемлемое качество при "утюговой" технологии получить невозможно принципиально. При химическом способе результат гораздо выше. Перенос изображения практически 100%, и зависит только от качества печати на "факсовке". Хорошо получаются толстые проводники и сплошные участки, правда, напечатать это сложно, поэтому толщину дорожек лучше брать 0,3 - 0,5 мм, а сплошные участки делать в виде сетки.

Суть способа в следующем (как это делаю я). Поверхность платы зачищается абразивной пастой для мытья посуды (пермолюкс). Моется в проточной воде и сушится. Протирается сафеткой, пропитанной УАЙТСПИРИТОМ. Уайтспирит при помощи полоски бумаги шириной 1 см наносится на факсовку со стороны изображения. Наносить уайтспирит по одному месту дважды и более нельзя. Влажная "факсовка" накладывается на плату. После контакта факсовки с платой факсовку нельзя перемещать (протягивать) по плате. На факсовку накладывается три - пять листов бумаги. Плата укладывается между двух книг в мягком переплете. Полученный бутерброд зажимается в пресс (я использую из набора "Юный переплетчик") на 8 часов (это важно). Затем плата помещается в воду. Через 10 часов (это тоже важно) факсовка отделится сама, оставшие участки обработать зубной щеткой. Я использовал копир, работающий по первому способу отделения тонера (см. выше), но думаю, что и для второго способа результат будет тот же. Эта технология еще на стадии экспериментов, но первые результаты впечатляющие, поэтому предлагаю её всем для дальнейшего совершенствования.

Subj: смывка тонера

Тут кто-то писал об использовании уайтспирита для растворения лазерного тонера. Я попробовал и категорически отказался от такого запаха и от многочасовых ожиданий готовности пирога. Кто-то вспомнил об ацетоне, как о потенциальном растворителе тонера. Я попробовал ацетон и после нескольких неудачных попыток получил отличный результат. Делюсь опытом. Как известно, главная сложность лазерно-утюжной технологии заключается в том, что не всегда удается сразу угадать время выдержки утюга, его температуру и силу прижима. Предлагаемый вашему вниманию метод полностью свободен от этих недостатков. Итак:

1. Не следует недооценивать влияние тщательнейшей обработки заготовки мелкой шкуркой. Весьма рекомендую на 20-30 секунд погрузить заготовку в раствор для травления для получения матовой поверхности меди, после чего заготовка моется в проточной воде, протирается ацетоном и сушится.
2. Кладем стеклотекстолит лицом кверху.
3. Сверху кладем факсовку рисунком вниз. Желательно оставить по краям некоторый выпуск факсовки для удобства удержания факсовки при выполнении дальнейших операций.
4. Мочим ватный тампон обильно ацетоном.
5. Начинаем разглаживать факсовку тампоном от центра во все стороны, уничтожая пузырьки воздуха. Этот пункт выполняется с произвольным (средним) прижимом тампона, но конечно, не до протирания дыр. Рисунок сразу проявляется сквозь факсовку, и можно контролировать положение рисунка на плате и его качество. Первое время можно даже слегка двигать факсовку.
6. Через две-три минуты разглаживания ацетоновым тампоном нужно сверху на факсовку положить промокашку или несколько слоев туалетной бумаги, или просто газету и накрыть это все чем-нибудь типа книги. Прижим не должен быть сильным, лишь бы мокрая факсовка при высыхании не отделилась от платы. Минут через 5-10, когда это все высохнет, можно аккуратно взять заготовку с приклеившейся факсовкой и положить ее в теплую воду на 10-20 мин.

7. "Скатать" факсовую как переводную картинку точно как в лазерно-утюжной технологии. Проводники 0.3 мм получаются легко, и вообще процесс значительно менее капризный, чем утюг.

Subj: утюжно-лазерная технология

1. Бумага - взять основу от самоклеяки, или термобумагу для факса

>> однозначно термобумагу, причем подготовленную - сперва листы выгладить горячим утюгом до плоского состояния (при этом они станут темно-коричневыми, затем синеваато-серыми), в таком виде сложить их для будущего употребления. Перед выводом платы прогнать лист через принтер - например, отпечатав пустую страницу. Минимальный размер листа ~6 x 12 см для HP 5/6L.

2. Печатать - на максимуме жирности, зеркально. Печать и перевод на заготовку могут быть с разницей до недели, больше не пробовал (это для тех, у кого дома лазера нет).

3. Заготовку взять с запасом по 3-5 мм с каждой стороны. Фольгу слегка зашкурить нулевой и протереть. Не должно быть всяких вредных налетов типа осадка от денатурата. Я использую изопропиловый спирт или бензин "калоша" (ака "для зажигалок").

4. Утюг - с нормальной гладкой поверхностью, разогреть заранее. Температура - для восковки надо тщательнее подбирать (у меня показометр на "иск.шелк"), иначе начнёт пропитка переноситься. Для термобумаги - можно и выше.

5. Пыль/всякая мелочь - быть не должно ни на фольге, ни на бумаге.

6. Сделать бутерброд - на ровную толстую фанеру (правда, у меня 3-миллиметровка ;-) положить кусок плотного картона, заготовку платы, слудть пыль, рисунок, для термобумаги (она ж тонкая) - ещё и кусок в меру плотной бумаги, горячий утюг. Может ты на металлической плоскости всё делал? - точно не получится.

7. Начинаешь елозить утюгом, прижимая с силой ~5..10 кг/кв.дм. Елозишь минуты две, чтобы прихватиться.

8. Очень слегка наклонив утюг, пару минут прикатываешь отдельные дорожки. Тут очень важно и не раздавить дорожки, и притом приварить их. Время от времени надо опускать утюг на всю плоскость, чтобы оставшая часть не остывала. На термобумаге отчётливо видно разницу в приваренных и дефектных кусках.

9. Ну ещё минуту гладить для очистки совести и убираешь утюг. Бутерброд остывает, и вспучиваются участки бумаги между дорожками. Остывания не дожидаясь, плату сразу под струю круглого кипятка.

10. Теперь плату - под струю воды, и кусочком мокрого поролона начинаешь стирать бумагу. Большими кусками или с сухой фольги сдирать её нельзя. С поролона надо почаще убирать комки бумаги.

>> можно проще - берём бумагу за уголок и срываем. Уж затем пальцем /тряпкой /поролоном снимаем остатки.

11. Новым кусочком губки стираешь ворс (насколько получится), смотришь влажный рисунок под лупой. Если дефектов много или они расположены в неудобных местах, loop p.1, с вариацией параметров.

12. Обратную сторону заклеить полосами широкого скотча, травить. Можно даже в кипящем FeCl₃ :- (тут на днях disaster случился).

13. Дождавшись окончания травления, вытащить/промыть/высушить/содрать скотч. Тонер удобно снимать лезвием бритвы, держа её вертикально.

>> или ребром следующей заготовки

14. Слегка зашкурить, внимательно просмотреть рисунок. В этот момент можно плюнуть и вернуться к каменному веку ;-)

15. Если надо двухстороннюю, то нужно просверлить заранее предусмотренные на чертеже реперные отверстия, по ним и совместить с рисунком другой стороны.

Subj: Фоторезист «самопал»

Это один из самых доступных методов изготовления Сабжа. Причем довольно с неплохими параметрами. Широту сферы применения, надеюсь, оцените ;).

Обыкновенным фотоснимком сейчас никого не удивить. А вот можно ли изготовить отпечаток не на бумаге или пленке, а на каком-либо другом материале - металле, керамике, пластмассе? Это можно сделать, воспользовавшись способностью яичного белка, альбумина в присутствии солей хрома задубливаться под действием света и терять способность растворяться в воде. Этот метод фотокопирования широко использовался в фотографии в начале прошлого века, а теперь его применяют для получения трафаретов для травления металла, рисунков на керамических плитках и т.д.

Возьмите несколько свежих куриных яиц и отделите белки от желтков так, как это делают хозяйки, - ударив ножом по скорлупе и осторожно переливая содержимое яйца из половинки в половинку над чашкой или стаканом. Полученный белок сбейте в пену и дайте ему отстояться часа 2-3; в результате все пленки останутся с пеной, а внизу будет находиться чистый прозрачный белок.

Одновременно готовится очувствляющий раствор. Для этого в 100 мл воды следует растворить 2 г бихромата калия и разделить раствор на две части. К одной части нужно добавлять 10%-ный раствор аммиака (нашатырного спирта) до тех пор, пока оранжевый раствор не станет лимонно-желтым; после этого обе части раствора слейте вместе. Этот раствор следует хранить в темноте и употреблять по мере надобности. Чтобы приготовить светочувствительный раствор, белок нужно смешать с половинным объемом раствора хромовой соли и профильтровать через влажную вату. Выполнять эту операцию следует на слабом рассеянном свете. Полученную смесь налейте тонким слоем на чистую поверхность стекла, металла, керамики или какого-либо другого материала и осторожно высушите. Чтобы слой был ровным и тонким, его лучше всего наносить, вращая подложку на горизонтальном диске (например, диске проигрывателя). А ускорить сушку можно, воспользовавшись рефлектором для обогрева комнаты, следя только за тем, чтобы температура не была слишком высокой и белок не свернулся.

Отпечаток получают контактным способом, плотно прижимая негатив эмульсионным слоем к поверхности пластинки и освещая его солнечным светом или светом сильной электрической лампы (500 Вт, 70 см); продолжительность экспозиции (около 3-5 минут) подбирается опытным путем. После окончания экспонирования светочувствительную поверхность надо покрыть тонким слоем литографской краски (она бывает в художественных салонах); краску следует наносить резиновым валиком, употребляемым в фотографии, предварительно раскатав ее на куске стекла. После этого пластинку опускают в воду. В тех местах, куда свет не попадал, белок начнет разбухать и отходить от поверхности подложки.

Достаточно разбухший белок осторожно удаляют под водой ватным тампоном. Когда пластинка и краска высохнут, получится позитивный отпечаток. При желании этим способом можно получать и многоцветные отпечатки. Для этого поверх сухого окрашенного слоя надо снова нанести светочувствительный слой и повторить все операции, только используя для экспозиции другой негатив и закатывая экспонированный слой краской другого цвета. При этом придерживайтесь такого правила: самый первый (начиная от подложки) слой должен быть самым темным, а все последующие слои - все светлее и светлее. Окончательное изображение для лучшей сохранности рекомендуется покрыть слоем бесцветного нитролака, распыляя его из пульверизатора.

Чтобы получить трафарет для травления металла, поступают несколько иным способом. После того как экспонированный слой закатан литографской краской, отмыт водой и подсушен (краска должна быть еще липкой), поверхность пластинки припудривают тонко измельченной канифолью и излишки порошка сдувают. Затем пластинку следует осторожно подогреть на электроплитке до тех пор, пока порошок не сплавится с краской. В результате в засвеченных местах образуется прочное кислотоупорное покрытие, и если пластинку поместить в раствор подходящей кислоты (предварительно покрыв ее тыльную сторону лаком), то открытые места растворятся и образуется рельефный рисунок. А если в качестве подложки взять керамическую плитку или стекло, а полученный рисунок припудрить не канифолью, а стекляннм порошком с низкой температурой плавления, то после нагревания в печи на поверхности плитки получится рисунок из стекляннй глазури, который можно сделать и цветным, используя цветное стекло или добавляя к нему соли разных металлов.

Subj: Лужение печатных плат

Сейчас все лотки завалены сплавами Розе. Его температура плавления в 95 градусов по Цельсию. Хорошо промой фольгу при помощи губки стиральным порошком. Опusti на 1 - 2 минуты в 10% раствор соляной кислоты. После быстрой промывки 5-10 секунд в проточной воде. Помещаешь плату в ванночку со сплавом Розе в глицерине. На 500 мл глицерина нужно добавить 1 чайную ложку лимонной кислоты. Помешиваешь, чтобы вся фольга покрылась сплавом. Излишки сплава под слоем глицерина снимаешь резиновым ракелем. Ванночку (металлическую) удобно нагревать на электрической плитке. Температура примерно 150 градусов. Глицерин должен не кипеть, а лишь слегка дымиться.