

2.3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ТЕХНОЛОГИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОЛИТОГРАФИИ

Цель работы: ознакомление с процессом изготовления печатной платы с использованием фотолитографии, изучение этапов изготовления.

Задание по работе

В данной работе рассматривается метод изготовления печатных плат с использованием фотолитографии. Кратко излагаются основные этапы метода с графическими иллюстрациями, изменения состояния исходного материала заготовки. После выполнения лабораторной работы требуется ответить на контрольные вопросы, перечисленные в конце.

Теоретическая часть

Изучить лекцию 1.5 «Способы получения рисунка печатной платы».

Подготовка к работе

Перед началом работы необходимо ознакомиться с техникой безопасности, заранее подготовить тестовую ПП в САПР “Altium Designer”, убедиться в наличии нужных для лабораторной работы материалов: стеклотекстолит, фоторезист, кальцинированная сода, 3% процентная перекись водорода H_2O_2 , кислота лимонная, поваренная соль, ацетон, бязевая ткань.

Порядок выполнения работы

1. Проектирование ПП в САПР “Altium Designer”

2. Подготовка стеклотекстолита

Вырезать заготовку из фольгированного стеклотекстолита при помощи ножниц по металлу размером на 10 мм превышающим размер платы;

2.1 Зачистить неровности боковых поверхностей при помощи наждачной бумаги (при данной операции следует защищать дыхательные пути от попадания в них мелких частиц, образующихся в процессе зачистки);

2.2 Нанести на поверхность фольги чистящее средство, например «Пемолукс», для удаления жировых пятен с поверхности стеклотекстолита; смочить губку водой; используя смоченную губку и моющее средство, тщательно прочистить поверхность стеклотекстолита;

2.3 Для окончательного очищения поверхности платы протереть поверхность салфеткой, смоченной обезжиривателем, ацетоном или спиртом;

2.4 Просушить заготовку на воздухе при комнатной температуре до полного высыхания;

2.5 До следующей операции запрещается трогать руками подготовленный стеклотекстолит; в случае наличия визуальных дефектов на поверхности платы (жировые пятна или неравномерная толщина фольги) рекомендуется повторить всю операцию снова;

3. Наложение фоторезиста

3.1 Вырезать заготовку из листа фоторезиста. Размер фоторезиста должен быть больше, чем габаритные размеры платы на 20-30 мм;

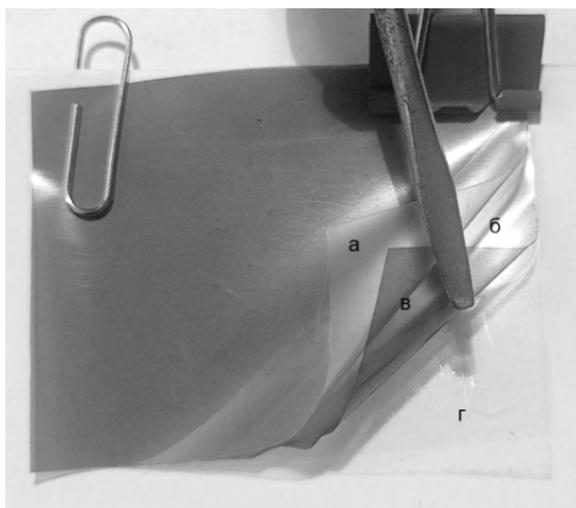


Рис. 2.12. Трехслойная структура фоторезиста:

а – внутренняя защитная плётка фоторезиста
(снимают перед наклейкой фоторезиста на фольгированный стеклотекстолит);

б – внутренняя сторона фоторезиста;

в – внешняя сторона фоторезиста;

г – внешняя защитная плётка фоторезиста

(снимают перед проявкой фоторезиста в растворе кальцинированной соды).

3.2 Включить и подогреть ламинатор в течение 10-15 минут; на готовность к работе будет указывать световая индикация на приборной панели ламинатора;

3.3 Собрать «пакет»;

Примеры пакетов и последовательность сборки представлены на рисунках ниже:

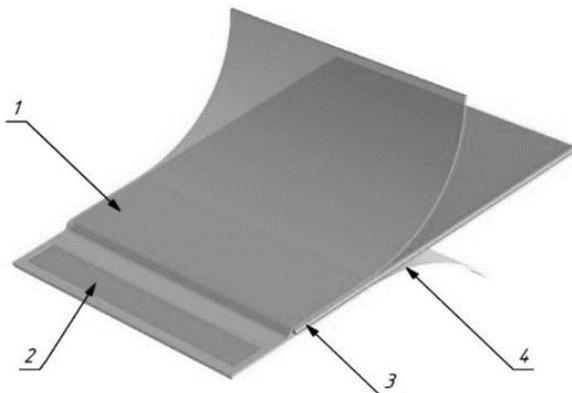


Рис. 2.13. Сборка «пакета» 1-го типа: 1 -фоторезист; 2 – закрепленный к бумаге фоторезист; 3 – двусторонний стеклотекстолит; 4 – лист бумаги

Для сборки «пакета» 1-ого типа потребуется закрепить феном для пайки (150 градусов); поступательными движениями вдоль края бумаги провести горячим потоком воздуха по фоторезисту до его потемнения на 2-3 тона.

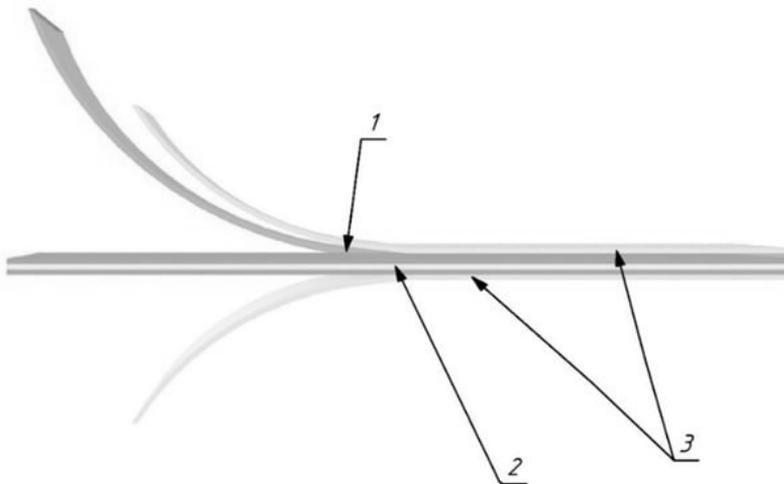


Рис. 2.14. Сборка «пакета» 2-го типа: 1 -фоторезист; 2 – двусторонний стеклотекстолит; 3 – лист бумаги

3.4 Положить заготовку с фоторезистом между двумя листами А4, скрепить листы между собой для предотвращения разделения «бумажного пакета» и протянуть между валками, поддерживая заготовку платы параллельно плоскости стола;

3.5 Не вынимая заготовку из «бумажного пакета», охладить;

3.6 Извлечь заготовку из «бумажного пакета», провести визуальный контроль качества соединения фоторезиста с заготовкой;

Примечание: при наличии пузырей или отслоений фоторезиста рекомендуется провести пробное наложение и проверить не пересекают ли дефекты рисунок топологии платы: в случае если дефекты совпадают с проводящим рисунком, следует очистить поверхность заготовки от фоторезиста и повторить технологическую операцию накатки фоторезиста.

4. Экспонирование

Следует проверить чистоту стекла, установленного в прижимную пластину установки экспонирования, чтобы избежать появления дефектов при выполнении операции;

Для выполнения операции можно использовать любую ультрафиолетовую лампу или установку УФ-экспонирования. Время экспонирования определяется экспериментально. При использовании лабораторной установки время экспонирования будет колебаться от 30 секунд до 1,5 минут, а при использовании маломощной УФ-лампы время экспонирования может продолжаться даже более 10 минут. Перед проведением операции настоятельно рекомендуется провести опыт на образце, проэкспериментировав с различным временем экспонирования и последующей операцией проявки.

4.1 Открыть крышку установки «ЛКРФ» УФ-экспонирования, положить заготовку фоторезистом вверх, наложить негативный шаблон проводящего рисунка;

4.2 Плавно опустить прижимную пластину установки и защёлкнуть замки, чтобы избежать смещения шаблона с поверхности заготовки; затем опустить крышку установки;

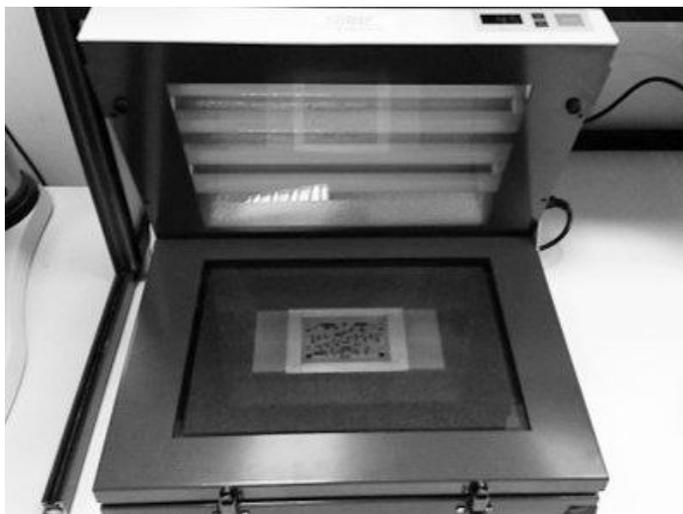


Рис. 2.15. УФ-экспонирование



Рис. 2.16. Промышленная установка экспонирования: 1 – рама-стол;
2 – заготовка в пакете с фотошаблоном

- 4.3 Подать питание на установку;
- 4.4 Выставить на приборной панели значение времени экспонирования в секундах;
- 4.5 Нажать кнопку «Старт»;
- 4.6 По окончании процесса извлечь заготовку и отключить питание установки;
- 4.7 Дождаться пока заготовка остынет естественным путём.

5. Проявка

5.1 Взять пластмассовую ванночку размером, большим чем габаритные размеры платы;

5.2 Приготовить раствор кальцинированной соды объёмом в зависимости от площади, покрываемой фоторезистом;

Таблица 2. 3

Рекомендованные пропорции реагентов для раствора

Оборудование:	Весы электронные до 100 г
Материалы:	Кальцинированная сода
Инструмент:	Пинцет пластмассовый, пинцет металлический, кисть щетинная
Приспособления:	Пластмассовые ванны для проявки, мерный стакан емкостью 500 мл, местная вентиляция, электрический чайник, термометр
Примечания:	Рекомендуется использовать, имеющий температуру около 45 градусов Цельсия

Таблица 2. 4

Справочная таблица для приготовления проявочного раствора

Объём раствора, мл	Объём воды, мл	Масса соды, г	Площадь фоторезиста, мм ²
500 мл	500 мл	10 г	500 мм ²
250 мл	250 мл	5 г	100 мм ²
100 мл	100 мл	2 г	50 мм ²

Раствор должен полностью покрывать поверхность платы с нанесённым на неё фоторезистом!

Алгоритм создания раствора:

- а) Вскипятить воду в электрическом чайнике;
- б) Смешать воду комнатной температуры и кипяченую воду из чайника, чтобы получилось термодинамическое равновесие жидкости около 45 °С; контролировать температуру можно с помощью ртутного термометра;
- в) Поместить данную жидкость в ванночку, добавить кальцинированную соду в нужной пропорции, воспользовавшись электронными весами;
- г) Помешивая, добиться полного растворения соды в жидкости.

5.3 Снять защитную плёнку с фоторезиста;

5.4 Поместить плату в раствор таким образом, чтобы он полностью покрывал сторону платы с нанесённым фоторезистом;

5.5 Выдержать плату в растворе в течение 1-3 минут, постоянно покачивая и обновляя слои раствора вблизи поверхности фоторезиста, с целью интенсификации растворения слоя фоторезиста;

5.6 Визуальное контролирование окончания процесса. Слой фоторезиста на поверхности между токопроводящими дорожками начинает набухать, вспучиваться: в таком состоянии он легко удаляется кисточкой;

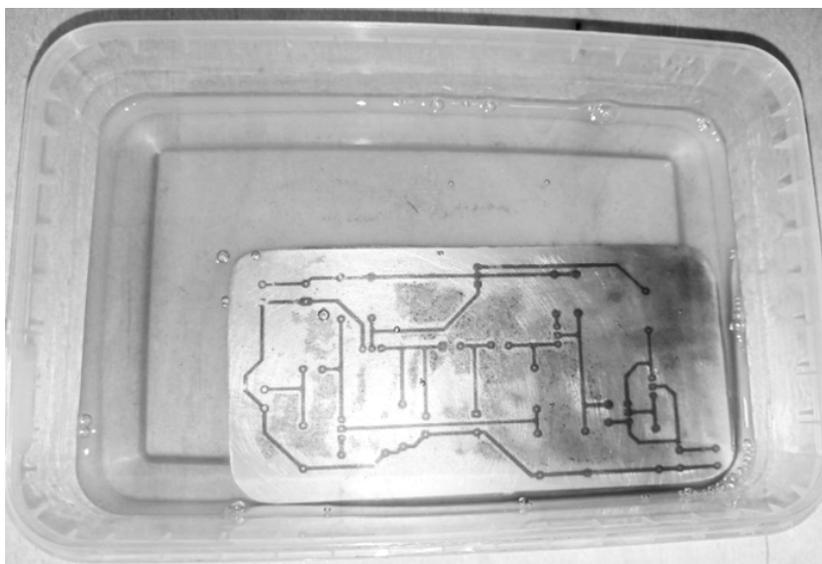


Рис. 2. 17. Процесс смывки не проявленного фоторезиста в растворе кальцинированной соды (раствор синий или фиолетовый)

5.7 После окончания процесса на плате должен остаться проэкспонированный и дублированный фоторезист в виде контура проводящего рисунка; плата изымается из раствора, промывается в проточной воде и очищается от оставшихся хлопьев фоторезиста;

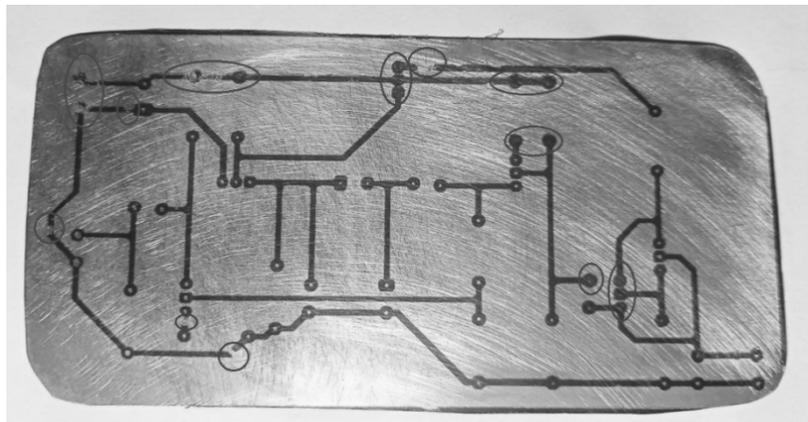


Рис. 2. 18. Возможные дефекты при экспонировании: разрывы металлизации на дорожках и на посадочных местах, непроявка отверстий в фоторезисте на посадочных местах

5.8 Охладить плату на воздухе до комнатной температуры;

В случае выявления каких-либо дефектов на плате следует дождаться полного высыхания платы и исправить их при помощи перманентного маркера или лака в случае, если сошло больше фоторезиста, чем требовалось, и острым ножом, проволокой или зубочисткой, если остался непроявленный фоторезист. Действовать следует очень аккуратно. Не все дефекты поддаются исправлению.

6. Вытравление

В таблице 2.5 представлена справочная информация для выполнения шестого этапа лабораторной работы:

Таблица 2 5

Справочная таблица для вытравливания

Оборудование:	Весы электронные до 100 г, микроскоп М
Материалы:	3% процентная перекись водорода H_2O_2 , кислота лимонная, поваренная соль, ацетон, бязевая ткань
Инструменты:	Пинцет пластмассовый, пинцет металлический, кисть плоская щетинная
Примечания:	Во время прохождения процесса травления тару с раствором рекомендуется держать в вытяжном шкафу или под трубкой местной вентиляции, установленной около каждого рабочего места

6.1 Приготовить раствор для травления; рекомендованные пропорции реагентов для раствора приведены в Таблице 2.6:

Таблица 2. 6

Справочная таблица для приготовления раствора травления

Название реагента	Перекись водорода	Лимонная кислота	Поваренная соль
Химическая формула	H_2O_2	$C_6H_8O_7$	NaCl
Количество реагента	100 мл	30 г	5г

Алгоритм создания раствора:

а) Воспользоваться мерным стаканом или же другой тарой. В случае тары без маркировки воспользоваться весами электронными до 100 грамм, и отмерить 100 мл 3% раствора перекиси водорода;

б) Перелить весь объем перекиси в ванночку для травления;

в) Взвесить на электронных весах 30 грамм лимонной кислоты и добавить их в ванночку;

г) Взвесить на электронных весах 5 грамм поваренной соли и добавить их в ванночку;

д) Размешать раствор до полного растворения кристаллов лимонной кислоты и поваренной соли;

6.2 Поместить в ванночку плату рисунком вверх, раствор должен полностью покрывать поверхность платы; рекомендуется оставлять между краем ванночки и верхним слоем раствора не менее 2 см;

6.3 Для ускоренного прохождения процесса травления рекомендуется обновлять слои раствора около поверхности платы, покачивая ванночку рукой;

6.4 По окончании процесса на плате остается только засвеченный фоторезист и проводящий рисунок меди под ним; следует извлечь плату из раствора;

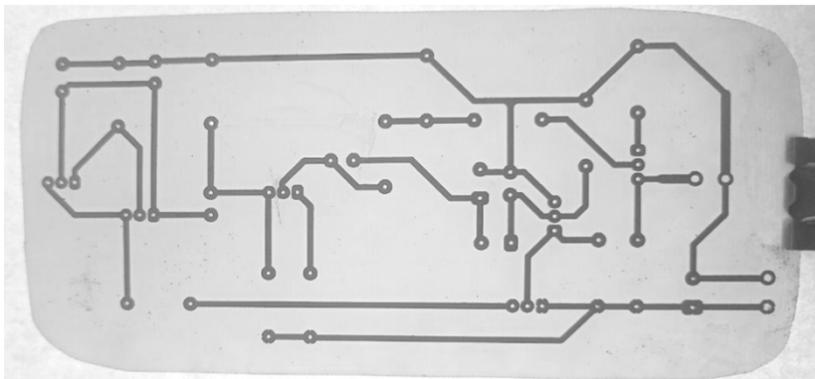


Рис. 2.19. Внешний вид ПП после смывки остатков фоторезиста

- 6.5 Промыть плату под струей проточной воды;
- 6.6 Удалить засвеченный фоторезист с помощью салфетки и ацетона;
- 6.7 Просушить плату на воздухе до полного высыхания;
- 6.8 Проверить качество травления под микроскопом при 16-кратном увеличении;

Возможны следующие дефекты:

- отслоение металлизации;
- разрыв металлизации;
- боковое подтравливание металлизации;
- “усики” на боковой поверхности металлизации;

7. Сверление отверстий

После сверления отверстий необходимо повторно очистить плату спиртовым раствором. Плата готова к лужению и пайке.

Завершение работы

После выполнения лабораторной работы необходимо привести рабочее место в порядок: убрать мусор, вымыть использованные ёмкости, выключить электронные приборы после использования.

Порядок оформления отчета по лабораторной работе

В отчете по выполненной работе должны быть представлены:

1. Цель и задачи экспериментального исследования;
2. Краткий конспект теоретической части и теоретические расчеты;
3. Результаты экспериментальных исследований

4. Выводы по итогам сравнения расчетных и экспериментальных показателей.
5. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Для чего при подготовке стеклотекстолита поверхности платы протирают салфеткой, смоченной обезжиривателем, ацетоном или спиртом?
2. Насколько больше, чем габаритные размеры, должен быть размер фоторезиста?
3. Каким образом для сборки «пакета» 1-ого типа происходит закрепление феном для пайки?
4. Для чего при сборке «пакета» листы нужно скреплять между собой?
5. Какое оборудование можно использовать для выполнения операции экспонирования?
6. Опишите алгоритм создания проявочного раствора.
7. Что должно остаться на плате после окончания процесса проявки?
8. Что необходимо сделать в случае выявления каких-либо дефектов на плате после процесса проявки?
9. Какие ингредиенты используются для создания раствора для травления?
10. Что остаётся на плате по окончании процесса травления?