

СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА МПП

- 1. Метод послойного наращивания.
- 2. Метод металлизации сквозных отверстий.
- 3. Метод попарного прессования.
- 4. Метод «ПАФОС».
- 5. «Microvia» - технология.
- 6. Сравнительная характеристика этих методов.

МПП - это единый коммутационный узел.

Состоит из слоев токопроводящего и изоляционного материалов.

Все электропроводные слои соединены между собой образуя сложную систему коммутации, соответствующую принципиальной электрической схеме.

Для склеивания отдельных слоев - связующие вещества:

- недополимеризованные диэлектрики,
 - клеи,
 - лаки,
 - термопластичные пленки и т. д.
-
- **Сложность:** надежное электрическое соединение между отдельными слоями МПП.
 - Технология МПП - на тех же технологических процессах что и обычные ПП.
 - !!! Требования к размерам и электрическим параметрам МПП - на порядок выше.

Выбор метода изготовления МПП определяется следующими *факторами*:

- число слоев;
- надежность межсоединений;
- плотность монтажа;
- вид выводов устанавливаемых ЭРЭ и ИС;
- ремонтпригодность;
- возможность механизации и автоматизации;
- длительность производственного цикла;
- экономичность.

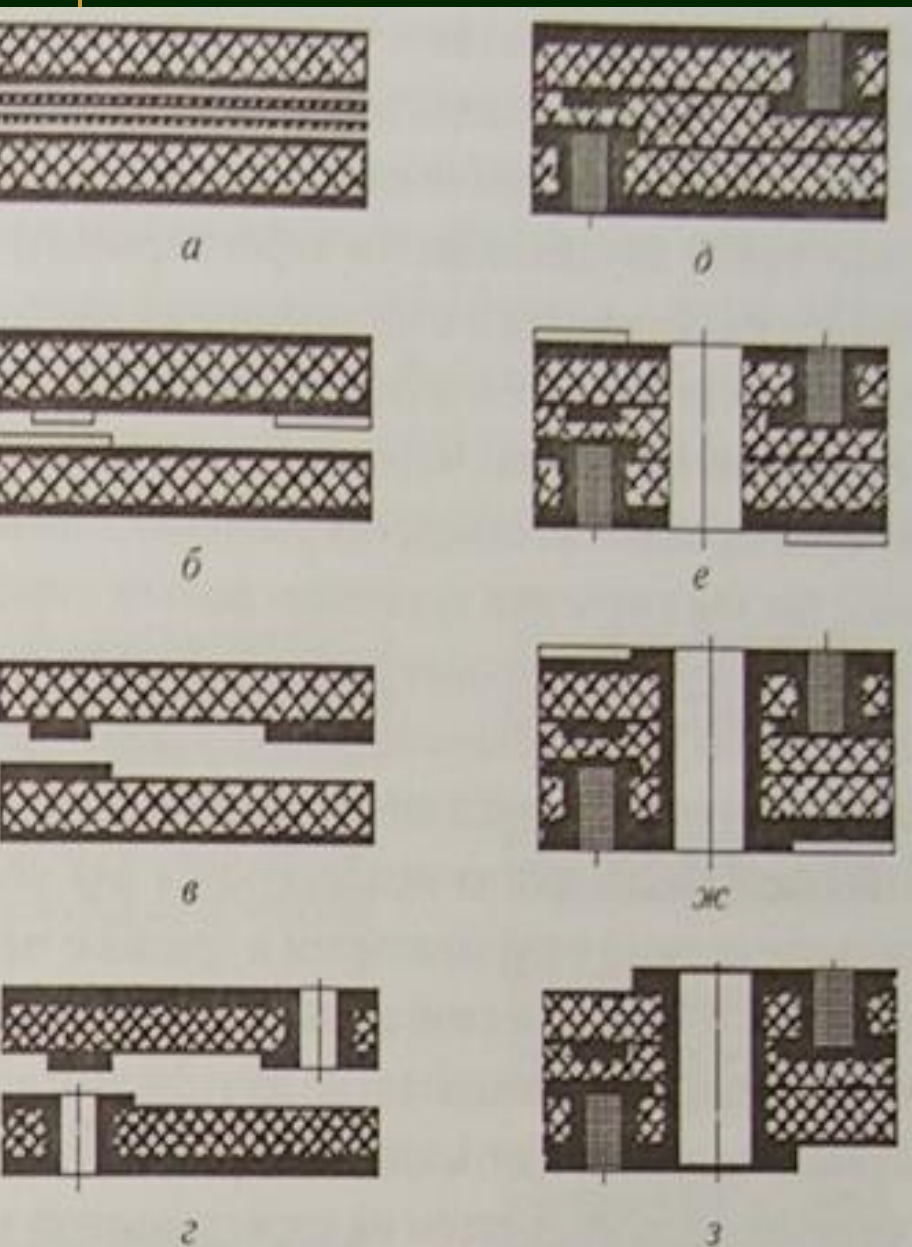
МПП изготавливаются с применением химико-гальванической металлизации для создания электрических межслойных соединений.

Основные способы изготовления МПП



1. Метод попарного прессования

Метод попарного прессования



Метод попарного прессования

- Двусторонний фольгированный диэлектрик.
- На одной стороне каждой заготовки - проводники внутренних слоев МПП химическим методом (2 и 3)
- Сверление отверстий для переходов со 2 слоя на 1 и с 3 на 4, далее - химико-гальваническая металлизация отверстий.
- Внутренние 2 и 3 - склеиваются между собой с помощью пропитанной лаком стеклоткани.
- На четырехслойной плате позитивным комбинированным методом изготавливаются схемы проводников первого и четвертого слоев.
- Для электрической связи 1 и 4 слоев - просверливаются и металлизированы отверстия.
- Между внутренними слоями прямой электрической связи нет.
- 2 и 3 связаны через переходы со второго на первый, с первого на четвертый и с четвертого на третий (ограничивает плотность монтажа).
- Все металлизированные отверстия ДБ заполнены смолой после прессования (при травлении фольги с пробельных мест на наружных слоях может произойти разрушение межслойных соединений).
- Избыток смолы на поверхности фольги также недопустим.

Метод попарного прессования

Недостатки:

- малое число слоев,
- не все металлизированные отверстия используются для монтажа:

отверстия, соединяющие первый слой со вторым и третий с четвертым, служат лишь для создания электрической связи между проводниками.

- цикл изготовления ПП длительный (последовательно выполняются хим. и гальв. металлизация слоев, а затем на спрессованной заготовки).

Достоинства:

- простота,
- получение МПП высокой надежностью.

2. Метод послойного наращивания

Метод послойного наращивания

Связь между слоями - с помощью сплошных столбиков Си.

Два способа получения электролитического соединения между:

- 1. Связь между слоями – столбиком из медной фольги.
 - Медную фольгу покрывают фоторезистом,
 - травливают медь с пробельных участков
 - контактные площадки защищают
 - повторное травление (которого толщина проводников уменьшается в 2 раза)
 - на поверхность платы (кроме контактных площадок) - изоляционный материал
 - На изоляционный материал – хим. Си, затем – гальв. Си.
 - Слой Си, контактирующий с выступающими площадками, покрывается фоторезистом,
 - далее - изготавливается рисунок второго слоя платы.

Операции выполняются столько раз, сколько требуется слоев МПП.

При монтаже ИС с планарными выводами контактные площадки используются для пайки выводов внахлест.

Метод послойного наращивания

- 2. Столбик - путем гальванического наращивания меди, начиная от фольги, через перфорированное отверстие в стеклоткани до ее верхней границы и даже несколько выше.

Важно!!!

- Контроль состояния поверхности контактных выступов.
- Не допускается вытекание лака или клея (прессование) на S контактных переходов-столбиков:
 - уменьшается S контактирования
 - плохое качество гальв. Сш.

Метод послойного наращивания

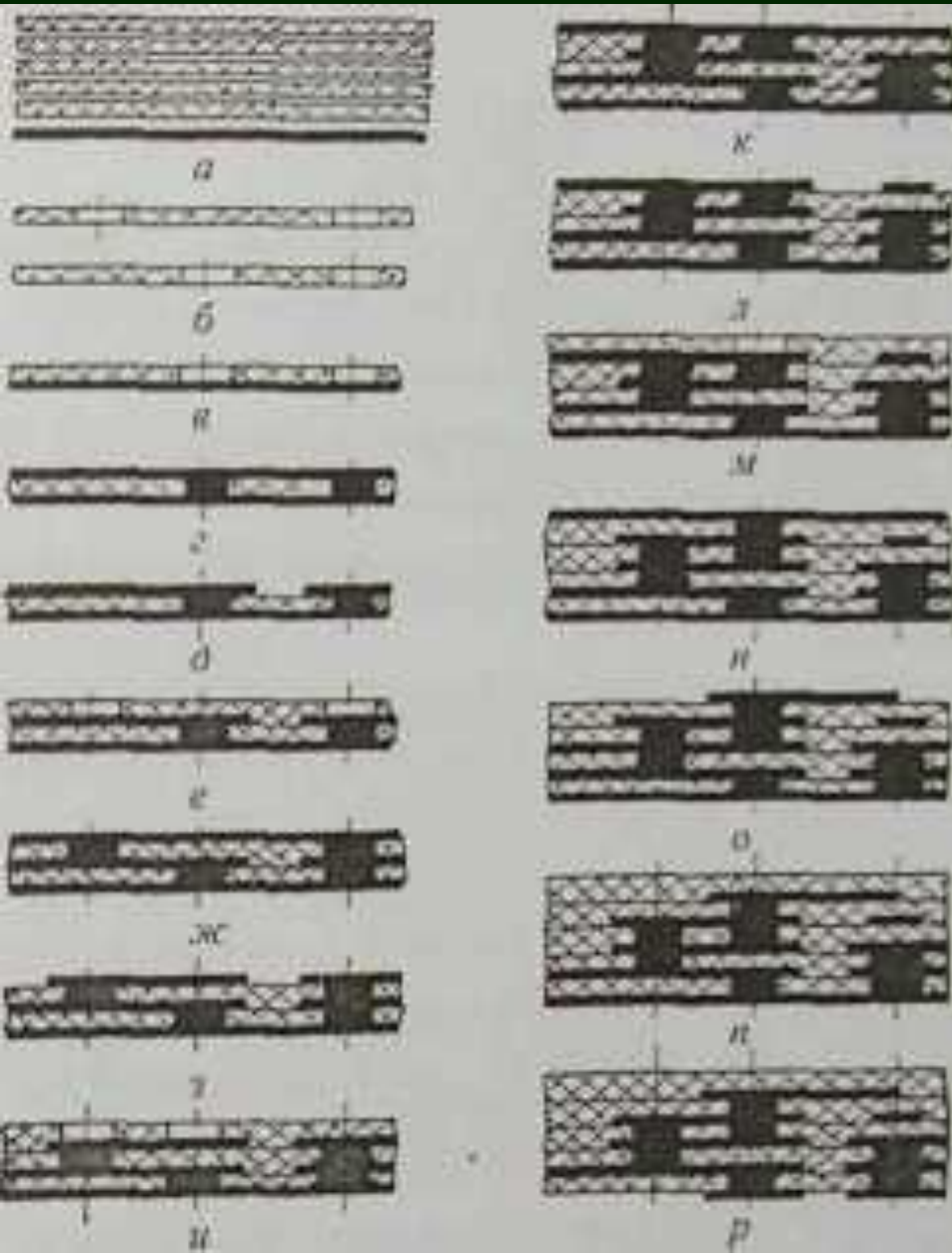


Схема ТП МПП методом послойного наращивания:

- а - изготовление заготовок стеклоткани и фольги;
- б - перфорирование диэлектрика;
- в - напрессовывание первого слоя перфорированного диэлектрика на фольгу;
- г - гальваническое наращивание столбиков Cu , хим. и гальв. Cu S диэлектрика;
- д - получение рисунка схемы второго слоя, травление меди с пробельных мест, удаление защитного слоя рисунка схемы;
- е-о — выполняются в соответствии с пунктами в-д; п - напрессовывание диэлектрика;
- р - получение рисунка схемы наружного слоя на фольге, нанесение металлорезиста, удаление защитного слоя рисунка схемы, травление меди с пробельных мест, осветление, оплавление, механическая обработка МПП

Метод послойного наращивания

Достоинства:

- обеспечивает надежные межслойные соединения

Недостатки:

- весьма трудоемок
- длителен (нельзя проводить параллельные технологические операций).

3. Метод ПАФОС

Метод ПАФОС

Высокоплотные ПП субтрактивными методами – трудно (эффект бокового подтравливания).

Эффективное решение – Галецким Ф. П.:

ПАФОС - полностью аддитивное формирование отдельных слоев.

Для ППП с шириной п/з 50-100 мкм и $\delta = 30-50$ мкм.

Полностью аддитивный эл/х метод. Проводники и изоляция между ними (диэлектрик) формируются аддитивно, т. е. селективным гальв. осаждением проводников и формированием изоляции только в необходимых местах прессованием.

!!! В ПАФОС – проводники наносятся, а не вытравливаются.

- Проводящий рисунок гальв. осаждением слоя Ni $\delta = 2-3$ мкм и Cu $\delta = 30-50$ мкм по рисунку в рельефе пленочного фоторезиста на временных «носителях»-листах из нержавеющей стали, поверхность которых предварительно покрывается гальв Cu шиной толщиной 2-20 мкм.
- В защитном рельефе пленочного фоторезиста на верхнюю поверхность сформированных проводников также наносятся адгезионные слои. После этого пленочный фоторезист удаляется, и проводящий рисунок на всю толщину впрессовывается в препрег или другой диэлектрик.

Прессованный слой вместе с медной шиной механически отделяется от поверхности носителей.

Метод ПАФОС

В случае слоев без межслойных переходов медная шина стравливается.

Для двусторонних слоев с межслойными переходами:

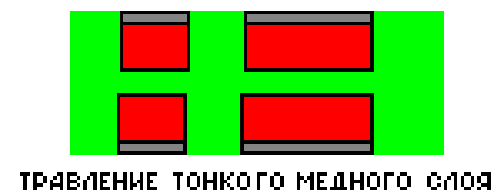
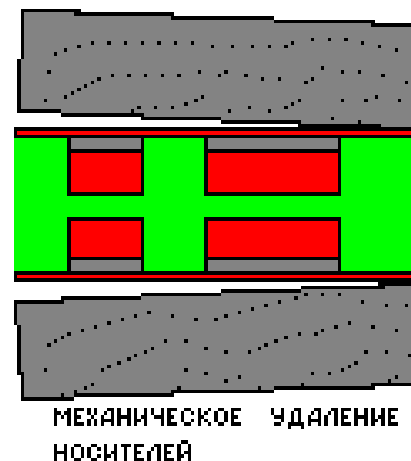
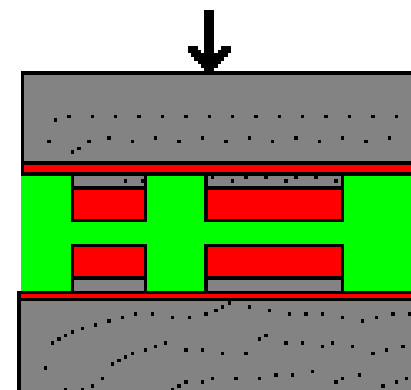
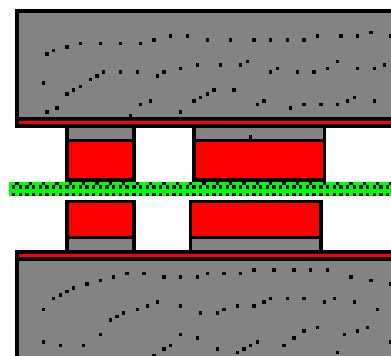
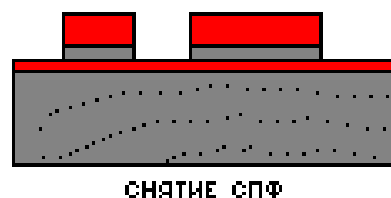
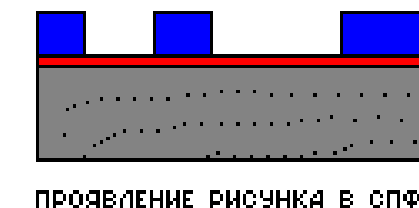
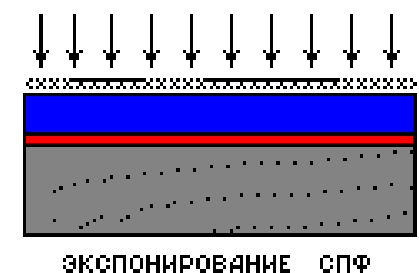
- получение межслойных переходов металлизацией отверстий с контактными площадками
- травление медной шины

Проводящий рисунок утоплен в диэлектрик и сверху защищен слоем Ni, не подвергается воздействию травильного раствора.

=> Поэтому форма, размеры и точность проводящего рисунка определяются формой и размерами освобождений в рельефе пленочного фоторезиста, т. е. *процессами фотохимии.*

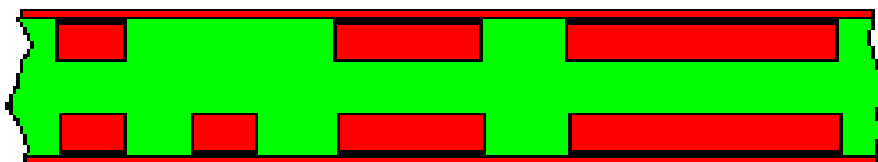
Метод ПАФОС

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЕВ МЕТОДОМ "ПАФОС"

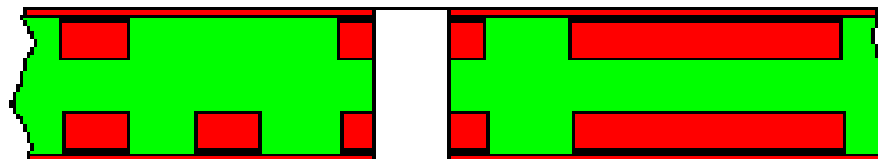


Метод ПАФОС

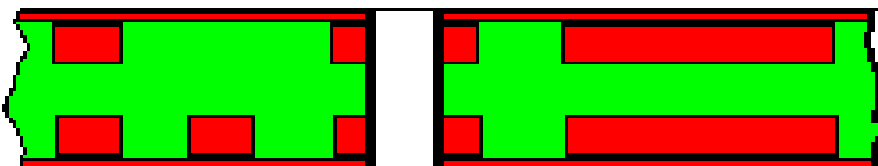
ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДОВ В ДВУХСЛОЙНОМ ПАКЕТЕ,
ИЗГОТОВЛЕННОМ МЕТОДОМ ПАФОС



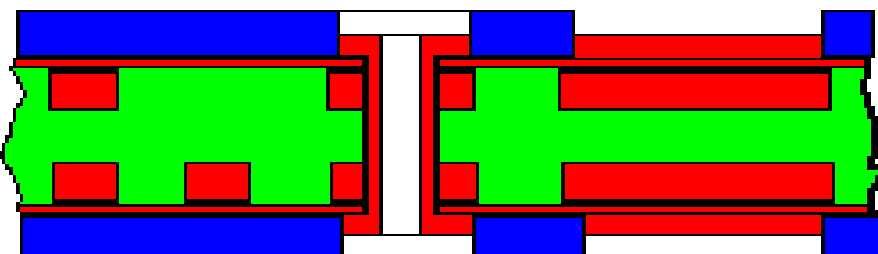
ДВУХСЛОЙНЫЙ ПАКЕТ



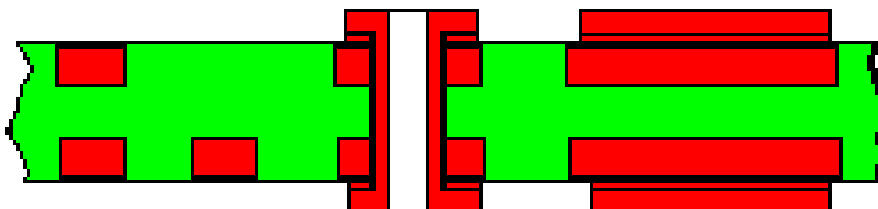
СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ



ХИМИКО — ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ
МЕТАЛЛИЗАЦИЯ



ФОРМИРОВАНИЕ КП ПЕРЕХОДОВ,
ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ
МЕДИ И НИКЕЛЯ ИЛИ СПЛАВА
ОЛОВО — СВИНЕЦ



УДАЛЕНИЕ ФОТОРЕЗИСТИВНОЙ
МАСКИ,
ТРАВЛЕНИЕ ТОНКОГО СЛОЯ
МЕДИ НА ПОВЕРХНОСТИ.

Метод ПАФОС

Лучшая подготовка S Cu шины на «носителях» - зачисткой водной суспензией пемзы.

Но!!! Иногда разрушение Cu шины (особенно на «носителях» больших размеров).

Лучше!!! Хим. подготовка в растворе персульфата аммония на струйных конвейерных установках:

адгезия и химическая стойкость защитных изображений на операциях гальв. получения проводящего рисунка и щелочного оксидирования.

Метод ПАФОС

Обеспечение правильных условий проведения процессов получения изображений в пленочных фоторезистах дает следующее:

- 1) ширина гальванически сформированных проводников в фоторельефе пленочных фоторезистов на высоте между уровнями от 0,2 до 0,7 толщины фоторезиста равна ширине изображения проводника на фотошаблоне, интервал разброса замеров не превышает 5-10 мкм;
- 2) искажения ширины проводников на поверхности подложки относительно размеров на фотошаблоне в среднем составляют от 10 до 20 мкм;
- 3) суммарный интервал разброса ширины проводников по всей высоте фоторельефа не превышает 15-20 мкм.

3. Метод металлизации сквозных отверстий

Метод металлизации сквозных отверстий

Более 80% всех МПП в мире. Основной на производствах РБ.

Производство ПП:

жесткие

гибкие

комбинированными.

Основные этапы тех. процесса изготовления МПП:

- 1) изготовление отдельных слоев;
- 2) сборка пакета и прессование;
- 3) сверление отверстий и их обработка;
- 4) химико-гальваническая металлизация.

Метод металлизации сквозных отверстий

■ 1)

Резка заготовок и прокладочной стеклоткани

Пробивка базовых отверстий (при сборке пакета в пресс-форме - совмещение контактных площадок в различных слоях). *Количество отверстий (ГОСТ 23361 -79) = f(размера платы)*

Термоциклирование заготовок из тонких фольгированных диэлектриков (снятие внутренних напряжений и исключения их коробления).

Проводящий рисунок - обычно хим. методом (use СПФ).

Для высокой прочности сцепления Си проводников с межслойными материалами - повышение шероховатости (черное оксидирование медных слоев).

Метод металлизации сквозных отверстий

■ 2)

- Сборка пакета - в пресс-форме (укладка отдельных слоев МПП и прокладочной стеклоткани).
- Прессование.

■ 3)

- Сверление отверстий - аналогично сверлению в ДПП.
Специфика: наволакивание смолы на торцы контактных площадок (разогрев зоны сверления).
Устранение этого дефекта подготовка отверстий к хим. мет.
Травление диэлектрика увеличивает площадь контакта на 300%.
Затем – хим. Си отверстий.

■ 4)

- Гальв. мет. ПП (наружных слоев).
- Сплав олово-свинец (ПОС).

Метод металлизации сквозных отверстий

Последовательность операций метода металлизации сквозных отверстий

1. входной контроль;
2. резка слоев МПП;
3. термостабилизация;
4. пробивка базовых отверстий;
5. подготовка внутренних слоев;
6. ламинация;
7. экспонирование;
8. проявление;
9. травление;
10. оптический контроль;
11. черное оксидирование;
12. сборка пакета;
13. прессование;
14. обрезка облоя;
15. термостабилизация;
16. сверление;
17. зачистка заусенцев;
18. очистка отверстий;
19. подготовка к хим. Cu;
20. хим. Cu + гальванозатяжка;
21. подготовка поверхности фольги;
22. нанесение ФР;
23. экспонирование;
24. проявление;
25. гальваническая металлизация (ГМ + ПОС);
26. снятие фоторезиста;
27. травление;
28. оплавление или снятие ПОСа;
29. нанесение защитной паяльной маски;
30. если ПОС снят - горячее облуживание;
31. маркировка;
32. механическая обработка;
33. очистка;
34. электрический контроль;
35. ремонт;
36. приемо-сдаточные испытания;
37. упаковка.

Изготовление слоев МПП

Проводящий рисунок — хим. методом,

- СПФ
- более дешевые и менее опасные для ОС жидкие фоторезисты на основе ПВС
- другие фотополимерные материалы.

Подготовка поверхности фольги перед нанесением фоторезиста и ламинирование фоторезиста — позже.

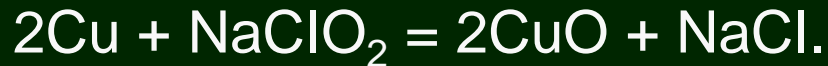
Изготовление слоев МПП

- После травления - *оксидирование слоев*. Щелочное оксидирование эффективно на больших участках меди в растворе типа «Эбанол» , г/л:

NaClO_2 - 30;

NaOH - 5;

Na_3PO_4 - 10.



Na_3PO_4 - стабилизатор NaClO_2 (не участвует в процессе окисления).

Заготовки - в водном растворе (100 г/л смеси, $T=60-90^\circ\text{C}$). Черный цвет обеспечивает адгезию слоев. ,

Устранение коррозии - снижение температуры до $50-70^\circ\text{C}$ (оксидная пленка коричневого цвета).

Для оксидирования при $60-65^\circ\text{C}$: едкий натр (50-60 г/л) персульфат калия (14-16 г/л) (время - 5 мин).

Изготовление слоев МПП

■ Сборка пакетов и прессование.

- базовые отверстия (совмещение контактных площадок в различных слоях, количество отверстий по ГОСТ 23361-79 $=f(\text{размер платы})$).
- фиксирующие отверстия в фотошаблоне и прокладочной стеклоткани (ориентация на реперные знаки в виде крестиков, уголков - наносятся на фотошаблон и копируются на заготовку фольгированного диэлектрика вместе с проводящим рисунком).

Изолирующие и склеивающие прокладки

стеклоткани марки СП2-006 (ТУ 16.503.085-75) или СПТЗ-006

- сплетена из крученых стеклянных нитей $d=0,10-0,25$ мм,
- пропитана эпоксидным лаком ЭД-8-Х

Прокладочная стеклоткань пропитывается смолой в недополимеризованном состоянии (препрег),

- 45-52% связующих.
- 0,3-1,2% летучих в-в

Время гелеобразования -5-15 мин. Срок хранения – 8 месяцев

Изготовление слоев МПП

- Прокладочная стеклоткань
- !!!! хорошо просушена (влажность не более 50%)
 - Влага –
 - расслоение МПП
 - увеличения облоя (вскипание при прессовании)

Режимы прессования - определяют опытным путем

- = f(качество прокладочной стеклоткани
- времени хранения
- др. факторы),

Правильность - по пробным запрессовкам и проценту вытяжки смолы
(отношение массы облоя к массе предварительно взвешенной стеклоткани).

- Качество прессования = f(конструкции пресса)
 - плиты ДБ строго параллельны,
 - разброс температуры по плитам $\leq 2^{\circ}\text{C}$.

Изготовление слоев МПП

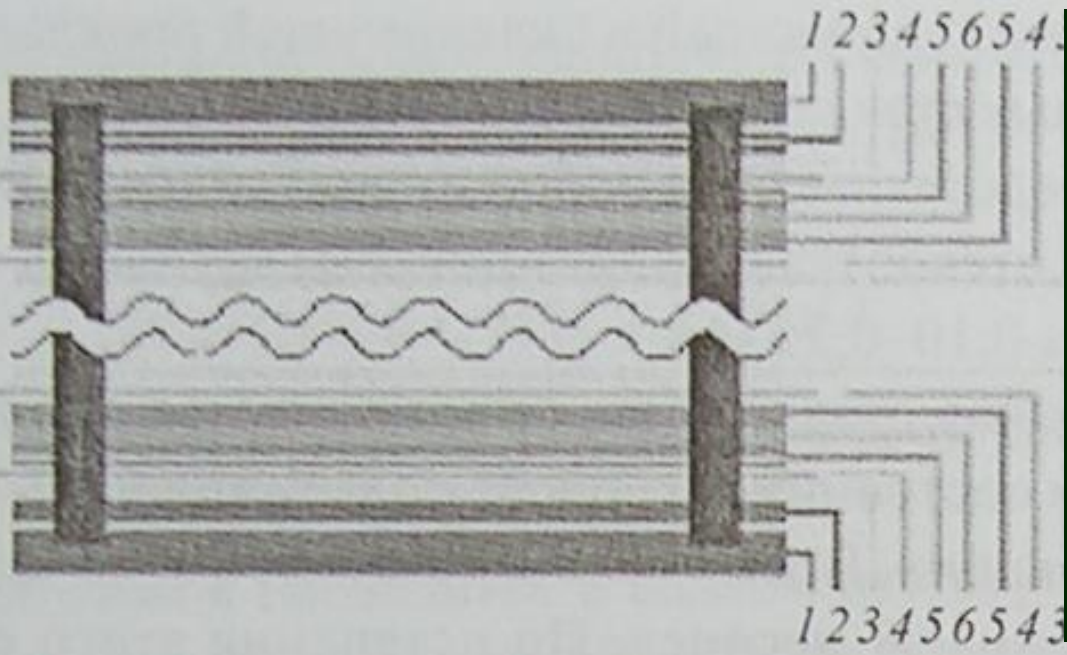
Сборка пакета - в пресс-форме

- отдельный слой МПП
- прокладочная стеклоткань, количество листов = $f(\text{НТ документации})$

Например 3 листа $\delta=25$ мкм для односторонних слоев.

При сборке пакета - внимание на правильное ориентирование нитей стеклоткани.

Для устранения неровностей пресс-формы, разнотолщинности прокладочных листов и т. п. на них - триацетатная пленка, кабельная бумага и другие материалы



Структура пакета для МПП:

- 1 - пресс-форма;
- 2 - мягкая прокладка;
- 3 - прижимной лист;
- 4 - медная фольга;
- 5 - препрег;
- 6 - внутренний слой

Изготовление слоев МПП

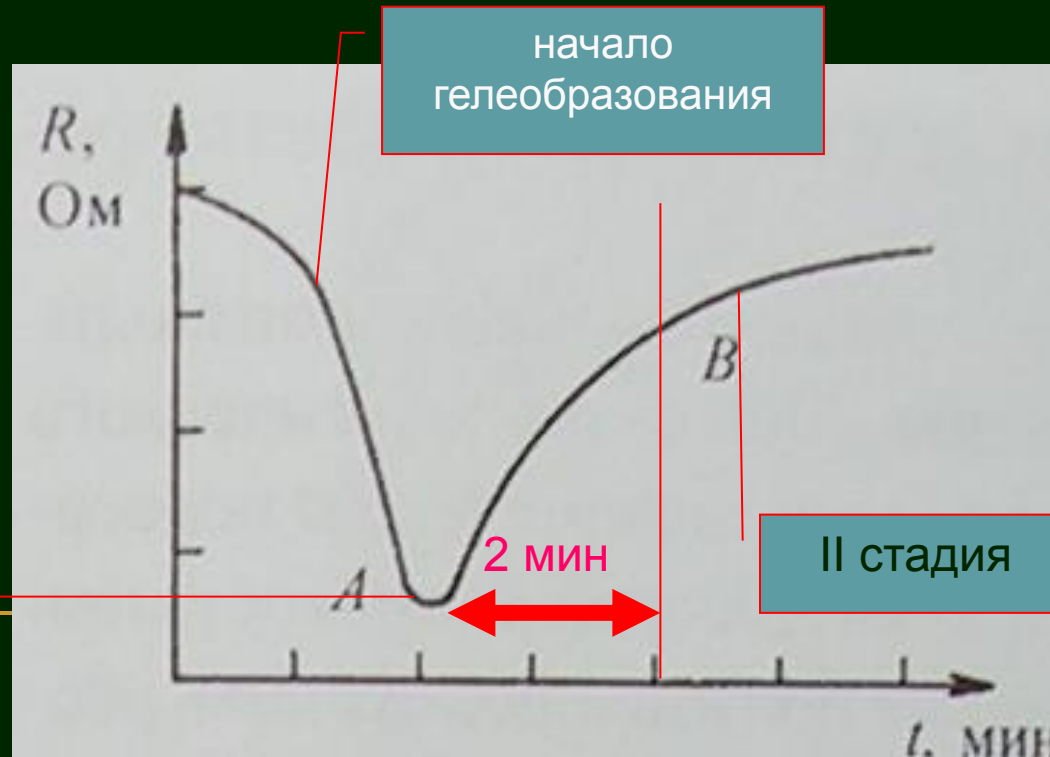
■ Режим прессования при const $T=160-170^{\circ}\text{C}$:

- 1 – $P = 0,1—0,5 \text{ МПа}$ ($1-5 \text{ кгс/см}^2$) 10-30 мин (гелеобразование для Д партии)
- 2 – $P = 2,0-3,0 \text{ МПа}$ ($20-30 \text{ кгс/см}^2$) 50-70 мин.

Автоматическое управление - контроль времени гелеобразования.

Чувствительный элемент – гребенка проводников с зазором 0,5 мм длиной 640 мм (вкладывается в пакет МПП при сборке, фиксирует изменение омического сопротивления от времени прессования).

полное расплавление
смолы



Изготовление слоев МПП

ПРЕССОВАНИЕ

СОВМЕЩЕННОЕ

- Разогрев до 160-170°C,
- 2 степени прессования,
- Охлаждение вместе с прессом

**На 25%
меньше!!!**

РАЗДЕЛЬНОЕ

Начало - «горячий» пресс,

- уплотнение и прогрев пакета,
- расплавление связующего прокладочной стеклоткани,
- предварительное удаление летучих и воздуха с заполнением расплавом всего объема пакета,
- желатинизация связующего (конец 1-й степени),
- склеивание слоев МПП в монолитную заготовку (конец 2-й степени)
- отверждением связующего прокладочной стеклоткани.

Заключение - «холодный»

- медленное охлаждение пакета вместе с заготовками МПП,
- отверждение

Изготовление слоев МПП

Оценка качества прессования ПП:

- Термоудар 10 с (кремнийорганическая жидкость при $T=260 \pm 5^{\circ}\text{C}$)
 - **нет расслаивания**
 - **нет образования других дефектов.**

Можно припой ПОС-61 при той же T .

■ **Качество!!!**

- $T \sim 23-25^{\circ}\text{C}$,
- относительная влажность $\leq 40\%$
- Помещение обеспылено

4. Прецизионные МПП с микропереходами

Прецизионные МПП с микропереходами

ПП - носители и соединители компонентов.

Средний уровень печатных плат определяют:

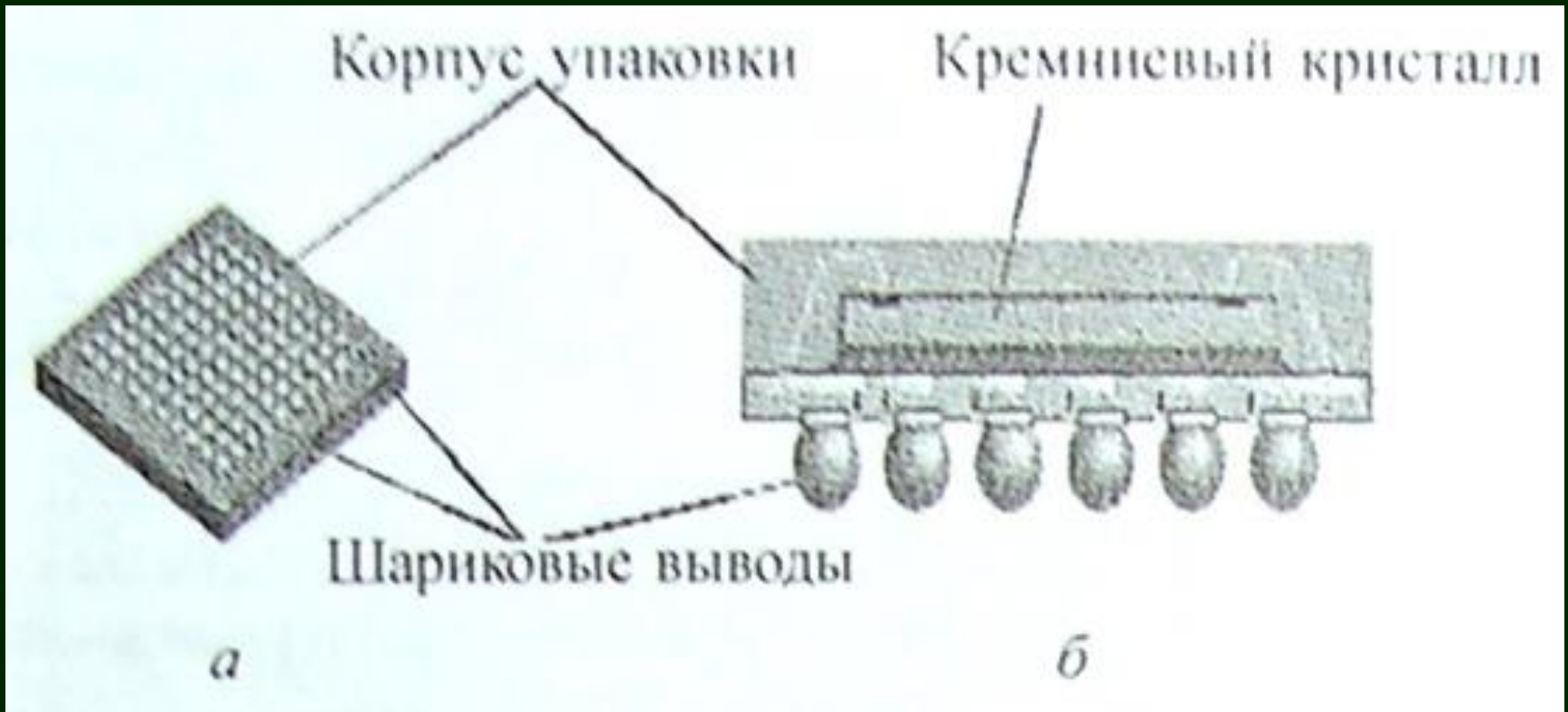
- ❑ техника травления (100- мкм проводники),
- ❑ процессы прессования (10 слоев, толщина платы 1,6 мм),
- ❑ техника сверления (КП сквозных переходов 0,7 мм при конечном диаметре перехода 0,2 мм).

При ↑ сложности микросхем ↑ количество выводов,
↓ шаг выводов.

Например, в видеокамерах - ПП с шириной проводников и зазоров 50 мкм и с переходными отверстиями 100 мкм.

Прецизионные МПП с микропереходами

В корпусах BGA (mBGA) - 672 вывода с шагом 0,75 мм.



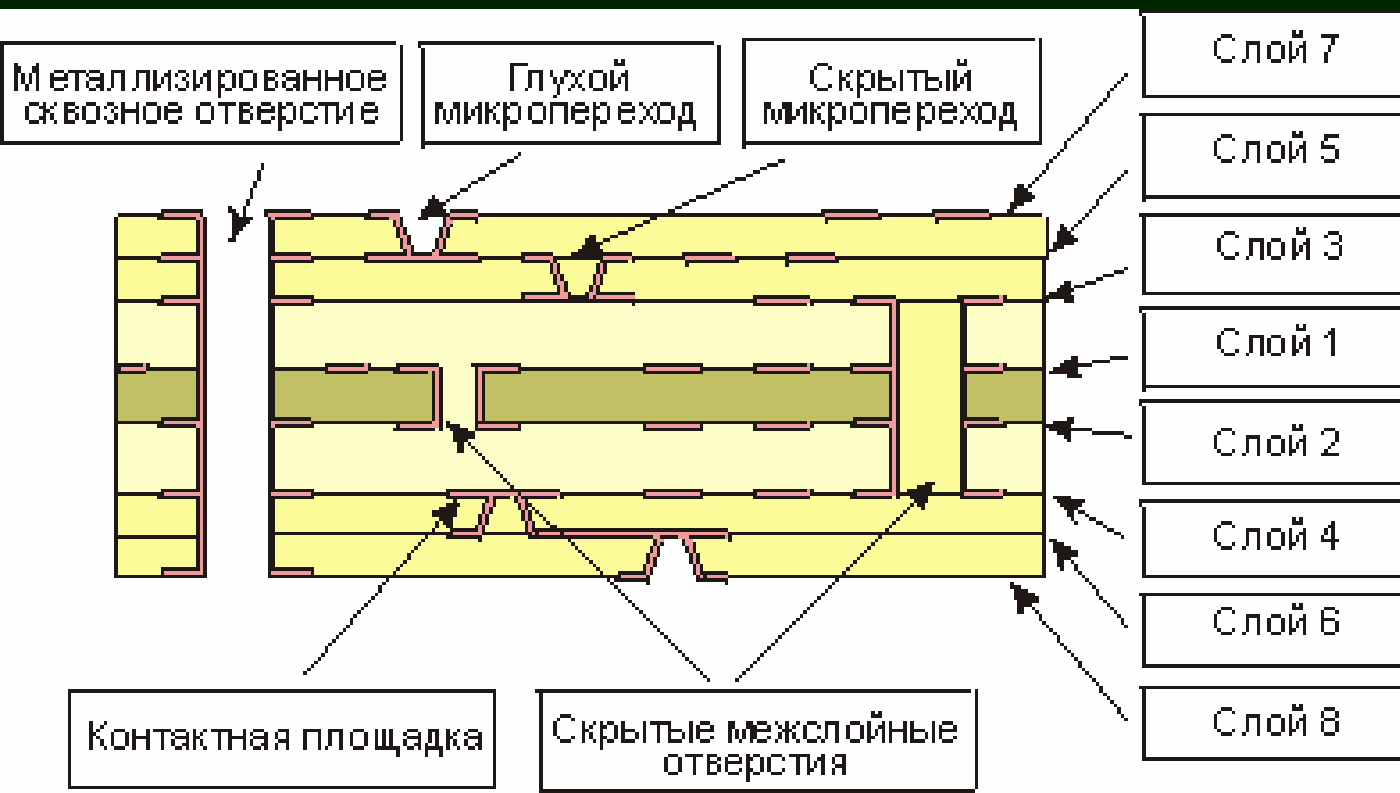
а) нижняя сторона; б) в разрезе
Корпус BGA

Прецизионные МПП с микропереходами

ПП должны содержать:

- проводниковые слои;
- слои печатных резисторов и конденсаторов (согласующие и блокирующие функции для требуемой помехозащищенности)

Для подключения к таким элементам - **микропереходы**, а не сквозные переходы (большие электрические неоднородности).



Прецизионная ПП с микропереходами

Прецизионные МПП с микропереходами

Достоинства высокоплотных ПП с микропереходами и слоями резисторов и конденсаторов:

- - малое количество слоев;
- - более короткие сигнальные линии связи;
- - интегрированные резисторы (от 20 Ом до 150 кОм);
- - уменьшенное количество сверленных сквозных отверстий;
- - возможность монтажа большего количества компонентов на заданной площади;
- - улучшены высокочастотные свойства;
- - значительно улучшены характеристики помехозащищенности;
- - возможность устранения компонентов на стороне пайки волной.

Прецизионные МПП с микропереходами

- ПП с высокой плотностью монтажа - результат разработки новых компонентов, корпусов и необходимости их монтажа на ПП.

↑ количество входов/выходов компонентов
↓ растр входов/выходов компонентов

не подходит традиционная конструкция печатной платы, (ограничивает возможности разводки печатных проводников).

- Для миниатюрных компонентов – другая ПП.
- Новый термин HDI – High Density Interconnect Board – соединительная плата высокой плотности.
- Для их производства - формирования переходных отверстий $d < 40$ мкм и печатных проводников шириной < 50 мкм.

Прецизионные МПП с микропереходами

Решение проблем:

- ❑ исключение многослойных конструкций со сквозными отверстиями
- ❑ замена их на формируемые послойно конструкции с микропереходами и запечатанными отверстиями в стержневом слое;
- ❑ уплотнение печатного рисунка за счет микропереходов, меньших диаметров контактных площадок, конструкций via-in-Pad (соединение посредством контактной площадки).

Микропереходы - это отверстия $d < 0,15$ мм и/или плотностью более 1000 переходов/дм².

Надежное изготовление - сложная задача.

Необходимо:

- ❑ использование специально сбалансированных процессов;
- ❑ использование разработанных процессов;
- ❑ применения годных базовых материалов.

Прецизионные МПП с микропереходами

Получение микроотверстий

1. Получение отверстий
2. Хим. и эл/х металлизация
 - Прямая металлизация
 - Хорошая адгезия
 - Полное покрытие
 - Однородность осаждения

Большая толщина изоляции

обеспечивает:

- беспористую изоляцию;
- большую величину пробивного напряжения;
- меньшую паразитную связь между цепями;
- защиту от роста проводящих анодных нитей.

усложняет:

- формирование отверстий;
- металлизацию стенок отверстий,
(увеличивается отношение толщины к диаметру отверстия).

Прецизионные МПП с микропереходами

- **Основное направление** – технология послойного наращивания наружных слоев

Технологии фотообрабатываемого диэлектрика использует:

- *жидкий фоторезист*
- *СПФ*

!!! Фоточувствительный диэлектрик для микроотверстий: **малый процент выхода годных**

- *неоднородность толщины диэлектрика,*
- *неоднородность надежности экспонирования и травления,*
- *плохая адгезия меди*

Прецизионные МПП с микропереходами

ЖИДКИЙ ФОТОРЕЗИСТ

СПФ

- за одно покрытие наносится $\delta=25-50$ мкм в зависимости от метода нанесения
- наносится поочередно на каждую сторону (несколько проходов для нужной δ)
- из-за несовершенных условий производства - пузыри, отверстия, пыль и др. загрязнения.
- не защищается.

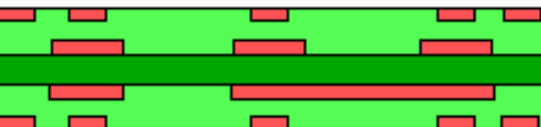
- толстые слои СПФ (растворитель уже удален, отсутствуют процессы усадки при ламинировании на подложку)
- один проход - $\delta=25\div 63,5$ мкм с высокой равномерностью толщины
- одновременно на обе стороны заготовки,
- не содержит пузырьков и проколов (нет непредусмотренных микропереходов)
- СПФ защищен от проколов и царапин специальной пленкой (потом отслаивается)
- высокая степень планаризации (высокий % годных)

Прецизионные МПП с микропереходами

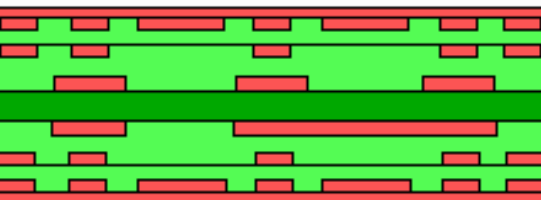
■ **НОВОЕ!!!** Лазерная технология изготовления микропереходов



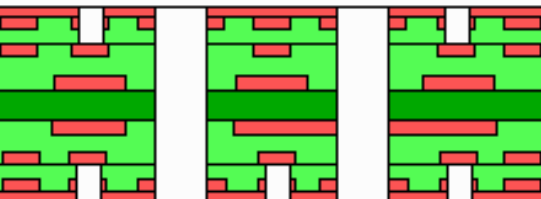
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДВУХСТОРОННЕЙ
ЗАГОТОВКИ СЛОЕВ ЗЕМЛИ-ПИТАНИЯ



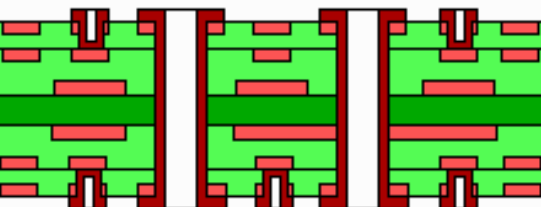
ПРИПРЕССОВЫВАНИЕ С НОСИТЕЛЕЙ
НАРУЖНЫХ СЛОЕВ ПРОВОДНИКОВ,
ТРАВЛЕНИЕ ТОНКОЙ МЕДНОЙ ШИНЫ



ПРИПРЕССОВЫВАНИЕ С НОСИТЕЛЕЙ
НАРУЖНЫХ СЛОЕВ ПРОВОДНИКОВ



СВЕРЛЕНИЕ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ,
ЛАЗЕРНОЕ ФОРМОВАНИЕ ГЛУХИХ
ОТВЕРСТИЙ В ДИЭЛЕКТРИКЕ



ХИМИКО-ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ МЕТАЛ-
ЛИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ И СТЕНОК
ОТВЕРСТИЙ, ФОРМОВАНИЕ В СПФ
ПЛОЩАДОК, ЗАЩИЩАЮЩИХ МЕТАЛ-
ЛИЗИРОВАННЫЕ ОТВЕРСТИЯ
ТРАВЛЕНИЕ МЕДИ, НЕЗАЩИЩЕННОЙ
ФОТОРЕЗИСТОМ, УДАЛЕНИЕ ФОТО-
РЕЗИСТА

6-слойная плата с
микропереходом

Прецизионные МПП с микропереходами

Лазер —испаряет Si в промежутках между проводниками.
Min d - 40 мкм (в 2 раза точнее, чем механически).

Для лазерного сверления - ламинат FR-4 с 12-мкм фольгой и 1 слоем препрега $\delta=40-60\text{мкм}$.

- Лазеры:
 - эксимерный УФ-лазер
 - с короткой волной может производить чистые отверстия с вертикальной стенкой во многих подложках - керамике, стекле и в полимерах
 - Nd-YAG-лазер
 - для сверления металла, в том числе меди, стали и полимеров.
 - CO₂-лазер.
 - сверлит полимеры
- На стенках и дне отверстий - некоторые загрязнения (углеродные соединения)
(Nd-YAG- и CO₂-лазеры)

Прецизионные МПП с микропереходами

Преимущества лазерного сверления:

- отверстия - в любом месте в соответствии с программой;
- отверстия различной глубины;
- нет большого побочного загрязнения.

Недостаток лазерного сверления:

- более высокая стоимость по сравнению с фотоформованием отверстий для плат с очень большим числом отверстий.

ВЫВОД:

Для ПП с микропереходами – ПАФОС,
для микроотверстий - лазер

Обработка прецизионных отверстий лазером

ПЕРВЫЙ ЭТАП



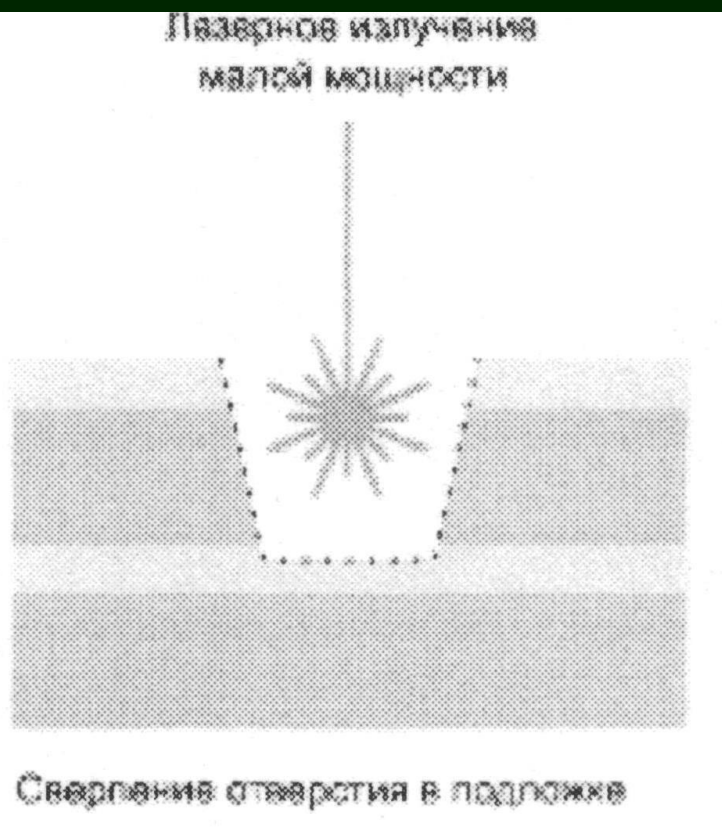
- снимается проводящее покрытие
- плотности мощности излучения для испарения металлического покрытия
- окончательное удаление проводящего покрытия
- испарение металла
- взрывообразное разрушение материала подложки

После I этапа обработки в необходимых местах проводящее покрытие снято, и материал подложки частично разрушен.

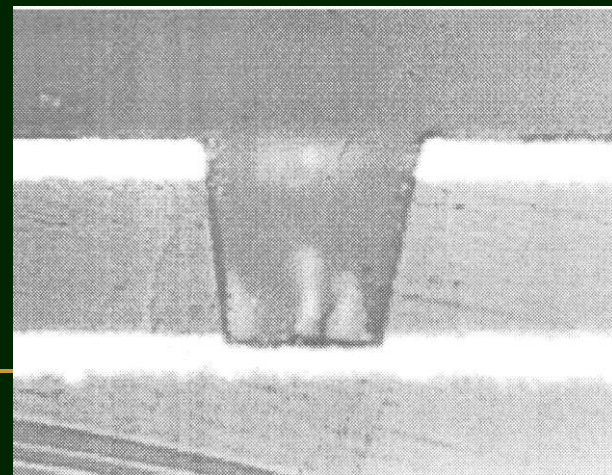
Обработка прецизионных отверстий лазером

Второй этап

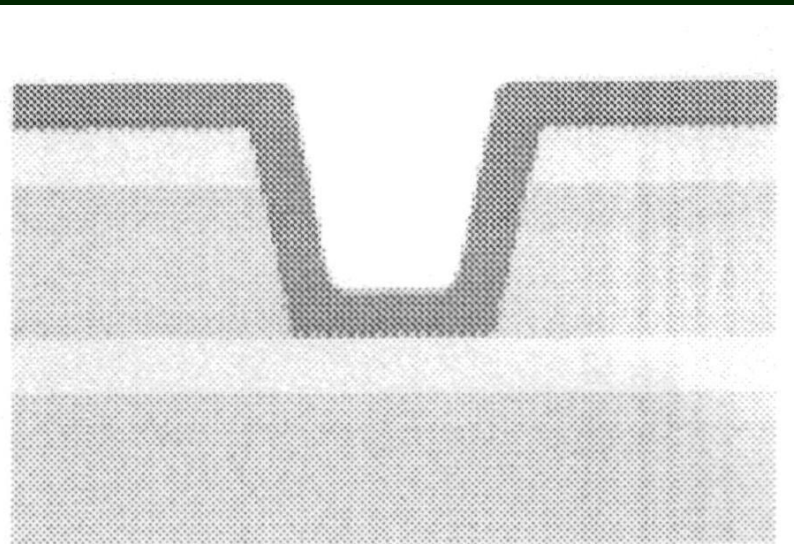
- плотность мощности - ↓ для обработки полимерного материала
- дальнейшая обработка отверстия
- мощность лазерного излучения мала – не разрушается Me
- поверхность фольги покрывается микроскопическими раковинами (необходимая шероховатость поверхности)
- если 3 слоя – последовательное ↑ и мощности лазера



После II этапа - готовое отверстие чистое отверстие с шероховатым дном



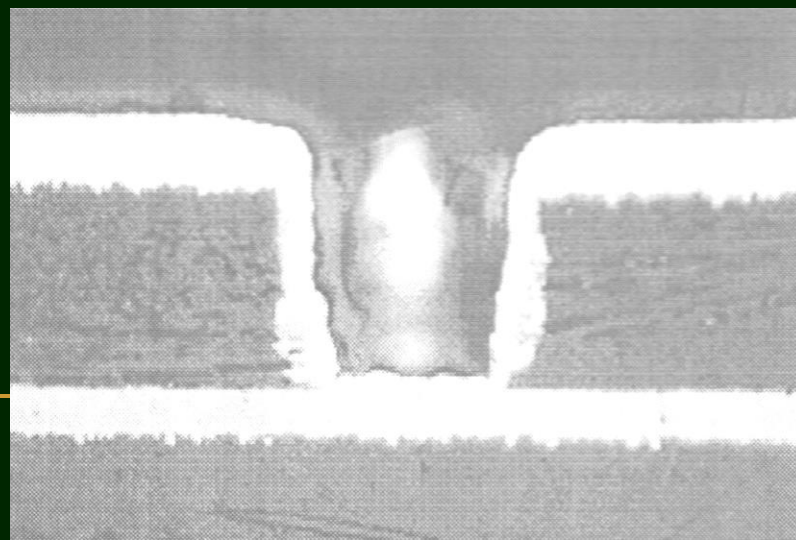
Обработка прецизионных отверстий лазером



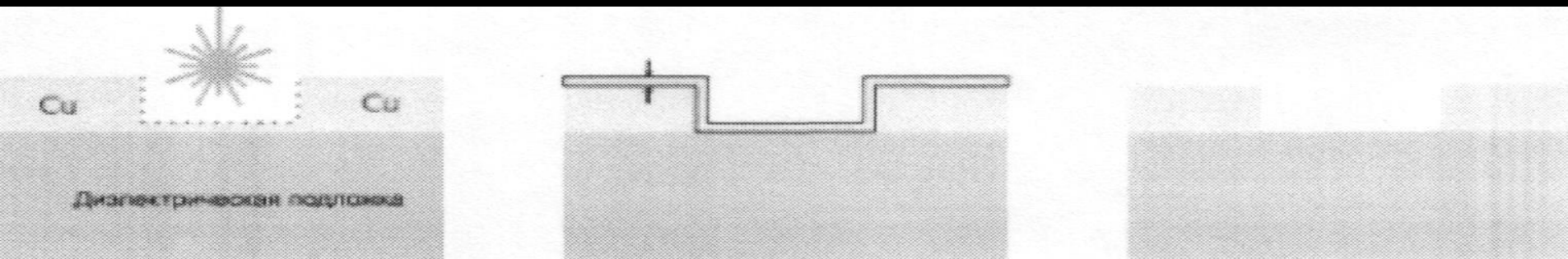
Металлизация отверстия

■ Третий этап

- металлизация переходного отверстия ∇ способом
- отличное сцепление материала металлизации с внутренним слоем фольги благодаря шероховатости поверхности (второй этап)



Обработка дорожек на плате



■ 1 ЭТАП

- УФ-лазер большой мощности - испарения Me покрытия на ПП
- остаточная толщина - единицы мкм - лазерная обработка прекращается

■ 2 ЭТАП

- удаление хим. Способом
- процесс протекает быстро
- нет подтравливания проводящих дорожек.

Результат комбинированной лазерно-хим обработки - на поверхности ПП - структура проводящих дорожек с шириной и расстоянием \sim первоначальной δ проводящего покрытия.

Min размеры структуры - диаметр пятна фокусировки (20 мкм)

