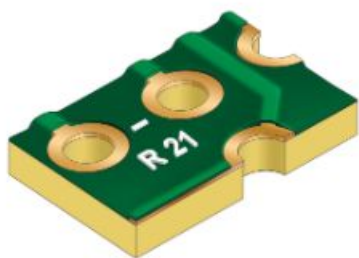


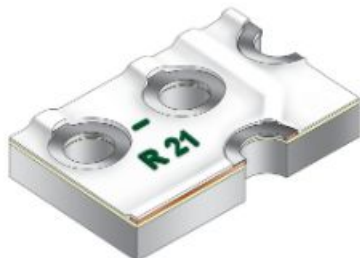
Печатные платы.

**Методика изготовления печатных плат
промышленным способом.**

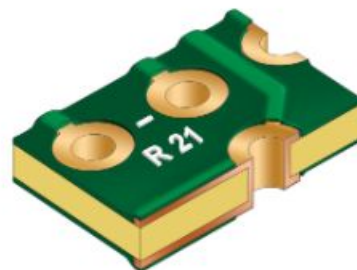
Методика изготовления печатных плат промышленным способом.



Односторонние печатные платы



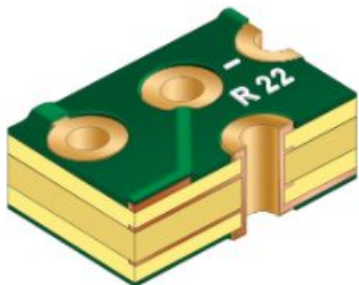
Алюминиевые печатные платы



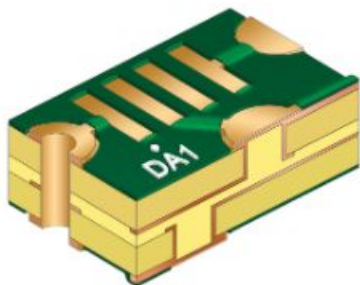
Двусторонние печатные платы



СВЧ печатные платы



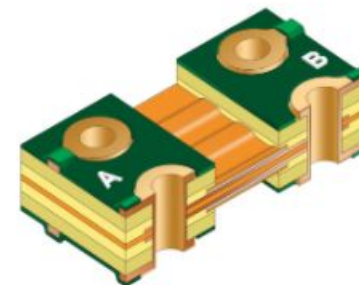
Многослойные печатные платы:
сквозная металлизация



Многослойные печатные платы:
попарное прессование

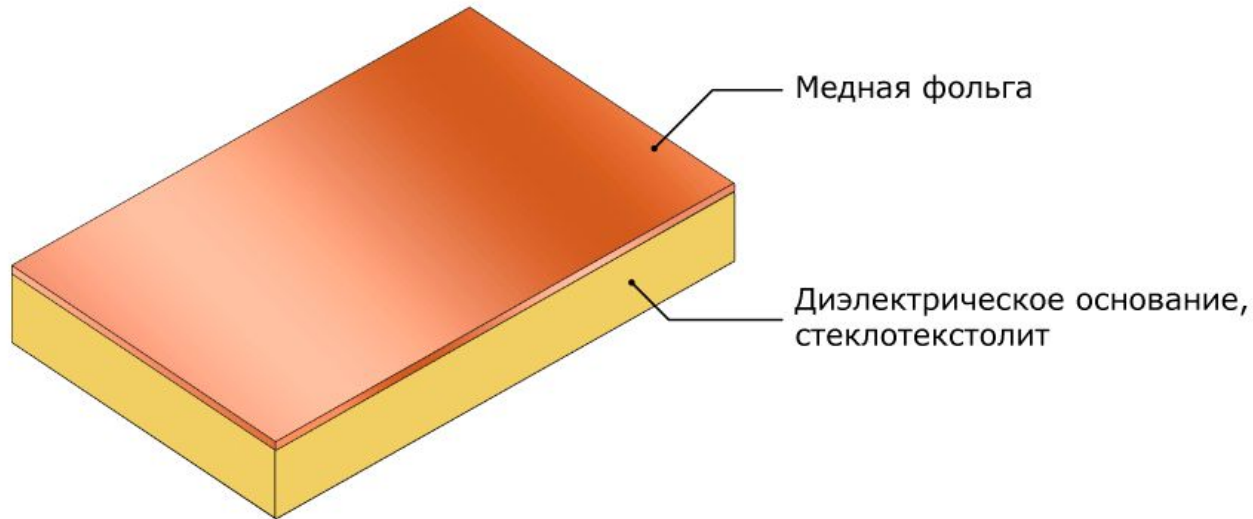


Гибкие печатные платы



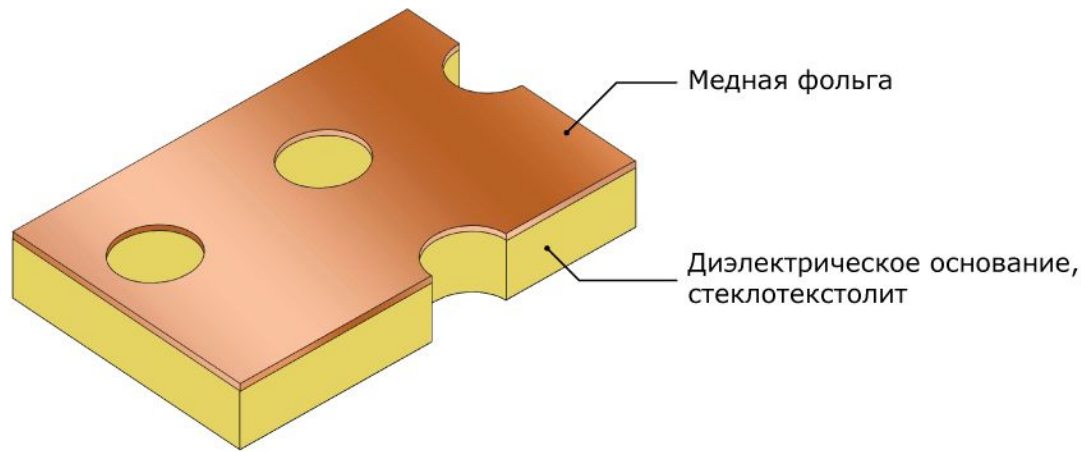
Гибко-жесткие печатные платы

Односторонние печатные платы



Исходный материал.

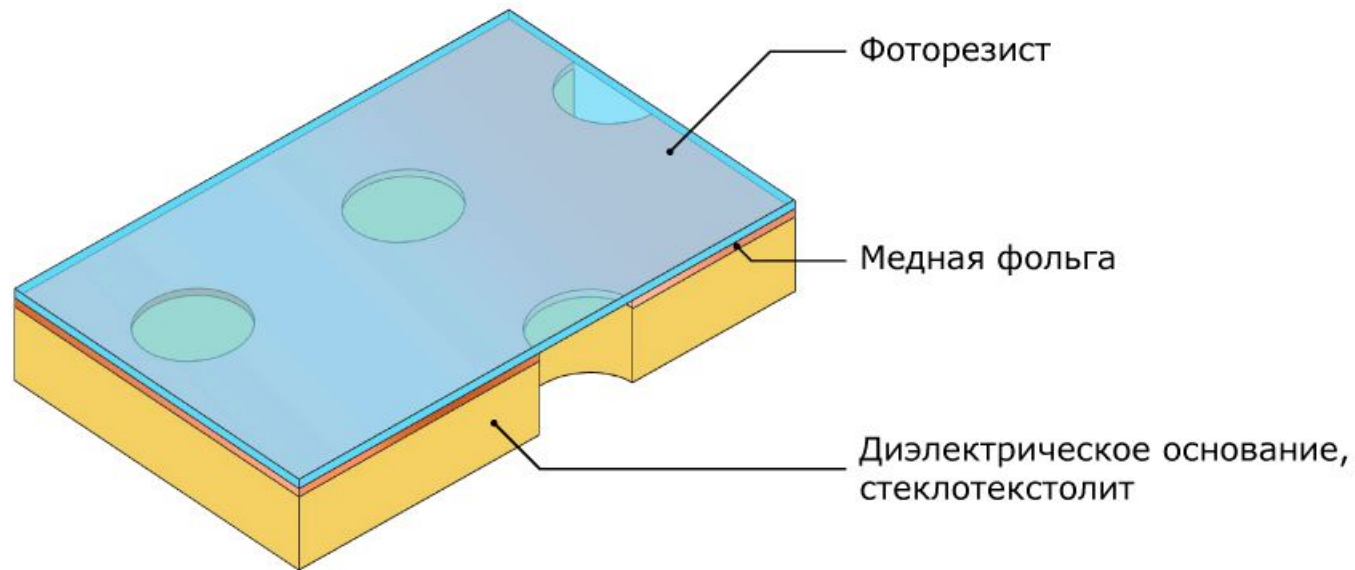
В качестве диэлектрика могут выступать: листы, изготовленные на основе стеклотканей, пропитанных связующим на основе эпоксидных смол – стеклотекстолит FR4, листы с керамическим наполнителем, армированные стекловолокном, листы фторопласта (PTFE) армированные. Наиболее распространенная толщина медной фольги – 35 мкм.



Сверление сквозных отверстий

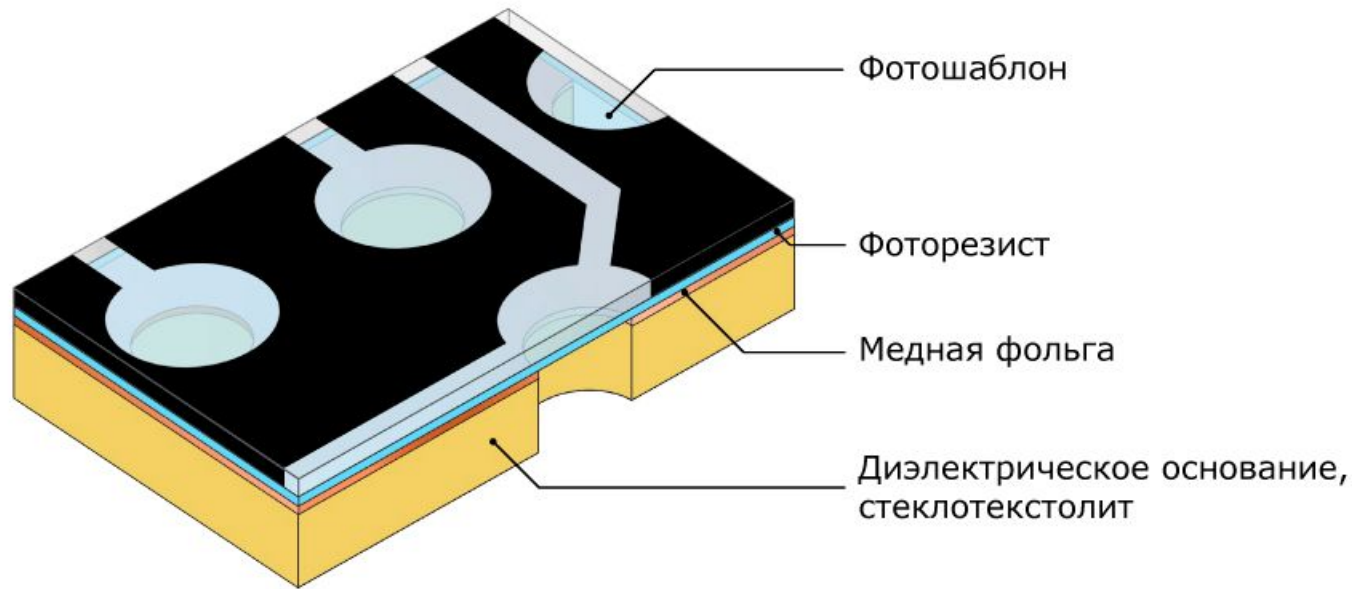
На специализированных станках с ЧПУ в плате сверлятся отверстия. Это первая операция, влияющая на точность (класс) печатной платы. Точность сверления отверстий зависит от применяемого оборудования и инструмента. Значения позиционных допусков осей отверстий в диаметральном выражении (по [ГОСТ Р 53429-2009](#)) в миллиметрах:

Размер большей стороны ПП	Позиционный допуск на расположение осей отверстий для класса точности							
	1	2	3	4	5	6	7	
До 180 включительно	0,20	0,15	0,08	0,05	0,05	0,03	0,03	
Свыше 180 до 360 включительно	0,25	0,20	0,10	0,08	0,08	0,05	0,05	
Свыше 360	0,30	0,25	0,15	0,10	0,10	0,08	0,08	

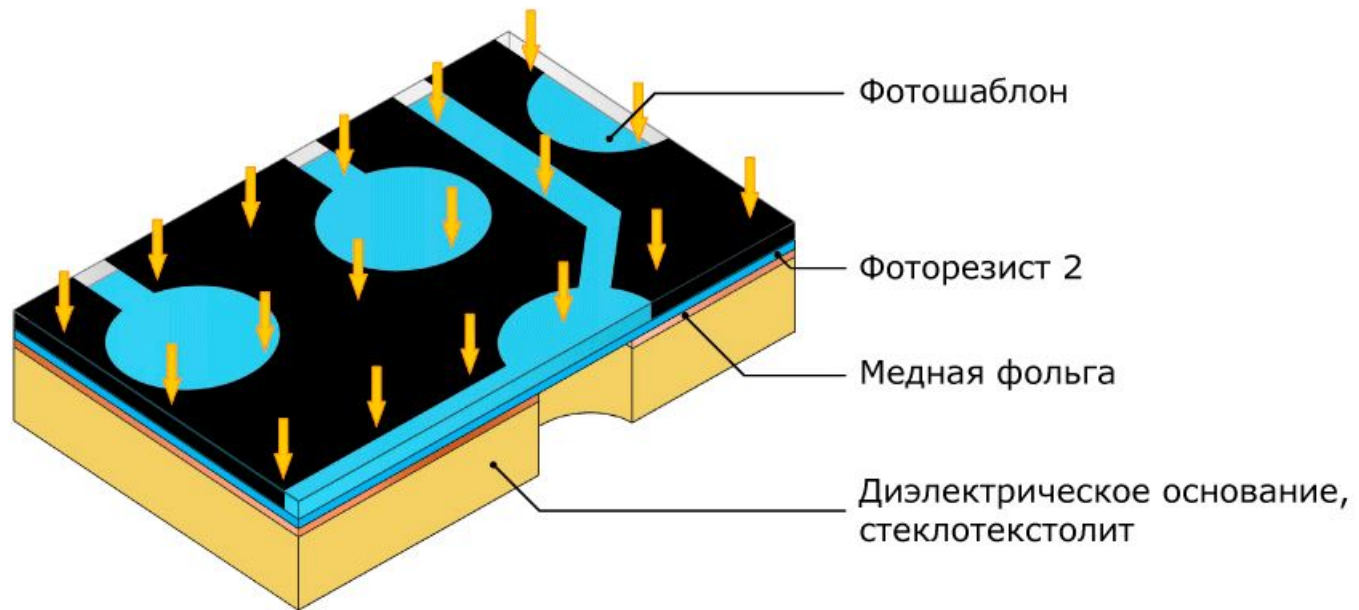


Следующий этап – нанесение на заготовку фоточувствительного материала (фоторезиста). Этот этап проходит в чистой комнате с неактивным (желтым) освещением (фоторезист светочувствителен к ультрафиолетовому спектру). Фоторезист бывает пленочным (наносится на заготовку ламинированием) и жидким (наносится валиками).

Экспонирование фоторезиста

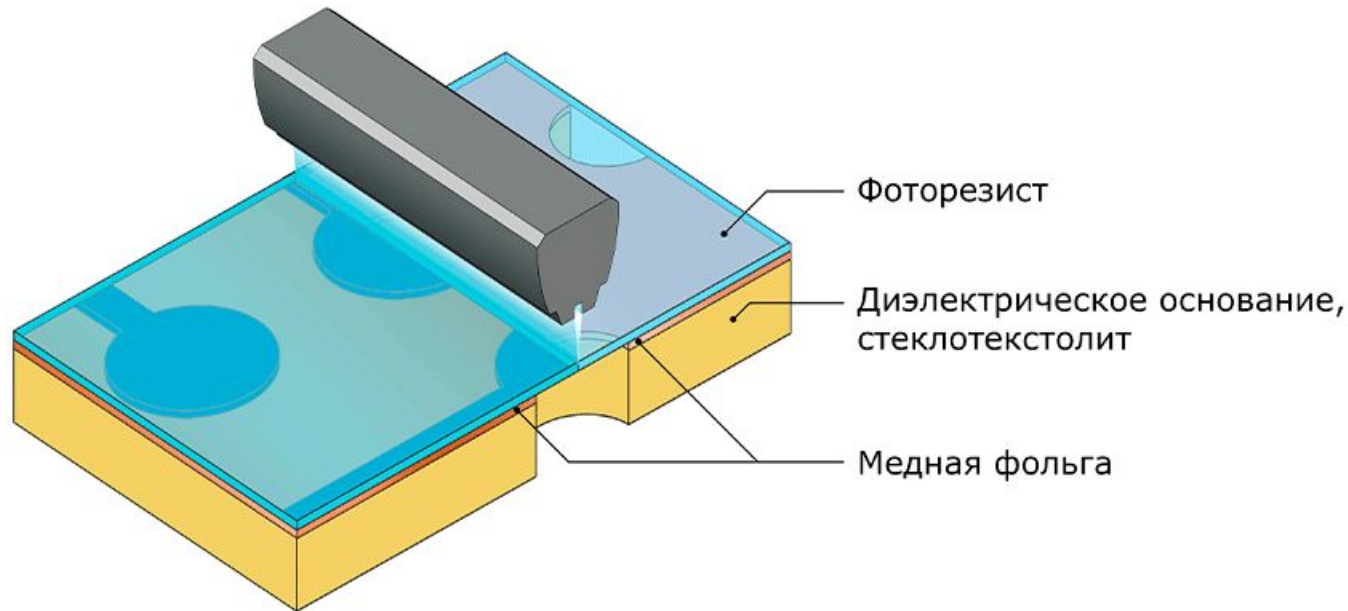


1 вариант: Экспонирование с негативными фотошаблонами
С заготовкой совмещается фотошаблон. Круг, часть которого изображена – контактная площадка. Изображение на фотошаблоне – негативное по отношению к будущей схеме.

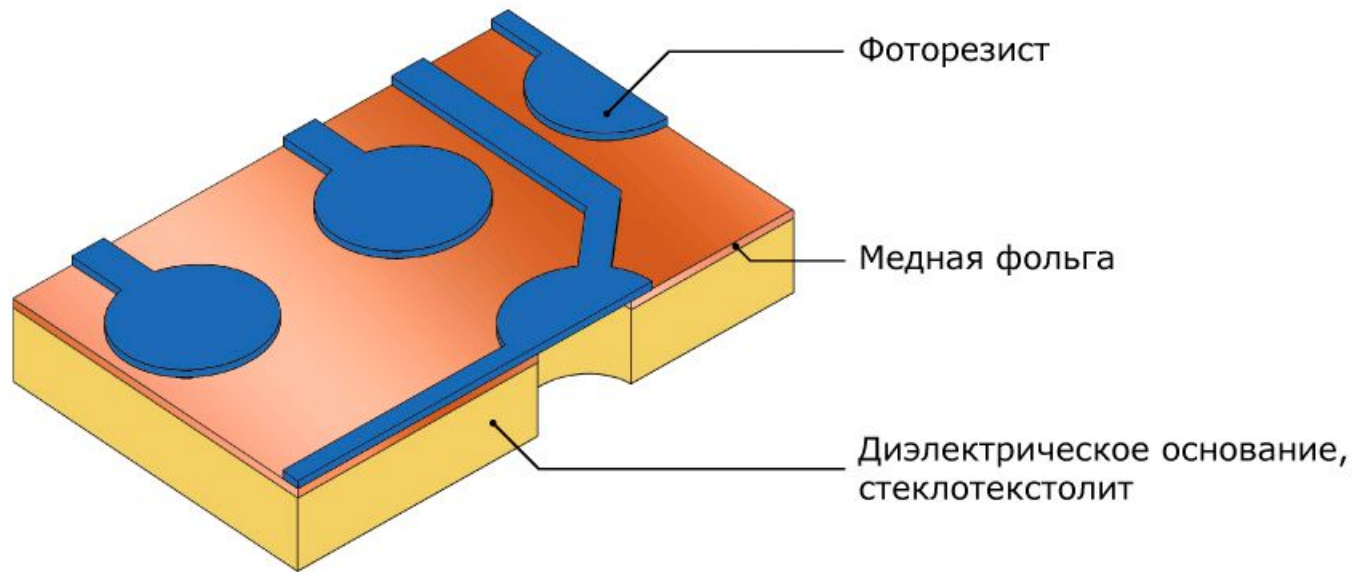


Участки поверхности, прозрачные на фотошаблоне, засвечиваются, фотополимеризуются и теряют способность к растворению в установке проявления. После экспонирования фотошаблоны удаляются.

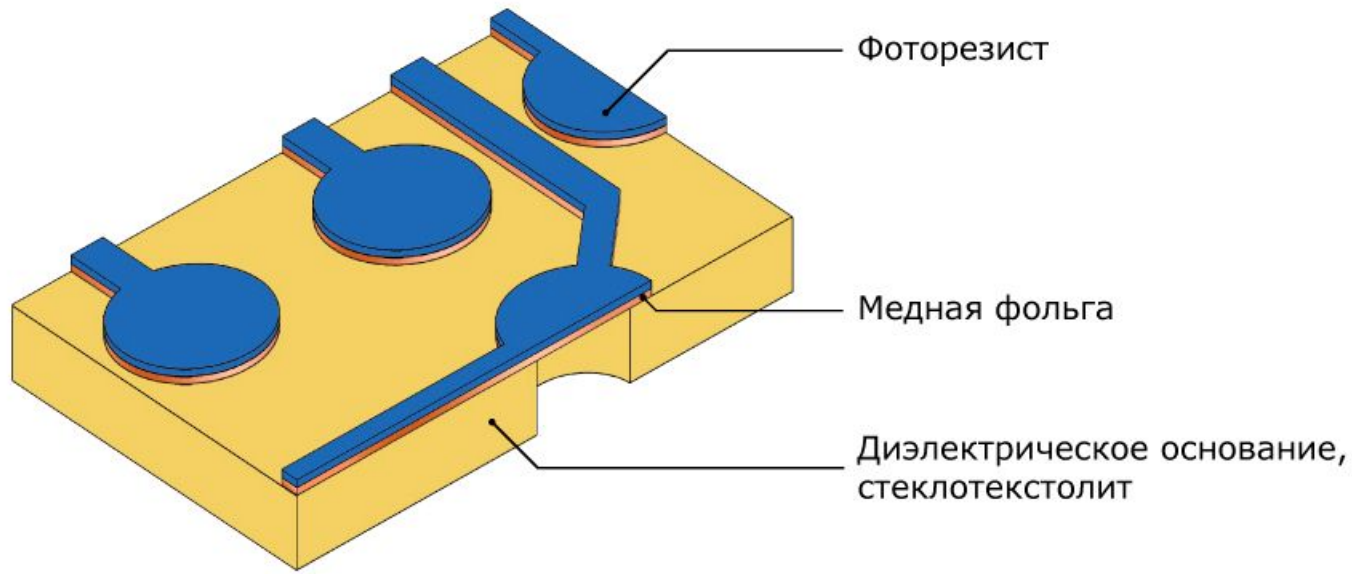
2 вариант: Прямое экспонирование фоторезиста



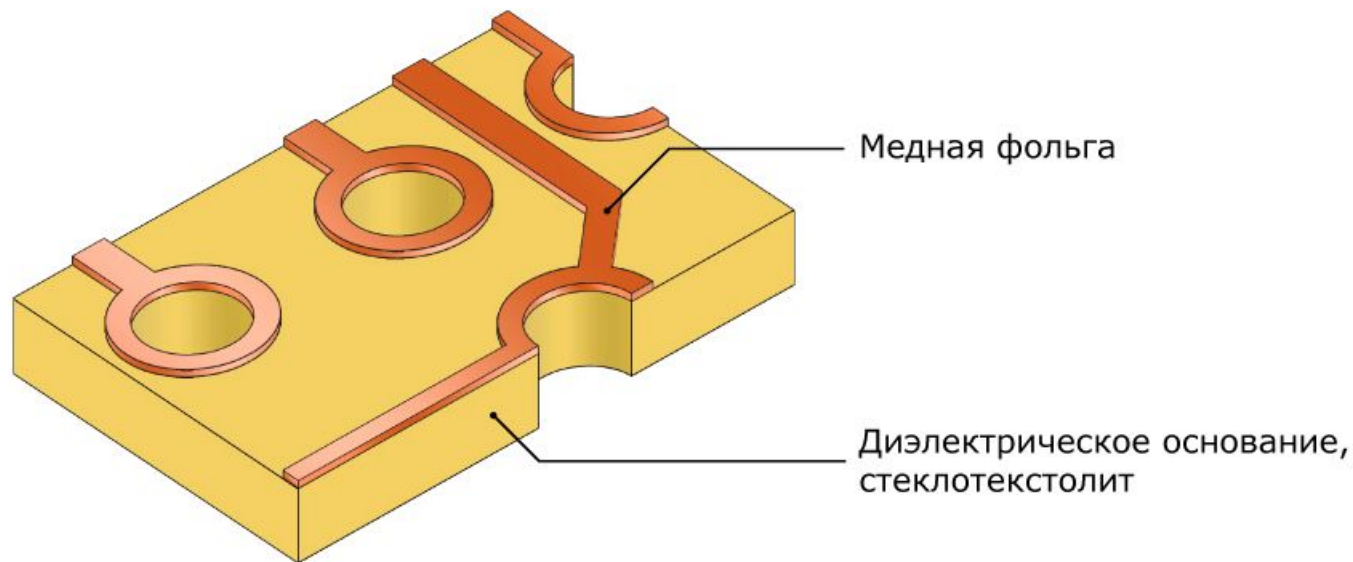
Экспонирование фоторезиста происходит на установках прямого лазерного экспонирования без использования фотошаблонов. Источником излучения при этом может быть UV лазер или UV светодиодная матрица.



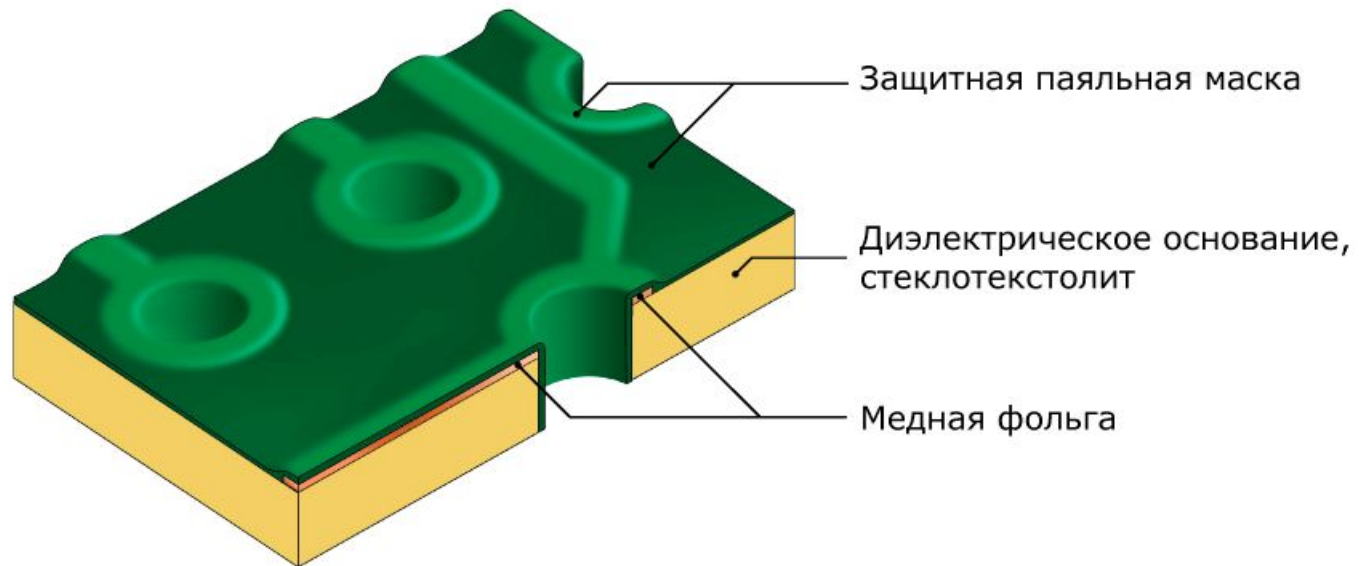
Изображение на фоторезисте проявляется:
не засвеченные участки растворяются,
засвеченные – остаются на плате.
Назначение оставшегося фоторезиста –
защита медной фольги при последующем
травлении.



На этом этапе фоторезист защищает медь от травления. Незащищенная медь растворяется в травящем растворе, оставляя на плате рисунок будущей схемы. Травление осуществляется в горизонтальной конвейерной машине.



Фоторезист удаляется, обнажая базовую медную фольгу на проводниках. Таким образом, мы получили рисунок топологии печатной платы. Далее заготовки передаются на автоматическую оптическую инспекцию для проверки качества травления.



Для защиты поверхности платы и медных участков, не подлежащих нанесению финишного покрытия, на плату наносится защитная паяльная маска. Наиболее широко распространена жидкая двухкомпонентная фоточувствительная паяльная маска.

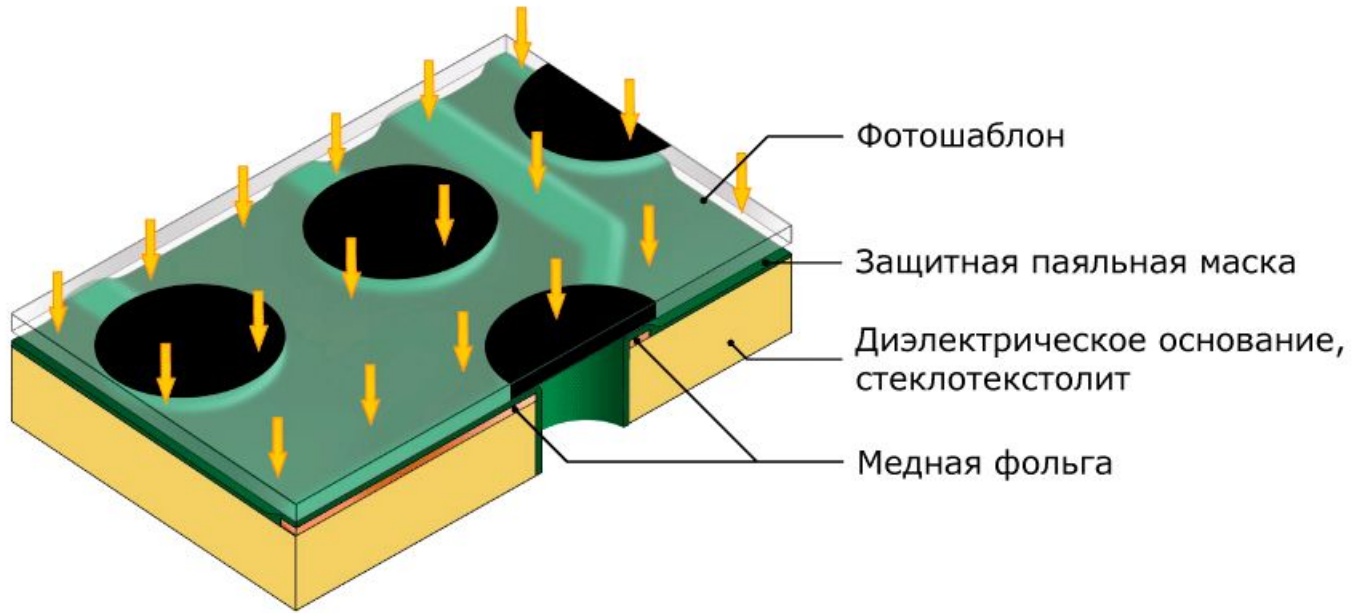
Сухая пленочная паяльная маска обеспечивает хорошие результаты по тентированию переходных отверстий, наносится методом ламинирования, но в настоящее время используется редко, т.к. не подходит для печатных плат выше 3 класса точности. Жидкая паяльная маска наносится методом сеткографии через сетчатый трафарет, причем существует два варианта нанесения.

Через готовый трафарет, когда в сетке уже сформированы все окна вскрытия, и маска наносится только на защищаемые участки печатной платы (такой вариант имеет невысокое разрешение и применяется, как правило, на односторонних печатных платах ниже 3 класса точности), и сплошное нанесение маски с использованием метода трафаретной печати и последующим экспонированием через фотошаблон или прямым экспонированием. Перед нанесением маски поверхность меди очищается, затем развивается необходимая шероховатость для хорошей адгезии маски.

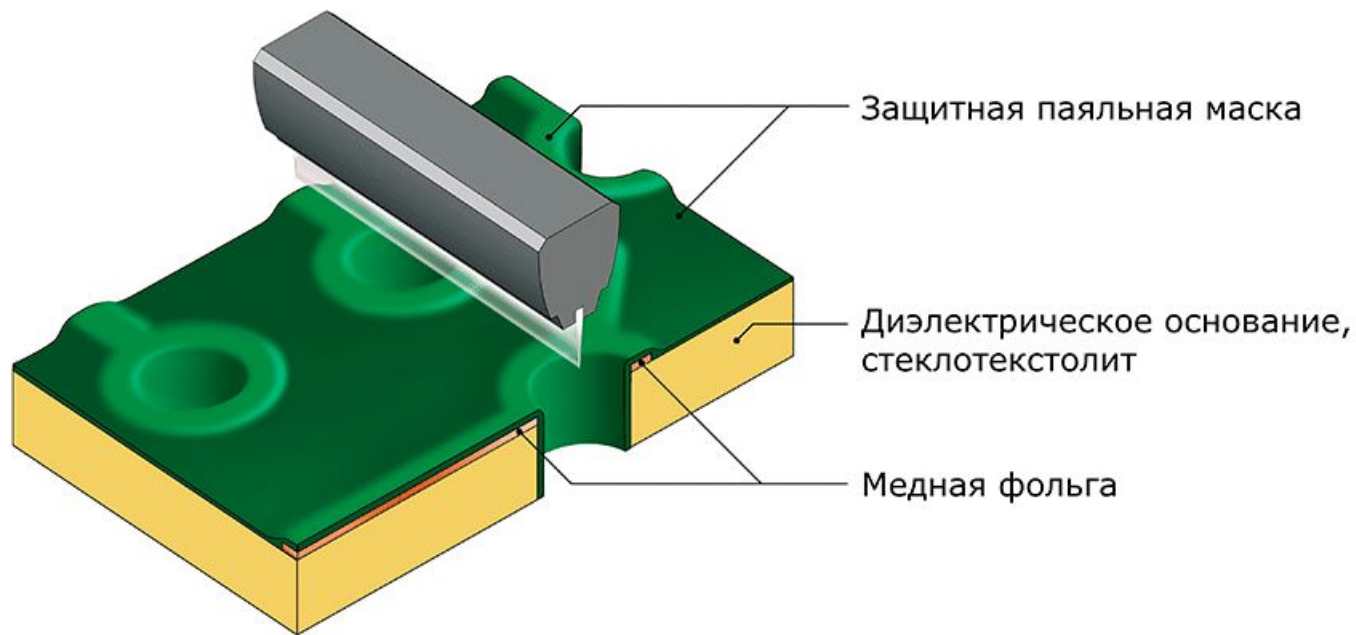
Жидкая маска продавливается ракелем через сетку на всю поверхность заготовки. Нанесенный слой подсушивается в печи до образования сухой поверхности. Для печатных плат с маской с двух сторон процесс повторяется. Подсушенные заготовки передаются на экспонирование.

Экспонирование защитной паяльной

маски

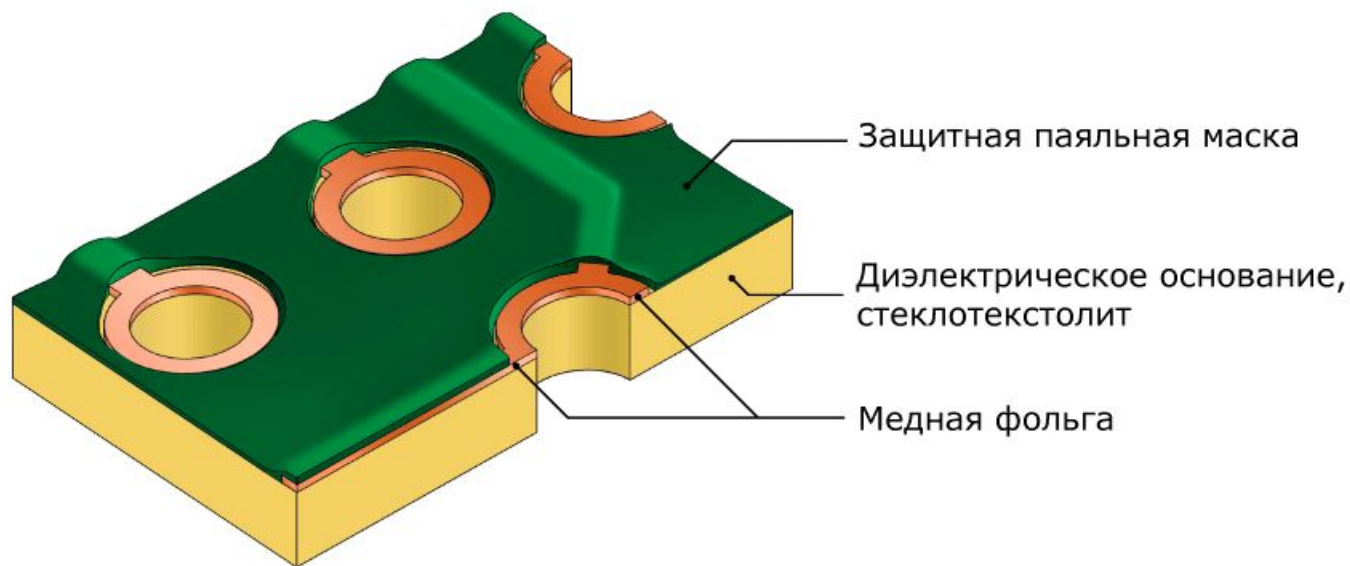


1 вариант: Экспонирование с негативными фотошаблонами
С заготовкой совмещается фотошаблон. Круг, часть которого изображена – контактная площадка. Изображение на фотошаблоне – негативное по отношению к будущей схеме. Участки поверхности, прозрачные на фотошаблоне, засвечиваются, фотополимеризуются и теряют способность к растворению в растворе проявления. После экспонирования фотошаблоны удаляются.



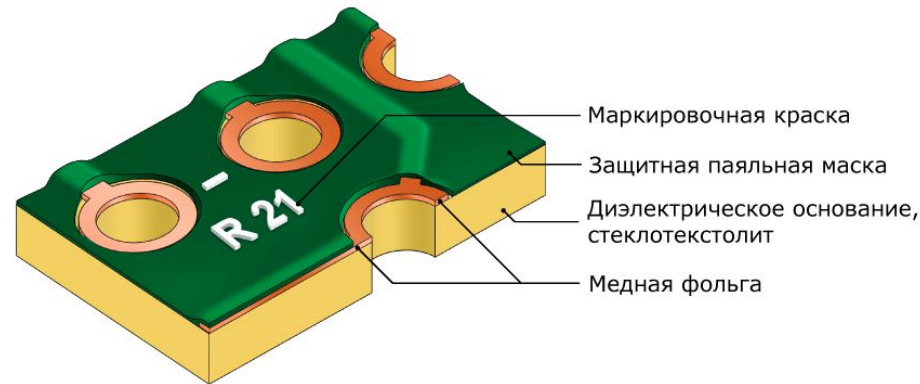
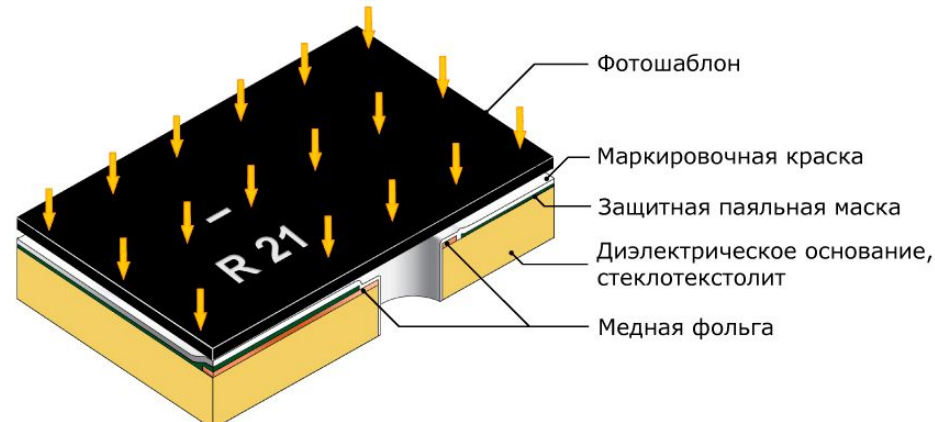
2 вариант: Прямое экспонирование защитной паяльной маски

На установке прямого экспонирования маска засвечивается UVлазером или UVсветодиодной матрицей. Засвечиваемые участки полимеризуются и теряют способность к растворению в растворе проявления.



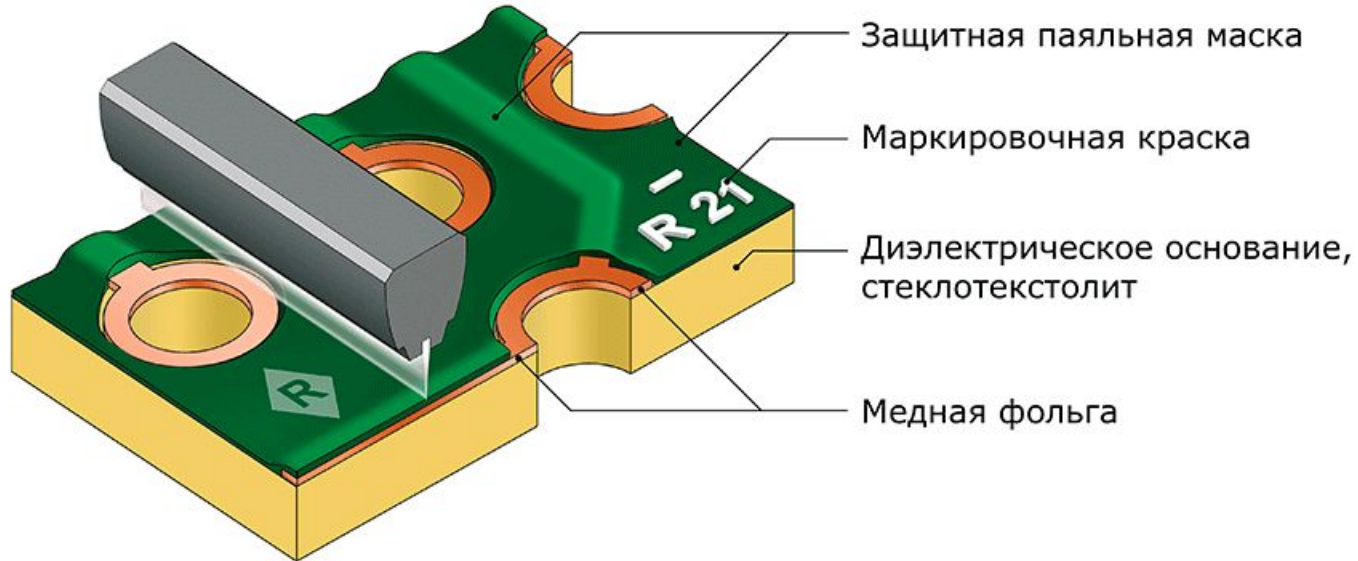
Проявление защитной паяльной маски
Незасвеченные участки маски смываются в
линии проявления. Качество
сформированных масочных слоев
проверяется контролером. После контроля
заготовки помещаются в печку для
окончательной полимеризации.

Печать маркировочной краски



Для идентификации монтируемых компонентов большинство изготавливаемых печатных плат имеют маркировку. Маркировка наносится после проявления маски.

Через сетчатый трафарет наносится маркировка контуров, позиционных номеров, типов и номиналов компонентов.



2 вариант: Струйная печать маркировочной краски

Для идентификации монтируемых компонентов большинство изготавливаемых печатных плат имеют маркировку. Маркировка наносится после проявления маски.

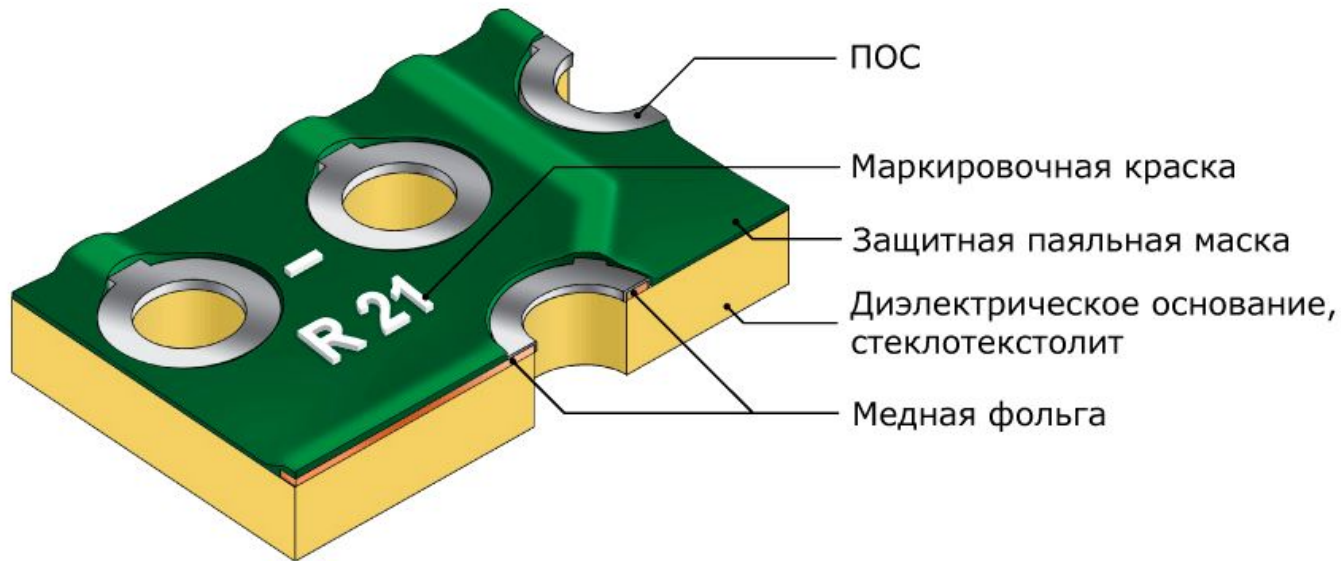
По аналогии с обычным струйным принтером изображение формируется капельками чернил отверждаемых ультрафиолетом.

Струйный метод является современным и эффективным способом нанесения маркировки.

Заготовки с напечатанной маркировкой передаются на контроль качества.

Нанесение финишного покрытия, вариант 1

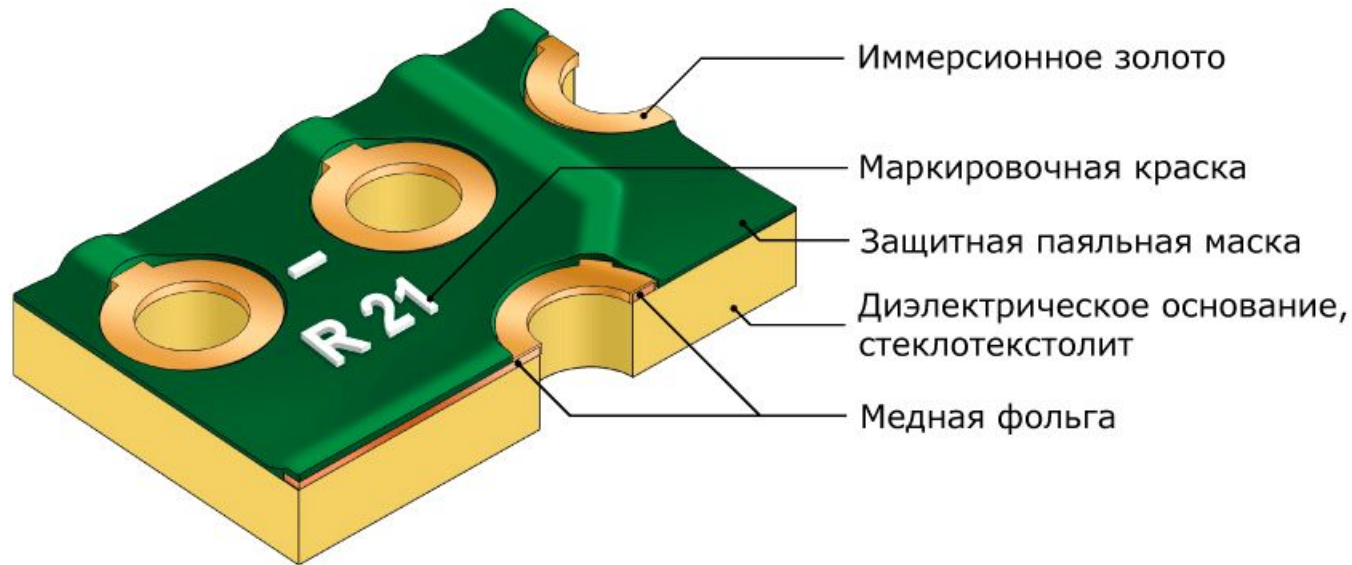
HASL



На открытые от маски участки меди различными методами наносится финишное покрытие для обеспечения качественной пайки.

HASL (Hot Air Solder Leveling). Нанесение припоя путем окунания заготовки в расплавленный припой с последующим выравниванием горячим воздухом. Возможно применение (в разных установках) свинцового и бессвинцового (leadfree) припоя.

Нанесение финишного покрытия, вариант 2 Иммерсионное золото



На открытые от маски участки меди различными методами наносится финишное покрытие для обеспечения качественной пайки.

Нанесение иммерсионного золота по подслою никеля (процесс ENIG) осуществляется в многостадийном химическом процессе. IPC-4552 регламентирует толщину подслоя Ni 3-6мкм, минимальную толщину Au 0,05мкм (типовые значения 0,05-0,1мкм).

Материалы взяты с сайта

- <https://www.rezonit.ru/directory/baza-znaniy/tekhnologiya-izgotovleniya-pechatnykh-plat-v-kartinkakh/odnostoronnie-pechatnye-platy/>