

1.6. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОВОДЯЩЕГО РИСУНКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Цель лекции: рассмотрение способов получения проводящего рисунка печатной платы с указанием сущности способа, точности воспроизведения рисунка, основных этапов процесса, используемых в процессе материалов, инструментов и установок. Приведение сравнения самых распространённых реакций травления меди.

1.6.1. АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОВОДЯЩЕГО РИСУНКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Выделяют следующие основные способы получения проводящего рисунка печатных плат как: травление, осаждение, наращивание и напыление (рис. 1.17).

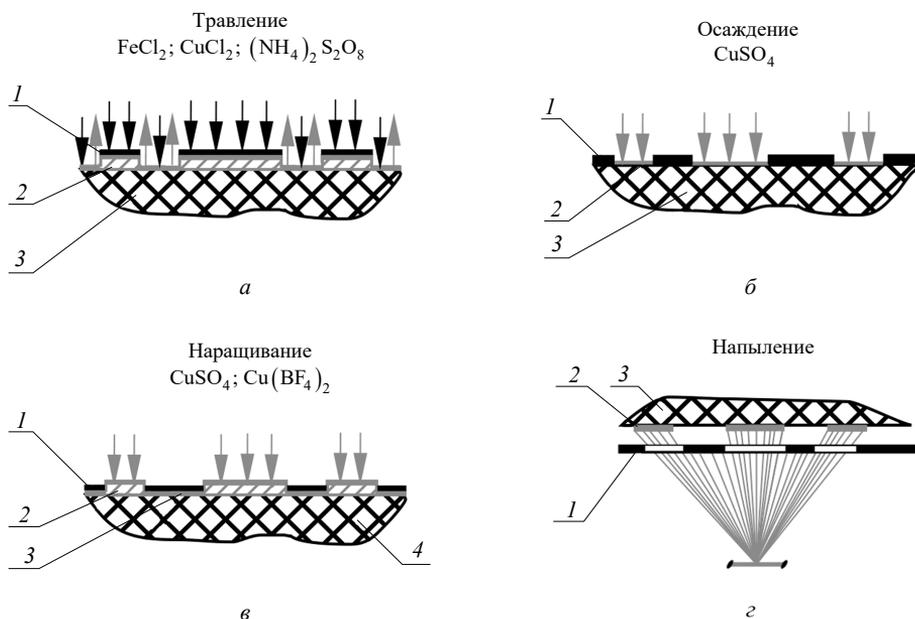


Рис. 1.26. Схемы способов получения проводящего рисунка:

- а* – травление медной фольги (*1* – маска; *2* – проводящий рисунок – фольга; *3* – основание ПП);
- б* – химическое осаждение меди (*1* – маска; *2* – проводящий рисунок из осажденной меди; *3* – основание ПП);
- в* – гальваническое наращивание меди в зонах проводящего рисунка (*1* – маска; *2* – проводящий рисунок – осажденная медь; *3* – слой предварительного меднения; *4* – основание ПП);
- г* – термическое вакуумное напыление меди (*1* – трафарет; *2* – проводящий рисунок; *3* – диэлектрическое основание ПП)

1.6.2. СПОСОБ ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОВОДЯЩЕГО РИСУНКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Способ химического травления (рис. 1.26, а). Сущность способа – удаление (травление) меди в зоне непроводящего рисунка (пробельных мест) печатной схемы. При этом проводящий рисунок должен быть защищен маской из фоторезиста, краски или металлорезиста (олово, олово–свинец). При травлении меди в зоне пробельных мест удаляется фольга и слой предварительной металлизации (если он был нанесен на заготовку ПП). Травление – сложный окислительно-восстановительный процесс, в котором растворы на основе хлористого железа (FeCl_3), хлорной меди (CuCl_2) или персульфата аммония $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$ служат окислителями (табл. 1.9).

Таблица 1.9

Реакции травления

Реакция	Описание реакции
$2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$	Обеспечивает равномерную скорость травления со степенью насыщения медью 50–60 г/л, непригоден при наличии маски из металлорезиста
$\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}_2\text{Cl}_2$	Дешев, легко регенерируется; имеет степень насыщенности медью 120–150 г/л
$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Применяется для травления меди в случае защиты проводящего рисунка металлорезистом (олово, олово–свинец), легко регенерируется

Геометрия проводящего рисунка зависит от стойкости защитной маски, характеристик травильного раствора и скорости травления (точность воспроизведения $\pm 0,01$). Травление сопровождается боковым подтравливанием проводящего рисунка, глубина которого соизмерима с толщиной слоя меди, удаляемой с пробельных мест. Величина подтравливания зависит и от способа подачи в рабочую зону травильного раствора: погружение в раствор, струйное травление (предпочтительнее).

1.6.3. СПОСОБ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОВОДЯЩЕГО РИСУНКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Химический способ – осаждение (рис. 1.26, б). Сущность способа – осаждение меди на диэлектрик в зоне проводящего рисунка в качестве подслоя для последующего гальванического наращивания меди или в качестве основного слоя путем толстослойного химического меднения. Медь, оса-

жденная в качестве подслоя, имеет толщину 0,25–1,0 мкм (возможно до 2,0–3,0 мкм) и служит для подсоединения заготовки ПП к катоду электролитической ванны при последующем гальваническом наращивании. Химическое осаждение происходит из раствора на основе сернокислой меди (CuSO_4) со скоростью 1–2 мкм/ч вследствие восстановления ионов двухвалентной меди на активированной поверхности диэлектрика. Активация диэлектрика осуществляется в совмещенном растворе двуххлористого олова (SnCl_2) – сенсбилизация, и двуххлористого палладия (PdCl_2) – активация. Раствор содержит также соляную кислоту (HCl) и хлористый калий (KCl). Толстослойное химическое меднение требует увеличения скорости осаждения (2 мкм/ч и более) и применения системы автоматического управления процессом. Геометрия проводящего рисунка при химическом осаждении меди зависит от стойкости маски и её толщины. При тонкой маске возможно боковое разрастание осаждаемой меди.

1.6.4. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ НАРАЩИВАНИЯ ПРОВОДЯЩЕГО РИСУНКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Электрохимический способ – наращивание (рис. 1.26, в). Сущность способа – увеличение толщины предварительно осажденного слоя химической меди, а также образование проводящего рисунка схемы с толщиной меди в металлизированных отверстиях не менее 25 мкм. Гальваническим осаждением через маску наносят металлорезист (олово – 3–5 мкм, олово–свинец – 8–20 мкм) для защиты проводящего рисунка при травлении меди с пробельных мест. К этому способу прибегают для создания на проводящем рисунке (например, в зоне печатных контактов) специальных покрытий (палладий, золото, родий и т. п.).

Медь осаждают, используя аноды из соответствующего металла и электролиты на основе сернокислой меди CuSO_4 (хорошая рассеивающая способность, пластичный осадок) и борфтористой меди $[\text{Cu}(\text{BF}_4)_2]$. Скорость осаждения составляет 60 мкм/ч. Металлорезист осаждают из электролита на основе борфтористого олова и свинца $[\text{Sn}(\text{BF}_4)_2; \text{Pb}(\text{BF}_4)_2]$.

Геометрия проводящего рисунка при наращивании меди и металлорезиста зависит от стойкости маски в электролитах, её толщины, а также толщины осаждаемого металла. При тонкой маске возможно боковое разрастание металла. Точность воспроизведения рисунка – $\pm 0,01 \div \pm 0,05$.

1.6.5. ТЕРМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ВАКУУМНОГО НАПЫЛЕНИЯ ПРОВОДЯЩЕГО РИСУНКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Термический способ – вакуумное напыление (рис. 1.26, з). Сущность способа – осаждение меди на диэлектрик в зоне проводящего рисунка путем

напыления через трафарет. Перед металлизацией необходимо очистить заготовку печатной платы от медных оксидов и жиров для лучшей адгезии. Медь испаряется из тигля в условиях вакуума. Процесс ведется в вакуумной установке. Этот способ эффективен при получении тонких (0,1–1,0 мкм) слоев металлизации на мелких участках КС.

Вакуумное напыление не получило широкого распространения, поскольку оно требует большого расхода электроэнергии и напыляемых материалов.

Как и химическое осаждение, напыление относится к аддитивным (*additio* (лат.) – «присоединять, прибавлять») методам получения проводящего рисунка. Основная идея этих методов – нанесение меди на заготовку нефольгированного стеклотекстолита через маску. Маска при этом предотвращает попадание меди на пробельные места. Как правило при использовании аддитивных методов отверстия в печатной плате просверливаются заранее, до процесса меднения и нанесения защитной маски.

Тесты к лекции 1.6

1. От чего зависит геометрия проводящего рисунка?
 - а) От стойкости защитной маски, характеристик травильного раствора и скорости травления;
 - б) От материала защитной маски и состава травильного раствора;
 - в) От качества металлизации основания.
2. Что необходимо для толстослойного химического меднения?
 - а) Увеличение скорости осаждения;
 - б) Изменение состава активатора;
 - в) Уменьшение скорости осаждения.
3. Что наносят методом гальванического осаждения?
 - а) Металлорезист;
 - б) Фоторезист;
 - в) Паяльную маску.
4. Какой эффект может возникнуть при слишком тонкой маске?
 - а) Боковое разрастание металла;
 - б) Отслоение дорожек;
 - в) Дефекты отверстий.
5. К каким методам относят химическое осаждение и напыление?
 - а) Аддитивным;
 - б) Субтрактивным;
 - в) Комбинированным.