

Конструирование ЭВМ

Лекция 6

Правила проектирования печатных плат

Правила проектирования печатных плат

- Задачи конструирования ПП
- Основные виды ПП и способы их конструкций
- Расчет электрических параметров ПП
- Автоматизация проектирования ПП
- Основные правила конструирования ПП

Задачи конструирования печатных плат

- 1) увеличить надежность узлов, блоков и устройства в целом;
- 2) улучшить технологичность за счет автоматизации операций сборки и монтажа;
- 3) повысить плотность размещения компонентов;
- 4) повысить быстродействие и помехозащищенность схем.
- 5) технологические - выбор метода изготовления, защита и т.д.

Задачи конструирования печатных плат

При разработке конструкции печатных плат решаются следующие **задачи**:

- 1) **схемотехнические** - трассировка печатных проводников, минимизация количества слоев и т.д.;
- 2) **радиотехнические** - расчет паразитных наводок, параметров линий связи и т.д.;
- 3) **теплотехнические** - температурный режим работы печатной платы, теплоотвод и т.д.;
- 4) **конструктивные** - размещение элементов на печатной плате, контактирование и т.д.;
- 5) **технологические** - выбор метода изготовления, защита и т.д.

Задачи конструирования печатных плат

Все задачи тесно взаимосвязаны между собой:
от метода изготовления зависят точность размеров проводников и их электрические характеристики, а от расположения печатных проводников - степень влияния их друг на друга и т.д.

Основные виды печатных плат и особенности их конструкций

- По числу проводящих слоев

- Однослойные

- Двухслойные

- Многослойные

(МПП) по сравнению с первыми двумя типами обладают следующими **преимуществами**:

- 1) большей плотностью размещения печатных проводников;
- 2) меньшими потерями сигналов в них;
- 3) меньшими удельными массами и габаритами, приведенными к одному слою.

Основные виды печатных плат и особенности их конструкций

По виду материала основы ПП разделяют на

- 1) изготовленные на основе органического диэлектрика (текстолит, гетинакс, стеклотекстолит);
- 2) изготовленные на основе **керамических** материалов;
- 3) изготовленные на основе **металлов**.

Основные виды печатных плат и особенности их конструкций

По виду соединений между слоями ПП различают на следующие:

- 1) с металлизированными отверстиями;
- 2) с пистонами;
- 3) изготовленные послойным наращиванием;
- 4) с открытыми контактными площадками.

Основные виды печатных плат и особенности их конструкций

По способу изготовления ПП разделяют на платы, изготовленные

- 1) химическим травлением;
- 2) электрохимическим осаждением;
- 3) комбинированным способом (1 и 2-й способы).

Основные виды печатных плат и особенности их конструкций

По способу нанесения проводников ПП
делят на платы

- 1) полученные обработкой фольгированных диэлектриков;
- 2) полученные нанесением тонких токопроводящих слоев.

Последний способ более точен и производительнее и отработан на технологии гибридных схем.

Основные виды печатных плат и особенности их конструкций

Широкое распространение получают МПП на **керамической основе**. По сравнению с органическими диэлектриками керамика позволяет улучшить теплоотвод, повысить плотность компоновки микросхем (особенно с использованием микрокорпусов).

Недостатки:

- 1) большая масса;
- 2) небольшие наибольшие линейные размеры (ограничены технологией - 150 x 150 мм).

Основные виды печатных плат и особенности их конструкций

Металлические ПП изготавливаются на основе стальных, алюминиевых и инваровых листов.

Пластины окисляются и покрываются слоем керамики, эмали, лака или другого диэлектрика.

Поверх наносятся печатные проводники, пленочные резисторы, конденсаторы, индуктивности, а затем монтируются микросхемы (как правило, бескорпусные).

Основные виды печатных плат и особенности их конструкций

Металлические ПП

Преимущества:

- 1) сравнительно невысокая стоимость;
- 2) неограниченные размеры;
- 3) высокая теплопроводность;
- 4) лучшая помехозащищенность;
- 5) высокая прочность и теплостойкость.

Недостатки:

- 1) высокая удельная емкость проводников;
- 2) большая масса.

Расчет электрических параметров ПП

Печатные проводники проходят на достаточно близком расстоянии друг от друга и имеют относительно малые линейные размеры сечения.

С увеличением быстродействия ЭВМ все большее значение приобретают вопросы учета параметров проводников и высокочастотных связей между ними.

Расчет электрических параметров ПП

Сопротивление проводника

$$R = \rho l / (bt)$$

ρ - удельное объемное электрическое сопротивление проводника;

l - длина проводника;

b - ширина проводника;

t - толщина проводника.

ρ различается для проводников, изготовленных различными методами.

Медные проводники, полученные электрохимическим осаждением, ρ равно 0,02-0,03 мкОм/м, а для медных проводников, полученных методом химического травления ρ равно примерно 0,0175 мкОм/м.

Расчет электрических параметров ПП

Постоянный ток в проводниках

Величина тока в печатных проводниках определяется, в первую очередь, ограничением на максимально допустимую плотность тока для конкретного материала γ . Для медных проводников, полученных электрохимическим осаждением γ равна около 20 А/мм², и около 30 А/мм² для проводников, полученных методом химического травления фольги.

Допустимый ток в печатных проводниках определяется как $I = 10^{-3} \gamma b t$,

а ширина должна отвечать следующему условию:

$$b \geq 10^3 I / (\gamma t)$$

Расчет электрических параметров ПП

Падение напряжения на печатных проводниках

Падение напряжения на печатных проводниках определяется как:

$$\Delta U = \rho[l/(bt)]$$



Расчет электрических параметров ПП

Емкости

Емкость (пф) между двумя параллельными печатными проводниками одинаковой ширины b (мм), расположенными на одной стороне платы определяется как

$$C = \frac{0,12\varepsilon l}{\lg[2a/(b+t)]},$$

где l - длина участка, мм ; _____ ● _____ проводники параллельны,

ε - диэлектрическая проницаемость среды;

a - расстояние между параллельными проводниками.

Емкость (пф) между двумя параллельными проводниками шириной b (мм), расположенными по обе стороны печатной платы с толщиной диэлектрика a (мм) определяется как

$$C = 0,008842 \varepsilon l b/a [1+a/(\pi b) (1+\lg(2 \pi b/a))]$$

Основные правила конструирования ПП

1. Максимальный **размер стороны** ПП не должен превышать 500 мм.

Это ограничение определяется требованиями прочности и плотности монтажа.

2. **Соотношения** размеров **сторон** ПП для упрощения компоновки блоков и унификации размеров ПП рекомендуются следующие: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 3:2, 5:2 и т.д.

3. Выбор **материала ПП**, способа ее изготовления, класса плотности монтажа должны осуществляться на стадии эскизного проектирования, так как эти характеристики определяют многие электрические параметры устройства..

Основные правила конструирования ПП

4. При разбиении схемы на слои следует стремиться с **минимизации числа слоев**. Это диктуется экономическими соображениями.

5. По краям платы следует предусматривать **технологическую зону** шириной 1,5-2,0 мм. Размещение установочных и других отверстий, а также печатных проводников в этой зоне не допускается.

6. Все **отверстия** должны располагаться в узлах **координатной сетки**. В крайнем случае хотя бы первый вывод микросхемы должен располагаться в узле координатной сетки.

Основные правила конструирования ПП

7. На печатной плате должен быть предусмотрен **ориентирующий паз** (или срезанный левый угол) или технологические базовые отверстия, необходимые для правильной ориентации платы.

8. Печатные **проводники** следует выполнять минимально **короткими**.

9. Прокладка ~~рядом~~ проводников **входных и выходных** цепей **нежелательно** во избежание паразитных наводок.

10. Проводники наиболее **высокочастотных цепей** прокладываются в **первую очередь** и имеют благодаря этому наиболее возможно короткую длину.

11. **Заземляющие** проводники следует изготавливать максимально **широкими**.

