

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Проектирование топологии гибридных микросхем

Учебно-методическое пособие для вузов

Составители:
Ю.И. Дикарев
В.М. Рубинштейн

Издательско-полиграфический центр
Воронежского государственного университета
2009

СОДЕРЖАНИЕ

Проектирование топологии гибридных микросхем	4
1. Правила проектирования	4
1.1. Общие положения	4
1.2. Анализ ТЗ	5
1.3. Разработка коммутационной схемы.....	5
1.4. Расчет геометрических размеров пленочных элементов	6
1.5. Определение площади платы и типоразмеров корпуса	6
1.6. Разработка эскиза топологии.....	7
1.7. Оценка качества разработки топологии ГИМС	15
2. Задания для самостоятельной работы.....	16
2.1. Содержание и объем работы	16
2.2. Варианты технического задания	16
3. Пример разработки ГИМС	21
3.1. Исходные данные	21
3.2. Анализ технического задания и составление схемы соединений (коммутационной платы)	22
3.3. Расчет топологии пленочных элементов	22
3.4. Определение площади платы	27
3.5. Разработка топологии	28
3.6. Последовательность основных технологических операций изготовления ГИМС масочным методом	30
Приложения.....	31
Литература	34

1.4. Расчет геометрических размеров пленочных элементов

Расчет геометрических размеров проводится по методикам, рассмотренным на семинарских занятиях или изложенным в специальной учебной литературе [1–5]. Расчет заканчивается чертежом топологии каждого элемента в масштабе, принятом для чертежа топологии ИМС. Окончательную форму и размеры пленочных элементов выбирают при разработке эскиза топологии и его корректировке с учетом рационального расположения элементов на плате, тепловых режимов и паразитных взаимодействий.

1.5. Определение площади платы и типоразмеров корпуса

Вначале определяют ориентировочную площадь подложки по формуле

$$S = k \left(\sum_{i=1}^k S_{Ri} + \sum_{i=1}^i S_{Ci} + \sum_{i=1}^m S_{Li} + \sum_{i=1}^n S_{Hi} + \sum_{i=1}^p S_{Ki} \right),$$

где k – коэффициент использования площади платы, учитывающий зазоры между элементами, а также площадь, необходимую для размещения межсоединений (для ориентировочных расчетов = 2–3);

S_{Ri} , S_{Ci} , S_{Li} , S_{Ki} – соответственно площадь пленочных i -го резистора, конденсатора, индуктивного элемента, контактной площадки;

S_{Hi} – площадь i -го навесного компонента (транзистора, диода, конденсатора, катушки индуктивности и т. д.);

k, l, m, n, p – число резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, навесных компонентов и контактных площадок соответственно.

Затем по вычисленной ориентировочной площади подложки выбирают ее типоразмер из ряда рекомендуемых. Одновременно выбирают способ защиты ГИМС и типоразмер корпуса. Рекомендуемые размеры плат приведены в таблице 1, а типоразмеры и характеристики корпусов – в работах М.Ф. Пономарева, И.М. Николаева [4, 5].

Таблица 1

Типоразмеры плат

Параметры	№ типоразмера																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ширина, мм	96	60	48	30	24	20	16	12	10	10	5	2,5	16	32	8	8	24	15	20
Длина, мм	120	96	60	48	30	24	20	16	16	10	6	4	60	60	15	10	60	48	45

1.6. Разработка эскиза топологии

Топологический чертеж ГИМС является чертежом, определяющим ориентацию и взаимное расположение всех элементов и компонентов микросхемы на плате. Он регламентирует форму и размеры элементов и ком-

понентов, предопределяет их оптимальное размещение на плате и обеспечивает изготовление микросхемы с заданными характеристиками.

Начальный этап разработки топологии состоит в изготовлении эскизных чертежей, выполненных на миллиметровке в масштабе 10 : 1 или 20 : 1. Масштаб выбирают исходя из удобства работы, наглядности и точности.

Навесные компоненты изображают с соблюдением порядка расположения выводов. Грани навесных компонентов располагаются вдоль осей координатной сетки. Если используются навесные компоненты с жесткими выводами, то в чертеже топологии выполняют контактные площадки, которые соответствуют их цоколевке. Контактные площадки внешних выводов, предназначенных для электрической связи с выводами корпуса микросхемы, располагают по периферии платы. На изображениях контактных площадок проставляют порядковые номера. Начало нумерации предпочтительно начинать с левого нижнего угла в направлении против часовой стрелки. Нумерация контактных площадок должна соответствовать принципиальной электрической схеме. В зависимости от типа выбранного корпуса контактные площадки располагают по периметру, по двум противоположным сторонам или по одной стороне платы. При выполнении учебных разработок топологии изображение контактных площадок следует выбирать по второму варианту.

Внутренние контактные площадки, расположенные внутри контура, ограниченного периферийными площадками, нумеруются очередными порядковыми номерами. Обход их осуществляется сверху вниз и слева направо. Допускается установка навесных компонентов на пленочные проводники и резисторы, защищенные пленкой диэлектрика, но не следует их устанавливать на пленочные конденсаторы и пересечения межсоединений. По периферии платы предусматривается технологическое свободное поле размером не менее 0,5 мм. В левом нижнем углу платы необходимо расположить ключ (знак для ориентации), для чего несколько увеличивают размеры нижней левой контактной площадки. Ключ может быть выполнен также в виде какой-либо фигуры, например треугольника, нанесенной на свободное поле платы. Расположение компонентов с гибкими выводами на плате рекомендуется указывать знаками, выполняемыми одновременно с нанесением пленочных элементов.

Одновременно с размещением элементов и компонентов параллельно осям координат проводят трассы электрической связи (проводники). Для устранения пересечения часто трассы пленочных проводников располагают под проволочными выводами навесных компонентов или между контактными площадками компонентов с жесткими выводами. Для минимизации длины проводников пленочные элементы обычно группируют вокруг связанных с ними активных навесных компонентов. При разработке схемы соединений рекомендуется пленочные и проволочные проводники делать раз-

ного цвета. При разработке эскиза топологии учитывают конструкторские требования и технологические ограничения. Основные требования и ограничения, касающиеся конструкции и технологии изготовления тонкопленочных ГИМС, приведены в таблице 2. Однако следует учитывать, что указанные в таблице размеры можно использовать только в учебных целях. При оформлении производственных чертежей размеры должны быть откорректированы с учетом технологических возможностей предприятия-изготовителя.

При проработке первого варианта топологии обычно не удается получить приемлемую конфигурацию слоев. Работа над следующим вариантом сводится к устранению недостатков первого. В процессе вычерчивания топологии возможны изменения геометрии пассивных элементов, позволяющие оптимизировать компоновку микросхемы. Следует учитывать, что способ и последовательность работы по размещению и выбору пленочных элементов могут быть различными. Эта работа во многом определяется опытом разработчика и носит индивидуальный характер.

После разработки эскиза топологии производится оценка ее соответствия электрическим, конструктивным и технологическим требованиям. На этом этапе разработки необходимо тесное взаимодействие между разработчиками схемы, конструкторами и технологами. На завершающем этапе рассчитывают тепловой режим микросхемы, параметров надежности и технико-экономические показатели. При необходимости в топологию вносят изменения. Окончательный вариант эскиза топологии воплощается в виде топологического чертежа, на первом листе которого всегда размещается чертеж общего вида с изображением всех слоев одновременно. На общем виде топологии обязательно проставляют позиционные обозначения элементов микросхемы согласно принципиальной электрической схеме. Кроме общего вида на первом листе топологического чертежа приводят технические требования и таблицы, в которых помещают данные по изготовлению отдельных слоев и величины электрических параметров элементов микросхемы, получаемых по этому чертежу. На рисунке 2 показан пример оформления чертежа общего вида топологии тонкопленочной гибридной микросхемы. При выполнении учебных заданий можно ограничиться только чертежом общего вида топологии без таблиц и технических требований.