

**КАФЕДРА «Информационно-измерительные системы и
технологии приборостроения» К2-МФ**

Презентация на тему:

**«Технологический процесс
получения тонкопленочных
интегральных микросхем»**

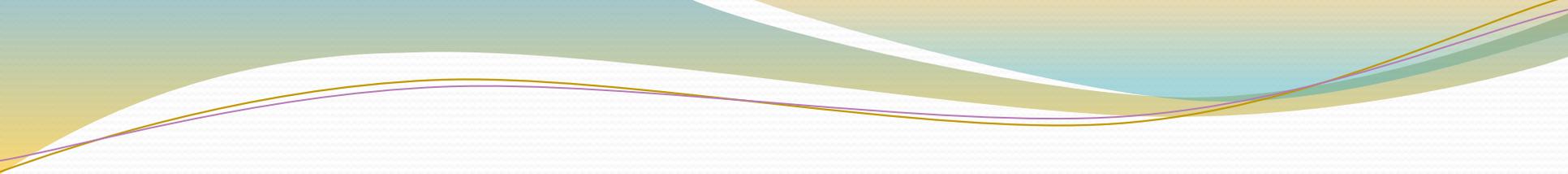
Группа К2-61Б

студент Данилов А.И.

В настоящее время существует большое количество типовых технологических процессов изготовления тонкопленочных ИМС. В основу каждого процесса положены методы нанесения пленок и получения рисунка элементов ИМС.

Методы нанесения тонких плёнок:

- термическое испарение материалов в вакууме с конденсацией паров этих материалов на поверхность подложки
- ионное распыление мишеней из наносимых материалов с переносом атомов мишени на поверхность подложки.



Основные этапы технологического процесса изготовления тонкопленочных микросхем:

1. Составление топологии схемы.
2. Изготовление оригинала интегральной микросхемы, фотошаблона и масок.
3. Напыление элементов схемы.

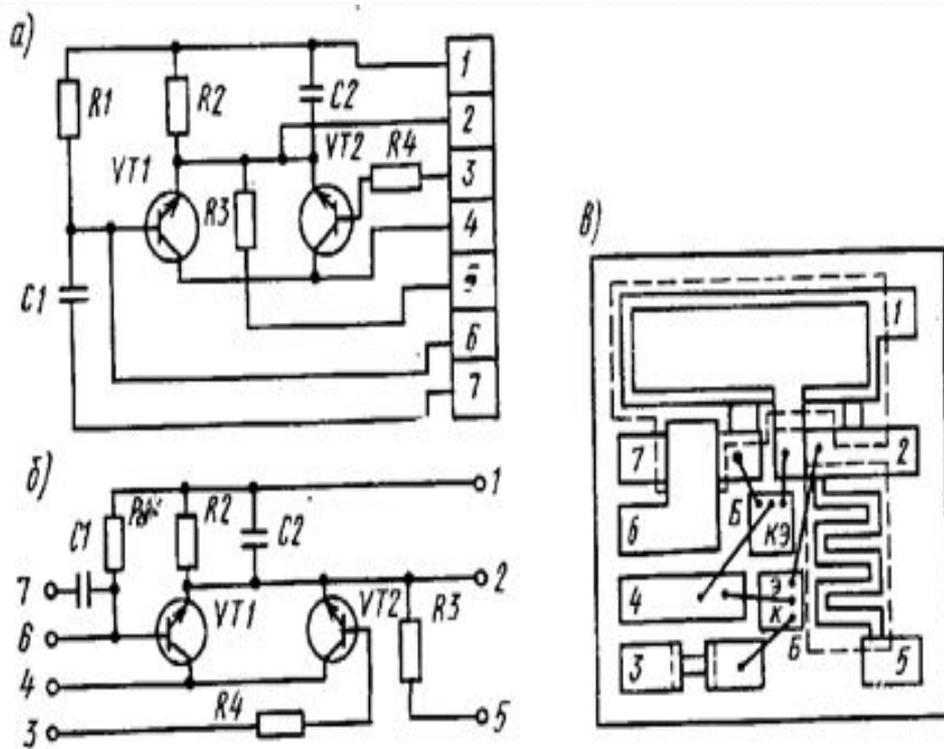
1. Составление топологии схемы.

При разработке топологии необходимо иметь принципиальную электрическую схему с перечнем элементов и их параметров.

Последовательность разработки топологии для самостоятельных функциональных схем:

- 1) разрабатывается коммутационная схема взаимного размещения элементов;
- 2) выбирается форма и рассчитываются размеры пленочных элементов;
- 3) размещаются пленочные элементы на подложке;
- 4) соединяются пленочные и навесные элементы;
- 5) определяются размеры подложки.

Пример простой топологии ИМС



Контактные площадки 1 - 7

входов и выходов должны быть максимально удалены друг от друга и расположены по периметру платы.

Отношение максимального и минимального значений номиналов резисторов в схеме не должно превышать 50.

а) Заданная электрическая схема.

б) Количество пересечений проводников сводится к минимуму .

в) Готовая топология микросхемы.

2. Изготовление оригинала интегральной микросхемы, фотошаблона и масок.

Оригинал интегральной микросхемы. Это чертеж конфигурации топологического слоя тонкопленочной микросхемы, предназначенного для получения фотошаблона. Размеры тонкопленочных микросхем обычно не превышают 50 мм. При увеличении 30^x оригинал будет иметь размеры 1,5х1,5 м, которые являются максимально допустимыми при фотокопировании.

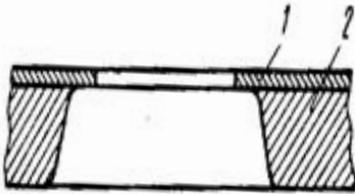
Фотошаблон. Это фотокопия оригинала интегральной микросхемы, выполненная на прозрачном материале в масштабе 1:1 по отношению к размерам микросхемы.

Изготовление масок. Маски служат для получения требуемого рисунка схемы. Различают свободные и контактные маски.

Свободные маски выполняют в виде трафаретов из бериллиевой бронзы, нержавеющей стали и других материалов с отверстиями требуемой конфигурации. С помощью масок производится экранирование отдельных участков подложки от потока осаждаемого материала при его напылении в вакууме. Свободные маски изготавливают механической обработкой или фототравлением.

Контактные маски образуются непосредственно на поверхности подложки и предназначены для однократного использования. Контактные маски изготавливают из фоторезиста или другого материала, стойкого к химическим воздействиям (хром, медь). Наиболее широко такие маски применяют для получения микросхем со сложным рисунком и из материалов, трудно поддающихся травлению. Получение тонкопленочных структур с помощью контактной маски производят методом прямой или обратной фотолитографии.

3. Напыления элементов схемы.



Биметаллическая маска:
1- тонкий слой никеля;
2 - основание маски.

Вакуумное напыление через свободную маску обеспечивает повторение конфигурации маски с точностью ± 25 мкм, а в некоторых случаях до ± 10 мкм. Получаемая точность зависит от зазора между маской и подложкой, а зазор в свою очередь - от плоскостности маски и подложки.

Особую проблему представляет *коробление маски*, которая вследствие малой толщины имеет недостаточную жесткость. Она решается применением биметаллической маски. Ее выполняют из толстой (150 мкм) фольги 2 с нанесением на ее поверхность тонким (10 - 15 мкм) слоем другого металла 1, который несколько выступает за вырезы в фольге. Этот слой влияет на рассеивание атомов осаждаемого вещества на подложку.

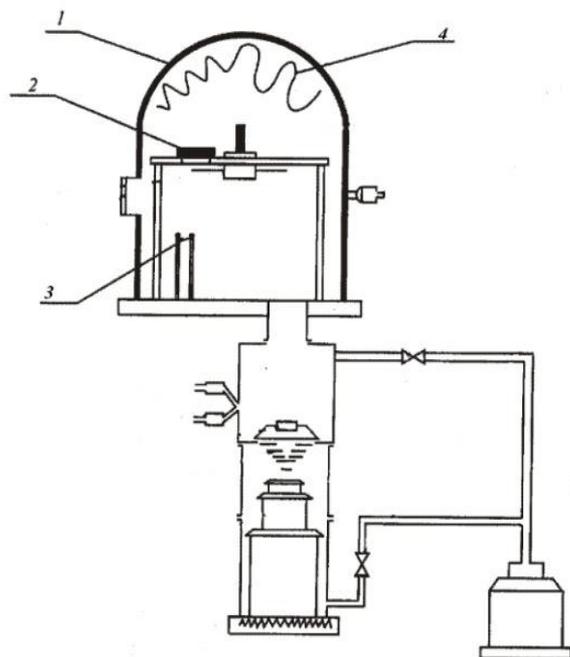
Методы получения тонкопленочных элементов

На практике применяют *однооперационный* и *многооперационный* методы получения тонкопленочных элементов.

При однооперационном методе одновременно на ряд подложек осаждается один слой (например, только диэлектрик или нижние обкладки конденсаторов). Затем подложки вынимают и меняют маски, через которые осаждают следующий слой. Осаждение каждого слоя требует разгерметизации рабочего объема установки.

Достоинство метода: высокая точность получения конфигурации элементов схемы, так как совмещение масок с подложками производится на воздухе.

Недостаток метода: возможное загрязнение нанесенных слоев и увеличение продолжительности выполнения операции, т.к. для получения рабочего вакуума порядка 10^{-4} Па затрачивается 1,5 - 2 часа.



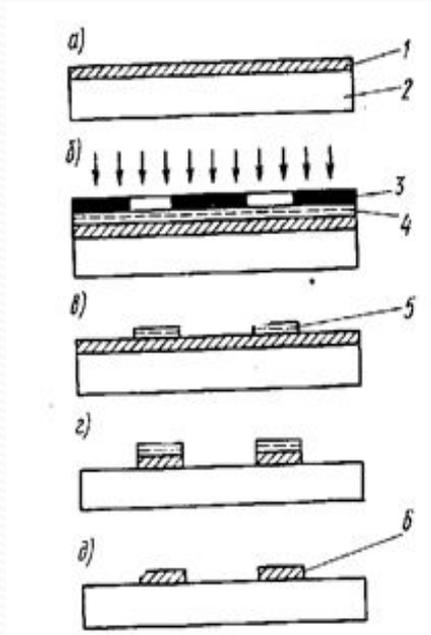
Установка многооперационного типа для напыления в вакууме:

- 1 - водоохлаждаемый колпак;
- 2 - карусель с маской и подложкой;
- 3 - резистивный испаритель;
- 4 - нагреватель подложек.

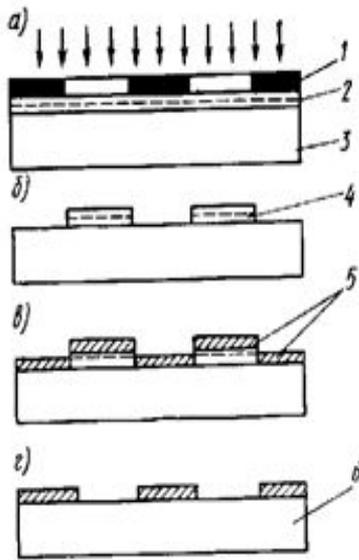
При многооперационном методе используют установки, в которых смонтированы испаритель и соответствующая маска. Каждая позиция защищена экраном. Подложки расположены на карусельном устройстве и могут перемещаться из одной позиции в другие, совмещаясь с неподвижными масками. Напыление осуществляется одновременно на всех позициях и за один технологический цикл откачки можно изготовить пассивную часть тонкопленочной микросхемы. В этом случае полностью исключается воздействие атмосферного воздуха. Однако, многооперационный метод требует применения сложной и дорогостоящей технологической оснастки, работа которой в условиях высокого вакуума и высоких температур может быть не всегда надежна.

Перед нанесением пленок производится вакуумная очистка подложек, осуществляющаяся при помощи специального электрода, к которому подводится положительное напряжение тлеющего разряда.

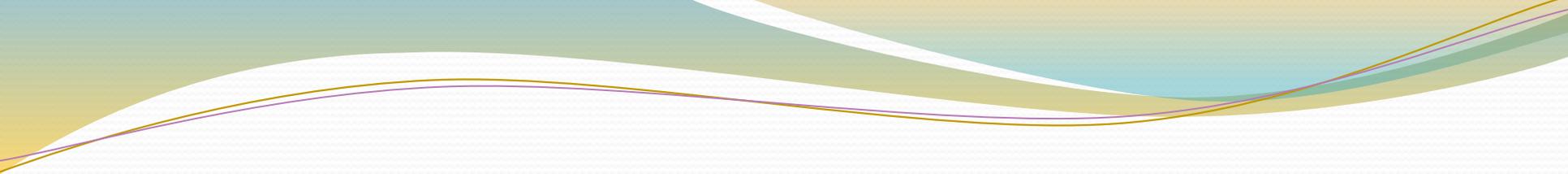
В начале напыления желательно применять заслонку между источником, и подложкой, на которую осаждается первоначальная пленка, содержащая летучие элементы.



При *методе прямой фотолитографии* на подложку 2 наносят сплошную пленку 1 материала будущего элемента схемы и покрывают слоем фоторезиста 4. После экспонирования с фотошаблона 3 и проявления на поверхности подложки образуется фоторезистивная маска 5, через окна в которой производится травление. Контактная маска удаляется в растворителе и получается требуемая схема 6.



При методе обратной фотолитографии на подложку 3 наносят слой фоторезиста 2, толщина которого больше толщины будущего элемента, и экспонируют с фотошаблона 1. После проявления на поверхности подложки создается контактная фоторезистивная маска 4, представляющая негативное изображение схемы. На открытые и закрытые участки подложки наносят пленку 5 из материала будущего элемента схемы и подложку помещают в слабый травитель, не оказывающий действия на материал элемента схемы. Фоторезистивная маска под действием растворителя отрывается от подложки, увлекая за собой часть пленки, расположенной на маске. В результате образуется требуемая схема.



Тонкопленочные интегральные микросхемы получают посредством последовательного изготовления на общей подложке элементов и соединительных проводников из диэлектрических, резистивных и проводящих пленок толщиной от нескольких сотых до десятых долей микрометра.

Основными достоинствами тонкопленочных микросхем являются их высокая температурная стабильность и возможность автоматизации процесса напыления этих пленок, а также получения резисторов и конденсаторов с точными параметрами и широким диапазоном их номинальных значений.



Спасибо за внимание!