

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Рассмотрение современного состояния разработки микросхем в корпусах – «систем в корпусе». Формирование у студентов знаний основ конструктивно-технологических особенностей интегральных схем, а также методов корпусирования интегральных схем.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- анализ существующих конструкций металлокерамических корпусов и методов корпусирования «систем в корпусе»;
- изучение современных способов и технологий корпусирования «систем в корпусе»;
- рассмотрение перспективных способов и технологий корпусирования «систем в корпусе»;
- анализ способов контроля сборочных операций «систем в корпусе».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технология производства систем в корпусе» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технология производства систем в корпусе» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен проводить исследование электрических параметров изделий «система в корпусе», осуществлять анализ получаемых величин и представлять их в виде графиков и зависимостей.

ПК-3 - Способен участвовать в исследованиях, направленных на разработку топологии монолитных интегральных схем, знаком с топологическими принципами построения интегральных схем.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать - способы создания контактов в ИС; - методологию проведения проверки электрических параметров изделий «система в корпусе».
	Уметь - выбирать способ создания контактов в ИС исходя из её конструктивных особенностей и топологии.
	Владеть – навыками анализа результатов проверки электрических параметров изделий «система в корпусе».
ПК-3	Знать - основные особенности архитектуры интегральных микросхем; - основные технологические операции создания ИС и их последовательность; - конструктивно-технологические особенности биполярных транзисторов,

	МДП- транзисторов и полевых транзисторов; - типы корпусов и способы корпусирования ИС; - процессы герметизации ИС.
	Уметь - выбирать последовательность технологических операций, для создания планарных транзисторов требуемого типа; - правильно выбрать типа корпуса ИС исходя из её функционального предназначения, способы корпусирования и герметизации.
	Владеть – навыками составления последовательности технологических операций для формирования планарных транзисторов различного типа; - навыками выбора типа корпуса ИС, исходя из её функционального предназначения.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технология производства систем в корпусе» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	История развития и логика появления "Систем на кристалле" (SoC)	История развития и логика появления "Систем на кристалле" (SoC)	2		5	1

2	Технология полупроводниковых интегральных микросхем	Общая характеристика технологического процесса. Термическая диффузия. Ионное легирование. Эпитаксия. Фотолитография и перспективные методы литографии. Технологические особенности производства СБИС.	4	2	10	2
3	Конструкции элементов полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах	Принцип работы биполярного транзистора. Конструктивно-технологические особенности биполярных транзисторов, выполненных по планарно-эпитаксиальной технологии. Активные элементы для сверхскоростных интегральных микросхем. Интегральные резисторы и конденсаторы. Функционально-интегрированные элементы СБИС. Изоляция элементов микросхем. Контакты к кремнию, разводка выводов микросхем.	6	4	15	3
4	Конструкции элементов полупроводниковых микросхем на МДП-транзисторах	Принцип работы МДП транзистора. Конструктивно-технологические разновидности МДП-транзисторов. Конструкции и материалы элементов коммутации в МДП-БИС.	4	4	10	4
5	Конструкции элементов биполярно-полевых полупроводниковых микросхем	Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Конструктивно-технологические варианты биполярно-полевых структур, содержащих МДП-транзисторы.	4	2	15	5
6	Технологии производства интегральных микросхем на транзисторах разного типа	Изготовление микросхем на биполярных транзисторах. Изготовление микросхем на МДП-транзисторах. Изготовление гибридных микросхем и СБИС.	4	2	15	6
7	Технология сборки, монтажа и герметизации интегральных микросхем	Технологическая схема сборки ИС. Технологии создания контактов в ИС (пайка, сварка). Герметизация ИС в металлических корпусах.). Герметизация ИС в пластмассовых корпусах.). Герметизация ИС в керамических корпусах.	8	2	10	7
8	Электрические испытания микросхем	Проверка электрических параметров. Токовая тренировка. Проверка на стабильность	4	2	10	8
Итого			36	18	90	44

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной

работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать - способы создания контактов в ИС; - методологию проведения проверки электрических параметров изделий «система в корпусе».	Активная работа на лекциях и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - выбирать способ создания контактов в ИС исходя из её конструктивных особенностей и топологии.	Написание коллоквиумов, прохождение тестов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть – навыками анализа результатов проверки электрических параметров изделий «система в корпусе».	Написание коллоквиумов, прохождение тестов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать - основные особенности архитектуры интегральных микросхем; - основные технологические операции создания ИС и их последовательность; - конструктивно-технологические особенности биполярных транзисторов, МДП-транзисторов и полевых транзисторов; - типы корпусов и способы корпусирования ИС; - процессы герметизации ИС.	Активная работа на лекциях и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - выбирать последовательность технологических операций, для создания планарных транзисторов требуемого типа; - правильно выбрать типа корпуса ИС исходя из её функционального предназначения, способы корпусирования и герметизации.	Написание коллоквиумов, прохождение тестов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть – навыками составления	Написание	Выполнение работ в срок,	Невыполне

	последовательности технологических операций для формирования планарных транзисторов различного типа; - навыками выбора типа корпуса ИС, исходя из её функционального предназначения.	коллоквиумов, прохождение тестов.	предусмотренный в рабочих программах	ние работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
--	--	-----------------------------------	--------------------------------------	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать - способы создания контактов в ИС; - методологию проведения проверки электрических параметров изделий «система в корпусе».	Коллоквиум, Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 75-85%	Выполнение теста на 50-75%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь - выбирать способ создания контактов в ИС исходя из её конструктивных особенностей и топологии.	Коллоквиум, Тест	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть – навыками анализа результатов проверки электрических параметров изделий «система в корпусе».	Коллоквиум, Тест	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать - основные особенности архитектуры интегральных микросхем; - основные технологические операции создания ИС и их последовательность; - конструктивно-технологические особенности биполярных транзисторов, МДП-транзисторов и полевых транзисторов; - типы корпусов и способы корпусирования ИС; - процессы герметизации ИС.	Коллоквиум, Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 75-85%	Выполнение теста на 50-75%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь - выбирать последовательность технологических операций, для создания планарных	Коллоквиум, Тест	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

транзисторов требуемого типа; - правильно выбрать типа корпуса ИС исходя из её функционального предназначения, способы корпусирования и герметизации.		верные ответы	получен верный ответ во всех задачах	задач	
Владеть – навыками составления последовательности технологических операций для формирования планарных транзисторов различного типа; - навыками выбора типа корпуса ИС, исходя из её функционального предназначения.	Коллоквиум, Тест	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что такое интегральная микросхема?
 - изделие, размеры которого не превышают нескольких десятков квадратных миллиметров;
 - изделие, содержащее совокупность элеткрически связанных между собой электрорадиоэлементов, изготовленных в едином технологическом цикле.
2. В чем отличие интегральной микросхемы от дискретной?
3. В чем особенность гибридных микросхем?
4. Что такое микропроцессор?
5. Может ли один микропроцессор состоять из нескольких интегральных схем?
6. В чем заключается основная особенность планарных транзисторов?
7. Какие технологические процессы задействованы при изготовлении планарного транзистора?
8. Какова роль «скрытого» высоколегированного слоя, формируемого на границе подложка – коллектор в планарных биполярных транзисторах?
9. Для каких корпусов при герметизации ИС используется электронно-лучевая сварка?
10. Объяснить физический механизм холодной сварки.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какую конструкцию имеют гибридные микросхемы?
2. Что собой представляют активные и пассивные компоненты микросхемы?
3. Какие функции выполняют корпуса полупроводниковых микросхем?

4. Каковы определяющие факторы при выборе конструкции корпуса микросхемы?

5. Основные способы крепления кристаллов и подложек в корпусе.

6. Какими способами разделяют пластины на кристаллы?

7. В чем сущность процесса скрайбирования?

8. Какие существуют методы защиты p-n переходов?

9. Основные методы легирования полупроводниковых кристаллов.

Основные методы нанесения металлизации на полупроводниковые структуры.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Изобразить вертикальную топологию планарного биполярного транзистора.

2. Изобразить вертикальную топологию планарного полевого транзистора.

3. Привести последовательность литографических операций, необходимых для создания планарного биполярного транзистора.

4. Привести преимущества и недостатки проекционной литографии по сравнению с другими методами.

5. Привести последовательность литографических операций, необходимых для создания планарного полевого транзистора.

6. Что собой представляют активные и пассивные элементы микросхем?

7. Привести вертикальную топологию планарного резистора.

8. Выбрать технологию герметизации ИС в металлический корпус.

9. Выбрать технологию герметизации ИС в пластиковый корпус.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Привести последовательность операций, применяемых для формирования планарных транзисторов.

2. Суть и последовательность литографических процессов, используемых при создании ИС.

3. Преимущества и недостатки каждого метода экспонирования фоторезиста (контактный, бесконтактный, проекционный).

4. Основная особенность эпитаксиальных процессов. Типы эпитаксиальных процессов. Технология и оборудование эпитаксии из газовой фазы.

5. Конструктивно-технологические особенности биполярных транзисторов, выполненных по планарно-эпитаксиальной технологии.

6. Активные элементы для сверхскоростных интегральных микросхем.

7. Интегральные резисторы и конденсаторы.

8. Функционально-интегрированные элементы СБИС.

9. Изоляция элементов микросхем.

10. Конструктивно-технологические разновидности МДП-транзисторов.

11. Конструкции и материалы элементов коммутации в МДП-БИС.

12. Конструктивно-технологические варианты биполярно-полевых

структур, содержащих МДП-транзисторы.

13. Изготовление микросхем на биполярных транзисторах.
14. Изготовление микросхем на МДП-транзисторах.
15. Изготовление гибридных микросхем и СБИС.
16. Технологическая схема сборки ИС.
17. Технологии создания контактов в ИС (пайка, сварка).
18. Герметизация ИС в металлических корпусах.). Герметизация ИС в пластмассовых корпусах.
19. Герметизация ИС в керамических корпусах.
20. Электрические испытания микросхем.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент не ответил ни на один вопрос.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил на один вопрос и дополнительные качественные вопросы.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент ответил на два вопроса и дополнительные качественные вопросы.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил на три вопроса по билету и дополнительные вопросы.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	История развития и логика появления "Систем на кристалле" (SoC)	ПК-1, ПК-3	Тест, коллоквиум, зачёт с оценкой
2	Технология полупроводниковых интегральных микросхем	ПК-1, ПК-3	Тест, коллоквиум, зачёт с оценкой
3	Конструкции элементов полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах	ПК-1, ПК-3	Тест, коллоквиум, зачёт с оценкой
4	Конструкции элементов полупроводниковых микросхем на МДП-транзисторах	ПК-1, ПК-3	Тест, коллоквиум, зачёт с оценкой
5	Конструкции элементов биполярно-полевых полупроводниковых микросхем	ПК-1, ПК-3	Тест, коллоквиум, зачёт с оценкой
6	Технологии производства интегральных микросхем на транзисторах разного типа	ПК-1, ПК-3	Тест, коллоквиум, зачёт с оценкой

7	Технология сборки, монтажа и гермитизации интегральных микросхем	ПК-1, ПК-3	Тест, коллоквиум, зачёт с оценкой
8	Электрические испытания микросхем	ПК-1, ПК-3	Тест, коллоквиум, зачёт с оценкой

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Коллоквиумы проводятся в виде письменных ответов на предложенные качественные вопросы. Обычно в одном коллоквиуме предлагается ответить на 15 – 19 вопросов. Время написания 45 мин, после чего коллоквиумы проверяются преподавателем. Оценка за коллоквиум выставления согласно методики оценки при проведении промежуточной аттестации. После проверки результатов и их анализа проводится обсуждение результатов коллоквиума с анализом неправильных ответов.

Тестирование осуществляется с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 40 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором, выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации. После этого проводится обсуждение полученных результатов в режиме вопрос-ответ, с анализом неправильных ответов.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Коледов, Л.А. Технологии и конструкции микросхем, микропроцессов и микросборки : Учеб. пособие. - 3-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2009. - 400 с. : ил . - ISBN 978-5-8114-0766-8 :
2. Коледов, Л. А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок [Электронный ресурс] / Коледов Л. А., - 3-е изд., стер. - : Лань, 2009. - 400 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-0766-8.
URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=192
3. В.Н.Черняев Технология производства интегральных микросхем - М.: Энергия. 1977.- 376 с.
4. В.Немудров, Г.Мартин Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие - М.: Техносфера. 2004. - 216 с.
5. Бер А.Ю., Ф.Е.Минскер Сборка полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. М.: Высшая школа. 1977. - 272 с.
6. В.П. Шелохвостов, В.Н. Чернышов Проектирование интегральных микросхем - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008 – 208 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных

профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Электронная информационная образовательная среда ВГТУ, код доступа:
<http://eios.vorstu.ru/>

Программное обеспечение компьютеров для самостоятельной и аудиторной работы:

Операционные системы семейства MSWindows;
Пакет программ семейства MS Office;
Пакет офисных программ OpenOffice;
Программа просмотра файлов Djview;
Программа просмотра файлов формата pdf AcrobatReader;
Интернет-браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

Используемые электронные библиотечные системы:

Модуль книгообеспеченности АИБС «МАРК SQL», код доступа:
<http://bibl.cchgeu.ru/provision/struct/>;

Университетская библиотека онлайн, код доступа: <http://biblioclub.ru/>;

ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;

ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>;

научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>.

Информационные справочные системы:

портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, код доступа <http://fgosvo.ru/>;

единое окно доступа к образовательным ресурсам, код доступа
<http://window.edu.ru/>;

открытый образовательный ресурс НИЯУ МИФИ, код доступа
<http://online.mephi.ru/>;

открытое образование, код доступа: <https://openedu.ru/>;

физический информационный портал, код доступа:
<http://phys-portal.ru/index.html>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оснащенная доской, экраном, проектором.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технология производства систем в корпусе» читаются лекции, проводятся практические занятия, проводится самостоятельная работа студентов.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе, а также проведение блиц-опроса по предыдущему материалу.

Практические занятия направлены на более глубокое освоение вопросов, освещенных в курсе лекций. Занятия проводятся в аудитории в режиме диалога и обсуждения наиболее сложных вопросов.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет

самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой коллоквиумов, тестов, устных опросов. Освоение дисциплины оценивается при проведении зачёта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.