



Вопросы для самоподготовки

- Общие вопросы
- Технология
- Технологические процессы

Общие вопросы

- Статистические методы контроля процессов, X-R карты, диаграммы Парето, Ишикава
- Основы вакуумной техники: общие сведения о вакуумных насосах, скрубберах, теплообменных устройствах, расходомерах и измерителях давления...
- Контрольно-измерительное оборудование, принципы работы SEM, TEM, TXRF (Total reflection x-ray fluorescence spectrometer), Оже-спектрометрия; приборы для измерения размеров элементов, дефектности, рельефа поверхности, толщин пленок, сопротивления.

Технология/1

1. Базовая КМОП технология

- Выбор подложки, эпитаксиальные слои, SOI
- Формирование локальной изоляции, LOCOS □ STI, проблемы.
- Подзатворные диэлектрики (техн.уровень 130nm-->90nm □ 65nm)
- Инженерия транзисторов с поликремниевым затвором (техн.уровень 130nm □ 90nm □ 65nm)
- Самосовмещенная силицидизация, эволюция TiSi □ CoSi □ NiSi
- Улучшение подвижности носителей, напряженный кремний (Strained Si)
- BEoL от алюминиевой к медной многоуровневой разводке.
- Барьерные слои и вольфрамовое заполнение контактов.
- Преимущества и проблемы медной металлизации, интеграция с Low-k диэлектриками.
- Single & Dual Damascene и разновидности.
- Low-k диэлектрики, AMAT 'Black Diamond'. Применяемые подслои и стоп слои.
- Тестовый контроль и структуры (WET), функциональный контроль (Sort)
- Тестирование на надежность, виды тестов, необходимые тестовые структуры
- Зарядовые повреждения при плазменных обработках, предотвращение, дизайн ограничения по 'антеннам'.

Технология/2

2. Основы высоковольтных технологий, DMOS и латеральные биполярные транзисторы.
3. Основы Би-КМОП технологий, SiC и SiGe биполярные транзисторы.
4. Технологии NVM, NOR&NAND flash, OTP.
5. Элементы аналоговых схем

Фотолитография

- Контактная и проекционная ф/л, степперы, сканнеры;
- NA
- Основные параметры ф/л, разрешение, совмещение, глубина фокуса;
- g-line, i-line, DUV (KrF □ ArF □ F лазеры); EUV
- Double patterning, immersion литография
- Фоторезисты, адгезия; BARC/TARC
- OPC
- Установки нанесения и обработки ф/р
- Основные поставщики оборудования (ASML, Nikon, Canon)

Плазменное травление

- Основные параметры травления, скорость, равномерность, анизотропия, Aspect Ratio
- Эволюция процессов и оборудования: Down-stream плазма □ RIT □ MERIT □ HDP
- Кластерное оборудование и современные камеры основных производителей, AMAT CENTURA MxP, eMxP+, IPS, SuperE, DPS /LAM 4520/TEL UNITY DRM/Mattson ASPEN II
- Плазма-химия современных процессов для травления различных слоев (кремний и поликремний, нитрид, окисел, металлы...)
- Эмиссионные детекторы окончания травления
- Зарядовые повреждения в плазме.

CVD

- Высокотемпературное и плазменное осаждение слоев
- Осаждение слоев поликристаллического кремния, окислов и нитрида кремния; осаждение вольфрама и барьерных слоев
- Low-k диэлектрики, AMAT 'Black Diamond' (SiCOH, SiC)
- Основные параметры и характеристики слоев, зависимости характеристик слоев от параметров процесса
- Контроль механических напряжений в слоях
- Оборудование AMAT Producer, NOVELLUS ALTUS, SEQUEL
- Эпитаксиальное осаждение: Осаждение кремния, graded Si-Ge; селективное осаждение; оборудование AMAT, ASML.

Термические процессы и RTA:

- процессы окисления, особенности получения сверхтонких слоев окисла (25А и ниже).
- Применение специальных добавок HCL, NO, N2O в процессах окисления.
- Отжиги после ионной имплантации в различных технологических средах. Назначение и особенности применения быстрых термических отжигов.
- Процессы силицидации, их назначение и особенности выполнения.
- Низкотемпературные отжиги при создании многоуровневой медной разводки.
- Оборудование для термических процессов фирмы TEL. Необходимость использования вертикальных печей.
- Системы быстрой термической обработки, сравнительные характеристики различных вариантов систем. Достоинства системы AMAT.
- Контроль проведения термических процессов виды и особенности его выполнения.

CMP

- Оборудование и процессы полировки окислов кремния, вольфрама и меди;
- Применяемые суспензии
- Селективность
- Контроль окончания процесса, послеоперационный контроль (толщин и т.п.)
- Проблемы очистки пластин после проведения процесса CMP, особенности защиты от негативного воздействия меди
- Оборудование AMAT MIRRA, SPEEDFAM AURIGA, LAM TERES.

Cu Plating

- Требования к барьерным и зародышевым слоям
- Системы органических веществ, применяемые в процессе осаждения с целью обеспечения преимущественного осаждения (bottom-up), контроль их концентрации в процессе нанесения меди.
- Контроль слоев Cu после осаждения.
- Типичные дефекты и способы их устранения за счет оптимизации процесса осаждения.

PVD (*physical vapour deposition*)

- Основные процессы: испарение, распыление.
- Катодное распыление и его модификации.
- Магнетронное распыление.
- Реактивное распыление и его особенности.
- Конформность покрытия рельефа и способы её изменения.
- Влияние параметров процесса на свойства наносимых слоев.
- Методы и оборудование, используемое для контроля параметров слоев (поверхностное сопротивление, толщина, отражательная способность, привносимая дефектность и т.д.).
- Оборудование для PVD процессов. Кластерное оборудование компаний AMAT и Novellus для PVD процессов.
- Используемые материалы мишеней и требования к ним.

Жидкостное травление и химическая отмывка

- Требования, предъявляемые к реагентам для проведения процессов жидкостного травления и химической очистки.
- Глубокая очистка поверхности и механизмы удаления металлических примесей и частиц с поверхности кремния.
- Особенности проведения процессов жидкостного травления оксидных и нитридных слоев.
- RCA, SC1, SC2
- Химические процессы для FeOL.
- Химические процессы для BeOL.

Ионное легирование

- Оборудование ионного легирования: medium-current, high-current, high-energy implanters.
- Требования к установкам индивидуальной обработки пластин.
- Особенности процессов легирования при формировании МОП-структур с коротким каналом.
- Методы контроля концентрации и распределения примеси.