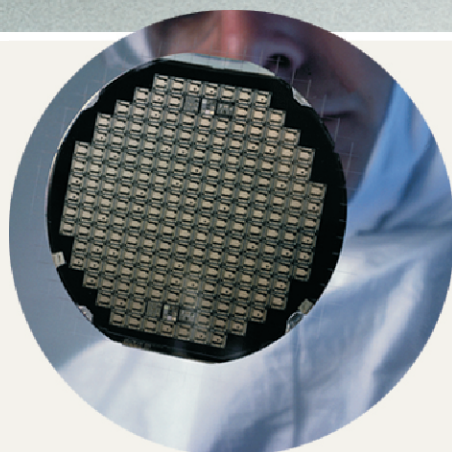
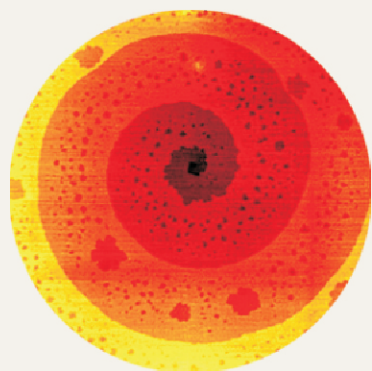
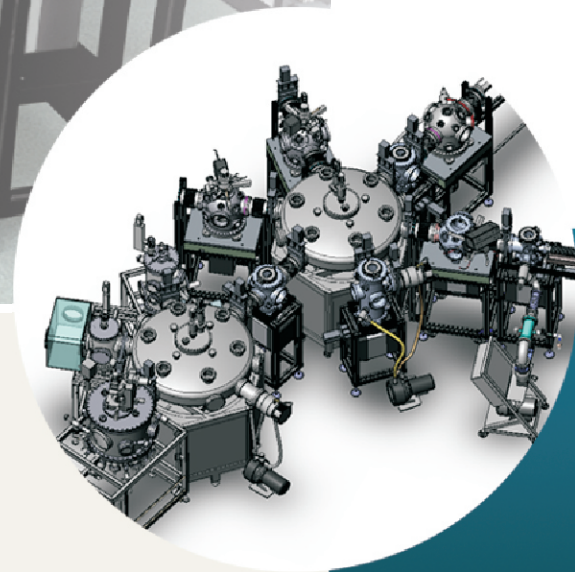


НаноФаб 100

Нанотехнологические КОМПЛЕКСЫ



Платформа НаноФаб 100

НаноФаб 100 является модульной технологической платформой для формирования нанотехнологических комплексов (НТК) с кластерной компоновкой, включающих технологические установки с возможностями групповых и нанолокальных методов обработки подложек диаметром до 100 мм. При формировании НТК кластеры связываются в технологические цепочки через модули межоперационной передачи и складирования образцов. Это позволяет на основе платформы НаноФаб 100 создавать Нанофабрики для создания полнофункциональных наноструктур, наноустройств и наносистем на их основе.



Двухкластерный нанотехнологический комплекс на платформе НаноФаб 100

Применения

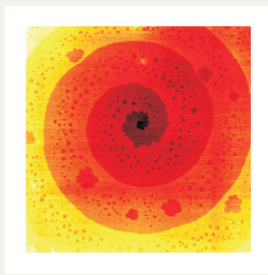
Области применения НТК НаноФаб 100 покрывают практически все поле нанотехнологических исследований и разработок, связанных с твердотельными наноматериалами, наноструктурами и наноустройствами. Спектр возможностей НаноФаб 100 простирается от проведения фундаментальных исследований до отработки отдельных технологических приемов и моделирования нанoeлектронных устройств.

Применяемые компоновочные схемы, система управления и развитая транспортная система НТК НаноФаб 100 позволяют применять их также и для мелкосерийного производства наноструктур и наноустройств.

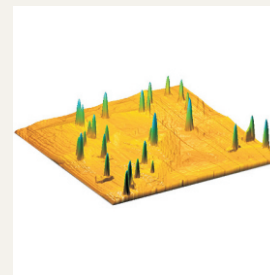
Координатно-связанная система позиционирования подложек позволяет создавать сложные многокомпонентные 3D наноустройства путем проведения в различных модулях последовательных нанотехнологических операций с нанометровым разрешением.



Квантовые точки
InAs на InP



Спиральные
ступеньки на Si

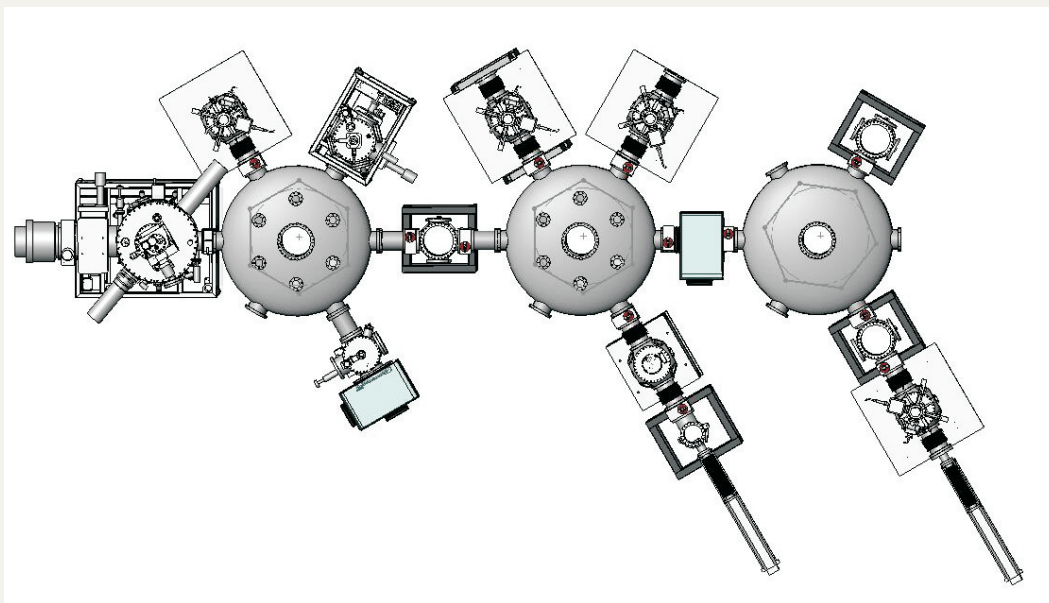


Нановискеры на
поверхности GaAS

Особенно важной является область применения НТК НаноФаб 100 для технологических разработок в области современной кремниевой электроники, давно уже вступившей в область реальной нанoeлектроники.

Структура НаноФаБ 100

Богатейшие возможности НаноФаБ 100 реализуются за счет правильно выбранной кластерной компоновочной схемы – связь между образующими кластер функционально объединенными технологическими модулями осуществляется с помощью сверхвысоковакуумного радиального робота-раздатчика. Это обеспечивает минимальное время межоперационной передачи образцов и, соответственно, сохранение совершенно необходимой в нанотехнологии атомарной чистоты поверхности.



3-х кластерный НТК на платформе НаноФаБ 100

Наличие модулей передачи подложек с устройствами переворота обеспечивает возможность проведения сложных технологических циклов с включением групповых и нанолокальных процессов, а также проведение необходимых контрольно-измерительных и аналитических процедур.

Развитая транспортная системы с модулями межоперационного хранения подложек позволяет в одном НТК НаноФаБ 100 реализовать одновременно несколько технологических циклов на нескольких подложках, допуская таким образом использование НТК несколькими исследовательскими группами.

Помимо модулей в состав НаноФаБ 100 входят также и отдельные технологические, контрольные, измерительные, аналитические и др. устройства. Для их использования модули НаноФаБ 100 снабжены достаточно большим количеством портов, позволяющих расширять при необходимости их возможности.

Модули платформы НаноФаБ 100 могут функционировать как в составе НТК, так и автономно, в отдельных случаях возможно, с использованием вспомогательных загрузочных устройств или модулей загрузки.

НаноФаБ 100 является открытой и постоянно развивающейся и расширяющейся платформой - в разработке постоянно находится несколько модулей, использующих новейшие технологии.

Уникальность

По составу платформы, транспортной системе, системе управления и гибкости формирования нанотехнологических комплексов платформа НаноФаБ 100 не имеет аналогов в мировой практике.

Модульный состав платформы НаноФаб 100

В настоящее время платформа НаноФаб 100 содержит более 30 модулей, относящихся к четырем основным группам.

Модули нанолокальных технологий предназначены для проведения процессов последовательной локальной модификации поверхности с использованием фокусированных ионных пучков и острижных зондов, включая процессы роста, травления, распыления, имплантации и пр. К ним относятся:

- Сверхвысоковакуумный модуль фокусированных ионных пучков (Модуль UHV FIB)
Сверхвысоковакуумный модуль нанолокальной имплантации фокусированными ионными пучками (Модуль UHV FIB)
- Высоковакуумный модуль фокусированных ионных пучков с системой газовых инжекторов (Модуль FIB CVD)
- Сверхвысоковакуумный модуль сканирующего зондового микроскопа с системой газовых инжекторов (Модуль GIS SPM)

Модули групповых технологий предназначены для проведения технологических процессов одновременно по всей поверхности подложки, включая процессы осаждения, травления и ростовые процессы, к ним относятся:

- Модуль импульсного лазерного осаждения (Модуль PLD)
- Модуль плазменного травления (Модуль PE)
- Модуль плазменного осаждения (Модуль PED)
- Модуль плазменной очистки (Модуль PC)
- Модуль молекулярно-лучевой эпитаксии GaAs (Модуль MBE GaAs)
- Модуль молекулярно-лучевой эпитаксии GaN (Модуль MBE GaN)

Контрольно-измерительные и аналитические модули предназначены для исследований характеристик и контроля параметров изготовленных структур, в настоящее время к ним относятся:

- Сверхвысоковакуумный модуль сканирующего зондового микроскопа (Модуль UHV SPM)
- Высоковакуумный модуль сканирующего электронного микроскопа (Модуль SEM)

Вспомогательные модули предназначены для загрузки/выгрузки, транспортировки, межоперационного хранения образцов и других операций, не связанных непосредственно с технологическими операциями и исследованиями поверхности. К ним относятся:

- СВВ радиальный транспортный модуль (Модуль RDC)
- Модуль загрузки для групповых технологий (Модуль FDL)
- Модуль загрузки для нанолокальных технологий (Модуль FUL)
- СВВ модуль межоперационного складирования (Модуль SSRT)

Базовые принципы

Модули различны по устройству, принципам работы и назначению, вместе с тем они обладают рядом общих черт, обусловленных использованием общих принципов при их конструировании:

Совмещение

Модули нанолокальных технологий и контрольно-измерительные модули снабжены специально разработанными высокопрецизионными координатно-связанными системами позиционирования образцов, позволяющими с мкм точностью приводить обрабатываемые участки подложек в рабочие области локальных воздействий и визуализации.

Чистота процесса

Модули оснащены безмасляной системой откачки вплоть до сверхвысокого вакуума, обеспечивающего достижение требуемой чистоты процесса.

100 мм

Любой модуль платформы предназначен для работы со 100-мм подложкой

Автоматизация

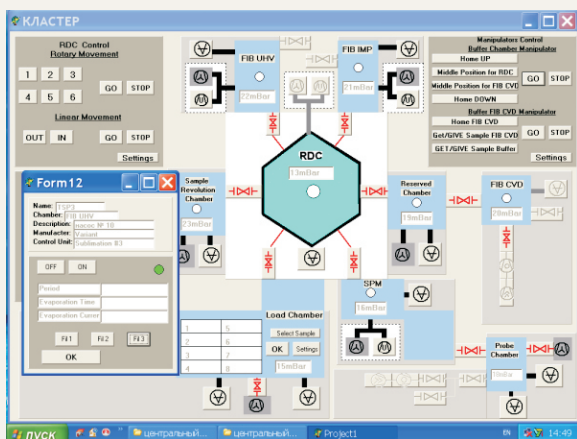
Любой модуль платформы является высокотехнологичным автоматизированным устройством.

Автономность

Каждый из модулей платформы - это самостоятельная технологическая установка, блестяще решающая свою специализированную задачу. Управление процессом, происходящим в каждом модуле, может осуществляться отдельным оператором с отдельного пульта управления.

Кластерная компоновка нанотехнологических комплексов

Для построения нанотехнологических комплексов применена кластерная компоновка – функционально однородные модули объединяются вокруг радиального робота-раздатчика. Входящие в состав кластера модули согласуются также по уровню рабочего вакуума. Транспортная и вакуумная системы кластера контролируются с центрального пульта управления, информация о состоянии систем и обрабатываемых образцов доступна оператору в реальном времени. Объединенные в кластер модули функционируют параллельно, что позволяет обрабатывать одновременно до пяти различных образцов в одном кластере



Программный интерфейс системы управления модулем

При формировании нанотехнологических комплексов кластеры связываются в технологические цепочки через модули межоперационной передачи и складирования образцов. Состав платформы НаноФаб 100 постоянно развивается и дополняется, Соответственно, функциональность кластеров постоянно растет, а их перечень расширяется.

Это позволяет на основе платформы НаноФаб 100 создавать Нанофабрики для создания полнофункциональных наноструктур и наносистем на их основе.

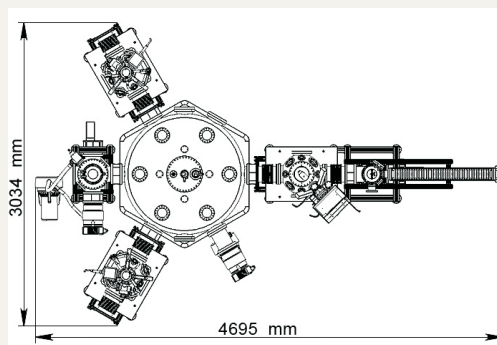
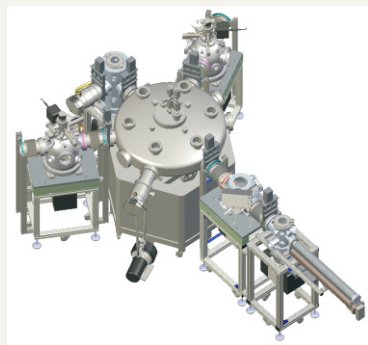
Для формирования нанотехнологических комплексов в качестве базовых рекомендуются:

- Сверхвысоковакуумный кластер нанолокальных технологий
- Высоковакуумный кластер нанолокальных и групповых технологий
- Кластер молекулярно-лучевой эпитаксии
- Кластер плазменных технологий

Сверхвысоковакуумный кластер нанолокальных технологий.

В состав кластера входят:

- Сверхвысоковакуумный модуль сканирующего зондового микроскопа (Модуль UHV SPM)
- Сверхвысоковакуумный модуль фокусированных ионных пучков (Модуль UHV FIB)
- Сверхвысоковакуумный модуль нанолокальной имплантации фокусированными ионными пучками (Модуль UHV FIB Imp)
- Модуль загрузки для нанолокальных технологий (Модуль FUL)
- Сверхвысоковакуумный радиальный транспортный модуль (Модуль RDC)

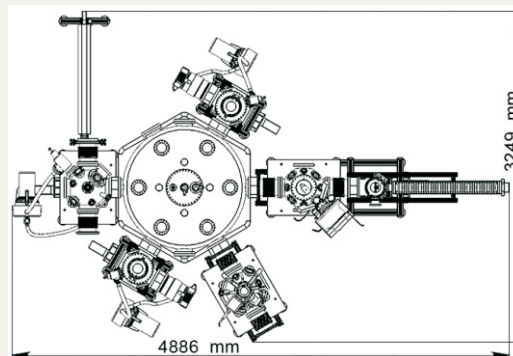
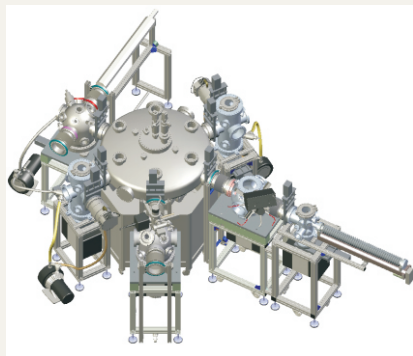


Особенностью модуля является проведение процессов с применением фокусированных ионных пучков в условиях сверхвысокого вакуума, что обеспечивает предельную чистоту поверхности формируемых структур. При этом наличие СВВ СЗМ обеспечивает контроль получаемых структур с субнанометровым разрешением.

Высоковакуумный кластер нанолокальных и групповых технологий

В состав кластера входят:

- Высоковакуумный модуль фокусированных ионных пучков с системой газовых инжекторов (Модуль FIB CVD)
- Сверхвысоковакуумный модуль сканирующего зондового микроскопа с системой газовых инжекторов (Модуль GIS SPM)
- Модуль импульсного лазерного осаждения (Модуль PLD)
- Сверхвысоковакуумный модуль межоперационного складирования (Модуль SSRT)
- Модуль загрузки для нанолокальных технологий (Модуль FUL)
- Сверхвысоковакуумный радиальный транспортный модуль (Модуль RDC)



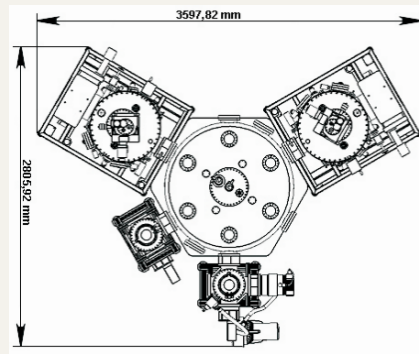
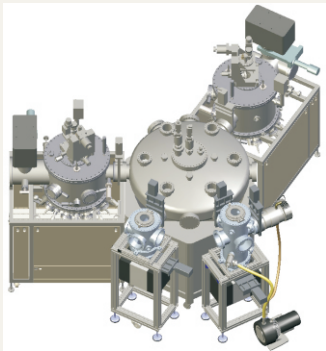
Особенностью модуля является проведение нанолокальных стимулированных процессов газофазного осаждения/травления. Нанолокальность обеспечивается фокусированными ионными пучками и сканирующими острейными зондами.

Наличие модуля импульсного лазерного осаждения обеспечивает наличие самых разнообразных подложек высокой степени чистоты с применением фокусированных ионных пучков в условиях сверхвысокого вакуума, что обеспечивает предельную чистоту поверхности формируемых структур. При этом наличие СВВ СЗМ обеспечивает контроль получаемых структур с субнанометровым разрешением.

Кластер молекулярно-лучевой эпитаксии

В состав кластера входят:

- Модуль молекулярно-лучевой эпитаксии GaAs (Модуль MBE GaAs)
- Модуль молекулярно-лучевой эпитаксии GaN (Модуль MBE GaN)
- Сверхвысоковакуумный модуль межоперационного складирования (Модуль SSRT)
- Модуль загрузки для групповых технологий (Модуль FDL)
- Сверхвысоковакуумный радиальный транспортный модуль (Модуль RDC)

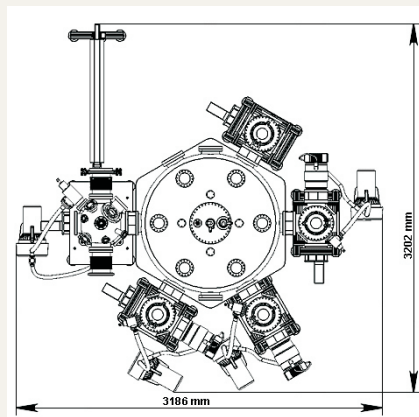
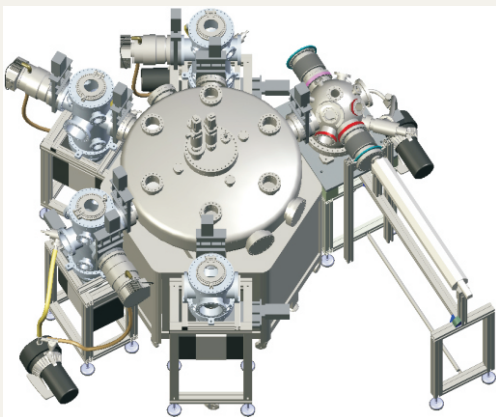


Кластер молекулярно-лучевой эпитаксии предназначен для эпитаксиального роста классических соединений типа $A_{III}B_V$ и оупроводниковых гетероструктур на основе нитридов III-ей группы на подложках диаметром до 100 мм. Возможно также выращивание материалов системы InAlGaN/GaN с использованием аммиака в качестве источника активного азота.

Кластер плазменных технологий

В состав кластера входят:

- Модуль плазменного травления (Модуль PE)
- Модуль плазменного осаждения (Модуль PED)
- Модуль плазменной очистки (Модуль PC)
- Сверхвысоковакуумный модуль межоперационного складирования (Модуль SSRT)
- Модуль загрузки для групповых технологий (Модуль FDL)
- Сверхвысоковакуумный радиальный транспортный модуль (Модуль RDC)



Кластер плазменных технологий осуществления операций очистки, травления и осаждения. В частности он обеспечивает:

- субмикронное скоростное травление диэлектриков (SiO_2 , Si_3N_4);
- травление металлов, в том числе и чисто ионное травление золота, меди и других металлов, не образующих летучих соединений;
- травление монокристаллического кремния в различных типах процессов;
- травление арсенида и нитрида галлия;
- травление полиимида, снятие резиста;
- осаждение диэлектриков с хорошим качеством и равномерностью (SiO_2 , Si_3N_4);
- обработку в плазме водорода и в атомарном водороде.

№	Полное наименование	Сокращенное наименование
1	Сверхвысоковакуумный модуль сканирующего зондового микроскопа	Модуль UHV SPM
2	Сверхвысоковакуумный модуль сканирующего зондового микроскопа с системой газовых инжекторов	Модуль GIS SPM
3	Сверхвысоковакуумный модуль фокусированных ионных пучков	Модуль UHV FIB
4	Сверхвысоковакуумный модуль нанолокальной имплантации фокусированными ионными пучками	Модуль FIB Imp
5	Высоковакуумный модуль фокусированных ионных пучков с системой газовых инжекторов	Модуль FIB CVD
6	Высоковакуумный модуль сканирующего электронного микроскопа	Модуль SEM
7	Модуль импульсного лазерного осаждения	Модуль PLD
8	Модуль молекулярно-лучевой эпитаксии GaAs	Модуль MBE GaAs
9	Модуль молекулярно-лучевой эпитаксии GaN	Модуль MBE GaN
10	Модуль плазменного травления	Модуль PE
11	Модуль плазменного осаждения	Модуль PED
12	Модуль плазменной очистки	Модуль PC
13	Сверхвысоковакуумный радиальный транспортный модуль	Модуль RDC (Radial Distribution Center)
14	Модуль загрузки для групповых технологий	Модуль FDL (Face-Down Loading)
15	Модуль загрузки для нанолокальных технологий	Модуль FUL (Face-Up Loading)
16	Сверхвысоковакуумный модуль межоперационного складирования	Модуль SSRT (Sample Storage, Revolution, Transportation)