

# СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**НИИ** точного машиностроения (НИИТМ) основан в 1962 году. Входит в бизнес-направление "Микроэлектронные решения" ОАО "СИТРОНИКС".

Предприятие специализируется на разработке вакуумного оборудования для нанесения тонких пленок, плазмохимического травления, ионной имплантации приповерхностных слоев, стимулированного плазмой газофазного осаждения, (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition – PECVD), а также физико-термического оборудования для осуществления процессов диффузии, окисления и восстановления, газофазного осаждения, отжига, в том числе быстрого термического.

Предприятие разрабатывает, изготавливает и модернизирует экспериментальное, опытно-промышленное и специальное технологическое оборудование (СТО) для производства изделий электроники и микроэлектроники. Приоритетным направлением являются разработки оборудования для реализации технологических процессов, применяемых в нанoeлектронике, микромеханике, при синтезе наноматериалов.

В числе разработок, предназначенных для решения вышеназванных задач:

**Вакуумная установка для осаждения пленок и нанотрубок из газовой фазы в реакторе с плазменной активацией "Алмаз ТМ-001"**

Универсальная PECVD установка предназначена для реализации широкого спектра нанотехнологических процессов на пластинах диаметром до 100 мм.

*Позволяет осуществлять:*

- низкотемпературное выращивание ориентированных углеродных нанотрубок (УТН) и нановолокон контролируемой толщины и длины;
- осаждение поликристаллических алмазных и алмазоподобных пленок (включая легированные) на кремниевые, сапфировые, поликорковые и другие подложки;



- осаждение широкого круга материалов для экстремальной электроники.

*Установка содержит:*

- реактор металлический водоохлаждаемый с кварцевой футеровкой и шлюзовой загрузкой;
- графитовый подложкодержатель с нагревом до 950°C;
- вакуумную систему с форвакуумными и турбомолекулярным насосами;
- семиканальную газовую систему;
- СВЧ- и ВЧ-генераторы, источник ПТ;
- двухконтурную систему гидроохлаждения и систему воздушного охлаждения;
- двухуровневую систему безопасности.

*Особенности установки:*

- использование оригинального СВЧ (2,45 ГГц) плазмохимического реактора с несколькими зонами разрядов в комбинации с ICP (частота 13,56 МГц) и DC источниками позволяет проводить технологические процессы в широком диапазоне рабочих давлений более чем в десяти режимах возбуждения плазмы;
- высокий уровень автоматизации комплекса обеспечивает прецизионное регулирование параметров процесса;
- построение по модульному принципу позволяет выбрать конфигурацию, оптимальную для решаемых задач.

### Лабораторно-исследовательская вакуумная установка "ВУ ТМ-001"

Установка со съемными рабочими камерами (реакторами) различного технологического характера предназначена для исследований и отработки технологических процессов микроэлектроники и нанотехнологий.

*Установка включает:*

- технологический базовый модуль, оснащенный:
  - вакуумной системой с высоковакуумным и форвакуумным насосом;
  - средствами измерения вакуума (вакуумметры);



- блоком управления вакуумной системой;
- газовой системой из двух линеек для подачи в рабочую камеру инертного и реактивных газов.
- съемные рабочие камеры с источниками питания:
  - камеру с магнетронной системой нанесения тонких пленок, содержащую магнетронное распылительное устройство с мишенью диаметром 75 мм, соединенное с источником питания мощностью до 3 кВА. (На подложку диаметром 70 мм подается напряжение смещения);
  - камеру с дуговым источником нанесения пленок, выполненную аналогично камере с магнетронной системой;
  - камеру с плазмохимической системой травления (ПХТ) материалов и пленок, содержащую высокочастотный источник плазмы мощностью до 1 кВА и охлаждаемый столик с прижимом пластины, на который подается напряжение смещения;
  - камеру с плазмохимической системой (ПХ) осаждения пленок из газовой фазы, выполненную аналогично камере с ПХТ. (Нагрев столика возможен до 600°C).

В установке использована импортная элементная база (высоковакуумные и форвакуумные насосы, клапаны, затворы, другие узлы и элементы). В соответствии с требованиями Заказчика установка может быть оснащена дополнительными системами и элементами.

### Электропечь для обработки наноматериалов в газовой среде "Отжиг ТМ-004"

Электропечь встраивается в чистую комнату. Обеспечивает газотермическую обработку нанопорошков в среде рабочего газа при нормальном (атмосферном) давлении.

*Установка оснащена:*

- однореакторной трехсекционной электропечью горизонтального типа с двумя газовыми магистралями;
- двухканальной газовой системой с электронными регуляторами расхода газа, регуляторами давления и фильтрами тонкой очистки;
- микропроцессорной системой управления.

*Технические характеристики*

Режим работы..... полуавтоматический  
 Внутренний диаметр реактора ..... 80 мм  
 Диапазон рабочих температур ..... 300–1000°C  
 Рабочая зона с погрешностью распределения температуры не хуже +2°C..... не менее 180 мм  
 Нестабильность поддержания температуры по опорной точке в рабочей зоне ..... не более 1,5°C  
 Время разогрева до максимальной рабочей температуры ..... не более 20 мин



*Особенности конструкции позволяют:*

- управлять скоростью разогрева и охлаждения реактора;
- программировать параметры термообработки (с возможностью запрета перепрограммирования параметров).

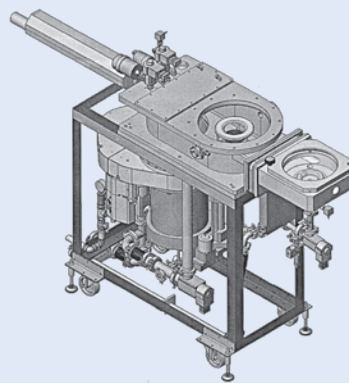
### **Универсальный вакуумный базовый модуль "Модуль УВБ – 200" (в стадии разработки)**

Предназначен для создания вакуумного оборудования на основе собственных реакторов Заказчика для реализации

различных технологических процессов микроэлектроники и нанотехнологий.

*Модуль включает:*

- прогреваемую (охлаждаемую) загрузочную камеру;
- шлюзовую систему загрузки-выгрузки подложек с вакуумным затвором;
- турбомолекулярный высоковакуумный насос\*;
- форвакуумный насос рабочей магистрали\*;
- форвакуумный насос шлюзовой камеры;
- регулируемые дроссельные заслонки высоковакуумной и форвакуумной магистралей\*;
- элементы гидравлической и пневматической систем охлаждения;



- элементы охлаждения (чиллер) и термостатирования (термостат)\*;
- вакуумные датчики;
- вакуумные клапаны – Ду40, Ду25, Ду16\*;
- электрокоммутационную панель.

*Модуль обеспечивает:*

- обработку подложек диаметром до 200 мм;
- откачку загрузочной камеры до предельного разрежения  $1 \cdot 10^{-6}$  мм.рт.ст.;
- поддержание заданного рабочего давления в загрузочной камере в диапазоне  $1,0-10^{-2}$  мм.рт.ст.;
- откачку камеры шлюзования до остаточного давления  $5 \cdot 10^{-2}$  мм.рт.ст.;
- измерение предельного разрежения и рабочего давления в камере загрузки, а так же остаточного давления в камере шлюзования;
- натекание газа в загрузочную камеру и камеру шлюзования;
- защиту датчиков давления от воздействия агрессивных сред.

\* Включение в состав модуля и технические характеристики определяются требованиями Заказчика.

### СЕРИЯ "НАНО-ТМ"

#### Вакуумная установка плазмохимического осаждения наноструктур "НаноАЛМАЗ"

Установка встраивается в чистую комнату и позволяет производить осаждение материалов из газовой фазы с плазменной активацией для формирования пленочных структур и УНТ.

*Установка оснащена:*

- рабочей камерой с реактором ВЧ- или СВЧ-плазмы для осаждения пленок на подложки диаметром до 150 мм;
- шлюзовой системой поштучной загрузки-выгрузки подложек;
- рабочим столом с нагревателем до  $1000^{\circ}\text{C}$  и подачей напряжения смещения на подложку;
- многоканальной (2–6 каналов) газовой системой;
- безмасляной системой откачки;
- микропроцессорной системой управления.

Особенности конструкции позволяют проводить осаждение пленок  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , Si, SiC, алмазных пленок, УНТ с неравномерностью осаждения пленок  $\pm 2\%$ .

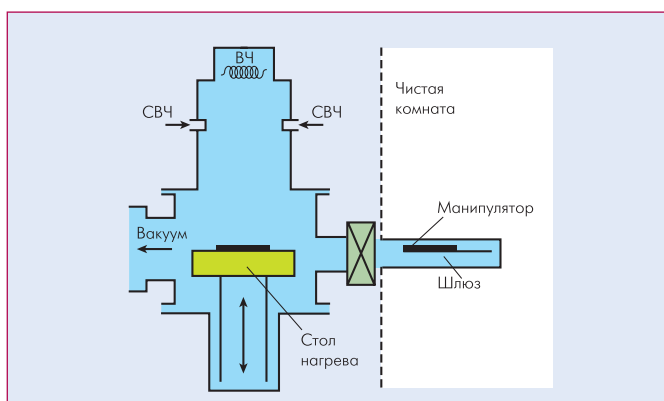


Схема установки "НаноАЛМАЗ"



Микрофотография нанотрубок

#### Вакуумная установка магнетронного нанесения каталитических слоев наноструктур "НаноМАГНА"

Предназначена для нанесения металлических (магнитных и немагнитных) пленок с целью формирования каталитических слоев наноструктур (Fe, Ni, Co и др.).

Скорость нанесения: металлических пленок – до 0,5 мкм/мин; диэлектрических пленок – до 0,2 мкм/мин. Неравномерность пленок по толщине  $\pm 1,5\%$ .

*Установка встраивается в чистую комнату и оснащена:*

- рабочей камерой с магнетронным распылительным устройством для осаждения пленок на подложки диаметром до 150 мм;
- шлюзовой системой поштучной загрузки-выгрузки подложек;
- планарным магнетронным распылительным устройством (МРУ) с источником питания на постоянном токе и ВЧ-питания с дисковой мишенью 280 мм или мультикатодным МРУ с



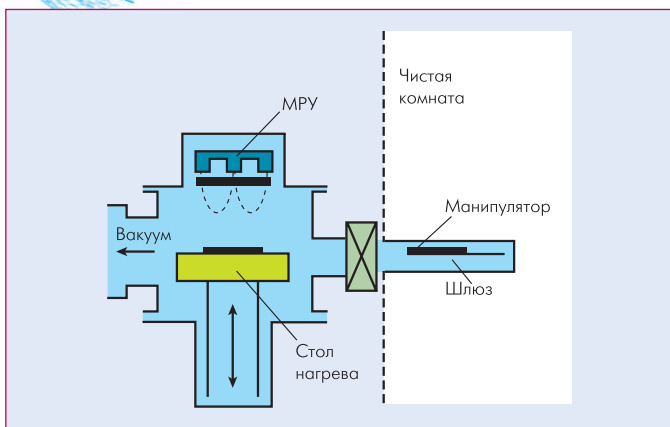


Схема установки "НаноМАГНА"

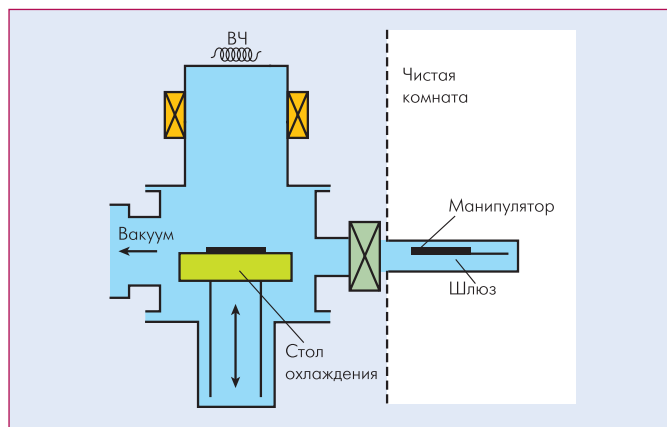
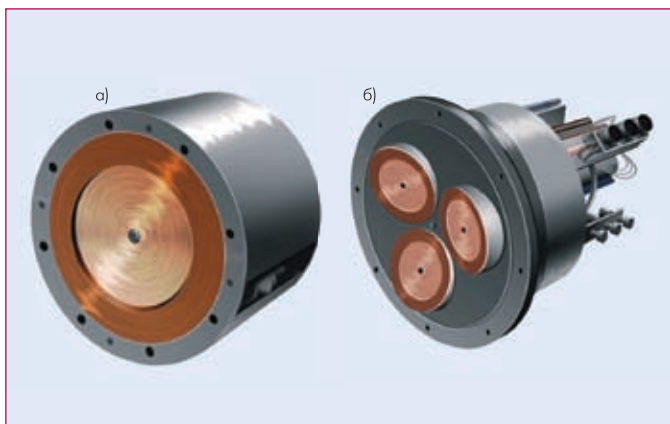


Схема установки "НаноПЛАЗМА"

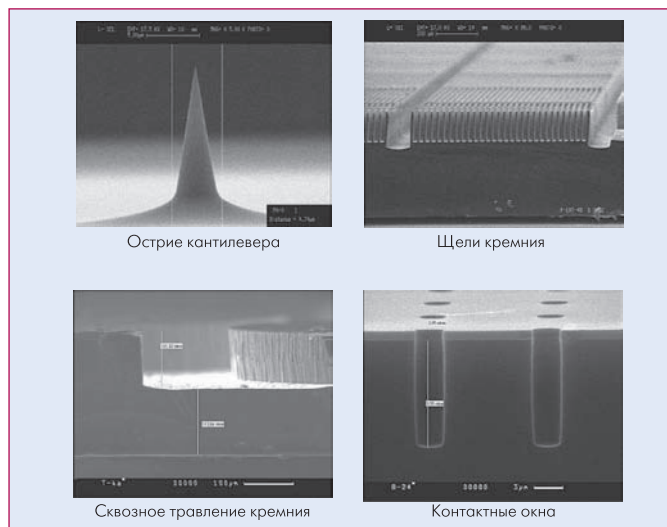


Магнетроны планарный (а) и мультикатодный (б)

- три мишенями диаметром 100 мм для нанесения многослойных или многокомпонентных пленок заданного состава;
- безмасляной системой откачки;
  - микропроцессорной системой управления.

### Вакуумная установка ионно-плазменного травления наноструктур "НаноПЛАЗМА"

Установка встраивается в чистую комнату и предназначена для реактивно-ионного травления проводящих и диэлектрических материалов с целью формирования наноструктур и микроэлектронных механических систем (МЭМС).



Микрофотографии процессов травления

Установка оснащена:

- рабочей камерой с ВЧ-реактором для травления подложек диаметром до 150 мм;
- шлюзовой системой поштучной загрузки-выгрузки подложек;
- химически стойкими средствами откачки и измерения вакуума:
  - турбомолекулярным и форвакуумным насосами, вакуумметрами – баротронами;
- гелиевым охлаждением подложек на рабочем столе;
- многоканальной (2–6) газовой системой;
- микропроцессорной системой управления.

Установка обеспечивает:

скорость анизотропного травления:

- кремния ..... (1–3) мкм/мин;
- двуокиси кремния, кварца, стекла "пирекс" ..... (0,5–1) мкм/мин;

неравномерность травления ..... + 2%;

аспектное соотношение ..... 1/10–1/30.

Институт заинтересован в партнерах для совместных разработок новых технологий, реакторов и конкурентоспособных технологических установок.

