

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова
Сибирского отделения Российской академии наук

к.ф.-м.н.  В.А. Тимофеев

К.Ф.-М.Н.

А.В.Каламейцев
«10» 02 2021 г.

(RIBER-OMICRON)

1

Данная инструкция составлена в соответствии с требованиями:

- Правил устройства электроустановок (7 издание) от 8 июля 2002 г. № 204;
- Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей от 12 августа 2022г. № 811;
- Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок от 15.12.2020 г. № 903н;
- Правил противопожарного режима в РФ от 16.09.2020 г № 1479.

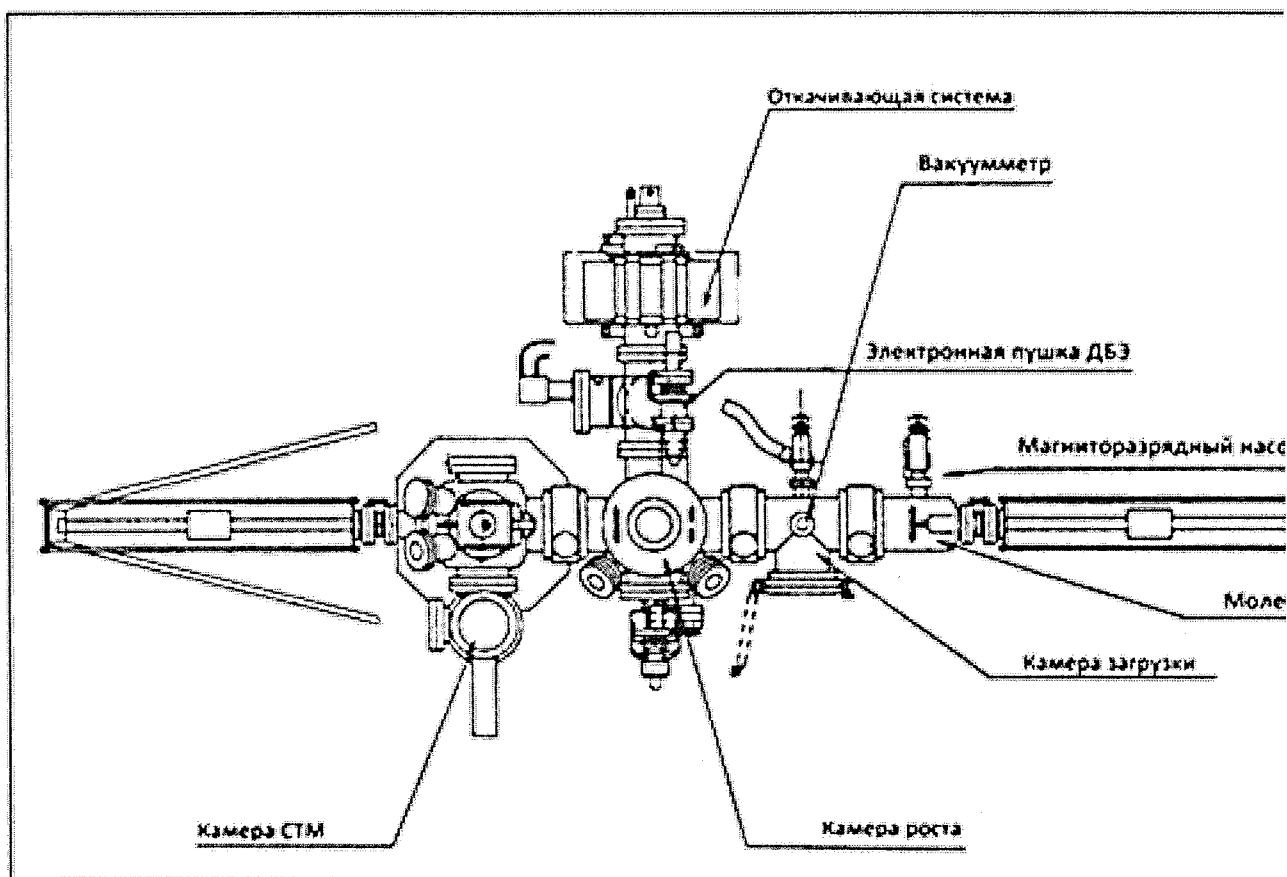
1. НАЗНАЧЕНИЕ УСТАНОВКИ «STM-AFM»

Трёхкамерная сверхвысоковакуумная установка «STM-AFM» совместного производства фирм RIBER-OMICRON предназначена для поверхностного анализа проводящих твердых образцов методом туннельной микроскопии в условиях сверхвысокого вакуума.

2. УСТРОЙСТВО И РАБОТА УСТАНОВКИ «STM-AFM»

2.1. Работа сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) основана на получении профиля поверхности за счет регистрации туннельного тока между токопроводящим остриём и токопроводящей подложкой в процессе растрового сканирования. Прецизионное перемещение остро заточенной иглы (острия) с помощью пьезоэлемента (пьезодрайвера) позволяет контролировать поверхность с атомным разрешением.

2.2. Установка состоит из трех вакуумных камер (рис.1), разделенных герметичными шиберами, образующих единую вакуумно-механическую систему. Камера загрузки-выгрузки образцов (ЗВО), камера роста и камера СТМ оснащены средствами откачки и контроля вакуума.



2.3. Управление отдельными элементами установки производится вручную, согласно инструкциям по эксплуатации отдельных блоков, а работа СТМ полностью автоматизирована и управляется с терминала компьютера. В комплектацию камеры роста входит дифрактометр быстрых электронов для контроля структуры атомарно-чистой поверхности образцов большой площади, вращающийся манипулятор с функцией автоматического нагрева-охлаждения, и пара молекулярных источников тигельного типа.

2.4. В камере СТМ находится миниатюрное переносное устройство напыления субмонослойных покрытий с функцией подогрева образцов прямым пропусканием тока.

2.5. Образцы или острия закрепляются на платформах, затем платформы переносятся из камеры в камеру на молибденовых блоках (молиблоках) с помощью магнитных манипуляторов. Молибденовые носители позволяют прогревать образцы и острия до высоких температур в условиях высокого вакуума с целью получения атомарно-чистой поверхности путем возгонки защитного слоя или остаточного окисла.

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ УСТАНОВКИ «STM-AFM»

- a. Загрузка образцов или острий на платформах производится в следующей последовательности:
 - i. Выключить вакуумметры в камере ЗВО.
 - ii. Проверить закрытое состояние шиберов в соседнюю камеру роста.
 - iii. Перекрыть вентиль магниторазрядного насоса камеры ЗВО.
 - iv. Напустить в объем ЗВО сухой азот (или воздух).
 - v. Открыть смотровое окно камеры ЗВО и установить платформу с образцом или остриём в молиблок.
 - vi. Закрыть смотровое окно и включить откачку камеры с помощью турбомолекулярного насоса, охлаждаемого оборотной водой.
 - vii. При достижении вакуума $\sim 10^{-5}$ Торр перекрыть вентиль турбомолекулярного насоса, выключить его, и открыть вентиль включённого магниторазрядного насоса камеры ЗВО.
- b. Передача образцов и острий в вакууме в камеру СТМ.
 - i. Убедиться, что давление в камере ЗВО не выше $1 \cdot 10^{-6}$ Торр.
 - ii. Открыть шибер в камеру роста и передать молиблок с образцом на вращающийся манипулятор камеры роста.
 - iii. Удалить магнитный манипулятор в камеру ЗВО и закрыть шибер между камерами.
 - iv. При необходимости включить прогрев молиблока с образцом в камере роста для обезгаживания носителя образца.
 - v. Через час остывания после выключения прогрева или при достижении давления $\sim 5 \cdot 10^{-9}$ Торр в камере роста, если образец не прогревался, открыть шибер в камеру СТМ и передать образец из камеры роста в камеру СТМ.
 - vi. Закрыть шибер.
 - vii. Установить образец или острие в свободную ячейку накопителя камеры СТМ, и записать в журнал номер ячейки. Или установить образец в нагреватель-испаритель, или в столик СТМ для сканирования, предварительно зафиксировав столик СТМ.

- с. Отжиг образца прямым пропуском тока с целью получения атомарно-чистой поверхности.
 - i. Установить образец в нагреватель-испаритель.
 - ii. Настроить блок нагрева образца на соответствующий ток нагрева с помощью эквивалентной нагрузки.
 - iii. Переключить блок нагрева с эквивалентной нагрузки на образец.
 - iv. Выполнить последовательность прогревов и охлаждений образца в соответствии с задачей эксперимента.
 - v. Выключить ток нагрева образца и переставить образец в накопитель для остывания, как минимум на 1 час перед сканированием поверхности.
- d. Установка острия в позицию сканирования туннельного микроскопа.
 - i. С помощью манипулятора PPM (push-pull motion) зафиксировать столик СТМ в неподвижном состоянии.
 - ii. Убрать платформу с образцом в накопитель, если она находится в столике СТМ.
 - iii. Развернуть накопитель в позицию смены острия, установить стопор накопителя над платформой острия.
 - iv. Очень аккуратно и точно захватить манипулятором держатель острия и установить острие в столик СТМ ничего не задевая остриём!!! Проверить плотность посадки держателя острия.
 - v. После установки или замены острия установить исследуемый образец в столик СТМ.
- e. Сканирование поверхности образца с помощью туннельного микроскопа.
 - i. После установки острия и исследуемого образца в столик СТМ включить блок бесперебойного питания, затем силовые блоки управления сканированием, и в последнюю очередь управляющий компьютер СТМ.
 - ii. Включить систему визуализации ручного подвода острия к образцу в составе видеокамеры и TV монитора. При необходимости включить наружную подсветку объектов в камере СТМ.
 - iii. С помощью манипулятора PPM перевести столик СТМ в подвешенное на пружинах состояние.
 - iv. Запустить программу управления сканированием туннельного микроскопа.
 - v. Подвести остриё к образцу в ручном режиме на расстояние $\sim 0,3\text{мм}$ при визуальном контроле с помощью камеры наблюдения.
 - vi. Выставить необходимые параметры приближения (напряжение между образцом и остриём, туннельный ток остановки приближения, величину обратной связи). Включить режим автоматического приближения острия к образцу. С этого момента до окончания сканирования и фиксации столика СТМ не прикасаться и не раскачивать установку!!! Для исключения повреждения острия об образец.
 - vii. Через несколько минут автоматического приближения и его остановки, выставить требуемые параметры сканирования поверхности и запустить режим сканирования туннельного микроскопа. При необходимости установить режим автоматической записи изображений СТМ в память компьютера СТМ.

- viii. После окончания сканирования, в ручном режиме отвести остриё от образца на максимальное расстояние и зафиксировать столик СТМ с помощью РРМ манипулятора.
- ix. Сохранить данные сканирования на другой компьютер путем передачи файлов с изображениями СТМ по локальной сети. При необходимости выключить программу сканирования, управляющий СТМ компьютер, силовые блоки сканирования и блок бесперебойного питания.

4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА УСТАНОВКЕ «STM-AFM»

- а. Эксплуатация установки «STM-AFM» проводится персоналом с IV группой допуска по электробезопасности.
- б. Лица, допущенные к эксплуатации, должны пройти инструктаж по охране труда, обучение и проверку знаний, знать состав, принцип работы и устройство установки «STM-AFM», а также работу аналитического средства измерения – дифрактометра быстрых электронов и других блоков СТМ в объёме технических описаний и инструкций по эксплуатации.
- с. При эксплуатации установки «STM-AFM» могут возникнуть следующие виды опасностей:

- а) опасность поражения электрическим током;
- б) опасность термического ожога.

4.4. Источники опасностей:

4.4.1. Источником электрической опасности являются:

- а) цепи сетевого питания 220В;
- б) высоковольтные блоки питания магнито-разрядных насосов и блок питания дифрактометра быстрых электронов;
- в) силовые блоки сканирования системы СТМ;
- г) блоки прогрева образцов в вакууме.

4.4.2. Источниками термической опасности являются заливаемый в криопанели жидкий азот, нагреватели установки, нагретые насосы установки и сам корпус установки во время технологических отжигов.

4.5. Требования электробезопасности:

4.5.1. Сопротивление изоляции всех изолированных цепей относительно корпуса и между собой должно быть менее 0,5 Мом.

4.5.2. Электрическое сопротивление между зажимом защитного заземления и металлическим изделием должно быть не более 0,1 Ом.

4.5.3. Зажим заземления не должен иметь лакокрасочного покрытия.

4.5.4. Возле зажима заземления должен быть графический знак заземления.

4.5.5. Должны быть предусмотрены блокировки, выключающие подачу высокого напряжения при снятии ограждений или защитных кожухов с блоков питания.

4.5.6. Не допускается:

- а) эксплуатировать установку «STM-AFM» при отсутствии или неисправном защитном заземлении;
- б) эксплуатировать установку «STM-AFM» при отсутствии, неисправности или отключенных блокировках высокого напряжения.

4.6. Требования термической безопасности:

4.6.1. При отжиге вакуумных камер применяемая термоизоляция должна иметь наружную температуру не более 50°C при максимальной температуре отжига 300°C. Либо установка должна иметь ограждения, исключающие случайное прикосновение к нагретым поверхностям.

4.6.2. При работе с жидким азотом использовать защитные средства.

4.6.3. Не разрешается :

а) при отжиге вакуумной камеры снимать, поправлять или переделывать термоизоляцию;

б) превышать максимальную установленную температуру отжига.

4.7. При возникновении аварийной ситуации на установке обслуживающий персонал должен предпринять следующие действия:

а) при необходимости провести аварийное обесточивание установки путем нажатия кнопки красного цвета на стойке управления СТМ и тумблеров на силовых щитах комнаты;

б) перекрыть все вентили и шиберы вакуумно-механической системы;

в) перекрыть подачу оборотной воды.

Составил:

с.н.с. лаб. № 16

 С.А. Тийс

Согласовано

Зав. лаб. № 16



А.И. Никифоров

Главный энергетик



В.М. Федосов

Руководитель СОР



И.Н. Карабина

Уполномоченное лицо по ОТ ПК



А.В. Плеханов