

ОДИН ДЕНЬ УЧЕНОГО

Проводники в сверхвакууме

Подразделение Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова, где работает аспирант **Сергей Васильевич Ситников** — это лаборатория нанодиагностики и нанолитографии. В названии отражены главные направления работы: прикладное (создание различных структур с помощью имеющегося оборудования) и фундаментальное (получение информации об атомных процессах, протекающих на поверхностях полупроводников)

Для изучения таких процессов используют метод сверхвысоковакуумной отражательной электронной микроскопии. Это уникальная методика, которая на данный момент есть только в ИФП СО РАН и в Токио.

Исследования в лаборатории ведут с помощью электронного микроскопа, в который под руководством директора ИФП чл.-корр. РАН **Александра Васильевича Латышева** были внесены существенные изменения — в частности, встроена сверхвысоковакуумная камера. Сейчас в нем можно искусственно создавать определенные условия, похожие на те, что реализуются в установках молекулярно-лучевой эпитаксии. Например, осадить на поверхность разные материалы, напускать в камеру с образцом те или иные газы — и получать информацию о том, какие процессы происходят на поверхности образца, визуализируя все это на экране монитора. Уникальность этого метода позволяет провести и пронаблюдать эксперименты, которые нельзя выполнить на любом другом диагностическом оборудовании.

— День посвящен экспериментам, поэтому я начинаю разгонять установку, — рассказывает аспирант ИФП СО РАН Сергей Васильевич Ситников. — Она запускается полтора часа, и чтобы это сделать, нужно последовательно провести ряд манипуляций. Например, основная откачка воздуха из вакуумной камеры основана на диффузионном насосе, и он требует разогрева в течение тридцати минут. Потом я заливаю жидкий азот в азотную ловушку и включаю откачку самой системы. Есть и криогенная откачка непосредственно камеры для образца, это также занимает время.

Когда установка готова к работе, можно начинать эксперимент. Собственно, от того, каким будет сегодняшний опыт, зависит выбор образца: простой кусочек кремния, вырезанный в нужном направлении, или же предварительно модифицированный на других установках.

— Мы изучаем чистую поверхность кристалла кремния. Сначала надо очистить образец, и чтобы сделать это, мы нагреваем его до высоких температур, — рассказывает Сергей Ситников. — Тем самым все загрязнения испаряются вместе с верхними слоями. Дальше, после калибровки, на приборе выставляются нужные показатели и проводится эксперимент: осаждение материалов или процесс сублимации (испарения из твердой фазы), или травление кислородом.

Эксперимент может занимать целый день. Ученые записывают его на видео — «живую» картинку поверхности кри-

сталла — и наблюдают за ним в режиме реального времени. Метод, по словам Сергея, тем и уникален, что позволяет визуализировать происходящее. За день можно использовать и несколько образцов.

Перед тем, как быть помещенным в установку для очистки отжигом, образец протирается петролевым эфиром.

— Нам нужны маленькие полоски, нарезаемые из большой пластины кремния. Для того чтобы в ходе манипуляций они не сломались, их наклеивают на стеклянную пластину, а потом аккуратно снимают. Эфир нужен для удаления остатков клея, жиров и загрязнений, идущих из атмосферы, — комментирует Сергей Ситников.

В установке есть специальное приспособление, чтобы поместить образец внутрь. Нужно следить за тем, чтобы уровень вакуума в камере микроскопа сильно не падал, ведь он необходим для эксперимента. Сама сверхвысоковакуумная камера расположена внутри микроскопа, и образец помещается в нее через небольшой створ.

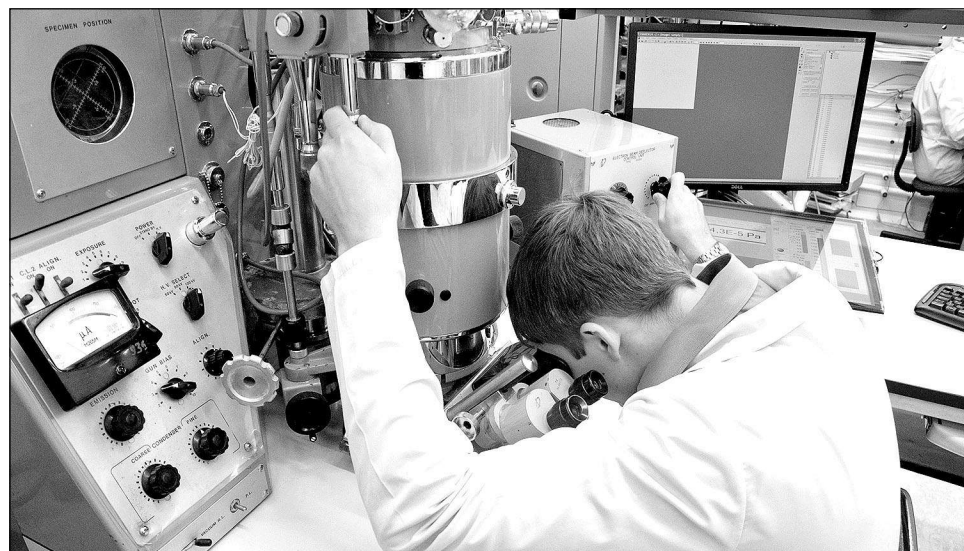
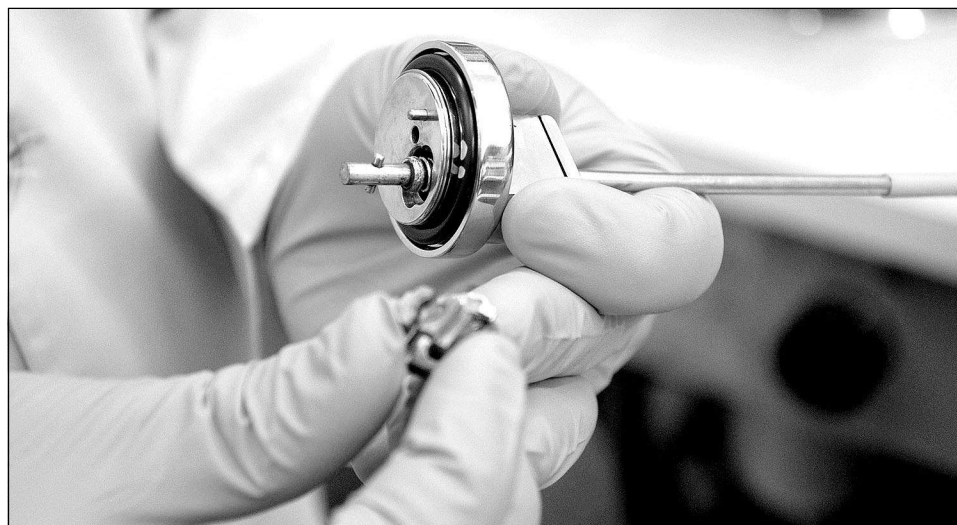
— Надо рассчитать, какой ток подавать через образец, чтобы разогреть его, — комментирует Сергей Ситников. — Это можно сделать визуально: глаз хорошо различает температуру объекта в диапазоне от 800 до 1200 градусов по Цельсию, меняется цвет от темно-красного до белого. Сейчас у нас стандартные образцы, мы знаем, какой нужен ток. Когда объект нестандартный, то именно визуально и пытаешься определить. Кроме того, есть еще оптический пирометр, мы его берем, когда нужно измерить совсем точно.

Пока образец разогревается, можно отъюстировать, то есть настроить микроскоп. Периодически линзы необходимо корректировать. Одна часть системы фокусирует электронный пучок на образце, а другая — собственно, позволяет увеличить объект.

Камера, которая снимает все происходящее, находится ниже. Раньше, когда использовали не видео, а фотографические пластины, для настройки изображения на люминоформном экране выключали свет, но сейчас этого не требуется.

— Нужно все настроить для четкой картинки. Образец следует развернуть, чтобы атомные ступени были расположены вдоль электронного пучка, и можно было бы их различать, — говорит Сергей Ситников.

Подготовили Юлия Позднякова
и Екатерина Пустолякова
Фото авторов



Наука в Сибири
УЧРЕДИТЕЛЬ — СО РАН
И.о. редактора **Е. ТРУХИНА**

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ
«НВС» в НОВОСИБИРСКЕ!
Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9.00 до 18.00 в рабочие дни (Академгородок, пр. Ак. Лаврентьева, 17)

Адрес редакции: Россия, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 17. Тел./факс: 330-81-58.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов
При перепечатке материалов ссылка на «НВС» обязательна

Отпечатано в типографии **ЗАО «Бердская типография»** 633011, г. Бердск, ул. Линейная, 5. Подписано к печати 14.01.2015 г. Объем 3 п.л. Тираж 1500. Не заказа. **Стоимость рекламы:** 50 руб. за кв. см **Периодичность выхода газеты — раз в две недели**

Рег. № 484 в Мининформпечати России
Подписной инд. 53012
в каталоге «Пресса России»
Подписка 2015, 1-е полугодие, том 1, стр. 154
E-mail: presse@sbras.nsc.ru
© «Наука в Сибири», 2015 г.