



Agilent Nano Indenter G200

Описание типа **Agilent U9820A**

**Зондовая система
для измерений механических параметров
методом непрерывного вдавливания
(наноиндентированием)**

Особенности и преимущества

- Точность и воспроизводимость результатов в соответствии со стандартом ISO 14577
- Электромагнитный привод обеспечивает широчайший динамический диапазон силы и смещения
- Гибкая конфигурация модульной конструкции системы и возможности модернизации позволяют воспроизводить специфические научные исследования, а также обеспечивают разработку множества новых методик выполнения измерений
- Динамические измерения посредством методики непрерывного измерения жесткости при наноиндентировании
- Лучшее программное обеспечение управления системой, сбора данных и анализа предоставляет управление в реальном времени в процессе эксперимента, генерацию отчета о выполнении измерений, а также прецизионную программную компенсацию температурного дрейфа

Прецизионные механические испытания в микро- и субнанодиапазоне нагрузок и смещений.

Области применения системы

- Физика полупроводников, тонкопленочных структур, испытания микро-электро-механических устройств (MEMs)
- Твердые покрытия, алмазоподобные (DLS) пленки
- Композиционные материалы, волокна, полимеры
- Металлы и керамики



Обзор

Парадигмой разработки системы Agilent Nano Indenter G200 является создание наиболее точного, модульного и удобного в эксплуатации инструмента для неразрушающего контроля механических параметров в нанодиапазоне. Электромагнитный привод системы Nano Indenter G200 обеспечивает широчайший динамический диапазон как по силе, так и по смещению.

Система Nano Indenter G200 позволяет пользователю измерить модуль упругости и твердость в соответствии со стандартом ISO14577. Система G200 также позволяет измерить деформацию в диапазоне шести порядков (от нескольких нанометров до миллиметров). Более того, множество опциональных модулей позволяют проводить любые требуемые эксперименты. Возможности системы G200 могут быть расширены динамическими исследованиями с заданной частотой, количественной характеристикой поверхности при скретч тесте, встроенной системой зондирования и визуализации исследуемой поверхности, высокотемпературными тестами, испытаниями при большой нагрузке до 10 Н, а также специальными методиками выполнения измерений и представлением данных.

С помощью системы Nano Indenter G200 пользователь получает возможность количественного определения отношения между структурой, свойствами и составом исследуемого материала. Этот процесс осуществляется быстро и легко при минимальных трудозатратах на пробподготовку. Дружественный пользовательский интерфейс системы G200 отвечает требованиям к обучению – пользователь сам запускает стандартные тесты в день инсталляции системы. Каждый прибор G200 поддерживается фирмой–изготовителем Agilent Technologies на протяжении всего жизненного цикла. Пользователь системы всегда находит поддержку как мирового научного сообщества, так и научных сотрудников фирмы–изготовителя, а квалифицированные и опытные инженеры регионального представительства обеспечивают поддержку самыми современными методиками выполнения измерений.

Преимущества конструкции

Все измерения наноиндентированием обеспечивают требуемое значение погрешности, как прикладываемой силы, так и измерений смещения, а также обеспечивают прецизионное управление процессом нагружения поверхности образца. Система Nano Indenter G200 включает электромагнитный привод-преобразователь для осуществления высокоточных измерений. Уникальная

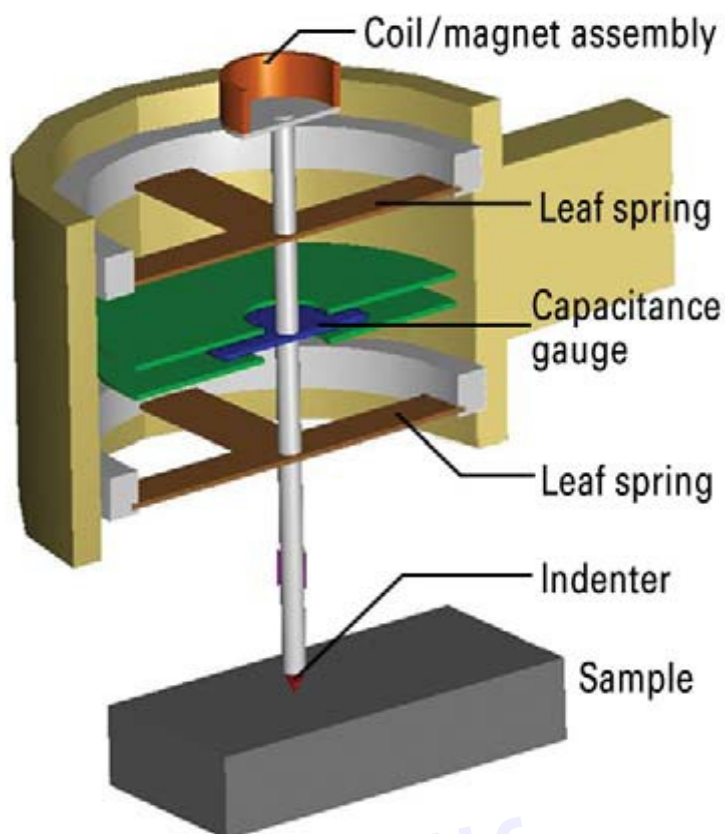


Рис. 1. Схема привода-преобразователя системы G200.

конструкция измерительного прибора исключает артефакты бокового смещения, и, в тоже время, программное обеспечение компенсирует любые дрейфы силы.

Помимо этого система Nano Indenter G200 имеет множество эргономических преимуществ. Например, полный свободный доступ к столу объектов, высочайшая точность позиционирования образца в плоскости, легкость определения координат образца и его рабочей поверхности, удобство регулировки образца по высоте и юстировки системы обеспечивают высокую скорость выполнения измерений. Модульность конструкции прибора и управляющего контроллера предусматривают возможность последующей модернизации. К тому же, соответствие системы G200 стандарту ISO 14577 позволяет пользователю смело включать результаты исследований в публикации и отчеты. Пользователь может задавать программу эксперимента при любых нагрузках, так как система G200 обеспечивает автоматическое переключение между силовыми преобразователями. Стойка электроники и дизайн прибора также позволяет сэкономить свободное пространство в лаборатории.

Опциональный динамический контактный модуль (DCM)

Стандартная конфигурация системы Nano Indenter G200 обеспечена индентирующей головкой XP, предоставляющей разрешающую способность по смещению не более 0,01 нм и максимальную глубину индентирования не менее 500 мкм. Система G200 может быть дополнительно оборудована опциональным модулем Agilent DCM – динамическим контактным модулем с целью расширения диапазона проводимых экспериментов нагрузка–смещение на уровне контакта с поверхностью. При наличии данной опции исследователь может изучать не только первые несколько нанометров глубины проникновения индентором в поверхность материала, но также механику предконтактного взаимодействия.

Опция DCM – это полностью динамическая индентирующая головка для механической характеристики образца при ультра малой нагрузке (максимальная нагрузка 10 мН и 30 мН для опции DCM II). Для такого диапазона вся система наноиндентирования должна быть также оптимизирована по уровню шума, что позволит проводить измерения соответствующих смещений. Используя стандартные методы определения разрешения по смещению, опция DCM обеспечивает соответствующую разрешающую способность 0,0002 нм (0,2 пикометра). При этом диапазон полного смещения составляет 15 мкм и 70 мкм для опции DCM II. Более того, испытания системы G200 и свидетельства пользователей по всему миру подтверждают факт уровня шума менее ангстрема. Это позволяет заявить о том, что система Agilent Nano Indenter отличается лучшей разрешающей способностью из всех коммерчески доступных систем для наноиндентирования на сегодня. А также,

что опция Agilent DCM имеет наименьший уровень шума среди приборов подобного рода.

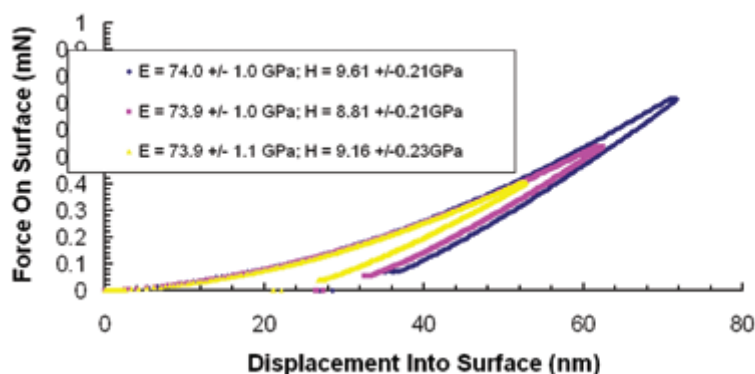


Рис. 2. Три последовательных теста плавленого кварца.

Опциональный модуль непрерывного измерения жесткости (CSM)

Традиционный метод квазистатического индентирования оперирует понятием жесткости контакта, определяемой посредством анализа графика зависимости сила–смещение во время разгрузки. Этот метод непрерывного вдавливания обеспечивает единичное измерение при заданной глубине индентирования. Методика непрерывного измерения жесткости Agilent CSM, работающая с двумя типами индентирующих головок Agilent XP и Agilent DCM, удовлетворяет требованиям эксперимента при необходимости исследований динамических эффектов, таких как скорость деформации и частота.

Опция CSM обеспечивает разделение синфазных и несинфазных компонент зависимости нагрузка–смещение во времени. Это разделение, в свою очередь, обеспечивает точное определение точки контакта с поверхностью, а также непрерывное измерение жесткости контакта как функции глубины или частоты, таким образом, исключая необходимость многократных циклов разгрузки. В результате контактная жесткость определяется прямым методом, т.е. без необходимости представления модели вязкоупругого взаимодействия (например, механического равновесия) что требуется для коррекции упругости.

Все это делает опцию CSM мощнейшим инструментом не только для исследований группы жестких материалов, таких как металлы, сплавы и керамики, но, также инструментом для исследований материалов, свойства которых зависят от времени, таких как полимеры, структуры композитов, а также материалы биологии и медицины.

Только передовая технология опции CSM предоставляет полную динамическую характеристику свойств в нанометровом диапазоне и точную характеристику вязкоупругих материалов с количественным значением динамического модуля упругости. При использовании CSM управление процессом индентирования может быть осуществлено при постоянной скорости деформации. Это является критическим параметром при исследованиях структурированных материалов, таких как сверхчистые материалы или сплавов с низкой температурой плавления, а также полимерных пленок и систем пленка–подложка. Такой уровень управления не доступен при использовании традиционного метода.

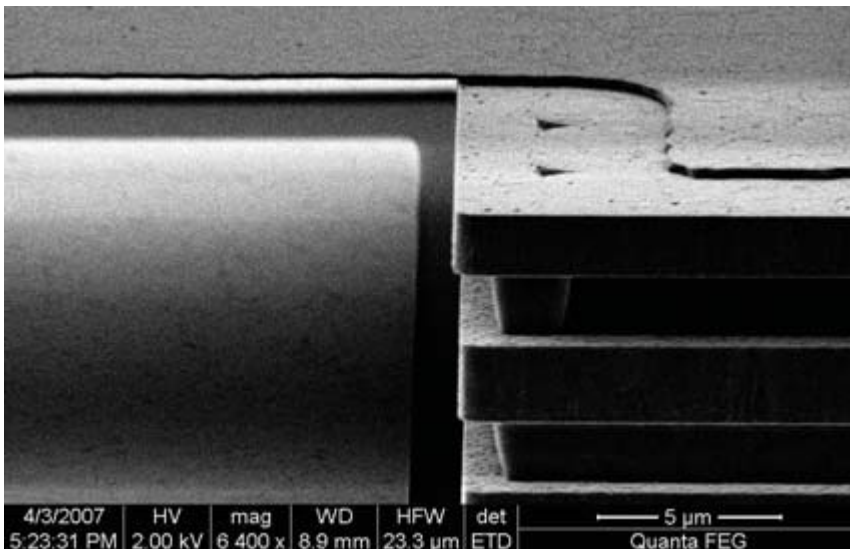


Рис. 3. Это РЭМ изображение индентов на кантилевой конструкции. Система G200 одинаково хорошо подходит, как для измерений параметров MEMs, так и для измерений параметров компонент материала. На это существуют две причины. Во-первых, механизм привода-преобразователя имеет уникальное сочетание диапазона и разрешающей способности. Во-вторых, методика выполнения измерений – это программное обеспечение, и нет необходимости аппаратного конфигурирования и дополнительной калибровки.

Опциональный модуль измерения боковой силы (LFM)

Также существует несколько дополнений к стандартной системе Nano Indenter G200 с комплектацией индентирующей головкой XP. Опция измерения боковой силы Agilent LFM обеспечивает количественный анализ по трем координатам полос скретч теста, испытаний на износ, а также зондирование MEMs. Эта опция включает детектирование силы в плоскости по осям X и Y с целью определения поперечных сил. Опция LFM чрезвычайно важна при исследованиях трибологии, особенно в случаях измерений критической нагрузки разрушения, а также коэффициента трения при скретч тесте.

Опциональный модуль увеличения максимальной нагрузки (High Load)

Возможности системы Nano Indenter G200 могут быть также дополнены опцией увеличения нагрузки Agilent High Load. Эта опция разработана для использования со стандартной головкой XP и позволяет увеличить диапазон прикладываемой силы до 10 Н на системе Nano Indenter. Таким образом, можно полностью характеризовать керамики, большие объемы металлов, а также композиты. Модуль увеличения нагрузки был спроектирован с целью обеспечения возможности проведения исследований как в нано-, микродиапазоне, так и в макромасштабе на единой измерительной системе и составления отчета о выполнении измерений с наиболее полными данными об образце, включая сведения об испытаниях при больших усилиях.

Опциональный модуль нагрева образца (Heating Stage)

Эта опция используется совместно со стандартной индентирующей головкой ХР и позволяет исследовать материалы при повышенных температурах от комнатной и до +350 С. С целью получения корректных данных используется программная компенсация температурного дрейфа.

Новое расширенное профессиональное программное обеспечение

NanoSuite 5.0

Каждая система Nano Indenter G200 поставляется с профессиональным программным обеспечением Agilent NanoSuite 5.0. Это программное обеспечение позволяет пользователю запускать тесты и управлять данными с беспрецедентной легкостью. При помощи элегантного и интуитивно понятного интерфейса пользователь может быстро настроить и запустить эксперименты индентированием, а также изменять параметры эксперимента всего несколькими кликами во время его проведения.

Agilent NanoSuite 5.0 – это прорывные технологии, включая дополнительные возможности визуализации (в том числе, профилирование индента, настройка параметров сканирования в реальном времени, фильтрация изображения) а также сканирование и визуализацию исследуемой поверхности площадью до 500 мкм X 500 мкм, и возможности разработки новых методов и методик измерений для представления результатов в рекордные сроки. Какой-либо метод программного обеспечения NanoSuite – это программный файл, включающий протокол описания измерений, анализируемые данные измерений и отчет о выполнении измерений готовый для печати. Например, метод NanoSuite может содержать инструкции методики выполнения измерений и отчет о результатах в соответствии со стандартом ISO14577 – международным стандартом на измерения индентированием. В то же время другой метод NanoSuite будет содержать методику проведения скретч теста и предоставлять соответствующие результаты.

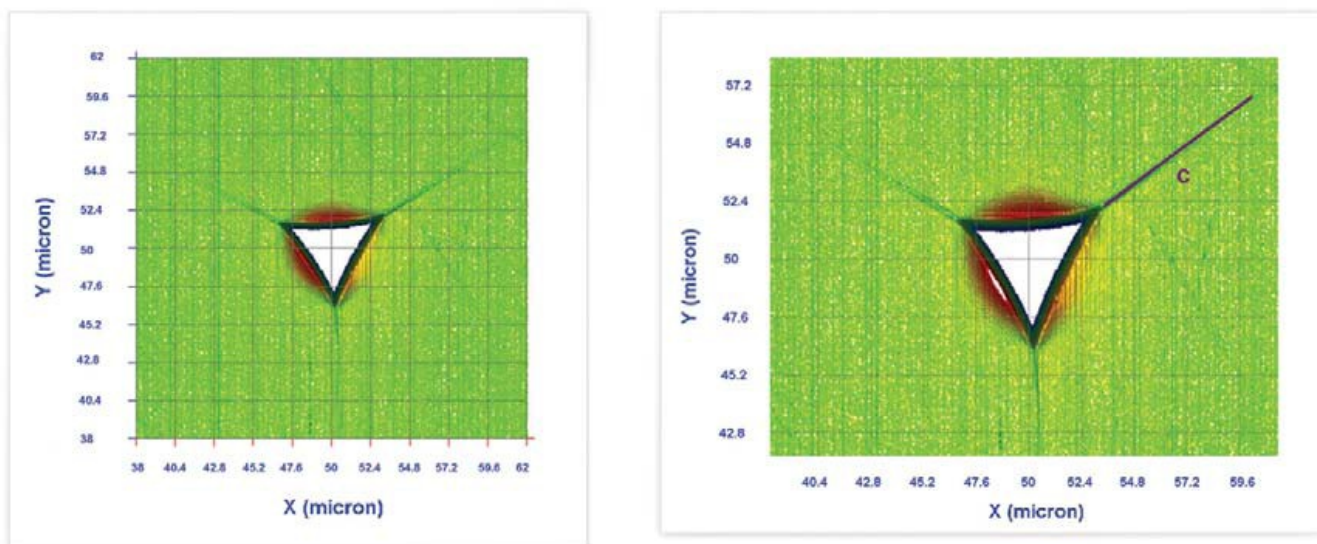


Рис. 4. Трещиностойкость можно определять наноиндентированием. Рисунок слева: изображение поверхности кварца 24 мкм X 24 мкм, глубина индента 1200 нм. Отчетливо видно развитие трещин. Рисунок справа: увеличенное изображение индента. Рисунок скопирован из NanoSuite 5.0.

Опциональное программное обеспечение визуализации NanoVision

Опция Agilent NanoVision используется на системе Nano Indenter для зондирования поверхности образца с целью получения трехмерной карты поверхности (аналогично контактному режиму атомно-силового микроскопа). Таким образом, возвращаясь к опыту наномеханических испытаний, опция NanoVision для наномеханической микроскопии обеспечивает представление цифрового изображения, согласуя работу линейного электромагнитного привода индентирующей головки со столом нанопозиционирования в плоскости с системой обратной связи. NanoVision позволяет пользователю получать цифровые изображения поверхности с высоким разрешением на системе Nano Indenter, а также обеспечивает высокоточное позиционирование индентов в нанометровом диапазоне. В свою очередь, можно анализировать состояние поверхности после наноиндентирования и количественно оценить эффект навала материала (pile-up) деформационный объем и коэффициент трещиностойкости. Эта опция также позволит определить механические параметры составляющих фаз композиционных материалов.

Все приборы для наноиндентирования производства компании Agilent Technologies соответствуют стандарту ISO 14577 и обеспечивают уверенность в точности и воспроизводимости результатов измерений. Это лучшие в мире системы и методы для высокоточных измерений наномеханических параметров, как для нужд исследователя, так и для контроля качества на производстве.

Agilent Nano Indenter G200. Спецификация

Стандартная индентирующая головка XP

| | |
|---|---------------------------------------|
| Разрешение смещения | менее 0,01 нм |
| Полное смещение индентора | 1,5 мм |
| Максимальная глубина индентирования | не менее 500 мкм |
| Система приложения нагрузки | система катушка-магнит |
| Нагружающая система | |
| Стандартная максимальная нагрузка | 500 мН |
| Максимальная нагрузка с опцией увеличения | 10 Н |
| Разрешение нагрузки | 50 нН |
| Контактная сила | менее 1,0 мкН |
| Жесткость нагрузочной рамы | 5×10^8 Н/м |
| Система позиционирования | |
| Доступная для измерений поверхность | 100 мм X 100 мм |
| Автоматическое позиционирование, управляемое мышью компьютера | |
| Точность позиционирования | 1 мкм |
| Оптический микроскоп | |
| Система видеоувеличения | 25x (умножить на кратность объектива) |
| Стандартные объективы | 10x и 40x |

Индентирующая головка DCM

| | |
|--|---------------------------|
| Разрешение смещения | менее 0,0002 нм |
| Максимальная глубина индентирования | не менее 15 мкм |
| Масса нагрузочной колонны | менее 100 мг |
| Система приложения нагрузки | система катушка-магнит |
| Измерение смещения | емкостной преобразователь |
| Номинальная жесткость поддерживающей пружины | 100 Н/м |
| Номинальный коэффициент демпфирования | 0,02 Нс/м |
| Номинальная резонансная частота | 180 Гц |
| Нагружающая система | |
| Максимальная нагрузка | 10 мН (1 г) |
| Разрешение нагрузки | 1 нН (0,1 мкг) |

Индентирующая головка DCM II

| | |
|--|---------------------------|
| Разрешение смещения | менее 0,0002 нм (0,2 пм) |
| Полное смещение индентора | 70 мкм |
| Масса нагрузочной колонны | менее 150 мг |
| Система приложения нагрузки | система катушка-магнит |
| Измерение смещения | емкостной преобразователь |
| Номинальная жесткость поддерживающей пружины | 100 Н/м |
| Номинальный коэффициент демпфирования | 0,02 Нс/м |
| Номинальная резонансная частота | 120 Гц |
| Латеральная жесткость | 80 000 Н/м |
| Нагружающая система | |
| Максимальная нагрузка | 30 мН (3 г) |
| Разрешение нагрузки | 3 нН (0,3 мкг) |

Опция LFM

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Максимальная латеральная сила | не менее 250 мН |
| Разрешение силы | менее 2 мкН |
| Максимальная длина царапины | не менее 100 мм |
| Скорость царапания | от 100 нм/с до 2 мм/с |

Опция High Load

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Максимальная сила | 10 Н |
| Разрешение силы | не более 1 мН |
| Максимальная глубина индентирования | не менее 500 мкм |
| Разрешение смещения | 0,01 нм |
| Жесткость рамы | не менее 5×10^8 Н/м |

Опция NanoVision

| | |
|--|-------------------|
| Диапазон сканирования в плоскости XY | 100 мкм X 100 мкм |
| Диапазон по оси Z обеспечен диапазоном индентирующей головки | |
| Точность позиционирования | не более 2 нм |
| Резонансная частота | более 120 Гц |

www.agilent.com

Компания НТНК является

официальным дистрибутором

фирмы-изготовителя Agilent

Technologies (США). По любым

вопросам, связанным с

оборудованием обращайтесь,

пожалуйста, к специалистам

Компании НТНК

+7 495 619-78-18

www.ntnk.ru

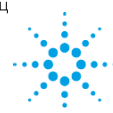
либо к ИЗГОТОВИТЕЛЮ

www.agilent.com/find/nanoindenter



Agilent Technologies

Authorized Distributor



Agilent Technologies