

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОДЕТАЛЕЙ НА ПРИБОРАХ СЕРИИ NANOFOCUS

Технология, на которой построены приборы **NanoFocus**, основана на конфокальной микроскопии с использованием диска с множеством отверстий (модернизированный диск Нипкова). Этот метод позволяет за считанные секунды вычислить параметры топографии и шероховатости поверхности с разрешением до **1 нанометра**, а также измерить толщину слоя материала детали.

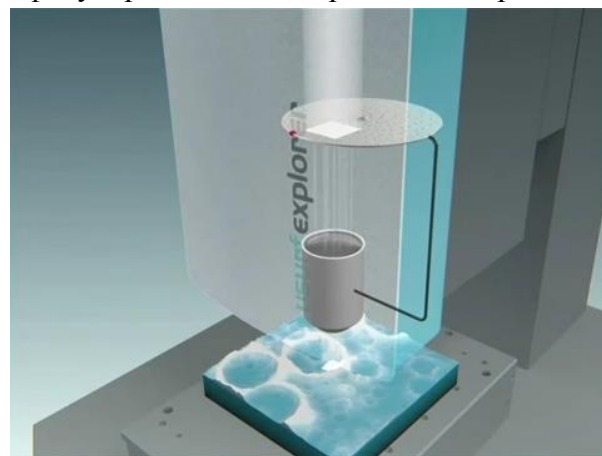


Принцип действия датчика μsurf

Конфокальный микроскоп серии **μsurf** производства **NanoFocus** состоит из светодиодного источника света, вращающегося диска с множеством отверстий, объектива с пьезодвигателем и камерой с ПЗС матрицей.

Светодиодный источник света, проходя через отверстие в диске и объектив, фокусируется на поверхности исследуемой

детали, которая отражает свет. Часть отраженного света, отражаясь от поверхности детали, задерживается отверстием в диске. Таким образом, на ПЗС матрицу попадает только та часть светового потока, которая сфокусирована на измеряемой поверхности.



Картинка, которую можно получить при помощи традиционного микроскопа, как правило, содержит резкие и нечеткие элементы. Конфокальный микроскоп отсекает размытые фрагменты при помощи диска с отверстиями и на ПЗС матрице всегда оказывается сфокусированное изображение. Именно этим обусловлено высокое разрешение конфокального микроскопа и возможность выполнять измерения с разрешением несколько нанометров.

Каждое отдельное конфокальное изображение представляет собой горизонтальный срез топографии детали. Последовательно захватывая изображения на различных фокусных расстояниях при перемещении объектива конфокального микроскопа в вертикальной плоскости, программа формирует массив изображений. Как правило, за 1 секунду регистрируется от

200 до 400 снимков, после чего программа воссоздает точную трехмерную картину высот из массива конфокальных изображений.

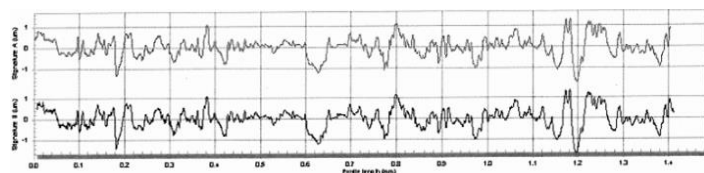
Преимущества

По сравнению с другими приборами микроскопы серии **µsurf** обладают большим числом преимуществ при оценке поверхностей в микро- и нанометровом диапазонах.

По сравнению с растровым электронным микроскопом (дающим оценку в двух плоскостях x,y) **µsurf** позволяет получить данные о поверхности в трех координатах (x,y и z). Только такое количество информации делает возможным точное трехмерное измерение геометрии детали и предоставляет подробные сведения о текстуре поверхности.

При этом **предварительная подготовка детали перед измерением не требуется.**

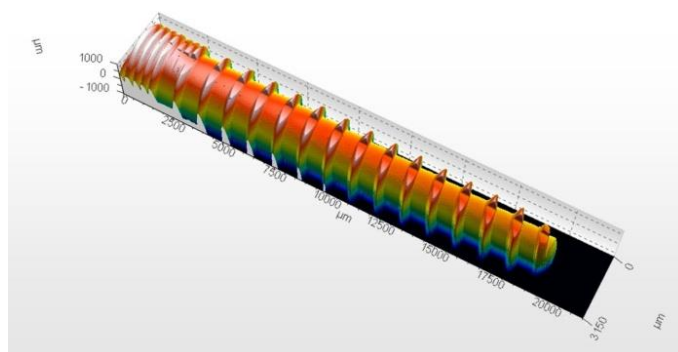
Во многих отраслях промышленности контактный сканирующий метод измерения является основным. Независимые исследования, проведенные Национальным институтом стандартов и технологий США (NIST) показывает, что измерения, проведенные прибором **µsurf** с **высокой степенью (99%) коррелируются с результатами, полученными контактными методами.** При этом свойства материала, такие как, например, твердость не влияют на результат измерения, поскольку технология **µsurf** является бесконтактной и не разрушает поверхность детали.



*Корреляция между контактными методами измерения и технологией **µsurf** составляет 99%.*

Применение приборов серии **µsurf** для измерения микродеталей

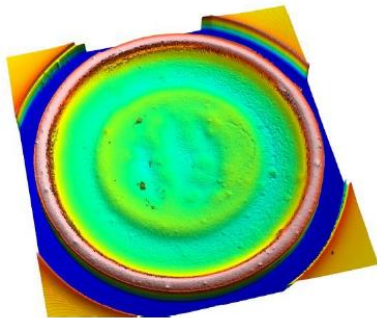
В точном машиностроении и приборостроении очевидна тенденция на миниатюризацию отдельных компонентов. При производстве миниатюрных электромеханических или оптических деталей соответствие размеров изготовленных деталей номинальным значениям зачастую определяет качество изделия в целом. Поскольку технологии, используемые при изготовлении микродеталей, требуют соблюдения размеров в трех измерениях, контроль параметров таких деталей обычным двухкоординатным микроскопом невозможен. Также отметим, что измерение поверхностей микродеталей с большими (резкими) перепадами контактными методами или обычным микроскопом крайне затруднительно и трудоемко. Это делает приборы NanoFocus идеальным прибором для измерения геометрических параметров и шероховатости микродеталей.



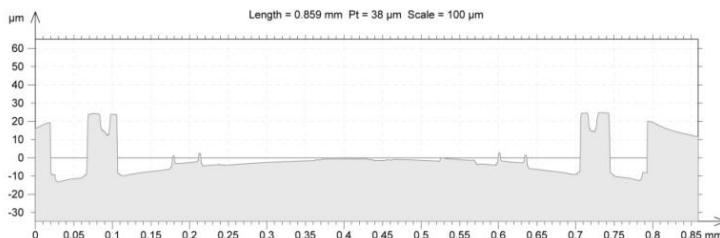
Трехмерная топограмма зубного импланта длиной 2 мм

Датчики давления

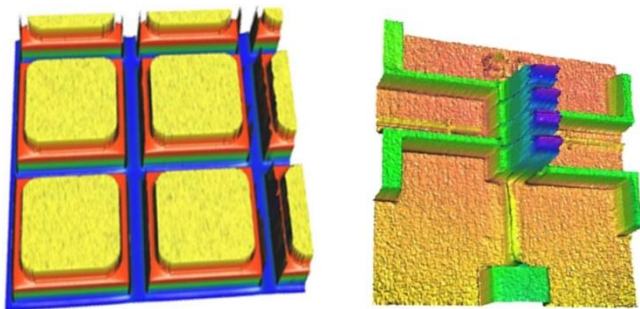
При производстве датчиков высокого давления методом травления контроль различных геометрических параметров (таких как глубина, ширина, толщина слоя) необходим для настройки и корректировки технологического процесса. За одно измерение приборы серии μ surf позволяют измерить шероховатость поверхности датчика, геометрию перемычек и параметры покрытия, нанесенного на металлической поверхности.



Amplitude parameters - I		
Rp	8.03	μm
Rv	5.72	μm
Rz	13.7	μm
Rc	21	μm
Rt	30.7	μm
Ra	2.93	μm
Rq	3.68	μm
Rsk	2.22	



Датчик давления с мембраной и результаты измерения.

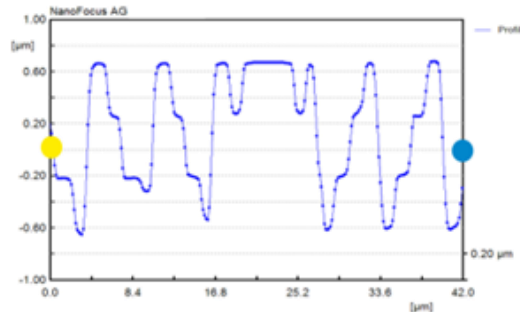
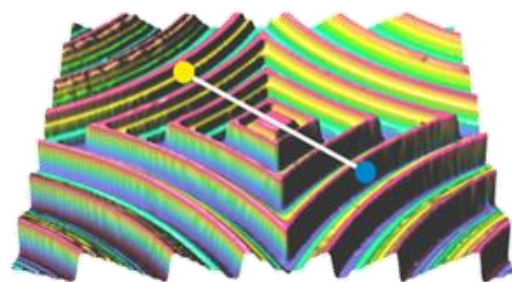


Элементы датчика давления и модулятор

Линзы Френеля



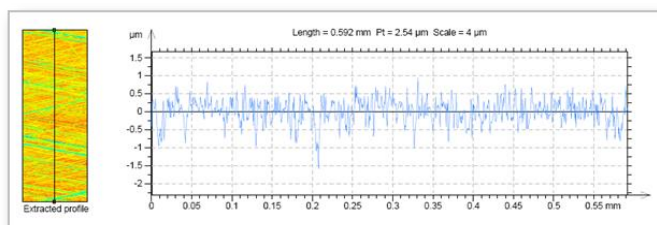
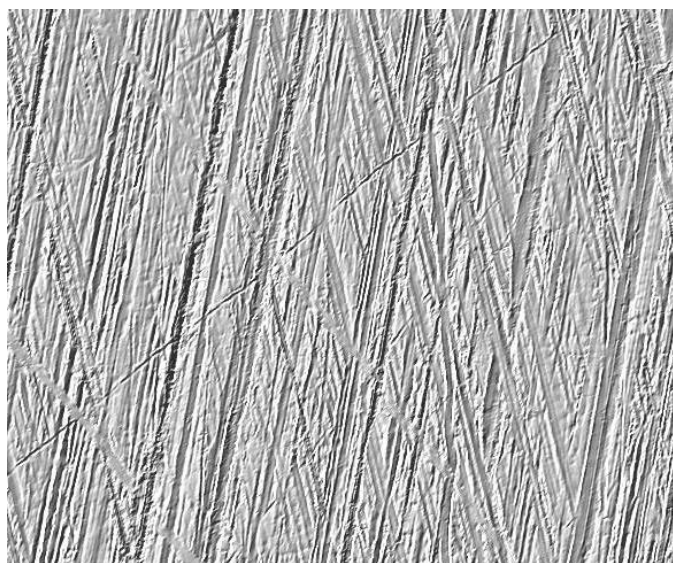
При производстве изделий с микронной структурой, таких как линзы с дифракционной структурой, измерительный прибор должен обладать с одной стороны высокой надежностью, а с другой стороны высокой точностью измерения, даже в случае, когда отдельные элементы изделия плохо отражают свет. Приборы серии μ surf отвечают обоим требованиям, а также могут быть настроены для работы с поверхностями с различной отражающей способностью.



Структура линзы Френеля и ее профиль в одном из сечений

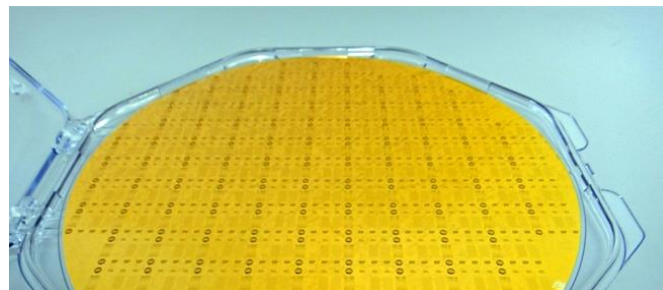
Микрогидравлика

В микрогидравлике обычно требуется оценка поверхности элементов, отвечающих за гидродинамические свойства изделия, по всей площади. 3х-мерные профилометры серии *µscan custom* являются предпочтительным решением. Несмотря на чередующиеся скосы и ровные участки поверхности эти приборы надежно контролируют геометрию деталей в сечениях, а также измеряют высоту, ширину и объем каналов и перемычек. Программное обеспечение, поставляемое с прибором, позволяет выполнить анализ этих параметров за несколько щелчком мышью.



Оценка профиля стенки микрогидравлического цилиндра в сечении. Перепад высот составляет 1 мкм.

Микролинзы



Микролинзы используются для коллимации, фокусировки и построения изображения. Технология изготовления микролинз обладает большим потенциалом в области миниатюризации элементной базы, сокращения затрат на производстве и повышения производительности изделий. Микрооптика делает возможным серийное изготовление высококачественных оптических систем, используемых при производстве самой различной, в том числе инновационной продукции – системах скрытого видеонаблюдения, эндоскопах, приборах навигации и многих других. Ведущая роль микрооптики основана на следующих факторах: миниатюрные размеры, функциональность и высокая гибкость технологического процесса.

Производительность микролинз зависит главным образом от оптических свойств, которые определяются структурой и формой ее поверхности.

Измерение линзы малых размеров сопряжено с трудностями, как при производстве, так и на этапе контроля качества их изготовления. Измерение формы и структуры поверхности линзы диаметром 100 мкм представляет собой сложную задачу. Основные параметры, которые необходимо контролировать – форма линзы, определяемая радиусом кривизны и конической постоянной

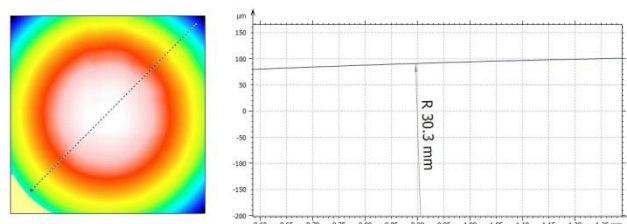
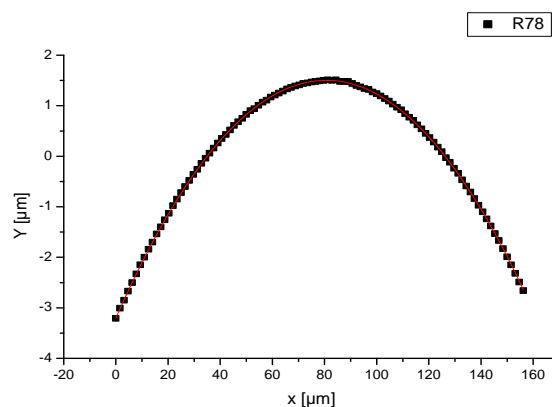
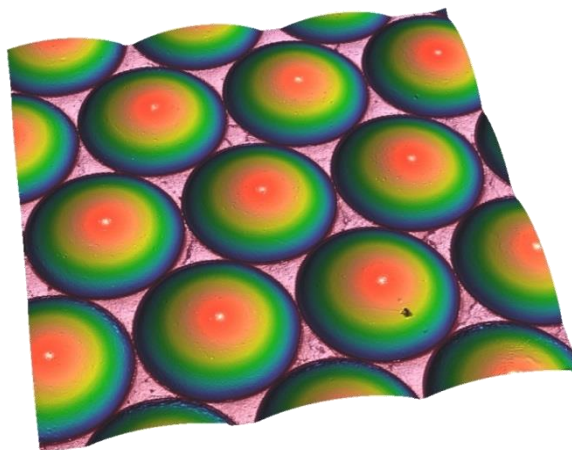
поверхности, точность позиционирования линз на матрице, а также размеры всей матрицы линз.

Приборы для контроля традиционных оптических изделий полностью не могут удовлетворить требования к обеспечению качества микрооптики. Интерферометры, спроектированные для обычной оптики, не могут обеспечить высокое разрешение отсчета при измерении линз малых размеров. Профилометры с механическим щупом не дают трехмерную информацию о структуре материала. Зачастую разрешение щупа профилометра не позволяет измерить мелкие детали. Кроме этого, при использовании контактных методов всегда есть риск повредить деталь в процессе измерения.

При помощи трехмерного 3D микроскопа компании NanoFocus можно быстро и точно измерить неразрушающим методом массив микролинз на различных стадиях производства. Программное обеспечение NanoFocus позволяет измерять линзы, расположенные на подложке с высокой плотностью, что в свою очередь делает возможным определение и измерение дефектов отдельно взятой линзы. Решающую роль в успешном выполнении этой задачи играют функции автоматической фокусировки и функция сшивания. Благодаря автофокусу система μ surf не требует настройки фокусировки или ручной регулировки фокуса для измерения отдельных микролинз. Прибор перемещается в начальное положение и начинает измерение после автоматического поиска плоскости наилучшего изображения без вмешательства оператора.

Функция сшивания обеспечивает объединение соседних точек, измеренных в

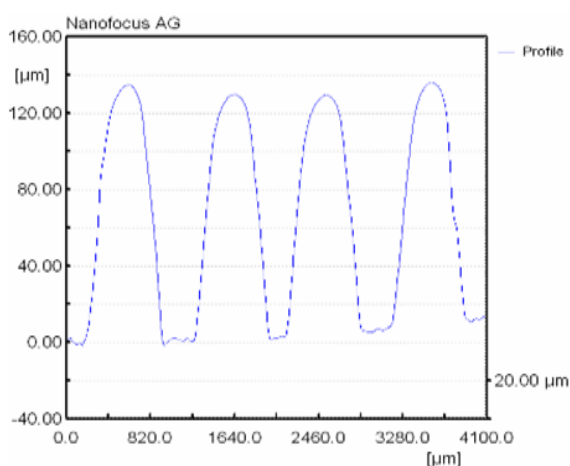
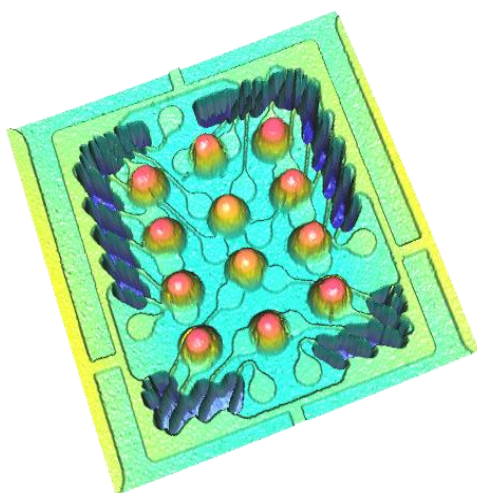
различных положениях объектива, в единую топограмму поверхности.



Измерение радиуса кривизны массива линз (сверху) и одиночной линзы.

Изделия микроэлектроники – платы и процессоры

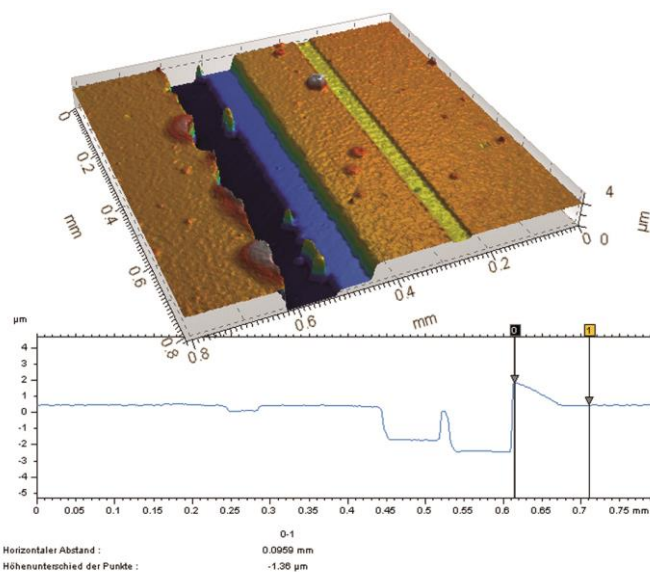
Во время монтажа чипов на гигагерцовых модулях возникает необходимость в течение минуты точно наносить на подложку клей. Решающее значение имеет количество подаваемого клея. Бесконтактные профилометры μ surf позволяют с высочайшей точностью измерить размеры точки, после чего специализированное программное обеспечение вычисляет объем нанесенного клея.



Подложка чипа и оценка ее профиля в сечении

Контроль твердости материала

Испытания материала на прочность позволяют исследовать жесткость материала, а также определить свойства материала покрытия. Отпечатки, получаемые в результате таких испытаний, можно исследовать и измерить только при помощи измерительной системы с высоким разрешением отсчета – такой, которой обладает технология μ surf. Программное обеспечение « μ soft control» и « μ soft analysis» позволяет выполнить анализ всех необходимых параметров и сохранить результаты в измерительный протокол.



Топография борозды, оставленной иглой в покрытии с оценкой глубины впадины.

В следующих номерах нашего журнала мы продолжим обзор интересных примеров применения приборов NanoFocus для контроля геометрии различных высокотехнологичных деталей.