

Lyncée Reflection Series

时间分辨形貌先进解决方案



Park
SYSTEMS

Lyncée Reflection 系列是基于数字全息显微术 (Digital Holographic Microscopy, DHM) 的光学干涉仪。系统可通过单次采集实时完成测量，无需机械扫描。

这种近瞬时测量特性使 DHM 不仅能够测量样品的 3D 形貌，还可监测样品对外部刺激的瞬态响应；在制造过程中表征样品并优化工艺；对大面积表面进行表征并筛查微小缺陷；并可在高温、低温、液体、真空或气体控制环境下进行原位测量。

DHM 可用于半导体、MEMS、医疗技术、钟表行业、工业计量、聚合物、微纳技术、微光学和光子学等领域的研发实验室和生产设施。

主要特点

高级性能

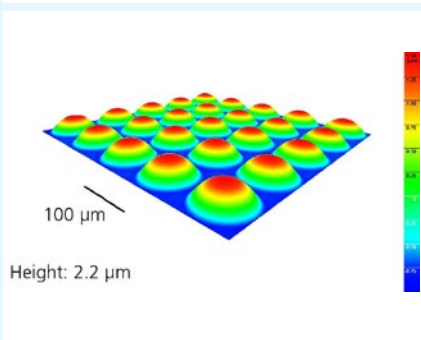
- 干涉级分辨率
- 高速采集与实时数据显示
- 数字再聚焦：在高速和复杂环境下实现高分辨率成像，适用于高速采集和复杂环境

满足各类实验需求

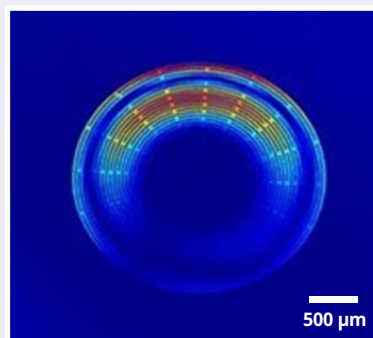
- 多波长：扩展垂直测量范围
- 载物台：最高 300 mm 行程和 6 轴控制
- 面向特定应用的多种选项
- 可升级配置

标准配置应用

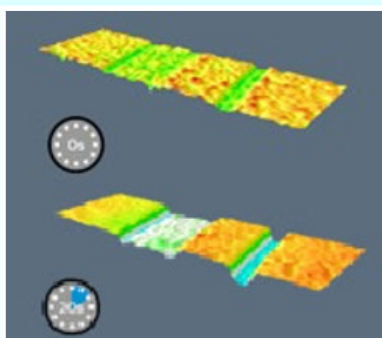
3D Interferometry



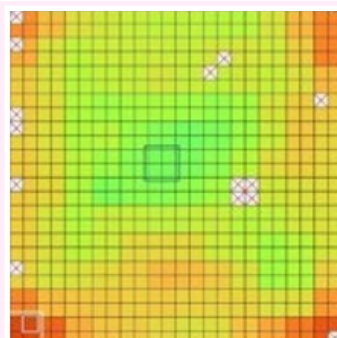
MEMS Analysis

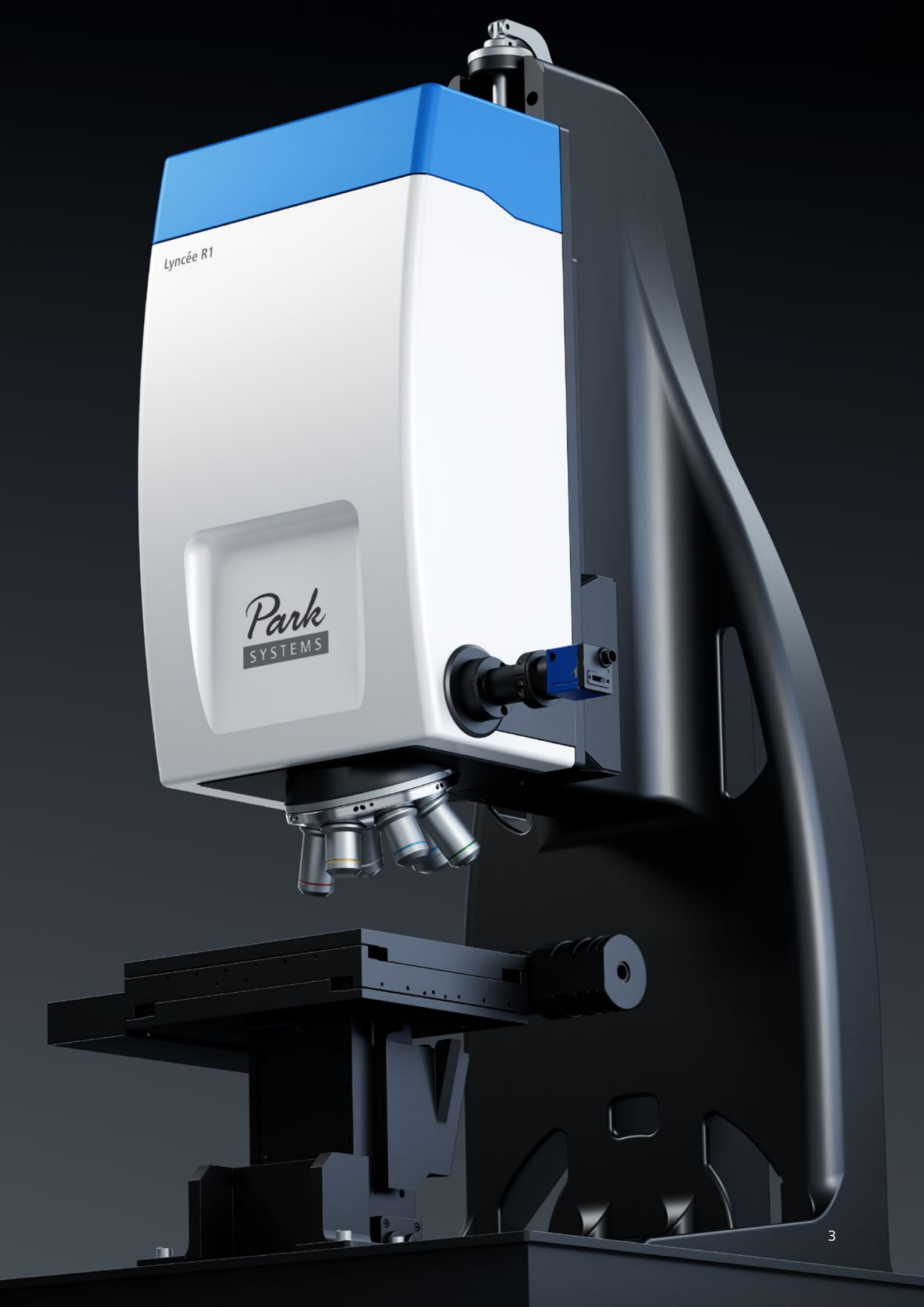


4D Interferometry



Industrial Applications



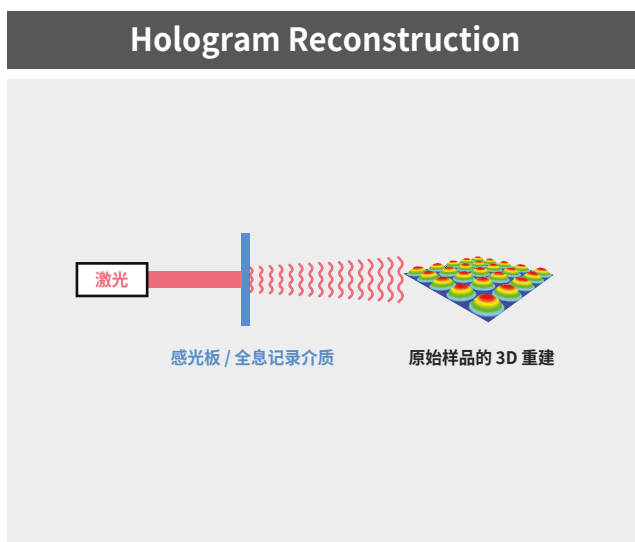
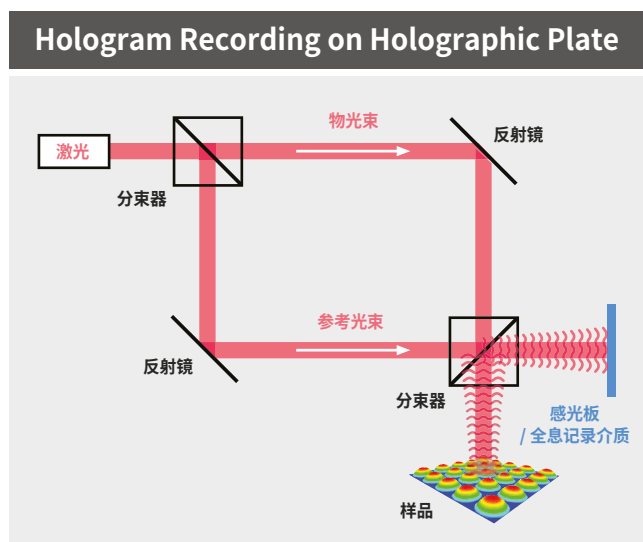


Lyncée Reflection Series

DHM 技术

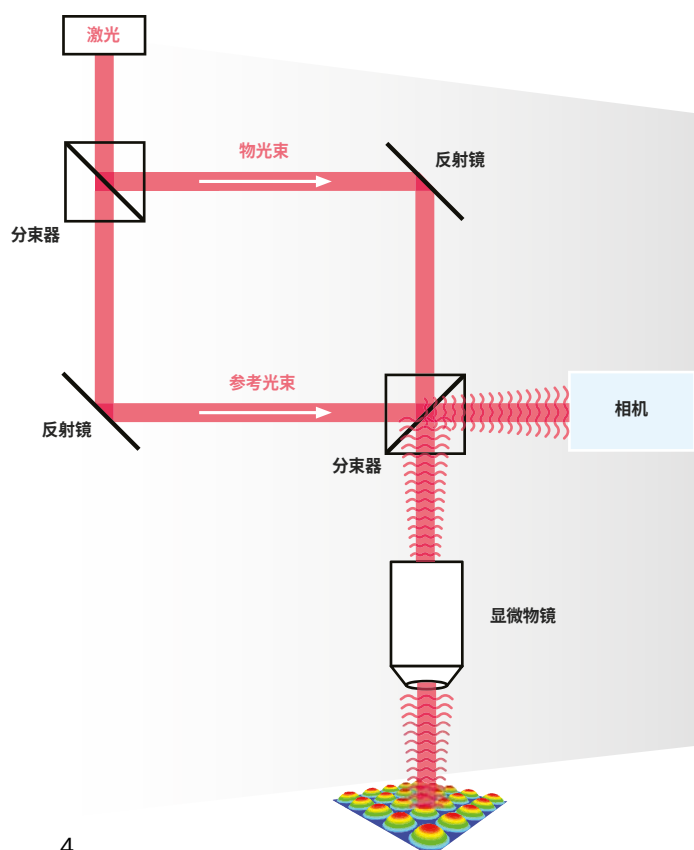
经典全息术原理

相干光束由分束器分为参考光束和物光束。物光束照射到样品上。样品反射光与参考光束之间的干涉，即全息图，被记录在感光介质（感光板）上。该全息图包含样品引起的波前相位和强度变化信息。将相干光照射到全息记录介质上，可重构生成原始样品的 3D 图像。



数字全息显微术（DHM）原理

DHM 是经典全息术的数字化扩展。该专利技术使用数码相机记录全息图，而不是使用感光板。数值处理取代传统的再照明过程，可实时恢复成像样品引起的相位和强度变化。随后对这些信息进行解释，以获得样品表面形貌。

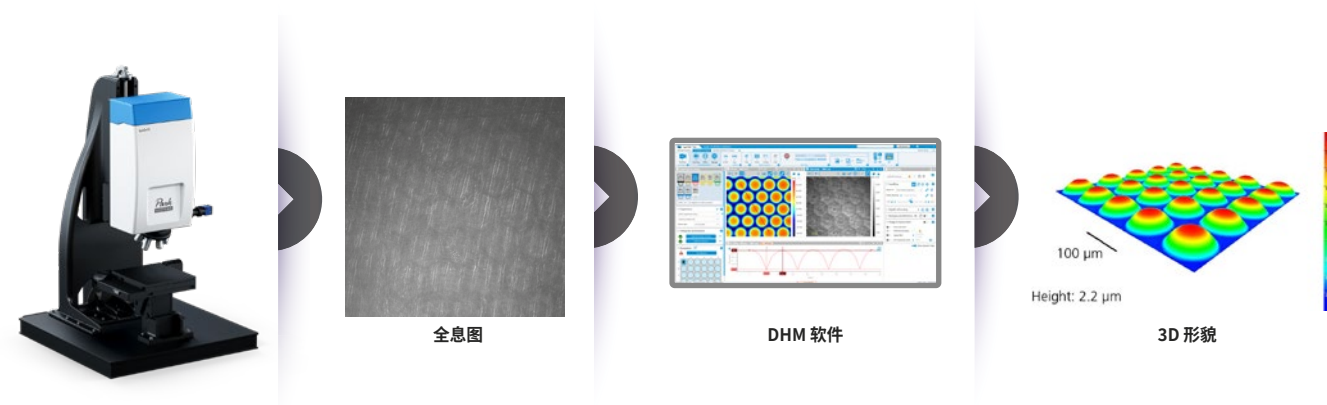


面向快速与时间分辨应用的工作流程

3D 数据采集通过单幅图像完成,并以相机帧率重复进行。视野中的所有像素同时采集,无需横向、垂直或相位机械扫描,因此能够对动态样品进行全视场快速采集。

采集时间实际上定义了时间分辨率,其数值等于相机快门开启时间;若使用脉冲光源,则等于激光脉冲持续时间。对于标准系统,采集时间通常为数百微秒;使用高速相机时为数十微秒;在 MEMS 分析中可低至 5 纳秒。

这种高速采集能力适用于样品形变的动态测量和大面积样品表征,并有助于提高重复性和对环境扰动的稳定性,尤其适合工业应用。

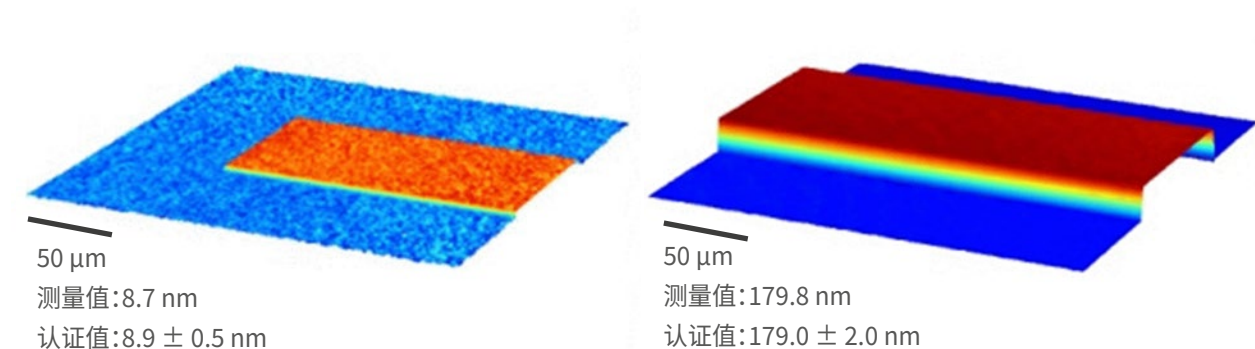


3D 数据采集 — 相机速率

数字重建 — 实时

面向高级形貌应用的高分辨率、重复性与线性

Lyncée Reflection 系列测得的相位变化与激光波长精确相关,因此能够以干涉级分辨率测量表面形貌。通过使用超稳定干涉滤光片选择精确波长,系统可对工作波长进行精确控制并保持稳定。高度值不依赖任何垂直校准或者干涉式压电控制器的精确定位或重复性,也不依赖电动位移或共焦检测系统,因此可提供高重复性的精密测量。



VLSI 认证台阶 — 亚纳米级垂直分辨率

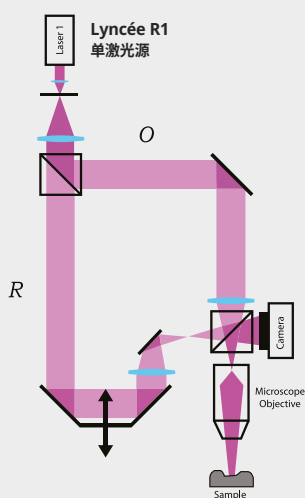
Lyncée Reflection Series

适配实验需求

Lyncée Reflection 探头型号

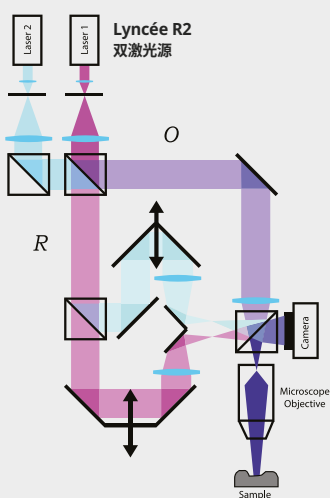
Lyncée R1

Lyncée R1 采用单波长工作模式, 适用于多数 MEMS 振动分析应用, 以及小于 333 nm 小台阶高度表面的 3D 形貌测量。



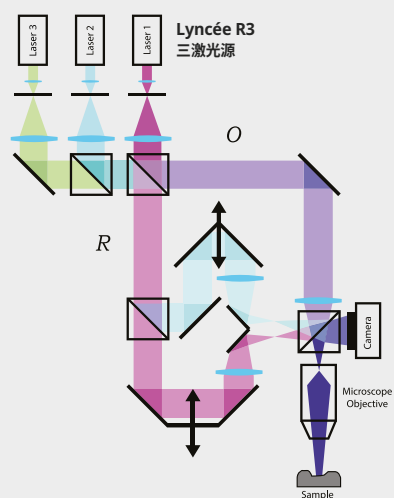
Lyncée R2

Lyncée R2 配备两个波长, 在保持垂直分辨率的同时, 将台阶高度测量范围扩展至 $2.1\text{ }\mu\text{m}$ 。



Lyncée R3

Lyncée R3 配备三个波长, 可进一步将台阶高度测量范围扩展至 $24\text{ }\mu\text{m}$, 适用于较大不连续结构的研究。



灵活升级与选项

Lyncée Reflection 系列采用模块化设计。DHM 探头中增加波长、增加物镜、电动载物台、环境腔体及样品控制选项等, 都可根据应用和预算在任意阶段升级。



物镜套装

物镜转盘最多支持 6 个物镜, 放大倍率从 $1.25\times$ 到 $100\times$, 可在宽视场概览和高倍率检查之间便捷切换。物镜选择包括超长工作距离、超高 NA、玻璃校正, 以及油浸和水浸型号。

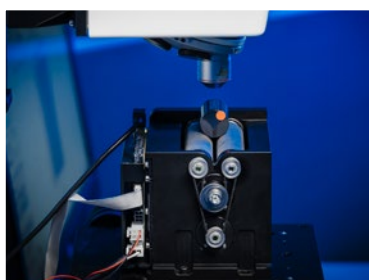


电动样品台

电动样品台可提升测量能力。可通过操纵杆手动控制, 也可由 Koala 软件全自动控制, 用于多位置测量的自动位移, 或通过自动采集与拼接多幅图像来扩大测量视野。多种载物台可满足不同应用和样品需求, 包括 X/Y 行程 100 mm 至 300 mm 的线性载物台, 以及沿 Z 方向 (光轴/焦点) 38 mm 的行程。

6 轴控制

最高 6 轴控制方案可对球形和圆柱形样品进行精确测量，也适用于微镜等会以较大角度偏转光线的结构。



旋转载物台

为测量圆柱、轴、金属辊和玻璃管等圆柱形部件的整个表面，Lyncée Reflection 提供电动旋转载物台，可与电动或手动 XYZ 线性载物台兼容。两个驱动滚轮之间的距离可调，以适应不同直径样品。专用界面可控制样品沿对称轴方向移动并按顺序旋转。



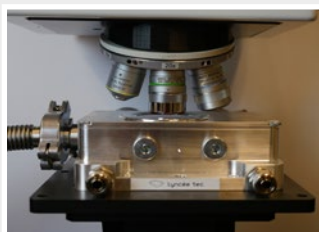
频闪单元

频闪单元专为 MEMS 分析设计，可与 Koala MEMS Analyzer Suite 配合，同步 MEMS 激励驱动信号和全息图采集。该单元可在最高 25 MHz 频率、200 MHz 带宽条件下，沿 MEMS 激励周期进行精确形貌测量。

真空与热腔体

Lyncée Reflection 系列的光学配置支持透过光学窗口测量。系统会自动考虑窗口的光学厚度，无需在参考光束中手动添加经过精确校准的玻璃补偿片。

Lyncée Reflection 系列提供两种可选真空/热腔体模块，用于在不同气体、热和压力条件下测量样品。腔体配有接口，可用指定气体进行吹扫。



台面式真空腔体 (Stage Top Vacuum Chamber)

台面式真空腔体兼容手动或电动载物台，可容纳最大 Ø40 mm 的样品，支持 -196 至 350 °C 的温度范围。

V400 大型真空腔体 (Large Vacuum Chamber V400)

V400 真空腔体包含电动载物台和大尺寸观察窗口，可容纳最大 100 × 100 mm 的样品。兼容手动或电动载物台，支持 -40 至 120 °C 的温度范围。

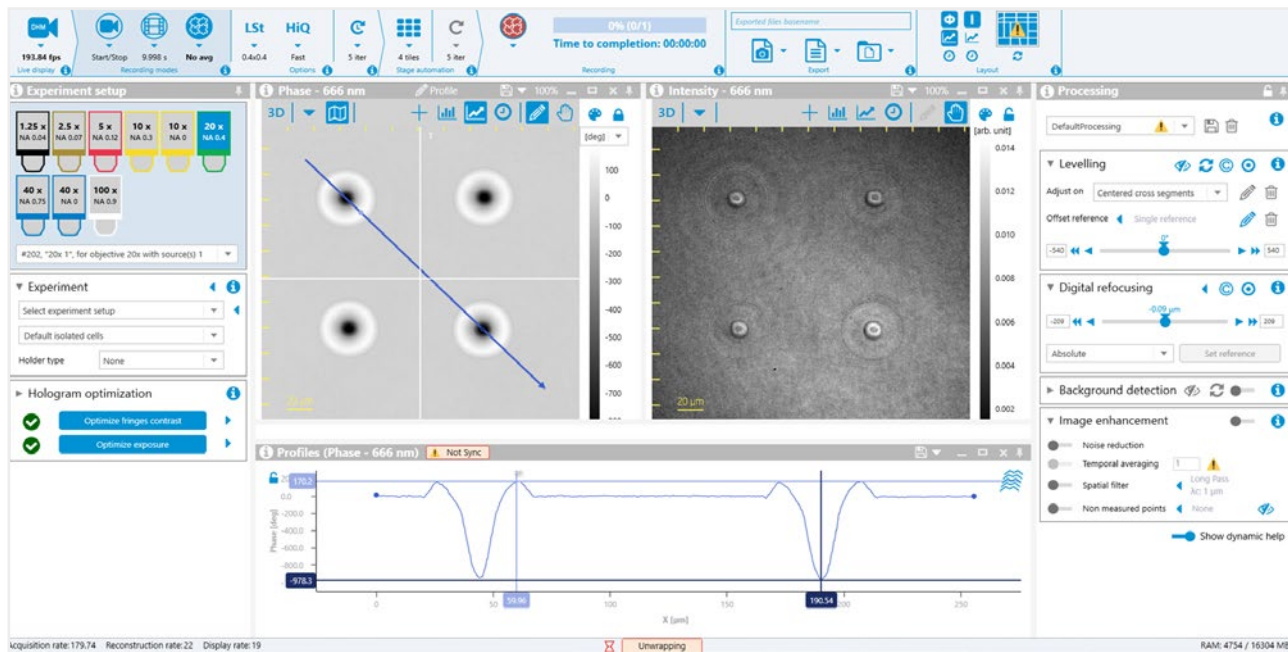


Lyncée Reflection Series

从样品处理到数据分析的一体化完整解决方案

Koala 采集与分析软件

Koala 是 DHM 硬件控制、图像采集、处理和数据分析的中心平台。它提供实时、易用的界面，支持 GPU 加速，并可灵活导出图像和分析数据。



Koala 提供适用于实时观察、动态分析和自动化流程的多种操作模式。各模式均在单一界面内优化采集、可视化和大面积测量流程。

- 序列模式(Sequence Mode): 记录并回放全息图数据，研究随时间的变化
- 拼接模式(Stitching Mode): 将多个视野合并为无缝的大面积图像
- 自动多点模式(Automated Multisite Mode): 在多个位置执行自动测量
- 频闪模式(Stroboscopic Mode): 将采集与周期运动同步，用于振动或 MEMS 分析
- TCP-IP 模式(TCP-IP Mode): 支持自动化和外部软件集成，以实现可重复工作流程
- 回放与再处理模式(Replay and Reprocessing Mode): 回放并重新处理已采集数据

Koala 还提供用于对全息数据进行准确定量评估的高级分析模式。通过处理与数字重建，可在统一环境中实现精确的表面测量、动态监测以及高效的后处理。

- 数字再聚焦(Digital Focusing): 数字再聚焦，无需机械调节即可扩展景深
- 倾斜补偿与表面调平(Tilt Compensation & Surface Leveling): 去除倾斜和外形，改善形貌呈现和分析
- 相位监测(Phase Monitoring): 跟踪时间相位变化，用于动态或活体样品分析
- 粗糙度与表面纹理分析(Roughness & Surface Texture Analysis): 计算标准化粗糙度、波纹度和形状参数
- 轮廓提取与测量工具(Profile Extraction & Measurement Tools): 从 3D 数据中提取截面并进行尺寸测量
- 高级可视化与数据显示(Advanced Visualization & Data Display): 通过增强可视化工具显示交互式 2D 和 3D 视图

MEMS 分析软件

MEMS Analysis Tool 是后处理分析软件,可对 3D 形貌时间序列 (4D) 进行空间、时间和频率维度的定量分析,适用于周期性和非周期性现象。

可测量任意 MEMS 特性

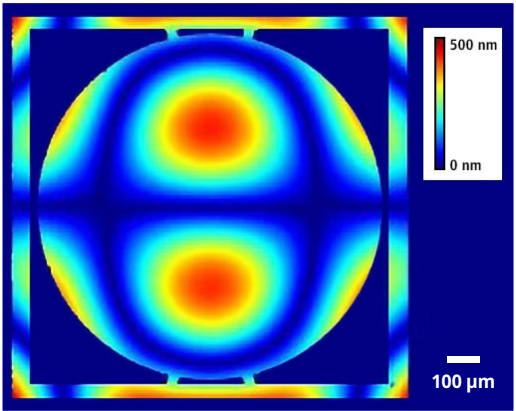
- 模态形状
- 振动图: 振幅与相位
- 位移、速度和加速度
 - along any direction - 任意方向
 - 视野内任意位置
 - 任意结构
- 频率响应
- 电接响应

与仿真结果对比测量数据

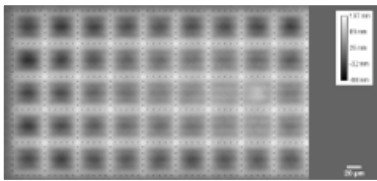
- 可在任意位置、任意时间对数据进行后分析
- 以开放格式导出数据,便于高级分析
- 定义分析模板以高效比较批量样品

高效传播与展示研究成果

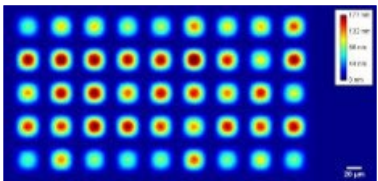
- 开放格式: 访问原始数据和分析结果
- 可用视频展示论文和会议报告内容



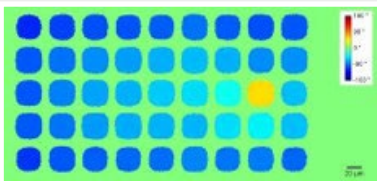
振动图 @ 773 kHz。
由 LEMOptix (瑞士洛桑) 提供。



cMUT @ 8 MHz: 形貌时间序列。
由 Fraunhofer IPMS (德国德累斯顿) 提供。



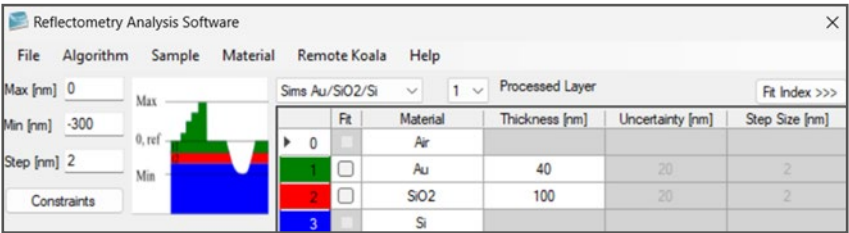
cMUT @ 8 MHz: 振幅振动图。



cMUT @ 8 MHz: 相位振动图。

反射计分析软件

Reflectometry Analysis 软件是专用后处理分析工具,用于获取反射基底上透明或半透明结构的形貌。该套件通过反射物理定律计算波前并解读反射信号,从而计算和可视化透明及半透明层的 3D 形貌、折射率和厚度。通过减少未知参数并增加采集波长数量,可提升测量准确性。



Reflectometry Analysis Software 可构建不同透明与半透明层的层状结构

该软件预装包含多种材料折射率和样品结构的数据库,便于对常见材料进行快速反射计分析。对于更专业的情况,用户可直接上传并更新自定义数值以供后续使用。

Lyncée Reflection Series

应用案例

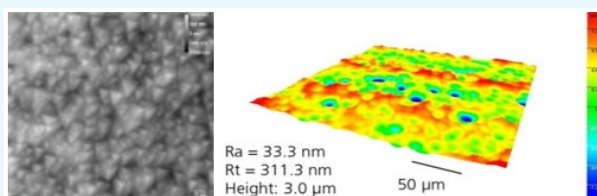
3D Topography

热变形

使用 Lyncée Reflection 系列进行测量, 就像使用明场光学显微镜一样简单, 同时实时形貌图像可直接显示在屏幕上。无需精确调整样品倾斜/俯仰, 可快速完成设置并迅速识别样品表面的感兴趣区域, 尤其适合原位测量。



800 °C 下 Micro Hot Plate 的热变形
5× 物镜 (NA 0.12), FOV 1.2 mm × 1.2 mm



石英晶圆(左)和铝(右)表面形貌, 40× 物镜 (NA 0.75), FOV 160 μm × 160 μm

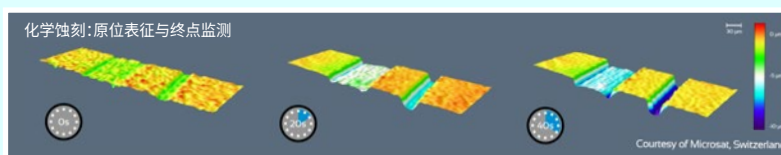
表面纹理分析

使用 Koala 软件, 可按国际标准分析 Lyncée Reflection 系列采集的形貌数据, 提取关键表面纹理参数, 包括粗糙度 (如 Sa、St、Sz、Sp)、波纹度和原始轮廓, 用于标准化表面表征。

4D Topography

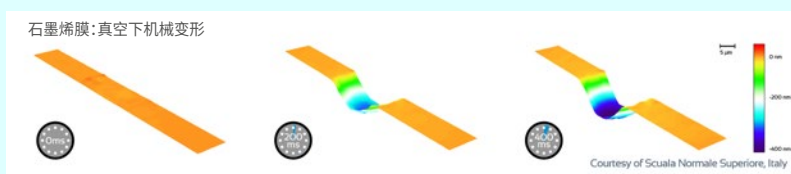
电化学

涉及电化学过程、蚀刻或沉积的研究项目, 通常需要在多种介质、封闭装置或极端热力学条件下进行测量。因此, Lyncée Reflection 系列提供多种物镜, 适合在液体中或通过光学观察窗进行测量; 数字再聚焦则可在后处理中补偿热膨胀和焦点漂移。



化学蚀刻: 原位表征与终点监测
使用玻璃校正 20× 物镜对 20 μm 和 100 μm 沟槽进行电化学蚀刻原位监测

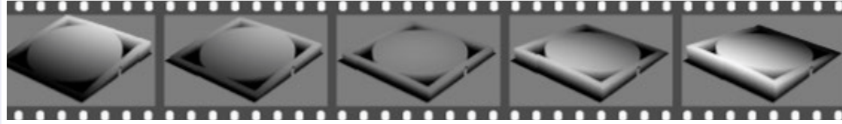
当标准采集速度不足时, Lyncée Reflection 系列可配备超高速相机。高速全息图采集可达到 16,000 fps (1024 × 1024)、60,000 fps (512 × 512) 和 116,000 fps (256 × 256), 用于快速动态的实时分析。



石墨烯膜: 真空下机械变形
使用 100× (NA 0.9) 物镜在真空下测量直径 10 μm 的石墨烯膜变形

4D (3D + 时间) 微系统表征

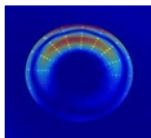
Lyncée Reflection 系列连续测量的形貌可用于沿激励波形详细分析 MEMS 振动。采集的数据集可直接使用,也可通过 DHM 分析工具进一步处理,以提取面内和面外位移与振动、任意像素的瞬时速度和加速度,以及振幅和相位振动图。



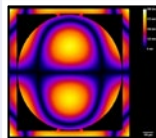
微镜对 20 kHz 正弦波在 0°、45°、90°、135°、180° 相位下的响应

面外振幅和相位振动图

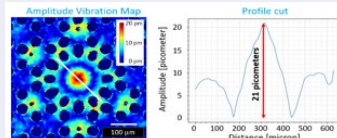
使用 Lyncée Reflection 系列,面外振幅和相位振动图可帮助快速直接比较实验数据与仿真结果,从而缩短微系统开发时间。高分辨率图可在数秒内以百万像素级采集,并具备适用于精密振动分析的亚微米级面外灵敏度。



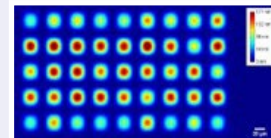
80 kHz 陀螺仪:精细结构解析



491 kHz 微镜:4 pm 垂直分辨率



1.37 MHz 声学晶体,高 Q 模式:达到亚微米垂直分辨率

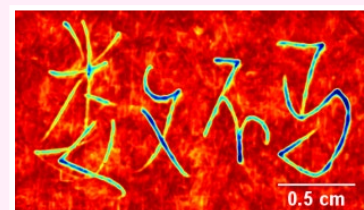


8 MHz CMUT 阵列:串扰分析

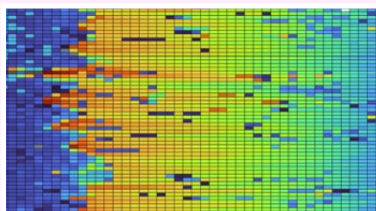
Industrial Applications

大面积样品表征

签名的 3D 形貌可用于法证文件检验,揭示书写压力、笔画顺序和书写者惯用手等信息。在该示例中,Lyncée Reflection 系列通过自动图像拼接,将高横向分辨率与大面积分析结合,在保留精细表面细节的同时,对完整样品进行表征。完整签名(20 mm × 30 mm)的扫描时间小于 60 秒。



Lyncée R3, 20 mm × 30 mm 拼接, 10× 物镜,
200 × 200 × 38 mm 电动载物台



直径 8 mm 注射器内表面硅涂层厚度的展开表示
Lyncée R1, 20× 物镜, 200 × 200 × 100 mm 电动载物台

注射器内表面硅化

与意大利 EMEA Technology Excellence Center 实验室紧密合作,开发了一套自动化系统,用于测量药用玻璃容器(如注射器)内表面沉积硅油的量和空间分布。精确控制硅层厚度和均匀性,对于确保玻璃容器的功能性和外观性能十分重要。

Lyncée Reflection Series

技术规格

Lyncée R1

- Number of laser sources: 1
- Operating wavelength (± 1.0 nm): 675 nm
- Laser stability: 0.01 nm/°C at 675 nm
- Operation modes: single wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6 lenses
- Vertical resolution: 0.3 nm
- Vertical measuring range
 - Continuous structure: up to 200 μ m
 - Discrete structure: up to 333 nm
- Accuracy: 0.15 nm
- Repeatability: 0.01 nm

Lyncée R2

- Number of laser sources: 2
- Operating wavelength (± 1.0 nm)
 - 675 nm
 - 794 nm
- Laser stability: 0.01 nm/°C at 675 nm
- Operation modes
 - Single wavelength
 - Synthetic 4.4 μ m wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6 lenses
- Vertical resolution:
 - 0.3 nm (single wavelength)
 - 6.0 nm (synthetic wavelength)
- Vertical measuring range
 - Continuous structure: up to 200 μ m
 - Discrete structure: up to 2.1 μ m
- Accuracy
 - 0.15 nm (single wavelength)
 - 3.0 nm (synthetic wavelength)
- Repeatability
 - 0.01 nm (single wavelength)
 - 0.1 nm (synthetic wavelength)

Lyncée R3

- Number of laser sources: 3
- Operating wavelength (± 1.0 nm)
 - 666 nm
 - 675 nm
 - 794 nm
- Laser stability: 0.01 nm/°C at 675 nm
- Operation modes
 - Single wavelength
 - Synthetic 50 μ m wavelength
- Objective & condenser turret: up to 6 lenses
- Vertical resolution: 40 nm (single and synthetic wavelength)
- Vertical measuring range
 - Continuous structure: up to 200 μ m
 - Discrete structure: up to 24 μ m
- Accuracy
 - 0.15 nm (single wavelength)
 - 3.0 nm (synthetic wavelength)
- Repeatability
 - 0.5 nm (single and synthetic wavelength)

Optional Motorized Sample Stage

- Travel range (X $\times$ Y $\times$ Z): up to 300 $\times$ 300 $\times$ 38 mm

Standard Camera

- Acquisition time (standard): 500 μ s
- Acquisition rate (standard): 190 fps @ 1024 $\times$ 1024 pixels
- Reconstruction rate: up to 200 fps @ 1024 $\times$ 1024 pixels

Dimensions and Weight

- Dimensions (L $\times$ W $\times$ H): 600 $\times$ 600 $\times$ 800 mm
- Weight: 48 kg

Power Requirements

- Input voltage: 85-260 VAC, 50/60 Hz
- Power: 250 W (maximum)

Optional High-Speed Camera

- Acquisition time (standard): 10 μ s @ 256 $\times$ 256 pixels
- Acquisition rate (standard)
 - 16,500 fps @ 1024 $\times$ 1024 pixels
 - up to 100,000 fps @ 256 $\times$ 256 pixels

Vacuum and Thermal Chambers

- Stage-top vacuum chamber
 - Vacuum: minimum pressure (pump-limited, typical 10⁻⁶ mbar)
 - Thermal range
 - standard: -40 °C to 120 °C,
 - optional: -196 °C (requires liquid nitrogen) to 350 °C
 - Optical port 46 mm diameter
 - Sample size: max 40 mm diameter
 - Adaptation plate for manual stage and 100 $\times$ 100 motorized stage
 - Minimum objective working distance: 4.5 mm
 - Internal dimensions: 130 $\times$ 80 $\times$ 29 mm
- V400 environmental chamber
 - Vacuum: minimum pressure (pump-limited, typical 10⁻⁶ mbar)
 - Thermal range: -20 °C to 120 °C
 - Sample size: max 100 $\times$ 100 mm
 - Minimum objective working distance : 3 mm
 - Chamber size: 400 $\times$ 400 $\times$ 400 mm
 - Top-flange with 2 mm-thick window and 40 mm clear aperture
 - Transparent Plexiglas front door for convenient sample visualization



Park
SYSTEMS

www.parksystems.com