

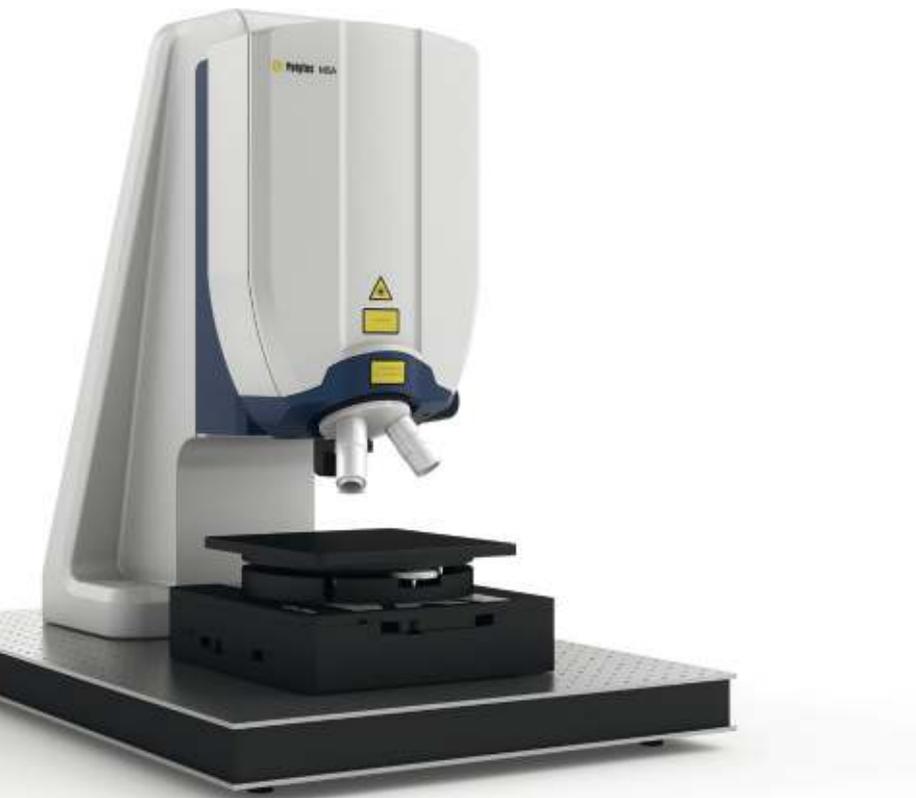
MSA-600 Micro System Analyzer

表面形貌、动态运动分析及可视化是MEMS器件等微型结构的测试和研发的关键，这对于验证有限元算法、确定串扰效应和测量表面形变是必不可少的。

MSA-600显微式激光测振仪是集面外振动、面内振动、及表面形貌测量功能于一体的光学测量工作站。

高性能激光多普勒测振仪测量速度快，实时显示测量数据，位移分辨率达亚pm级。基于频闪法的面内振动测量模块，能直观生动地显示结构面内振动特性。基于白光干涉原理的形貌测量模块，可在几秒钟内提供数以百万计的结构三维表面数据。

再加上直观、友好的用户操作界面，MSA-600是用于MEMS研发及质量控制的强大的光学测量解决方案。



!

亮点

- 集多功能于一体的光学测量工作站
- 真正的实时测量，无需数据后处理
- 无与伦比的亚pm位移分辨率
- 测量速度快，振型可视化显示
- 操作界面直观友好
- 全自动化测量，易于集成至商用探针台上

MSA-600 显微式激光测振仪

测量MEMS和微型结构的三维振动特性及表面形貌

产品彩页



技术参数



MSA-600 系统配置

基本配置	面外振动最大频率为2.5 MHz
选配件	
频率扩展	面外振动最大频率达25 MHz
差分测量	面外振动可进行差分测量
面内运动分析	面内振动测量
形貌测量	表面形貌测量

测量参数

面外振动测量

	测量原理	激光多普勒原理
型号	MSA-600-M (标准)	MSA-600-V (带宽扩展)
最大频率	2.5 MHz	25 MHz
档位个数	13 个速度档位	13 个速度档位
最大振动速度	0.001 m/s ... 10 m/s, 与档位有关	0.001 m/s ... 10 m/s, 与档位有关
速度分辨率 均值 ¹	0.005 (μm/s)/√Hz ... 1 (μm/s)/√Hz, 与档位和频率有关	0.005 (μm/s)/√Hz ... 2 (μm/s)/√Hz, 与档位和频率有关
位移分辨率	50 fm/√Hz	50 fm/√Hz

面内振动测量

	测量原理	频闪法
型号	MSA-600 带面内振动测量模块	
带宽	1 Hz ... 2.5 MHz	
最大速度	> 0.1 m/s ... 10 m/s (与镜头放大倍数有关)	
镜头放大倍数 ²	1x ... 100x	
位移分辨率 ³	5 nm	
时间分辨率	100 ns (频闪曝光时间); 频闪最大间隔时间 ±40 ns	
系统输出	位移量、波特图、阶跃响应、衰减曲线、轨迹图等	

¹ 均值是根据所在档位的最大频率 f_{max} 计算而来。

² 镜头的具体技术参数请见后附表格。

³ 隔振台上每个频率512次频闪次数的本底噪声。

测量参数		
形貌测量		
型号	MSA-600 带形貌测量模块	
垂直测量范围	250 μm	
标称样本增量	80 nm	
评估程序 ⁴	光滑表面	粗糙表面
分辨率(RMS) ⁵	45 μm	1.2 nm
单次测量分辨率(RMS)	300 μm	14 nm
可重复精度 ⁶	500 μm	20 nm
评估平整度偏差 ⁷	< 5 nm	< 50 nm
可溯源校准标准(PTB Type A1 (ISO 5436-1))		
可重复精度 ⁸	0.07 %	
扩展不确定度 ⁹	0.35 %	

⁴ “光滑表面”：自相关相位评估。“粗糙表面”自相关谱包络线评估

⁵ 在阻尼振动温控条件下，对镀银、平行对齐平面镜的50次幅值的均方根值。

⁶ 稍倾斜平行板(N 20)100次平整度测量结果的标准偏差

⁷ 平面度的平均值（遵循ISO 1101）

⁸ 30次阶跃高度测量的均方根偏差，校准的阶跃高度标称为50 μm 。

⁹ 在重复条件下，将30次连续测量值的标准不确定度与标称值偏差相加。
组合标准不确定度是标称不确定度和测量结果的标准偏差的二次均方根值。

光学部分技术参数

MSA-I-600 光学头

激光波长	532 nm
激光安全等级	class 3R (可见光输出小于5 mW)
照明光源波长	470 nm
照明光源安全等级	class 2 LED 灯(可见光输出小于20 mW)
摄像机	全场逐行扫描
摄像机分辨率	1732 x 1200 像素
摄像机帧速	最大 56 fps



面外振动 显微镜	放大倍数	工作距离 (WD) mm	光斑直径 (1/e ²) μm	视场 mm x mm
A-MOB-001X	1	13	46	10.0 x 7.0
A-MOB-002X	2	34	23	5.1 x 3.5
A-MOB-005X	5	34	9.3	2.0 x 1.4
A-MOB-010X	10	33.5	4.6	1.0 x 0.7
A-MOB-010B-LD	10	48.9	4.6	1.0 x 0.7
A-MOB-020X	20	20	2.3	0.51 x 0.35
A-MOB-050X	50	13	1.4	0.20 x 0.14
A-MOB-100X	100	6	0.8	0.10 x 0.07

面内振动 显微镜	放大倍数	工作距离 (WD) mm	类型	视场 mm x mm
A-IOB-02X5-B	2.5	10.3	Michelson	4.0 x 2.8
A-IOB-005X-B	5	9.3		2.0 x 1.4
A-IOB-010X-B	10	7.4		1.0 x 0.7
A-IOB-020X-B	20	4.7	Mirau	0.51 x 0.35
A-IOB-050X-B	50	3.4		0.20 x 0.14
A-IOB-100X-B	100	2		0.10 x 0.07

通用参数

部件	MSA-I-600 光学头	MSA-F-600 前端	MSA-W-600 数据管理系统	MSA-E-600 控制器
功耗	通过MSA-F-600 前端	100 ... 240 VAC ± 10%, 50/60 Hz max. 100 VA	100...240 VAC ± 10%, 50/60 Hz max. 525 VA	100...240 VAC ± 10%, 50/60 Hz max. 450 VA
尺寸 [W x L x H]	请见示意图	485 x 150 x 380 mm	485 x 190 x 550 mm	499 x 177 x 373 mm
重量	12.6 kg	9.0 kg	18.0 kg	12.0 kg
工作温度	18 ... 30 °C	+5...+40 °C		
存储温度	-10... + 65 °C		-10 ... + 65 °C	
相对湿度	max. 80%, 无冷凝			

遵循电气标准

电气安全	IEC/EN 61010-1:2011-07
EMC	IEC/EN 61326-1:2006-10 辐射性: Limit Class A, IEC/EN 61000-3-2 和 61000-3-3 抗辐射性: IEC/EN 61000-4-2 ~ 61000-4-6 和 IEC/EN 61000-4-11
激光安全	IEC/EN 60825-1:2003-10 (CFR 1040.10, CFR 1040.11)
测量扩展 不确定度	SEMI MS4-0416 和 MS2-113

选配件

请参阅选配件专页。

软件功能



面外振动测量	
数据采集	
实时视频显示	实时视频显示，直接集成至用户界面中，便于用户设置扫描点和定位激光点。彩色摄像机可数字变焦。
激光定位	通过实时视频图像，可点击或拖动鼠标，改变激光点的位置
自定义测量网格	通过APS专业布点功能，一次测量最多可设置512 x 512个测量点（任何形状的被测对象均可）。通过实时的视频图像，用户可使用鼠标在软件上极为便利地定义扫描点，可根据实际情况，选择极坐标、卡迪尔或六边形网格，甚至可定义独立的测量点。定义单个测量网格（选配）：通过粗调或微调操作，最优化测量网格。
导入测量网格	可导入UFF或Me'scope格式的测量网格
自动聚焦	对当前测量点进行自动聚焦，确保每个测量点处均有最优的光学强度 ¹
样品定位	可通过鼠标交互式控制X-Y样品定位台（选配），精确定义相对或绝对的位移。不同扫描点的测量数据可独立显示，也可组合显示用于分析或动画演示。
测振仪控制	可通过软件设置测振系统的所有参数，如速度档位、滤波等
显示	可同时显示：实时视频图像上激光点实际位置、包括所有扫描点的整个扫描区域、多个数据分析窗口（时域和频域曲线）。
样品激励	系统提供多种激励信号，如正弦、周期快扫、白噪声、随机信号、扫频或任意信号等。
采集扫描数据	全部通道的所有扫描点的整个频谱图。
快速定频扫描	单个频率上的快速扫描（扫描速度最大超过30点/秒），频率可自定义。
时域数据（选配）	时域数据采集、平均及动画演示。
门输入	用于触发扫描控制。
检测信号有效性	信号增强模式（SE）下检测所有扫描点的数据质量。MSA-600检测所有频谱图的数据质量。被测点被标注为几种类型：最优（仅SE）、有效或过载。
触发信号	可自动或手动设置阈值、上升沿或下降沿，触发信号来源：外部或任意测量信号
数据平均	频域下的复数平均或幅值平均、峰值保持和时域平均
FFT线数	标配为6,400线数；12,800线数可选；819,200线数可选
窗函数	Rectangular, Hamming, Hanning, Flat top, Blackman Harris, Bartlett, Exponential

¹ 需要配Z向自动升降台的大型支架。

数据处理与分析

数据组织	支持以项目为导向，建立测试、设置、宏、用户自定义波形、幅值校准文件。
显示	将被测样品整体及其它各个零部件在振动情况下，各部位的振动状态,振幅大小及频率响应，各阶频率振型，传递函数等，能分析出共振点的位置，并将测量结果以图表、图形的形式显示出。
数据输出	ASCII，通用数据格式(UFF)，MEscope 以及 PolyWave 二进制数据接口（选配）。
图形输出	AVI（动画形式），JPEG, BMP, TIFF, PNG, GIF等。
数据处理	提供区域或单个扫描点的频谱分析：幅值、幅值dB(A),相位、实部、虚部、频响函数（FRF），H1, H2，自功率、互功率、相干性、RMS、1/3频程分析，ESD，PSD等。
Polytec信号处理器	包含在Polytec软件内，连接PolyMath库的用户接口，可直接导出为电子表格形式，便于数据后处理。
全自动化处理	软件全程全自动操作。

面内振动测量

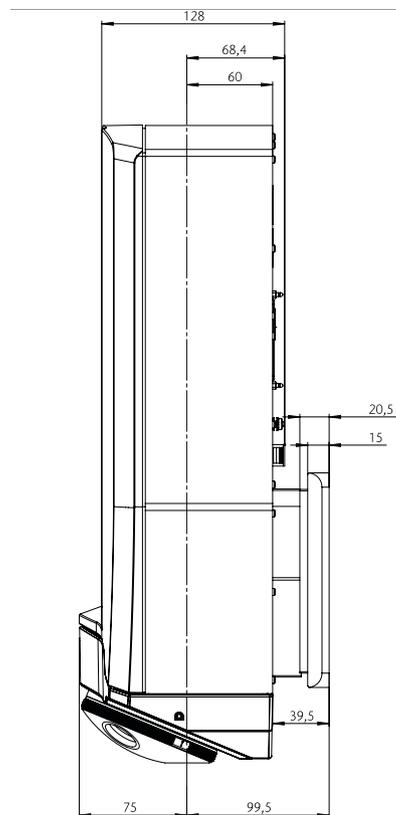
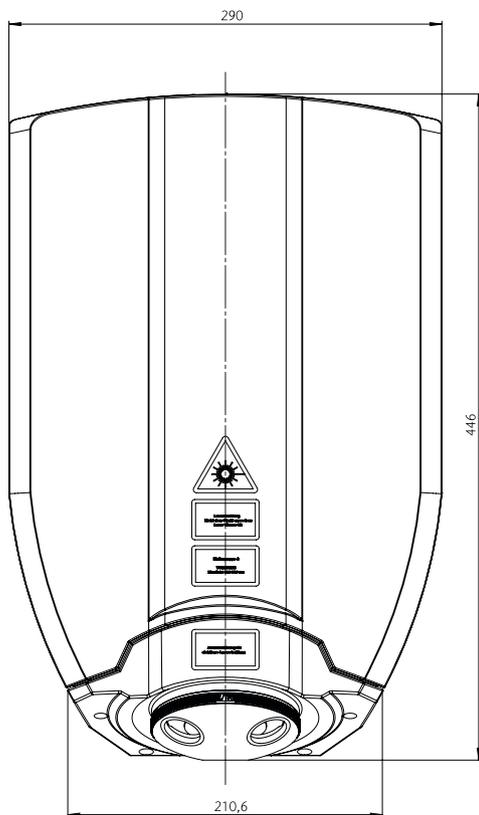
数据采集

工作原理	在采集模式下，使用专有的测量算法对视频图像序列进行采样和分析。
频闪控制	控制频闪脉冲(间隔，脉冲长度)。
数据采集	动态视频图像和物体运动的实时视图的获取。
样品激励	集成信号发生器，提供正弦和脉冲信号的激励源，频率高达2.5 MHz。支持任意波形、用户提供的激励信号。

数据处理与分析

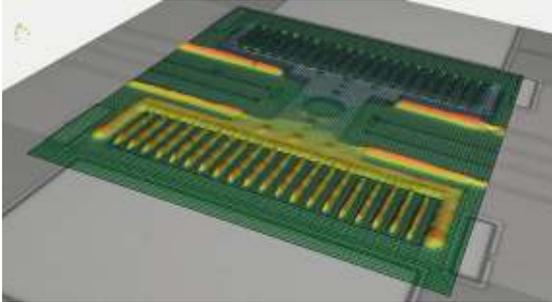
工作原理	频闪法测量面内振动。振动数据与图像相关，可显示为X, Y位移值。亚像素分辨率可实现纳米范围内的面内振动测量。
数据组织	支持以项目为导向，建立测试、设置等文件。
实时视频显示	以稳定的、慢镜头图像序列，可视化显示被测物体的面内振动特性。
显示	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 单个频率的位移及其微分，以及频谱、阶跃响应和衰减。 ▪ 水平和垂直运动的波特图。 ▪ 可以使用鼠标缩放和平移谱图。 对于每个曲线图，可选定不同的线条和做标记。
数据输出	图形可以导出为图像或ASCII文件，并可以保存为AVI文件。

形貌测量	
数据采集	
工作原理	根据被测样品更换适合的干涉镜头，用摄像机获取高分辨率X-Y-Z干涉图样。
测量模式	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 短相干测量 ▪ 应用智能表面扫描技术测量对比度范围较大表面
数据处理与分析	
数据组织	支持以项目为导向，建立测试、设置等文件。
数据后处理	包络线或相位评估
数据评估	线性回归；多项式拟合；差值；平均；高通和低通滤波器
数据显示	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 表面视图：2D、3D显示和等高线视图，叠加在视频图像上 ▪ 剖面图视图：剖面图部分；相关图；粗糙度/波纹参数；图形/图表，几何数据，如角度，高度，半径等。
数据输出	可以导出各种常用图像图形格式；测量数据可以导出为ASCII文件。
全自动化处理	软件全程全自动操作。

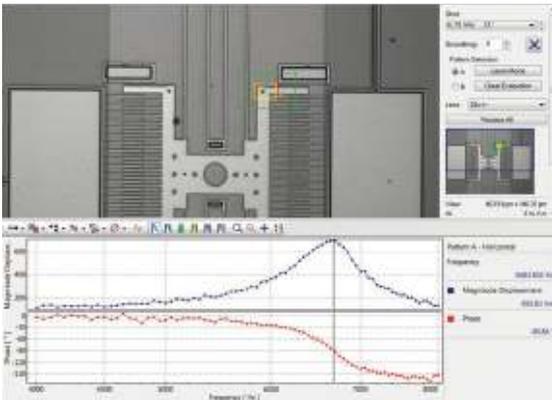


所有尺寸单位为 mm

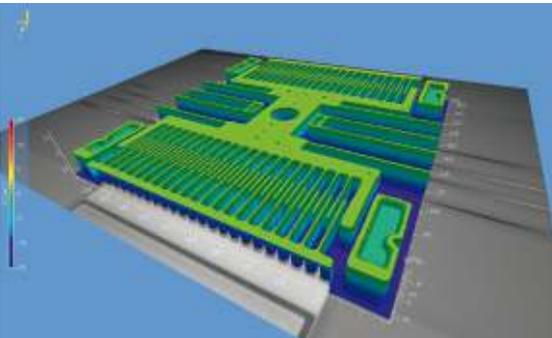
MEMS静电梳齿驱动器的综合分析



快速、实时地测量梳状驱动器的面外动力学响应，揭示系统所有共振态。此外，超高灵敏度激光多普勒测振仪可检测所有的面内振动和微弱的面外振动。



梳状驱动器主要面内驱动模式的伯德图。以生动直观的动画显示其运动过程。



高分辨率的表面形貌测量，揭示被测对象形貌的每一个细节，完全自动化完成晶圆级测量。