

挚感光子微机电（MEMS）模态测试方案

微机电系统（MEMS）芯片是可动微机械部件与集成电路高度整合的智能系统，以此为基础发展的微纳传感器和微电子器件，在国防军事、无线通信、智能传感等重点领域具有广阔的应用价值，同时也是关乎国计民生和国防军事的核心竞争力的器件。MEMS 芯片的三维模态特性是 MEMS 设计验证、提升制造工艺、MEMS 性能和可靠性评估及优化不可或缺的技术指标，也是研发高端 MEMS 芯片的核心技术之一。



高精密测试技术及相关的设备仪器是发展 MEMS 智能传感器和集成电路制造业的重要组成。然而国内在高精密微机电测量领域，使用的动态模态测试仪器产品主要以国外测量仪器为主，例如作为行业领先的德国 Polytec、瑞士 Lyncee Tec 等。我国的微机电精密测量仪器设备起步较晚，目前尚缺乏能够支持微纳米及更高精度要求的测量设备。但是，国内科研院校和科技工作者目前正凭借新技术原理和新设计方法进行产品研发，积极改变这一现状。

在面外振动成像方面，激光多普勒干涉测量是目前使用最广泛的方法，其优势在于抗干扰能力强、信噪比高；可以实现 25MHz 带宽、50 fm/Hz^{1/2} 飞米量级分辨率。近年随着智能驾驶、VR\AR 等智能设备的发展，在超高频率 MEMS 芯片领域，有着强大的市场应用需求，迫切需要研发超大带宽、飞米量级的面外振动测量仪器。

挚感（苏州）光子科技有限公司利用多年的技术积累，推出的基于集成光学芯片技术（图 1）的数字化小型智能激光振动传感器，体积和功耗大大缩小，整个产品只有火柴盒大小，内含激光多普勒测试仪、信号处理单元、电池、通讯模块，是划时代的智能传感器。产品具有非接触测量、纳米级测量精确度、出色的动态响应能力、抗干扰、产品体积小等优点，并可方便的集成到各类系统中。并在此基础上，推出了支持微机电的面外振动成像（模态测试）仪器解决方案。

VibroView 系列（图 2）高性能影像测振仪是针对微机电模态测量这一市场需求，推出的一款高性能产品。该产品利用在光子芯片上集成的激光多普勒干涉技术，实现对 2.5MHz 面外振动精确测量。同时为满足高端用户需求，在对硬件及软件扩

展后可以进一步提升到对 125MHz 面外振动的测量能力。

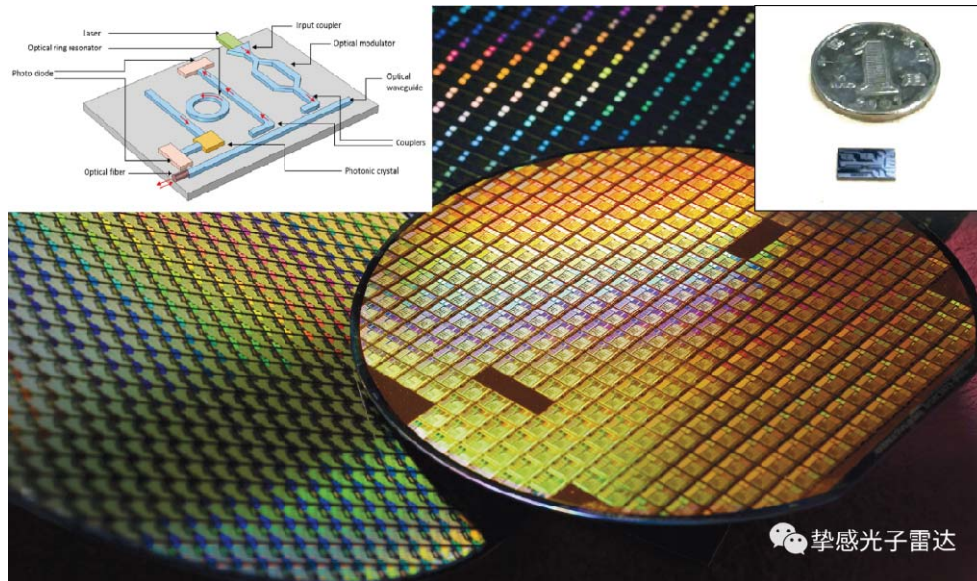


图 1 挚感光子自研光电集成芯片



图 2 VibroView 200 影像测振仪

VibroView-200 配有最小测量光斑为 15 微米的测量镜头，同时数字摄像头支持 X/Y 平面最小 4 微米的分辨率。设备可选配与以上参数匹配的电动精密移动平台，X/Y 方向达到 10 微米的移动精度，可以自动完成 10 微米图像精度的面外振动成像分析。

在模态分析上，支持 DC-2.5MHz, 1 纳米精度的数据采集。下表为 VibroView-200 影像测振仪主要性能参数列表：

Items	VibroView-200
Laser Vibrometer	
Detectable vibration frequency	DC~2.5MHz
Operating distance	30mm~500mm
Operation range	+/-15% of working distance
Velocity full scale	±1.5 m/s (regular mode)
Typical vibration resolution	~1nm or better
Testing laser class	Class 1, <5mW output
Testing laser wavelength	1310 nm (invisible near infrared, detector card included)
Visible light wavelength	650nm
Visible light class	Class 2, <1mW
Visible light spot size	~100um
Digital Microscope	
Optics zoom	0.7~4.5
Digital zoom	100
Resolution	4~11um
System	
Weight	~3Kg
Operating temperature	0-50°C
Power supply	12V, typical 10W
Digital interface	Ethernet
Software	GUI  挚感光子雷达

最近，挚感光子与上海交通大学合作，利用 VibroView-200 对一款典型 MEMS 进行了模态测量。图 3 显示了测试设置的现场图片，图中左侧为 VibroView 实物图，图中间为被测 MEMS 的实际图片，图中右侧为被测 MEMS 的结构图。测量时，通过 VibroView 的高倍影像镜头，在图像中设定 MEMS 被测位置，图 4 显示了被测区域的 32 个测量标记点位。

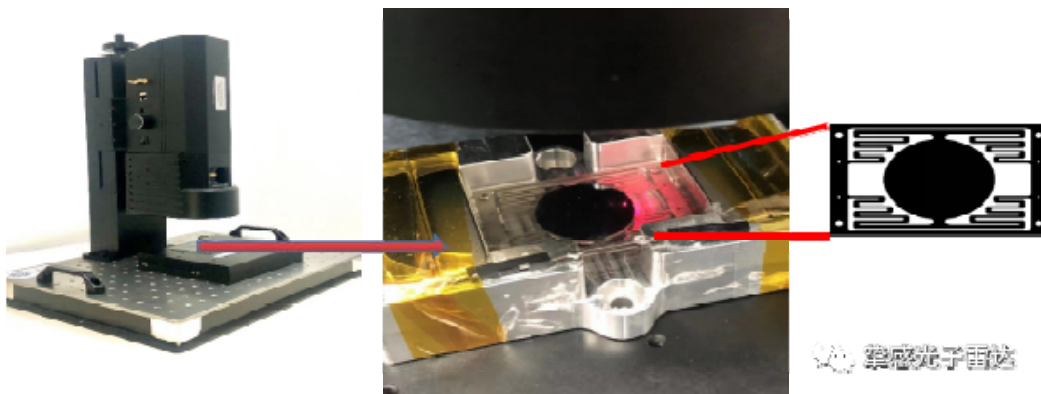


图 3：微机电模态测试案例

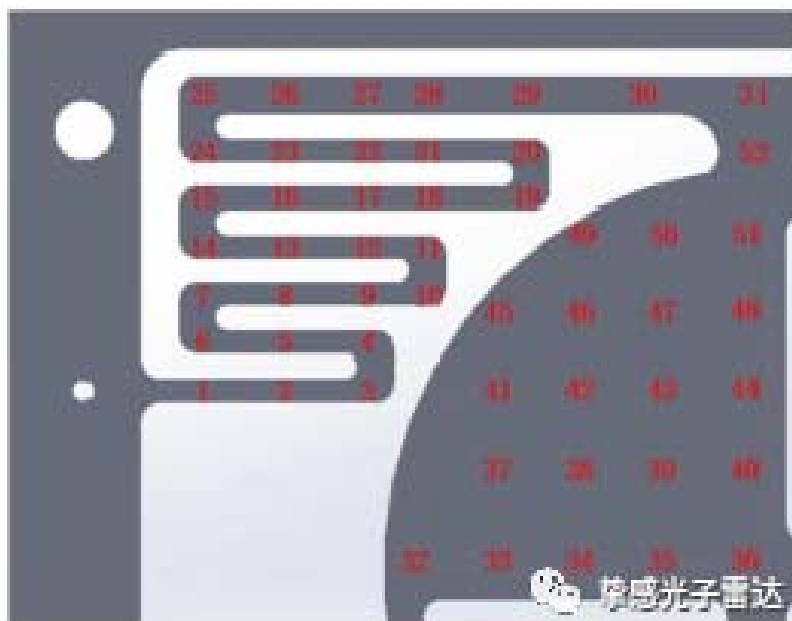


图 4：微机电 MEMS 测量点选取

VibroView 提供内外部触发信号，不同部位分时测量数据可由内部或者外部时钟源精准同步。X/Y 平台在测量过程中移动，不同测量点的振动数据经过精确的同步计算后，可完成 MEMS 模态拟合分析。图 5 显示了测量的原始数据，激励信号为 620Hz，从上而下为某测量点位移、速度、加速度和收光功率的时域测量信号，可以清晰地看到该位置的动态振动特性。图 5 中横轴为同步时间戳，保证模态数据重构的可靠性。

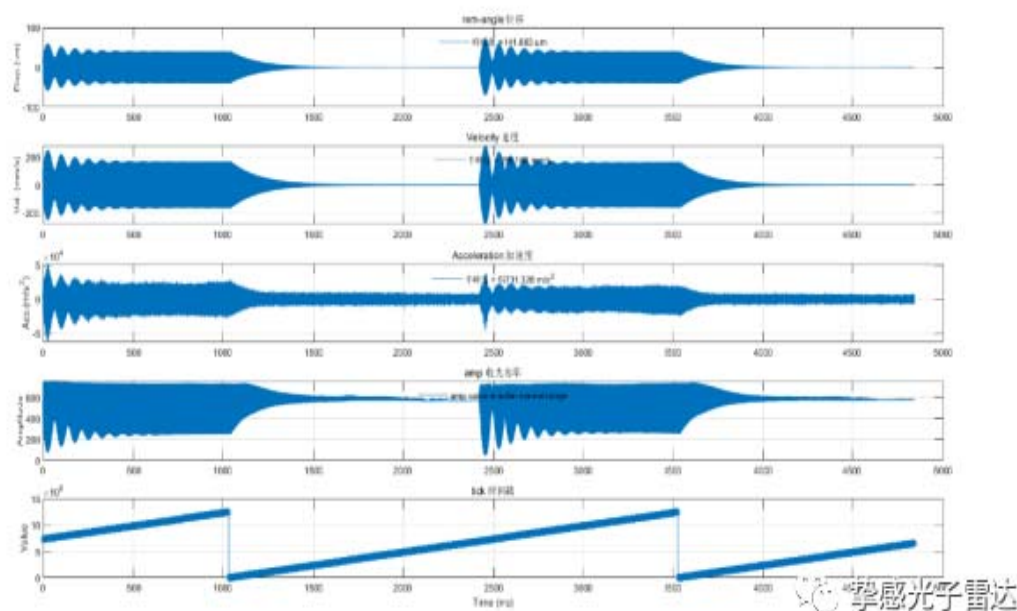


图 5 微机电 MEMS 测量点数据

最后，图 6 为重构的模态测量结果截图，在此非常感谢协作单位上海交通大学提供的测量数据。

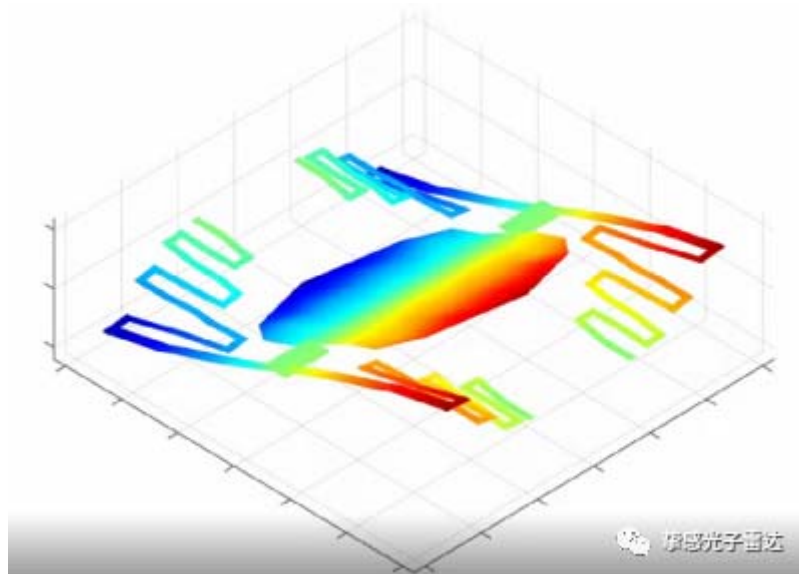


图 6 重构的模式测量结果

挚感光子介绍

挚感光子是一家由海归芯片专家团队创建的高精密传感器公司，从芯片设计到模组封装到传感器模块的制程拥有完整的自主知识产权，致力于以光电集成芯片技术为智能工业制造提供终极解决方案。在具体的产品实现上，挚感光子将光学相干检测光路、测距光路集成在单个芯片上（图 1），并通过一体化封装，将光学芯片、激光器、探测器以及探测用的光学镜头集成到一个略等于半个火柴盒大小的模组里。这一设计不但可以近百倍减小其体积，同时使得激光振动传感器的大规模量产成为可能，降低制造成本的同时为激光振动传感器的广泛应用奠定了基础。

挚感研发的激光振动传感器还在快速的技术迭代中，欲了解详情，请登录我们的网页（www.osphotonics.com），或直接与我们的销售工程师联系（sales@osphotonics.com），感谢您的关注。