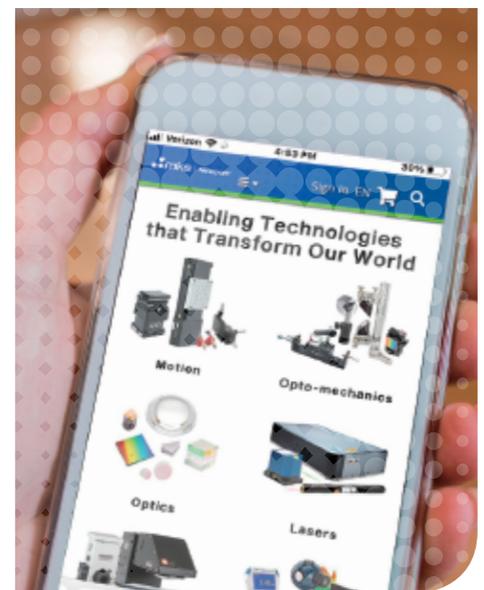
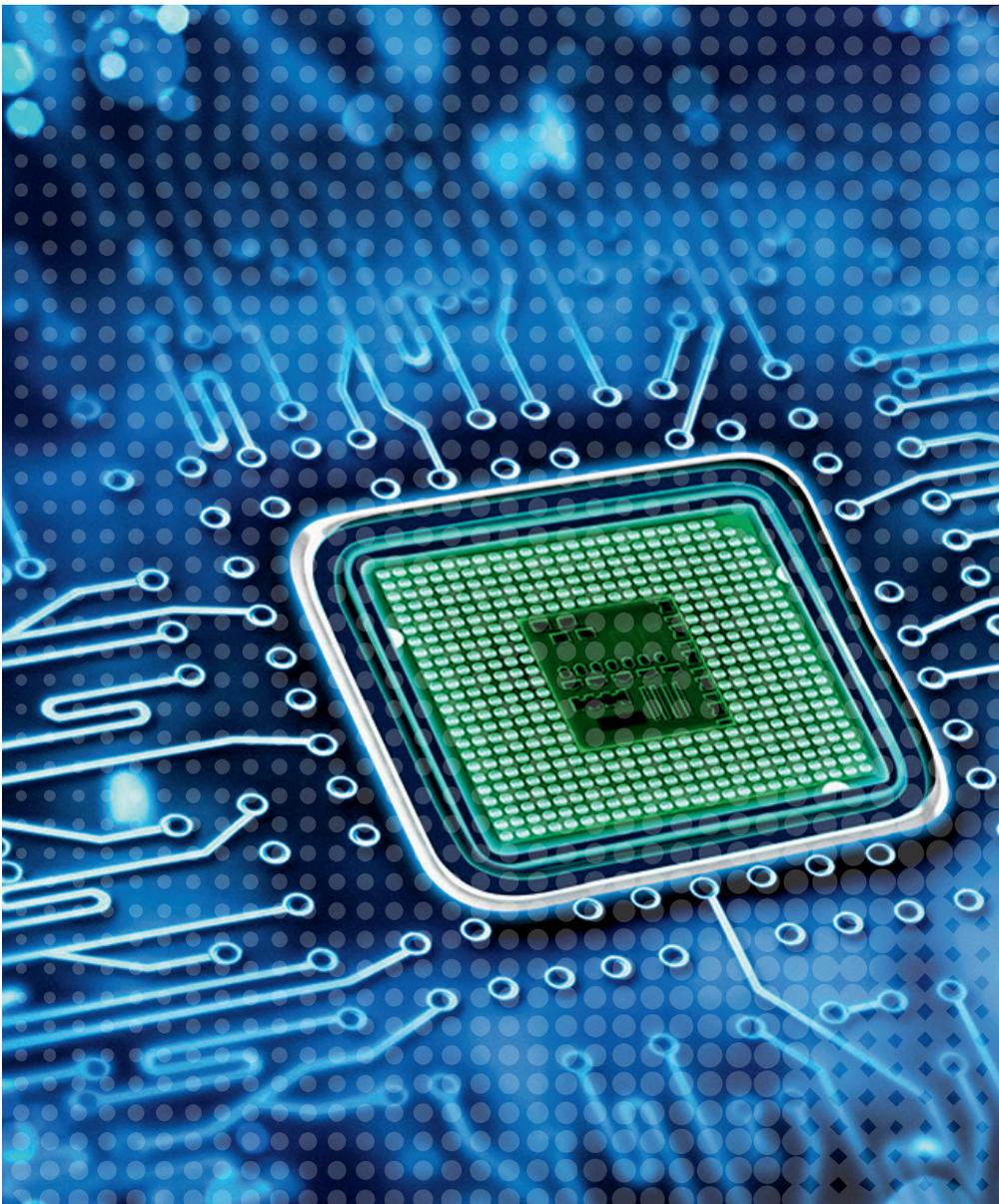


推进系统级封装技术的发展



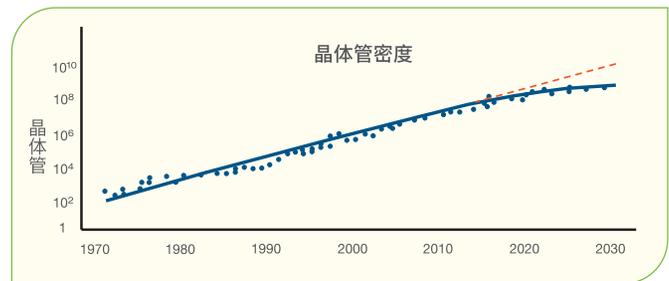


为数字化转型提供动力

跟上摩尔定律的步伐

自从第一批固态器件被发明以来,对电子元件的需求迅速增长,迫使其变得更强大、电能消耗更低、物理尺寸更小。“摩尔定律”——一种粗略的量化方法——以英特尔联合创始人戈登·摩尔(Gordon Moore)的名字命名——该定律指出,芯片上的晶体管数量大约每两年翻一番。在电子学发展的最初几十年里,这一趋势总体上保持稳定,但随着时间的推移,芯片设计开始接近半导体材料物理特性的极限,该增长轨迹一直在放缓,或者说“增长线弯曲”。尽管如此,保持摩尔定律步伐的愿望仍然存在,因此需要不断创新。

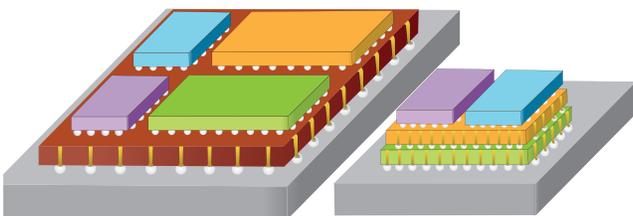
其中一个创新领域就是芯片封装,特别是系统级封装(SiP)技术。系统级封装,也称为2.5D/3D封装,实现了异构集成,即将具有存储和逻辑等多种功能的单个半导体芯片封装到单个、共享的印刷电路板基板上,以实现系统级性能。SiP在智能手机、耳塞式耳机和其他可穿戴设备等移动消费电子产品中已经非常常见。对于芯片上的晶体管数量, SiP有可能继续并超过摩尔定律最初的增长轨迹。



摩尔定律的“弯曲”

SiP 制造挑战

由于 SiP 封装包含垂直和水平堆叠的两个或多个芯片,因此通常使用直径约为 200 微米到仅几微米的微通孔来提供芯片之间的垂直电气连接。这些微通孔可以出现在中介层(也称为集成电路衬底)或芯片内部。微通孔的形成通常是通过化学蚀刻完成的,但这一工艺具有一定的局限性。尽管化学蚀刻对硅和玻璃是一种行之有效的办法,但蚀刻不能用于陶瓷或有机材料。此外,化学蚀刻工艺所需的废物管理带来了额外的复杂性和成本。



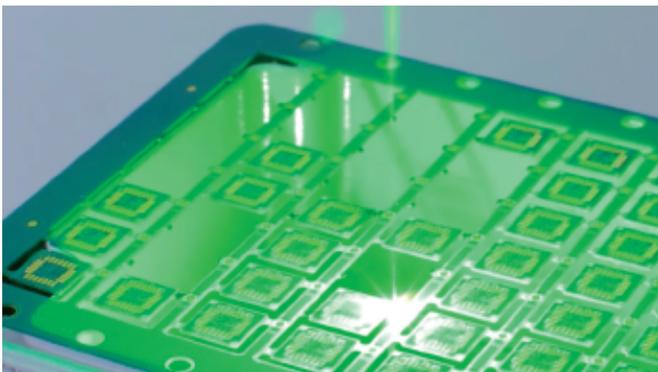
2.5D (左) 和3D (右) 芯片封装示意图



作为 SiP 制造过程的一部分，切割各种材料也是一个非常精细的过程。无论是切割中介层、剥离封装基板还是划片和切割硅裸片，切割的尺寸可以非常小，并且必须以最高的精度和最小的周围损伤来进行。随着芯片设计变得更加先进，小型化和高密度化，所需的切割类型也将变得更加复杂。

此外，随着材料变得越来越薄，接触式机械法可能会造成裂缝和撕裂等损伤，而非接触式激光工艺将提高产量和吞吐量。

SiP 封装所包含的各种类型的材料——例如陶瓷、有机层压板和玻璃——对不同的制造工艺有不同的反应。对于更加复杂的情况，一些材料是不均匀的，例如含有玻璃纤维和环氧树脂的 ABF 和 FR4，以及一些嵌入铜线的层压板。包括机械锯和蚀刻在内的传统制造工艺可能适用于某些材料，但不适用于其他材料。激光制造工艺也是如此，因为并非所有的激光都是相同的。此外，在比较制造工艺时，我们总是会在速度、精度、周围损坏和成本等方面进行权衡。



使用超短脉冲激光器分板



MKS在SiP制造中的优势

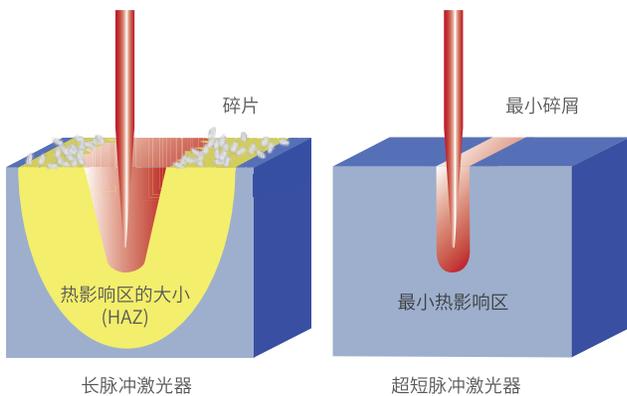
MKS 对设计和构建 SiP 制造系统所面临的挑战有着深刻的理解。我们已经将这些知识转化为独特的产品功能，在使用时，这些产品功能能够在 SiP 制造中提供优势。部分功能描述如下。

超短脉冲激光器

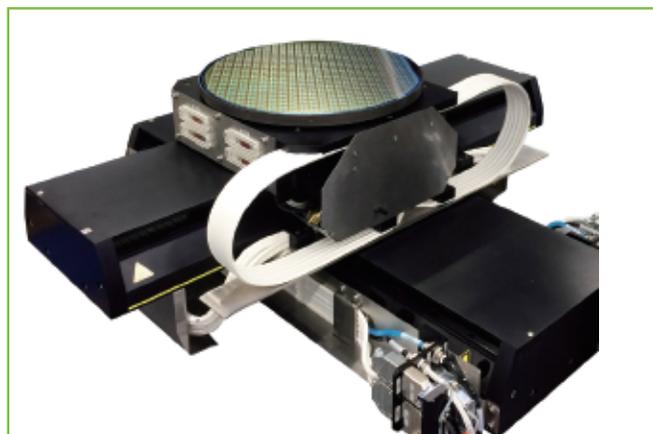
激光材料加工（包括切割和钻孔）的挑战之一是，通常通过局部加热，只去除想要去除的材料，同时最大限度地减少任何剩余材料的热影响区（HAZ）。将光束质量接近完美的激光精确照射到目标区域是实现这一预期结果的必要步骤。更短的波长，特别是更短的脉冲宽度，有利于实现更高质量的结果。

紫外和绿光波长的纳秒脉冲宽度范围内的激光器，如 Spectra-Physics Talon 激光器，可能适用于 SiP 设备的切割。然而，如果不能承受过度加热，特别是当这些设备变得更加密集时，就会出现挑战。这引起了人们对脉冲持续时间更短的激光加工的兴趣，以此来减少热影响区。如果存在使用热敏结合介质的封装，例如焊料或粘合剂，在过多的热负载下可能失效，则可能发生这种情况。此外，嵌入在 SiP 层压板内的铜线可能会出现过热现象，进而可能导致分层，造成额外的困难。

为了应对这些挑战并实现 SiP 技术的进步，可以采用超短脉冲（USP）激光器，如 Spectra-Physics IceFyre 激光器。皮秒和飞秒范围内的超短脉冲宽度产生了高强度峰值功率，导致样品处的非线性吸收，从而实现材料的瞬时蒸发，传递到材料中的热量非常少，热影响区可忽略不计。快速、高精度、高质量的切割或钻孔，从而提高处理量，减少零件故障。



激光脉冲宽度对长脉冲激光器(左)和超短脉冲激光器(右)加工质量的影响。

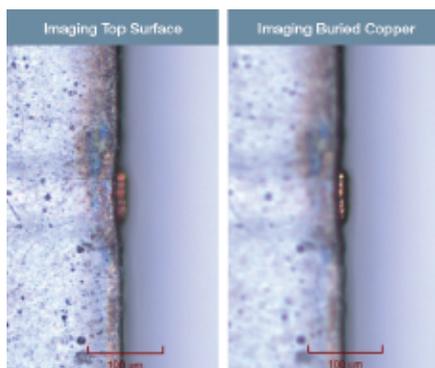


堆叠两个Newport IDL定位器，实现晶圆的高精度、高速定位。

激光束分析

即使激光比传统工具有优势，激光系统仍然会随着时间的推移而退化。退化的一些原因包括对激光系统内部组件的热影响、振动或冲击以及在加工现场附近产生的碎片。这些问题会在很多方面影响激光的性能。首先，输出功率可能会降低，导致激光器效率降低。可能引起的另一个问题是光束的焦点或其他光束形状的变化，这可能导致切割或钻孔偏离目标、过深、质量低或可能损坏材料的另一部分。

因此，为了确保制造 SiP 芯片的最高质量并最大限度地减少生产停机的可能性，使用适当的仪器(如 Ophir® 功率传感器、功率计和光束分析仪)频繁监测激光束至关重要，这些仪器可以在保证激光器在最大输出功率水平的同时在特定的波长下工作。

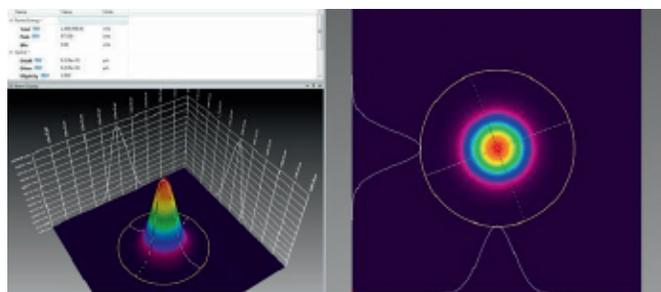


绿光皮秒激光脉冲切割约 100 μm 厚 FR4 (带有聚合物阻焊保护层和间歇性嵌入的铜线) 的入口侧显微镜图像。

高精度、高速工业级定位器

激光材料加工的目标——例如，用于划片和切割的硅晶片——通常需要被定位，以便激光器执行操作。SiP 制造的定位要求非常具有挑战性。二维的精度通常在微米量级，确保结果一致的可重复性也是如此。为了满足处理量的要求，所需的速度可以达到 1 米 / 秒。

这些性能要求必须能够在苛刻的生产环境中实现。因此，应只考虑为在工业环境中持续使用而设计的高性能电动定位器，如 Newport IDL 系列线性定位器。



激光束剖面图的用户界面

用于 SiP 制造的 MKS 产品

MKS 提供了许多广泛用于 SiP 制造的产品。更多信息请访问 www.newport.com.cn 或致电 400 799 8000。或者, 请访问 www.spectra-physics.cn

紫外皮秒、绿光和红外激光器



Spectra-Physics IceFyre 皮秒激光器为皮秒微加工树立了新的标准, 可以为 SiP 制造提供终极解决方案。紫外型号能够通过陶瓷、有机和玻璃中介层实现高质量的微型钻孔。紫外和绿光型号都非常适合切割陶瓷中介层、剥离以及硅裸片的划片和切割。此外, 红外型号可用于切割玻璃中介层。基于 Spectra-Physics 的 *It's in the Box* 设计, 激光器和控制器集成在一个单一、紧凑的封装中, IceFyre 可实现工业环境的全天候可靠运行。

- 功率高达 50 W
- 典型的脉冲宽度小至 10 或 13 皮秒
- 单次发射至 10 MHz 重复率范围
- 专利 TimeShift 技术, 实现优异的脉冲控制

紫外纳秒和绿光激光器



Spectra-Physics Talon 激光器为 SiP 激光制造提供性能、可靠性和成本的极佳组合。Talon 在切割陶瓷和有机层压板中介层、去板、划片和切割裸片方面表现出色。特别是紫外型号还能够在陶瓷和有机中介层上钻出微型通孔。Talon 提供了高质量的结果, 但其切割和钻孔可能稍逊色于 IceFyre。Talon 的优势在于它可以更快地切割和钻孔。基于 Spectra-Physics 的 *It's in the Box* 设计, 激光器和控制器集成在一个单一、紧凑的封装中, Talon 可实现工业环境的全天候可靠运行。

- 功率高达 70 W
- 脉冲宽度小至 25 纳秒以下
- 0 至 500 或 700 kHz 重复率
- E-Pulse 技术, 提供卓越的稳定性和过程控制

高功率紫外和绿光纳秒激光器



其他非常适合 SiP 制造的激光器还包括 Spectra-Physics Quasar 和 Talon Ace 纳秒系列激光器。Talon Ace UV100 是行业中高功率的单模紫外激光器, 可提供快速的微加工, 可实现工业环境的全天候可靠运行。与 IceFyre 和 Talon 一样, Quasar 和 Talon Ace 的紫外和绿光型号也可用于剥离、切割。与 IceFyre 的紫外型号一样, Quasar 紫外激光器和 Talon Ace 紫外激光器也可以用于陶瓷、有机和玻璃中介层的微型钻孔。

- 功率 >100 W (紫外), >95 W (绿光)
- 脉冲宽度可编程, 从 2 到 >50 纳秒, 加上脉冲串模式操作
- 重复率高达 5 MHz, 可实现快速加工
- 专利 TimeShift 技术, 实现优异的脉冲控制

工业级线性位移台



作为工业级位移台，Newport IDL-LM 系列位移台配有无铁线性电机和循环球轴承，可提供所有直线电机级的高速度和负载能力。这些位移台具有微米级精度和亚微米重复率，是 SiP 制造的理想选择。为工业生产环境而设计，所有 IDL-LM 位移台都具有坚硬的顶盖、耐磨、灵活的侧带、空气清洗和定向碎屑路径。

- 行程范围：100 毫米至 1.2 米
- 速度：2 米/秒
- 最大负载能力：450 至 2000 N
- 微米级精度和亚微米重复率
- 专为精密工业激光微加工的最严格要求而设计

热电堆传感器



MKS Ophir 提供全面的热电堆传感器产品组合，其中一些可以测量 IceFyre、Talon、Talon Ace 和 Quasar 等短脉冲和超短脉冲激光器的输出功率。这些传感器具有非常高的损伤阈值，能够承受由每个脉冲传递的高光学峰值功率。Ophir 传感器和仪表符合 ISO/IEC 17025 校准设备标准。

- 光谱范围：紫外 - 中红外
- 功率范围：高达数百瓦
- 孔径：16 至 30 mm
- 响应时间：几秒钟或更短
- 非水冷

虚拟功率计



传感器的输出必须通过功率计进行处理。另一种选择是使用 PC 作为激光测量站。这可以通过将传感器连接到 Ophir Juno+ 虚拟功率计，然后通过 USB 连接到 PC 机来完成。这种经济高效的方法还允许在一台 PC 上运行多个功率计。为了通过“云”远程控制 and 监控传感器，Ophir EA-1 以太网适配器支持 Telnet、HTTP 和 UDP 协议。MKS 软件易于使用，包括广泛的图形显示数据，先进的测量处理和数据记录，以供将来审查。

- 通过 USB 将传感器连接到电脑
- 将传感器连接到“云”-支持 Telnet、HTTP 和 UDP
- 数据记录
- 具有功能广泛的用户友好型应用软件

光束分析仪



基于摄像机的系统是分析激光束的一种有效方法。Ophir 光束分析仪允许实时观察和测量高分辨率激光结构。基于摄像机的系统还可以测量激光的横截面强度,并提供激光模式的完整二维视图。

- 光谱范围: 紫外 - 中红外
- 高分辨率、实时查看
- 最高精度的测量
- 具有广泛分析功能的用户友好型应用软件

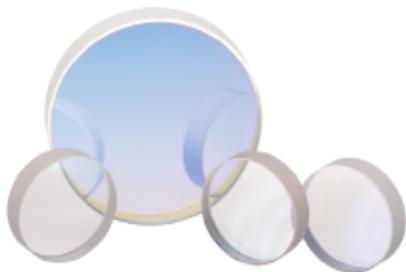
CO₂透镜



Ophir 低吸收 CO₂ 激光透镜专门为高功率 (最高可达数千瓦) 10.6 微米 CO₂ 激光器而设计, 可用于加工 SiP 的 CO₂ 激光器。与标准防反射涂层相比, 这些透镜吸收的 CO₂ 激光能量减少了 50%, 从而实现了更高的效率、更卓越的性能和更长的寿命。

- 针对高达数千瓦的 10.6 μm 激光器进行了优化
- 吸收率低至激光功率的 0.13 % 以下
- 透射率 >99.3 %
- 直径 1.1 至 2.5 英寸, 平凸形和弯月面形

高功率激光光学元件



我们设计了数十种 Newport 光学元件标准品与高能激光器 (如 SiP 激光器制造中使用的激光器) 一起使用。反射镜、透镜、分束立方体和波片有各种尺寸和形状, 其基底材料和涂层针对 355、532 和 1064 nm 波长进行了优化。这些高性能光学器件可以承受每平方厘米数焦耳甚至数十焦耳脉冲能量的激光能量密度, 为 SiP 处理提供多种解决方案。

- 反射镜、透镜、分束立方体和波片
- 针对 355、532 和 1064 nm 波长进行了优化
- 广泛的超快光学器件选择
- 每平方厘米数焦耳甚至数十焦耳脉冲能量的激光损伤阈值
- 各种尺寸和形状

光机械件



只要光学器件是激光系统的一部分, 就必须精确定位并长时间保持稳定。MKS 提供业界极全面的光电元件系列产品。数百种不同性能和成本水平的光学支架和定位器供您选择。

- 反射镜支架、透镜支架和其他光学支架
- 线性和旋转支架
- 立柱和底座组件
- 不锈钢和铝制材料

为什么选择 MKS ?

关键技术

独特的技术和出众的工艺开发能力



值得信赖的合作伙伴

公认的引领者为客户复杂的问题提供创新可靠的解决方案



卓越运营

在我们业务的所有方面保持一致



全面组合

为我们服务的市场提供广泛的产品和服务解决方案



理波光电科技（无锡）有限公司

中国江苏省无锡新吴区综合保税区J3地块8号厂房

电话：400 799 8000

邮箱：China@mksinst.com

www.newport.com.cn

Newport Corporation

1791 Deere Ave.

Irvine, CA 92606

+1 949-877-9620

www.NEWPORT.COM

MKS Corporate Headquarters

MKS公司总部

2 Tech Drive, Suite 201

Andover, MA 01810

Newport 是 MKS Instruments 光学解决方案部门旗下的品牌。

Newport 提供各种光电解决方案，包括运动控制、光学平台和振动隔离系统、光电仪器、光学和光机械组件。Newport 的创新解决方案利用振动隔离和亚微米定位系统以及光机械和光电子系统的核心专业知识，提高客户在半导体、工业技术、生命与健康科学、科研和国防市场的能力和生产力。

如需了解更多信息，请访问 www.newport.com.cn