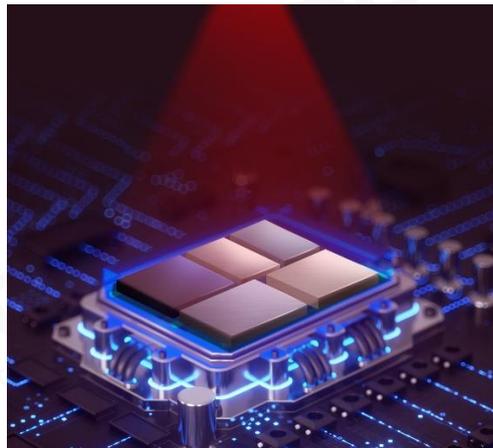


技术分享+新品 | Flux H 系列高精度可变光斑系统如何推动芯片先进封装工艺发展

随着第四次工业革命不断推进，人工智能、清洁能源、机器人技术、量子信息技术、虚拟现实以及生物技术等新兴领域对高性能、高精度、高可靠性的芯片产品、微系统的需求不断增长。芯片产品快速迭代发展，整体呈现四大趋势：**更小、更快、更节能**，通过更先进的制程工艺和设计架构，减小芯片尺寸，提升芯片性能和能效；**多核心与异构架构**，增加核心数量，将CPU、GPU和AI加速器等集成到同一芯片中，提高多任务处理和复杂应用能力；**人工智能与机器学习的深度集成**，将专用硬件（如张量处理单元 TPU）集成到芯片中，提高处理效率并使芯片具备自学习、自适应能力；**2.5D/3D方向集成度提升**，将多个芯片层堆叠在一起，进而把传感器、存储器、通信模块等功能集成至芯片内部，实现更加紧凑和高效的设计。

新的发展趋势对半导体集成电路后道封装制程提出了更高要求，也促进了芯片先进封装工艺的发展。芯片封装为芯片提供了物理保护和热管理的基础，直接影响整体性能、可靠性和操作性，是半导体制程中至关重要的一环。随着系统级封装（SiP）技术的兴起，封装设计逐渐复杂化，**激光辅助键合（Laser Assisted Bonding，简称 LAB）**作为一种创新的芯片封装技术应运而生。

激光辅助键合是一种先进的微连接技术，它利用激光的高能量密度特性，将激光束聚焦照射在需要键合的材料界面处，使材料表面瞬间升温，达到特定的温度条件，引发材料间的物理或化学变化，从而实现键合材料的牢固连接。



激光辅助键合 (LAB) 示意图

激光辅助键合（LAB）是精密芯片直接键合的优选方法，在应用中具有许多独特的优势：

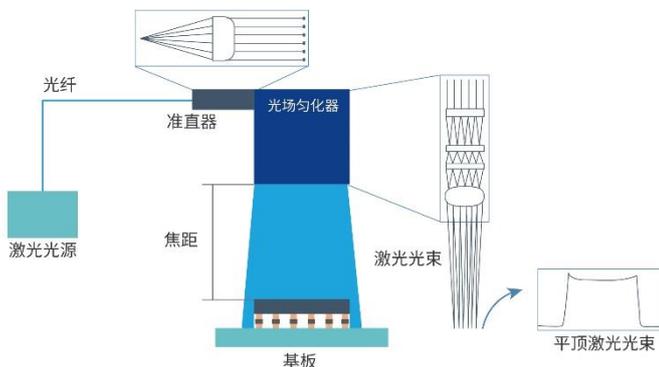
- 高精度：**LAB 技术利用激光的高能量密度和精确控制能力，可将激光束聚焦到微小区域，克服传统键合技术在应对微小尺寸、复杂结构和特殊材料时的局限性，实现微米级甚至纳米级的键合精度，满足对键合位置和键合强度的严格要求。相对于传统的回流焊、热压接合（TCB）技术，激光局部加热不需要额外的措施即可有效避免热膨胀导致的良率下降。
- 非接触：**与传统的机械压力键合或热压键合不同，LAB 技术是一种非接触式键合技术。激光束通过照射键合界面，使材料表面瞬间升温熔化，实现键合的同时，避免了对材料的机械损伤和污染，提高了键合的质量和可靠性。因而，LAB 技术也适用于脆弱材料和微小器件的键合。
- 速度快：**LAB 技术可实现快速键合，激光束的能量瞬间传递到键合界面，键合时间可缩短到几毫秒甚至更短，

大大提高了生产效率，尤其适合大规模生产和高产量的电子制造行业。

- 多功能：**LAB 技术可满足不同材料如金属、半导体、陶瓷、玻璃之间的键合需求，在电子封装领域具有广阔的应用前景。
- 易拓展：**LAB 技术还可以与其他封装技术如倒装芯片技术、晶圆级封装技术等相结合，实现更加复杂的电子封装结构。

为确保键合的质量和可靠性，激光辅助键合过程需精确控制激光的能量、均匀度、波长、照射时间等关键指标。通常，激光辅助键合（LAB）系统应具备如下组成部分：

- 高功率半导体激光光源：**用于产生波长为 980nm，连续输出的激光能量。
- 高功率光纤：**用于将激光能量从光源传输到光学整形模组。
- 准直光学模组：**对激光束进行准直，使其具有更好的方向性，准确聚焦在工艺区域。
- 可调节匀化光学模组：**产生长宽方向分别可调节的平顶激光束，确保其功率密度分布均匀，从而使需键合部件均匀受热，避免功率分布不均导致的温度不均一。
- 同步温控组件：**实时测试工艺区域的温度，以闭环方式控制激光输出能量，保证工艺的一致性和稳定性。



2024 年 8 月 28 日，炬光科技正式发布应用于芯片先进封装工艺的 Flux H 系列高精度可变光斑激光系统。该产品具有如下特点及优势：

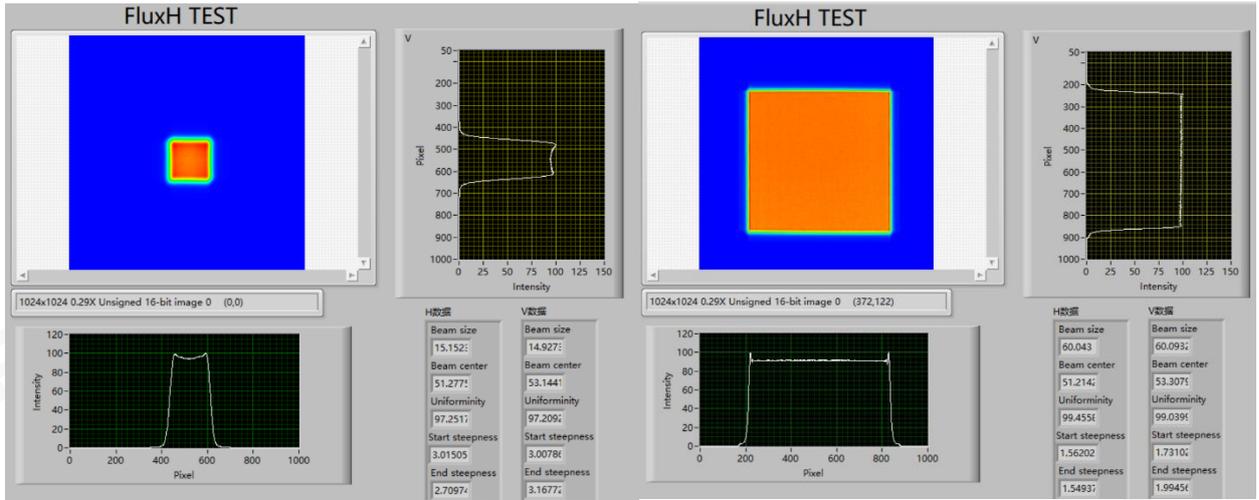
- 光斑尺寸独立连续可调：**能够适应不同封装结构需求，提供灵活的加工方案。
- 高光斑均匀度：**可实现全光斑范围内均匀度 $\geq 95\%$ 的高标准，且光斑内无爆亮点，保证了键合质量、工艺稳定性及良率。
- 焦深范围大：**能够适配多层复杂结构的封装工艺，在处理不同高度和复杂度的封装结构时具有更大的灵活性。
- 光斑中心精度高：**在光斑变化范围内，光斑中心位置偏差 $\leq \pm 0.3\text{mm}$ ，确保键合过程中光斑定位的高精度。这对于需要精确控制热量输入的封装工艺至关重要。
- 极佳的光斑边缘陡峭度：**典型光斑边缘陡峭度 $\leq 3\text{mm}$ ，意味着光斑在边缘位置仍保持较高的能量集中度，有效避免周边区域的过热现象，减少对周边敏感器件的热影响。



应用于芯片先进封装工艺的 Flux H 系列高精度可变光斑激光系统产品

产品规格与测试数据

项目	单位	典型值
系统连续输出功率	W	6000
输出波长	nm	976 ± 10
工作距离	mm	480 ± 10
光斑焦深	mm	≥ ± 1
光斑长度（平顶区域）	mm	15 – 60
光斑宽度（平顶区域）	mm	15 – 60
光斑调节方式	/	连续独立可调
光斑均匀度（长/宽方向）	/	≥ 95%
光斑中心位置偏差	mm	≤ ± 0.3
光斑边缘陡峭度	mm	≤ 3
通光效率	/	≥ 88%



炬光科技全新发布的 Flux H 系列高精度可变光斑激光系统，以其优良的性能和灵活的应用场景，为芯片先进封装工艺提供了高效可靠的解决方案。目前 Flux H 系列典型配置产品可正常出货，并接受客户参数定制。炬光科技坚持通过技术创新、卓越制造和快速响应，成为光子行业全球值得信赖的合作伙伴。