

皮秒加工

皮秒激光器满足 PCB/FPC 严苛的切割及钻孔需求

HyperRapid NX系列皮秒激光器，能够以卓越的加工质量、极小热影响区和高加工速度，满足PCB/FPC电路板微加工的严苛要求。

文/Hatim Haloui, Dirk Müller; Coherent相干公司

小孔径、低热影响区和高产能的方案

不断追求小型化和高能性是电子工业的一大特征，这几乎影响着电子制造业中的所有环节，包括刚性 PCB 板（含封装基板）和薄型柔性电路板 FPC 生产过程中的一些重要微加工步骤，尤其是钻盲孔和钻通孔（钻孔后需要进行电镀，以连接电路板的不同层上的电路）以及电路板 / 基板的切割和剪裁。在这些激光加工工艺中，有些要求已达到现有激光技术（如纳秒激光）的极限。因此，短波长（可见光和紫外光）的超短脉冲（USP）激光器逐渐崭露头角，得到越来越多客户的关注。超短脉宽激光器厂商也在提供更高功率和更低成本的激光器，以满足客户关于改进产品质量和

提高产量的双重需求。

更短脉冲、更短波长

在对 PCB 和 FPC 进行切割和钻孔时，最大限度地减小热影响区至关重要。从某种程度上说，切面或孔附近的材料的热影响区是热降解。使用超短脉冲激光器可以最大限度地减小热影响区。使用短脉冲可实现“更冷”的激光加工过程，即“冷加工”，这是由于脉冲持续时间短于有机材料中的热扩散时间。也就是说，大部分激光脉冲能量还没来得及扩散，就已被喷射出来的材料带走了（见图 1）。

超短脉冲激光器的脉冲能量虽然比纳秒激光器小得多，但这类激光器

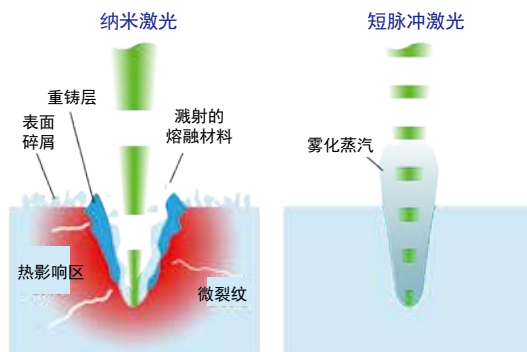


图 1: 使用短脉冲激光器时，大部分脉冲能量会作用在喷射出的材料中被带走，从而大大缩小几乎所有材料中的热影响区域。

较低的烧蚀阈值（较高的加工效率）抵消了降低的脉冲能量，因此产量更高。此外，超短脉冲激光器的脉冲重复频率更高，可以支持快速多次加工，非常适合在基板（通常为陶瓷）顶部选择性地加工较薄的层。在大多数应用场合，被加工材料的总厚度为 1mm 或更薄；但在有些特殊应用场合，被加工材料的总厚度可达 2mm，

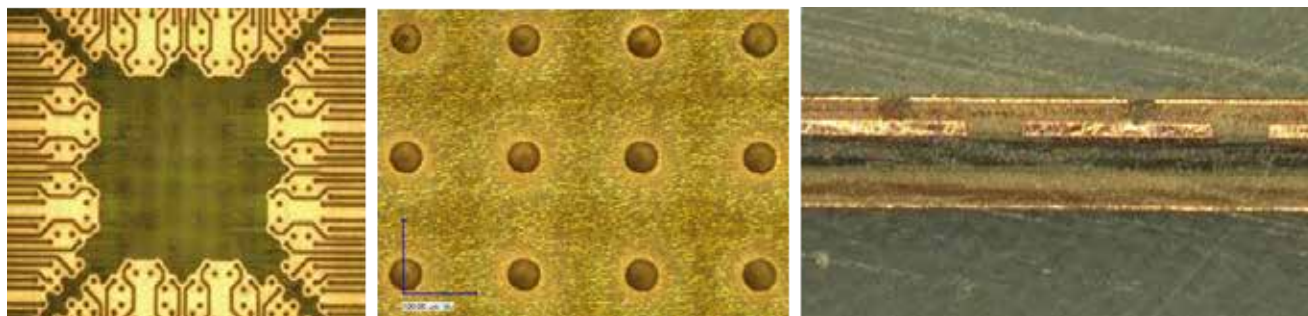


图 2: 在不同的放大倍数和角度下观看在贴有 ABF 的铜材料上钻取的盲通孔。这些孔是使用 HyperRapid NX 皮秒级绿激光器在 25W 功率下加工出来的。孔的直径和深度均为 40 μ m。最大钻孔速率为每秒 1000 个孔。

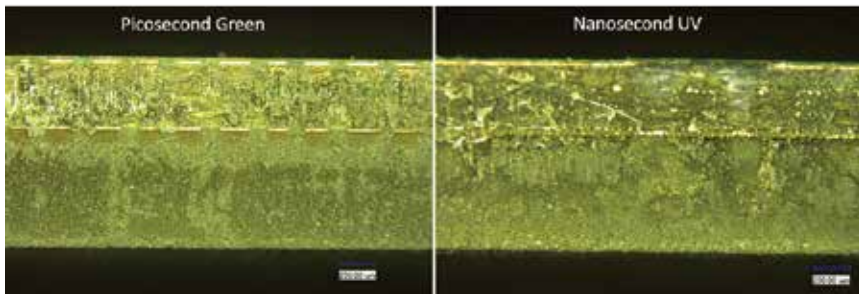


图3: 切割1.2mm厚的SiP: 左图使用HyperRapid NX皮秒绿光激光器, 切割速度大于10mm/s。右图使用纳秒紫外光激光器, 切割速度小于10mm/s。

例如在汽车行业。

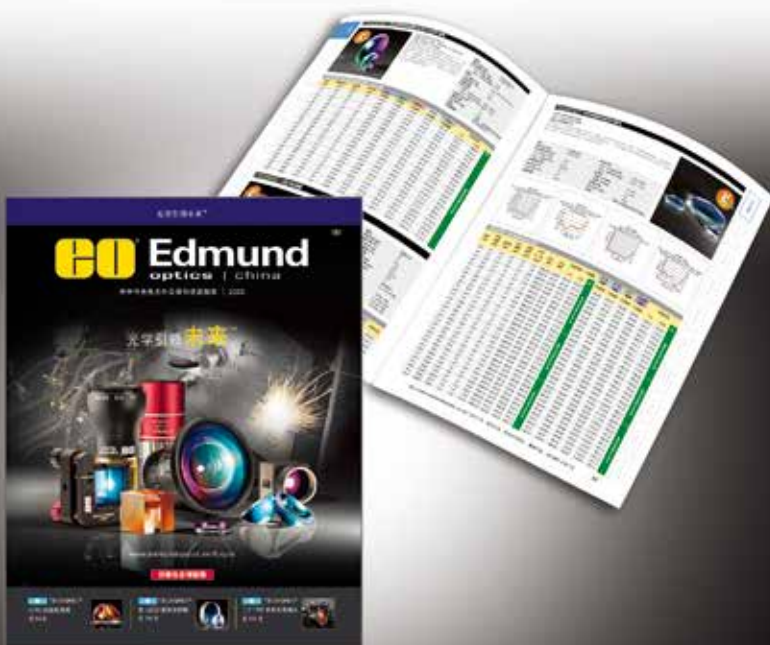
在PCB的生产中, 有两项基于激光的关键加工工艺: 一是在PCB上钻盲孔, 使上层电路和孔底部裸露的下层电路通过后续的电镀金属工艺实现导通; 二是激光切割分板, 从PCB大板上切割出单个PCB产品。目前, 钻孔的直径在50~100 μm 的范围内, 最终切割出来的PCB通常是

简单的正方形或矩形, 没有复杂的形状。除非激光只是切割PCB产品与大板之间的连接部分, 这种方式的工艺可以加工多种形状的PCB。

传统的切割和钻孔都是使用锯刀和钻头进行机械加工。用于100 μm 通孔的典型钻孔机器有六个钻孔头, 每个钻孔头每秒可钻20个孔。然而, 钻头钻取2000个孔后, 就已经

达到了其使用寿命极限。在过去的十年中, PCB机械钻孔工艺已被二氧化碳(CO₂)激光器的激光钻孔工艺广泛取代, 例如Coherent相干公司DIAMOND系列中的二氧化碳红外激光器, 可提供出色的功率成本比。但是, 如果要钻的通孔直径为50 μm 或更小, CO₂激光器则无法提供所需的加工精度, 并且会产生较大范围的热影响区。在这类应用场合, 通常首选纳秒绿光激光器。但现在, 越来越多的客户寻求同时兼顾小孔径、低热影响区和高产能的方案, 皮秒绿光超短脉冲激光器可以很好地满足这一需求(见图2)。以Coherent相干公司开发的HyperRapid NX系列为例, 这些绿光皮秒激光器在与快速扫描振镜配合使用时, 能提供高达2000kHz的脉冲

光学引领未来™



新品

光学与光电元件目录!

Edmund Optics® 2020 全新光学与光电产品目录现已发布 - 2020年版目录版面继续扩展, 全书用420页的篇幅介绍了各种优质光学与光机械元件...超过18,000款独特产品! 本目录是了解EO核心产品及获悉光学行业最新趋势的必备工具之一。

立即索取!



爱特蒙特光学(深圳)有限公司
中国深圳市龙华工业东路
利金城科技工业园3栋5楼, 518109

Tel: +86 (0755) 2967 5435 Email: chinasaless@edmundoptics.cn

EO Edmund
optics | china

欲了解更多信息, 请点击此处:

www.edmundoptics.cn/030-8618



图 4: 使用 HyperRapid NX 皮秒激光器切割的不同 PCB 材料的横截面。左图: 包含金属层的 1.3mm SiP (使用 HyperRapid NX 绿光皮秒激光器, 切割速度大于 10mm/s)。中图: 陶瓷基板上 250µm 厚的 PCB “指纹传感器” (使用 HyperRapid NX 绿光皮秒激光器, 切割速度大于 40mm/s)。右图: 1mm 厚的 PCB (使用 HyperRapid NX 红外皮秒激光器, 切割速度大于 20mm/s)。

重复频率和每秒钻出 3000 个孔所需要的高功率。

切割 PCB 最常用的激光器是紫外纳秒激光器。但是, 较长的脉宽会导致边缘变色, 从而影响终端客户的外观评测, 而且还会留下碎屑, 导致必须在激光加工后安排清洗环节来清除这些碎屑。但是清洗环节有损坏电路的风险, 并且污染环境。因此, PCB 制造商越来越多地寻求使用红外光或绿光超短脉冲激光器来执行单步切割工艺, 无需清洗环节。在超短脉冲激光器中, 红外光的成本最低、功率最高, 但绿光的加工效果最好, 见图 3 和图 4。

柔性电路

柔性电路由铜和 PI、稀有铜和液晶高分子材料 (LCP) 等柔性聚合物层压而成。为了提供必要的柔性, 它们比厚度在 100~300µm 范围内的刚性 PCB 薄得多。最重要的激光加工

工艺仍然是钻孔和切割。多年来, 这些任务主要由波长 355nm 的纳秒紫外激光器完成。由于对“窄切割缝隙、复杂曲面和多样切面轮廓”的应用需求不断增加, 现在很多 PCB 制造商都希望逐渐过渡到使用皮秒紫外激光器。最新智能手机 OLED 显示屏背面的紧密折叠电路就是一个典型例子。此外, 纳秒激光器的重复频率被限制在几百 kHz, 而皮秒激光器的重复频率可以达到几千 kHz。

如前所述, 较低的烧蚀阈值配合较短的脉冲, Coherent 相干公司的 HyperRapid NX 355 激光器的切割速度可达到纳秒激光器的 10 倍。在具体演示中, 当激光器的运行功率为 50W、重复频率为 5MHz 时, 对于厚度高达 130µm、切割宽度小于 50µm 的聚酰亚胺柔性电路板, 有效切割速度高达 1000mm/s。

这些先进超短脉冲激光器采用了一项名为“Pulse EQ”的重要功能,

这也是它们产生的热影响区较小的原因之一。当激光通过振镜在材料表面扫描复杂图形进行加工时, 直线和曲线部分的切换必然造成扫描速度的变化。使用固定的脉冲重复频率, 会使激光在曲线部分逗留时间过长, 从而造成切割拐角的热影响区扩大。而使用 Pulse EQ 技术后, 激光器的脉冲重复频率受控于振镜, 更为重要的是, 无论扫描速度如何, 单脉冲能量都保持在恒定水平。这样可以保证在切割轮廓的各个角落, 都能提供同样高的切割质量。同时, 振镜的控制卡可以通过算法改变激光器的重复频率, 保证激光脉冲的空间分布, 以达到直线和曲线部分的切割效果相同。

而且, 这些超短脉冲激光器钻孔的质量相较于纳秒激光器有明显改善 (见图 5)。现在, 柔性电路板制造商都希望通过一种激光器同时完成钻孔和切割任务。因此, 这些超短脉冲激光器已蓄势待发, 将在这两种任务中大显身手。

总结

刚性电路板和柔性电路板的一些微加工要求, 正在超出较长脉冲激光加工方法的极限。幸运的是, 最新的超短脉冲激光器能以卓越的加工品质和较快的加工速度, 满足这些日益严苛的应用需求。□

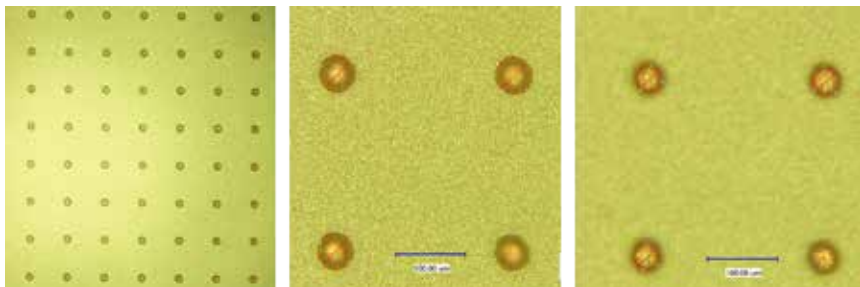


图 5: 柔性电路板上的盲孔。使用 HyperRapid NX 355 紫外光皮秒激光器在 10W 功率下, 以 1MHz 的重复频率在 30µm 厚贴有 ABF 的铜上钻取直径为 50µm 的孔。钻孔速率为每秒超过 3000 个孔。这些孔几乎没有锥度。在中间的图像中, 显微镜聚焦在孔的顶部, 在右边的图像中, 显微镜聚焦在孔的底部。