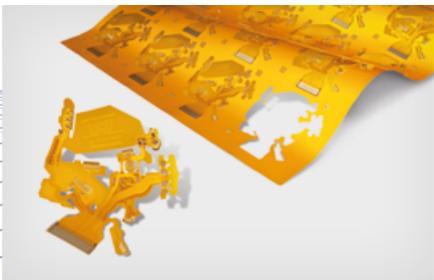
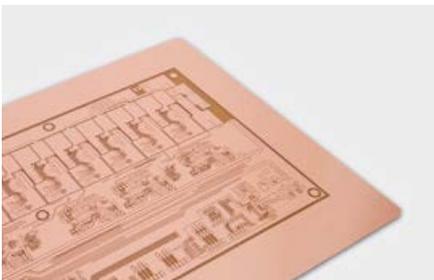
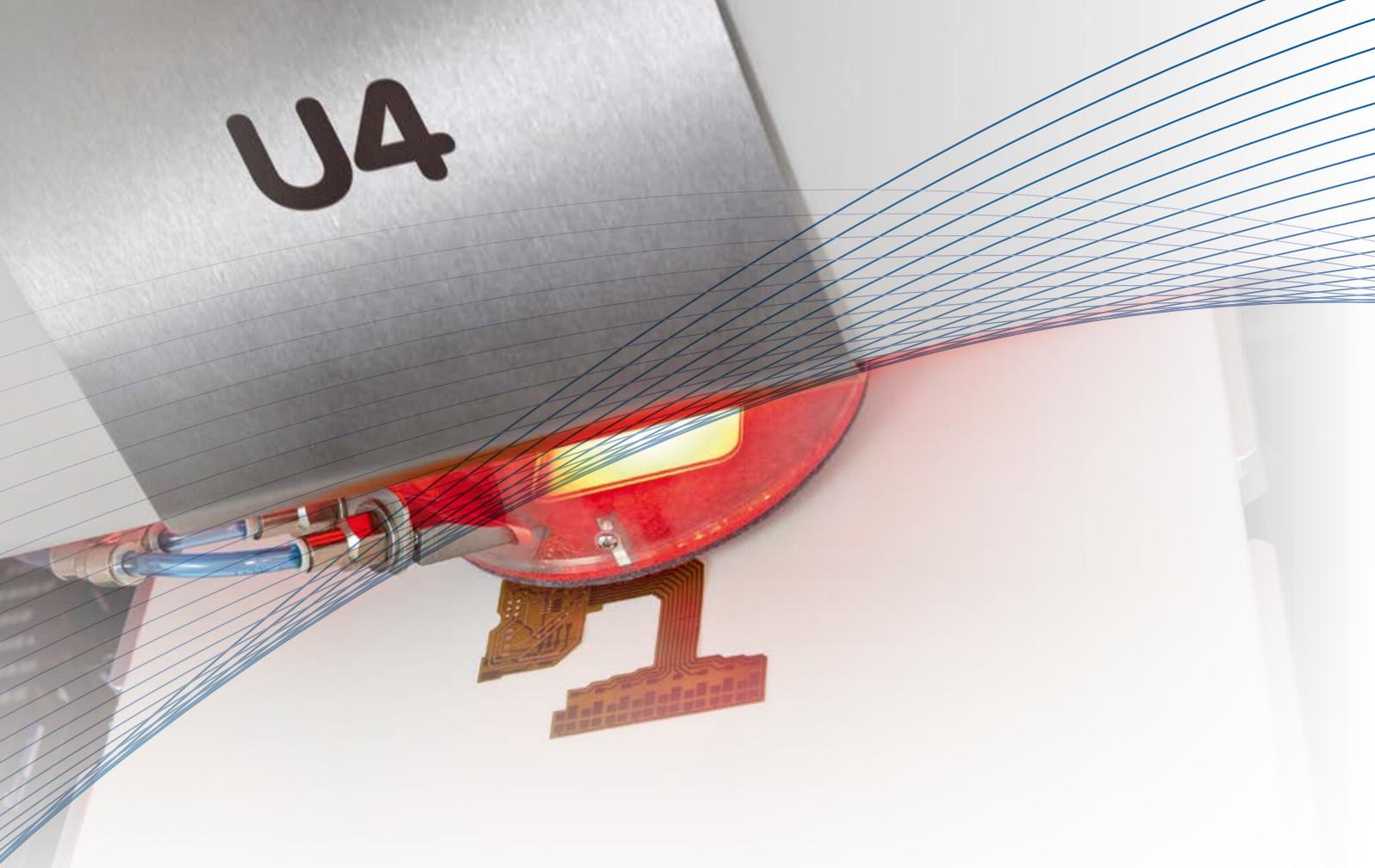


# 顶级柔性激光精密加工系统 实验室里的瑞士军刀 LPKF ProtoLaser U4



**LPKF**  
Laser & Electronics



# 实验室精密微加工系统

LPKF ProtoLaser 系列引领全球电子研发领域已多年。LPKF ProtoLaser U4 通过大量的应用实验，不断扩大其加工范围。

LPKF ProtoLaser U4 应用样例将会在以下内容中进行解释说明，它凭借独特的紫外激光，即使是加工相对特殊的样品，也可轻松应对。系统加工过程无需接触，无需刀具及掩膜，避免了对工件产生机械应力和热应力。

## 紫外激光多用途激光工具

LPKF ProtoLaser U4 采用波长为 355 nm 的紫外激光，通过扫描电镜引导激光加工方向进行电子实验的研发，在这个波长范围内，大量材料可通过激光进行加工-无需刀具和掩膜。

通过扫描电镜加工区域的拼接，使得整个加工区域可达 229 mm x 305 mm x 10 mm，微小的激光光斑，能够在 18 μm FR4 覆铜板上制作 65 微米的节距线路 (50 μm 线宽，15 微米间距)。

ProtoLaser U4 较之前版本的升级主要体现在三个方面：

## 加工稳定性强

对于加工复杂、敏感的材料需要一个稳定的UV激光。新的紫外激光光源则是针对这部分需求而研发的，并且所涉及到的加工能量范围非常稳定。特别是对薄膜电路或者精密材料的应用是非常有针对性的。

## 加工过程可记忆，可追溯

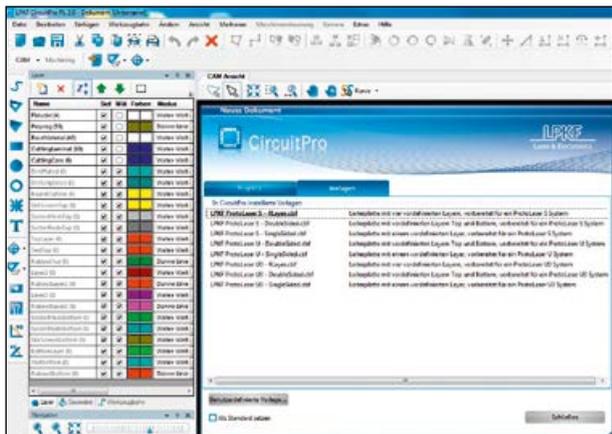
集成在工作台面的激光功率计确保了激光在聚焦位置的实际功率，不同材料激光加工的实际参数可以以经验参数的形式记录在软件中，便于后续再加工。

## 全新的 CCD 定位系统

LPKF ProtoLaser U4 采用了全新设计的 CCD 定位系统，靶标识别速度更快，优化了激光材料的微加工。不仅能识别标准的靶标图形，其他多种几何结构图形均可准确识别。

- 操作方便
- 数据处理机器驱动更快
- 更高精度加工特殊区域
- 完美的 LPKF 软件

界面友好的 LPKF CircuitPro PL 系统软件可以接受多种数据格式，提供多种材料的加工参数数据库，用户可依靠强大的加工参数数据库满足多种材料的加工需求，无需逐步探索测试。

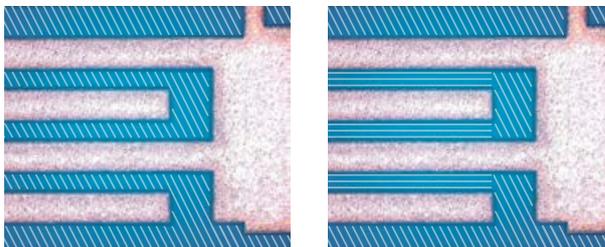


### 在电脑以及激光系统上更快的反馈结果

LPKF 系统程序设计的非常完美，新软件 LPKF CircuitPro 令人印象深刻：一致、直观的操作，自动生成路径加工任务，最优化的算法，某些计算和操作过程中不再需要，同一台计算机上，加工路径的计算时间比之前快了十倍，加工时间也缩短了。

### 特殊区域加工

研发取得突破在于 CircuitPro PL 系统对于特殊区域加工的说明。软件能够识别精细节距线路区域，并且在去除细线路之间的铜箔时，将路径计算为平行于细线路的轨迹。这样的加工工艺相比之前的加工方式，大大降低了对精细线路附近基材的损伤，最终形成完美的线路图形。



左侧：旧版本软件对精细节距区域的计算方法；右侧：新版软件对精细节距区域的加工过程。加工轨迹与细线路保持平行，整个过程对精细线路无损伤，并提高了精度。



加工路径基于软件的优化设计达到无缝对接

### 孤岛跳跃式加工

通过扫描电镜对加工区域的完美拼接，激光系统可加工大面积电路板，且优化的加工路径，避免了对跨越扫描电镜范围区域的二次加工。

CircuitPro PL 软件新的加工路径是沿着现有结构去分配扫描电镜的运动轨迹。这样减少了处于扫描电镜边界区域的二次加工，提高了整板精度。

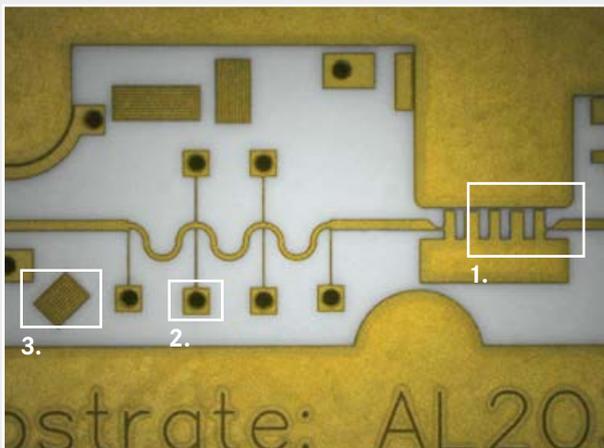
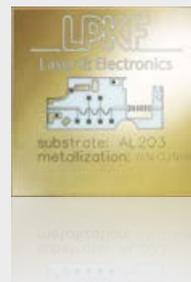
# 应用领域

LPKF ProtoLaser U4 可加工所需材料, 加工过程可靠, 精度高。ProtoLaser U4是一款柔性的加工工具, 为产品研发提供了多种可能。在新产品开发过程中, 该激光机不仅能加工一些常见材料, 而且还能加工一些特殊材料; 不仅能够用激光直接形成复杂的电路图形, 而且在其他设备配合下也能出色完成多层板的制作。

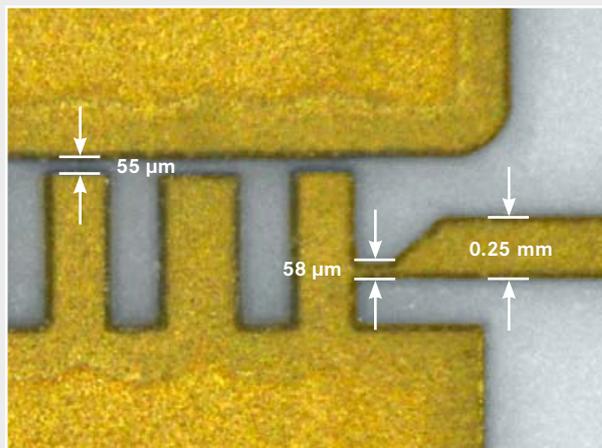
## 敏感材料上制作精细结构

烧结的陶瓷由于其本身具有的电气性质, 硬度, 以及不受环境因素的影响, 使之其在电子应用领域扮演了非常重要的角色。

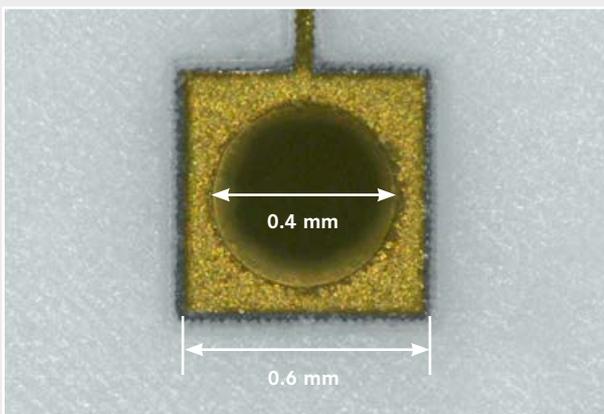
ProtoLaser U4 能够在陶瓷上制作高精度线路, 如右图所示 (照片所示 25 mm x 25 mm 陶瓷基材上成型的电路图形) 加工这个图形仅用了几分钟的时间, 细节部分展示了紫外激光加工卓越的加工能力。



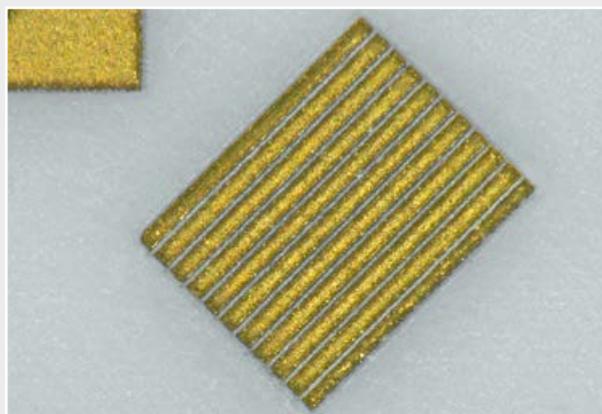
电路图形精细节距部分展示



1. ProtoLaser U4 提升了精细电路的制作, 即使对于复杂的图形, 也能形成高精度的几何尺寸



2. 钻 0.4 mm 孔后激光再直接形成一个方形焊盘

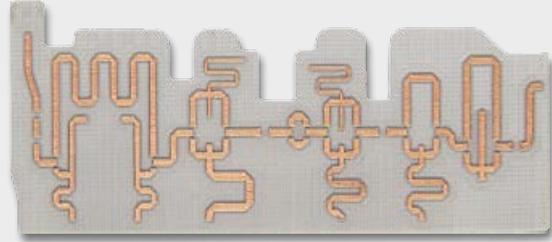
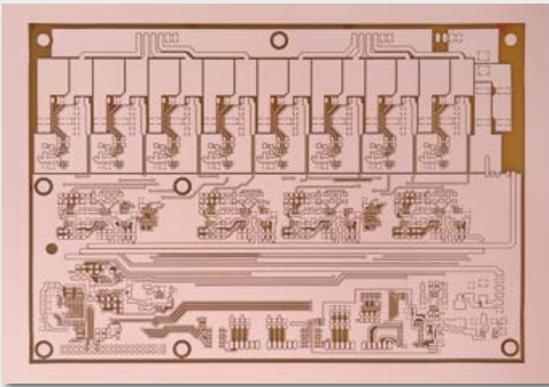


3. 50 μm/15 μm 的线宽/间距, 135° 角

## 加工电路板

激光可以直接在FR4这样的覆铜板基材上沿着线路边缘直接形成绝缘沟道, 然后去掉不需要的铜。

由于有良好的加工精度, 数字和射频技术的电路 LPKF ProtoLaser U4 也能轻松应对。



LPKF ProtoLaser U4 可以制作普通PCB板或者高精度几何图形的射频板

## 分板, 钻孔

激光束不仅能够精确去除表面金属层, 而且还能够切割基材。激光脉冲按照材料的需求进行设置。Circuit PL CAM 软件参数库可满足多种材料的加工需求。

紫外激光束能够将单个PCB板从坯板上分离下来, ProtoLaser U4 激光束精确聚焦, 迅速将材料分解粉碎, 无残余, 切割边缘整齐干净。即使元器件紧贴切割边缘, 也不损坏任何线路将整版进行分离切割。激光可将硬板从软硬结合板中分离或者在多层板进行开窗。激光钻孔实际上是根据给定的参数进行旋转切割, LPKF ProtoLaser U4 也可完成这个加工。

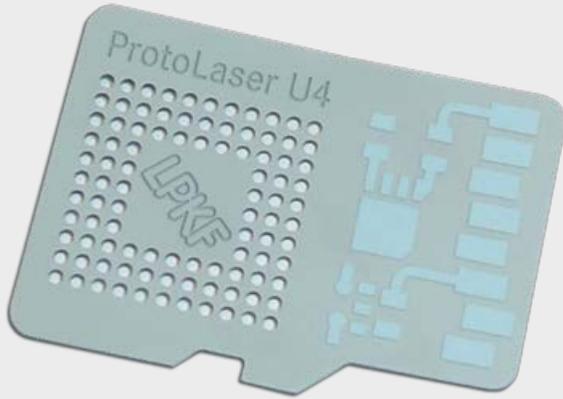
## 双面柔性板制作

ProtoLaser U4 也可制作双面柔性板, 双面覆铜的Pyralux材料, 稳定的激光系统能够对双面覆铜材料进行消融, 而不破坏基材。



## 在 LTCC 上的应用: 切割, 钻孔, 制作精细图形

低温共烧陶瓷 (LTCC) 是薄膜陶瓷片。可用于生瓷, 例如多层板或者烧结后作为可放置芯片的基板, 整体作为元器件使用。LTCC 由于其对机械应力的敏感特性所以不易加工, 但激光加工可以轻松解决这一难题。

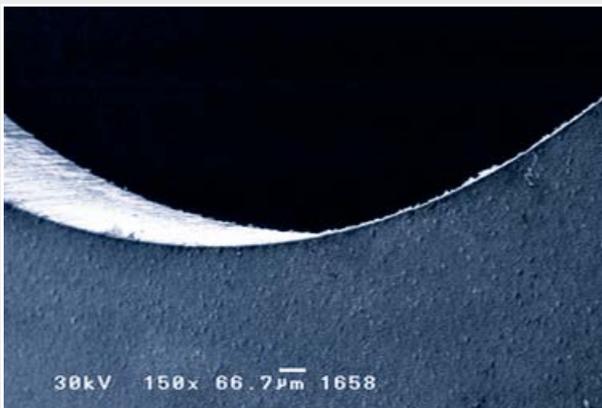


紫外激光束可加工低温共烧陶瓷, 包括成型, 钻孔, 切割及在导电浆料上制作精细图形

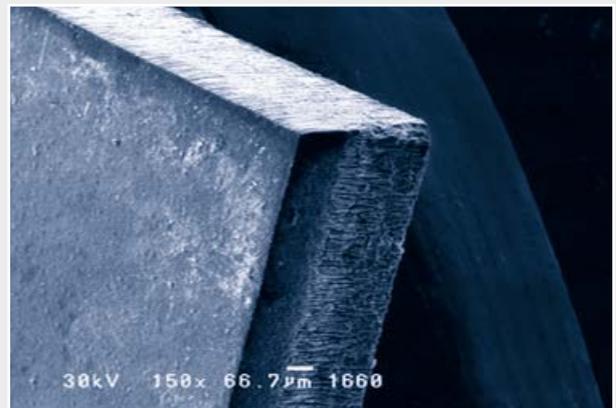
## 加工陶瓷

人们对于烧结后的陶瓷基本需求发生了改变。所需材料使得这些加工部分变得更为复杂。紫外激光束可以对这样的基材进行消融, 钻孔, 以及切割任意轮廓, 热效应更小, 精度更高。

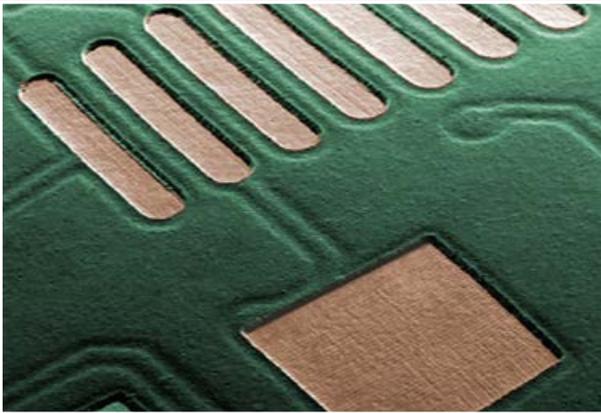
激光直写无需任何接触, 没有任何图形限制。ProtoLaser U4, 一台设备, 可靠性高, 成本低, 精度高 样品电路板或者小批量电路板均可制作完成。



对熟瓷高质量的边缘切割, 边缘平滑



激光陶瓷划片



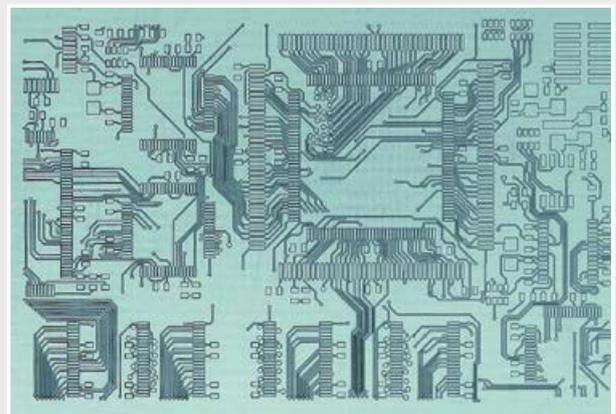
阻焊层开窗

### 覆盖膜开窗

另外一个广泛应用即为阻焊层开窗。电气连接部分被阻焊层覆盖。激光可精确去除阻焊焊盘上的阻焊层且无残留。

### 制作超精细导电结构

紫外激光能够成型精细导线。在这个过程中, 部分线路会被抗蚀剂覆盖。抗蚀层通过激光活化后仍保留在材料上。被保护的线间距经过刻蚀仍会保留。这样高精度的控制过程使得线间距最小可至  $20\mu\text{m}$ 。



在抗蚀层上激光直接制作超精细导线图形, 以便通过快速腐蚀形成精细线路



可加工 TCO

### 加工 TCO/ITO

ProtoLaser U4 加工范围广泛, 只要材料对于激光有吸收特性且基底不同即可加工。

加工玻璃中不可见导电层 (TCO/ITO层) 制作隐形传感器, 天线或者加热器。

## 样品电路板制作全球技术支持

设在德国、美国、日本和中国的全球应用中心愿为 LPKF 激光用户提供支持。分享 LPKF 在激光、材料加工上多年的应用经验, 提供新工艺新技术的专业解答。随着激光成型技术的发展, LPKF 会在设备和工艺上提供更全面的解决方案, 使激光直接成型技术更加系统化, 更加贴近实际生产。

## 从样品制作到小批量生产

如果用 LPKF 激光系统可以得到非常好的加工效果, 为什么不用其进行批量加工? LPKF 的 MicroLine 系列包括了有着不同加工选项的可进行批量加工的紫外激光系统。这些设备的使用者分布在全球各地, 它可用于精细结构的分板, LTCC 的成型, 以及陶瓷的加工。样品制作试验的结果可以很快转移到批量加工系统中。另外 LPKF 还提供了其他的实验室设备: 从 ProtoLaser LDI 无掩膜激光直接成像制作微流体通道且最细通道宽度可达 1  $\mu\text{m}$ , 以及皮秒激光设备 ProtoLaser R 加工精密成型薄膜电路, ProtoLaser 3D, LDS 技术制作三维模塑互连器件。

### 技术参数: LPKF ProtoLaser U4

激光等级	1
最大材料面积 (X x Y x Z)	229 mm x 305 mm x 10 mm
激光波长	355 nm
激光脉冲频率	25 kHz - 300 kHz
加工速度	200 mm/s on 18 $\mu\text{m}$ Cu on FR4
切割速度	200 mm/s 0.5 mm (0.02") FR4*
激光光斑直径	20 $\mu\text{m}$
最细线宽/间距	50 $\mu\text{m}$ /20 $\mu\text{m}$ (2 mil/0.8 mil), on laminated substrate (18 $\mu\text{m}$ Cu)
重复精度**	$\pm 1.98 \mu\text{m}$
主机尺寸 (W x H x D)	910 mm x 1650 mm x 795 mm; 机罩开启状态高度 1765 mm
重量	340 kg
电源	110 V - 230 V; 1.4 kW
压缩空气	Min. 6 bar, min. 230 l/min
其他附件	吸尘器, 空压机, PC

\* 70 repetitions

\*\* Mechanical resolution scanfield



#### Worldwide (LPKF Headquarters)

LPKF Laser & Electronics AG Osteriede 7 30827 Garbsen Germany  
Phone +49 (5131) 7095-0 info@lpkf.com www.lpkf.com

#### Hong Kong

LPKF Laser & Electronics (Hong Kong) Ltd.  
Phone +852-2545-4005 hongkong@lpkf.com www.lpkf.com

#### North / Central America

LPKF Laser & Electronics North America  
Phone +1 (503) 454-4200 sales@lpkfusa.com www.lpkfusa.com

#### Japan

LPKF Laser & Electronics K.K. Japan  
Phone +81 (0) 3 5439 5906 info.japan@lpkf.com jp.lpkf.com

#### China

LPKF Tianjin Co., Ltd.  
Phone +86 (22) 2378-5318 sales.china@lpkf.com www.lpkf.cn

#### South Korea

LPKF Laser & Electronics Korea Ltd.  
Phone +82 (31) 689 3660 info.korea@lpkf.com www.lpkf.com