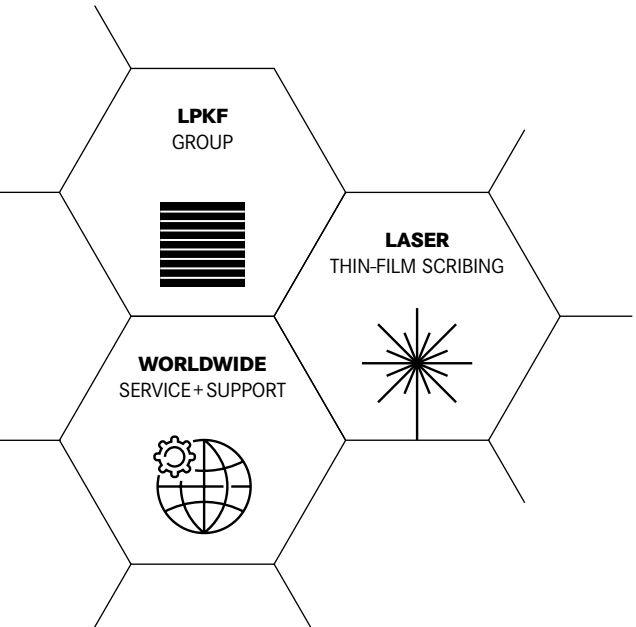
# 先进激光划线系统助力薄膜太阳能电池模组生产

## LPKF ALLEGRO

LPKF
Laser & Electronics

## 言出必行

# LPKF ALLEGRO 激光划线系统




在音乐术语中, Allegro 表示快节奏的乐章。LPKF Allegro 系统不仅工作节奏快, 而且加工精度极高。如果我们把生产薄膜太阳能电池模组的工厂看作一个大型“乐团”, LPKF Allegro 激光划线系统就是一个世界级的顶尖演奏者, 其完美的演奏为“乐团”的终极目标, 即太阳能发电平价上网发挥着至关重要的作用。LPKF 一直处于业内技术发展的最前沿, 致力于为客户研制最高效, 最稳定的薄膜太阳能电池模组制造设备。LPKF 工程技术人员一直在为实现这个目标而努力奋斗。

# 高效系统

## 低投入高产出

在一个大面积、易碎的玻璃基板上刻划超精密的电池线结构，始终是一个非常具有挑战性的任务。同时，激光划线 P1，P2，P3 制程间出现的基板热变形进一步增加了工艺难度。使用 Allegro 激光划线，在电池基板上实现超精密的电池线构造，能够在物理意义上最大可能地将模组的发电效率提到最高。

从初始投资和运营成本的角度上来说，生产效率极高的LPKF Allegro激光划线系统是非常经济的。我们的设计理念不断创新，设备也在客户现场得到大量验证，所以几乎能补偿在整个工艺链中出现的偏差，从而得到最优的电池结构，为取得最高转化效率夯实了坚固的基础。

LPKF SolarQuipment 在激光，控制和驱动等三大领域的造诣已被全球广大客户认可；同时我们还在激光微细材料加工技术上拥有广泛的应用经验。作为 LPKF 集团的一员，SolarQuipment 也充分利用 LPKF 集团积累的大量激光技术应用，集团内资深激光专家团队，以及遍布全球的销售服务网络服务世界各地的薄膜太阳能客户。

15 年来，LPKF 激光划线系统一直在全球众多薄膜太阳能模组工厂成功全天候生产。

### 产能最高

结构紧凑，配备多路光束的一体式工作头使得系统的运行加速度和划线速度最大化，大大降低了设备的工作节拍。工作头移动一次就能在基板上同时刻划出多条电池线。基板上下料系统尽最大可能地与加工过程同步并行，极大地提高了设备产能，降低了生产成本。

### 模组转化效率最大化

即使仅一个电池节表现差，也会大大影响整个电池模组的性能。因此，在 P1 工艺中，最关键的一步是在基板上做出超精密的电池线布局，使得电池尺寸分布均匀，宽度一致。接着参照 P1，精准地在基板上划出 P2 和 P3 线。刻划精准的 P1 和带有动态跟踪系统的 P2、P3 能显著增加模组的有效发电面积，从而使模组的转化效率最大化。

### 可用性最佳

LPKF Allegro 结构坚固，维护少，服务简单。该系统在设计制造中具有三大特点：用来输送玻璃和驱动工作头的免维护空气轴承；工作寿命长的激光光源；预先校正好的光路系统。这些特点极有效地缩短了计划内宕机时间和计划外宕机间，从而提高了系统的可用性。

### 成本效益高

动态优化的设备结构，精准的刻划性能，以及成本最小化的设计理念，使得 Allegro 成为了成本效益极高的薄膜太阳能模组激光划线技术解决方案。

## 系统核心部件

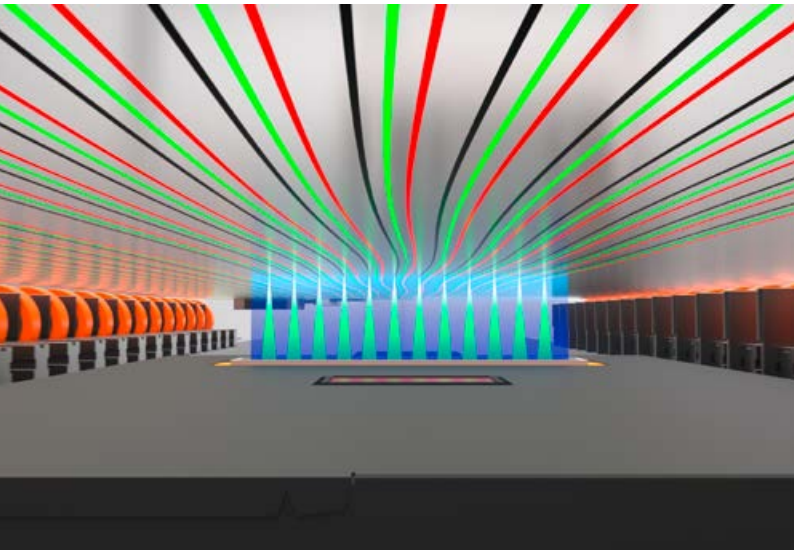
# 工作头

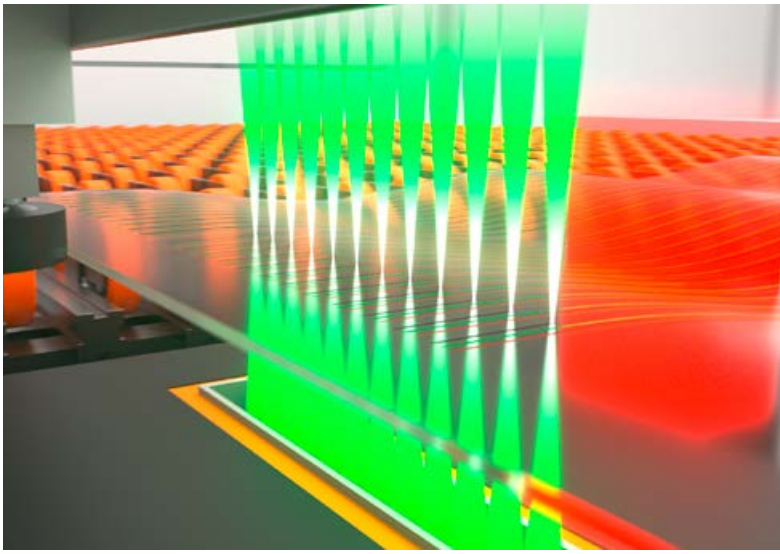
坚固的设备基座是系统具有高精度、高动态性能以及高可靠性的基础。实际上刻划是由 Allegro 上可移动工作头完成的，这也是系统的核心部件。

Allegro 主要的设计理念有两点：一是通过往复驱动经过动态优化的激光工作头进行刻划；二是把所有激光部件通过最佳协调整合在一起。这样，关键功能就可以整合在一个结构紧凑的工作头里。工作头可以射出多路平行光束，经过动态对焦，精确地聚焦在要刻划的膜面上。

Allegro 采用了一系列高智能、低成本、高效益的设计理念，最大程度上提高了模组的转化效率并降低了死区面积。同时，工艺稳定性也得到了极大地提升。

LPKF Allegro 是个高容错系统。在整个薄膜太阳能制造链中，玻璃基板的外形尺寸可能会出现变化，系统可以自动补偿由于热效应引起的玻璃基板变形和翘曲，从而消除了既浪费时间，又浪费成本的刻划预冷却步骤。





### 动态路径跟踪

P2 和 P3 设备上的动态跟踪系统可在最大程度上降低电池线之间的间距 (P1 线与 P2 线, P2 线与 P3 线之间)。在刻划 P2或 P3 线的过程中, 工作头上的传感器探测到前一道电池线的位置, 然后修正所有光束的刻划路径。光束之间的距离非常小, 所以只要采用一个传感器就能保证所有的光束能够参照前道电池线来进行精准刻划。动态跟踪系统降低了电池线之间所必需的安全距离, 使用最小的投入却最大程度上提高了模组的转化效率。

### 动态对焦系统

高温沉积工艺导致的玻璃基板翘曲变形或窗口工艺变小, 都会损害激光划线效果, 从而降低了模组的转化效率和工艺稳定性。采用动态聚焦系统, 可保证刻划时光束的有效加工焦深全部位于模组的工艺窗口内, 因此在不增加设备复杂性的情况下, 就能在翘曲变形的玻璃基板上或小窗口工艺中取得最优的刻划效果。

## SOLARMASTER 用户图形操作界面

Allegro 系统除了配备了优良的硬件外, 还安装有功能强大的用户图形操作界面 (GUI), 使得设备更加易于使用。SolarMaster 直观的图形操作界面, 在研发设计时全面考虑了人体工程学, 这使得常规操作和设定加工工艺更加简单, 方便, 人性化, 同时也大大避免了误操作。

此外, 设备设定用户还配备了特殊支持功能, 可迅速地获取最优的工艺参数。SolarMaster 可提供三种用户模式, 用来管理不同权限的用户登录。

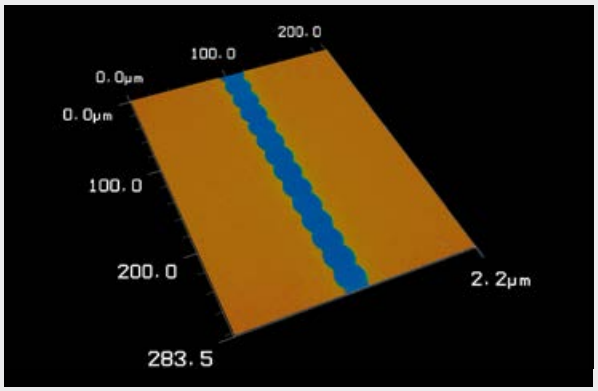
## LPKF 技术应用中心

# 您成功的起点

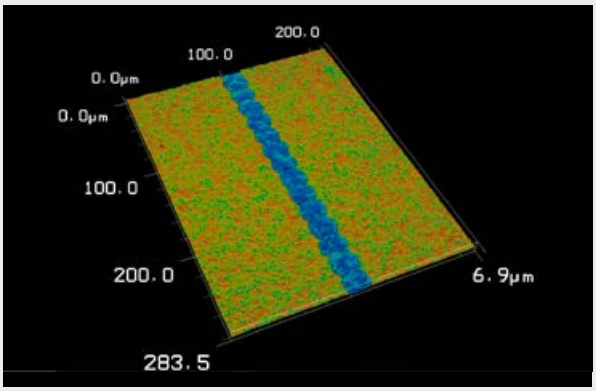
LPKF SolarQuipment 在德国拥有一个先进的薄膜太阳能技术应用中心。在这里, LPKF 专业技术团队, 从技术与成本两方面着手, 致力于为客户开发最佳划线技术解决方案。

LPKF 德国应用中心配备了尖端的实验室划线系统和多种最先进的分析仪器。

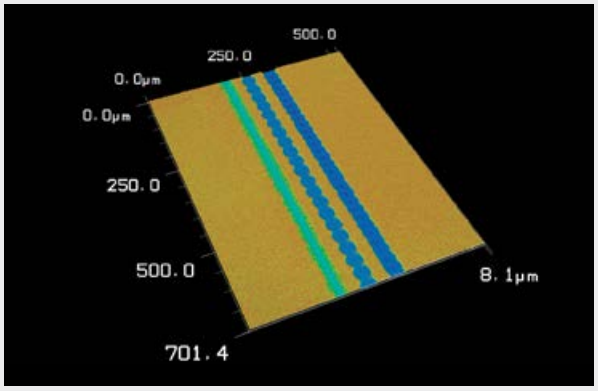
应用服务包括对不同材料的刻划工艺研究, 样品检测, 可行性分析, 提供解决方案以及为工艺优化实施检测。



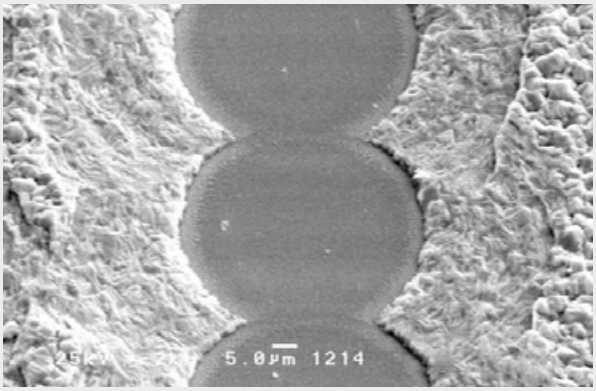

Perovskite: P1 工艺, 最佳脉宽: 划线边缘无毛刺, 玻璃无损伤, 无微裂隙。




CIGS: P3 工艺, 选择性地划掉前电极, 没有翻边, 也不会对吸收层造成热影响




死区最小化: 三道划线工艺完美配合, 有效发电面积最大, 模组转化效率最高




激光划掉目标膜层材料的电镜扫描照片, 用于精确观测工艺过程。使用 EDX (能量色散X射线光谱仪), 可定量分析工艺区域内化学元素构成以及百分比含量。

## 最先进的划线设备, 最理想的刻划效果

- 用于实验室研发的薄膜太阳能激光划线系统 LPKF Presto
- 高速扫描振镜与多面扫描振镜用于制作复杂的 2D 图形
- 多种激光光源可选 (从纳秒到飞秒, 从红外到紫外), 以取得最佳的材料加工效果
- 用于激光光斑形状整形与能量整形的特制光学部件
- 使用特殊摄像头对激光光束的特征与优化进行分析
- 激光吸收以及透过率检测, 便于选择最适合的激光光源
- 使用 3D 激光扫描显微镜观测膜层刻划质量, 如测刻划深度
- 带有 EDX 功能的电子扫描显微镜, 用于高分辨率图像分析和化学元素成分测量

**如有任何需求, 请联系我们**

## 德国 LPKF – 激光微加工领域的技术引领者

德国 LPKF 激光电子股份公司是一家为工业领域提供激光技术解决方案的头部供应商。公司成立于1976 年, 在欧洲拥有四个生产基地, 并且在美国、中国、日本、韩国均设有分公司, 同时我们的销售合作伙伴遍布全球的多个行业。LPKF 激光系统在电路板、半导体芯片、汽车配件、薄膜太阳能模组以及其他部件的生产制造中发挥着关键的作用。

LPKF SolarQuipment GmbH 隶属于 LPKF 集团, 坐落在德国图林根州的苏尔市。15 年如一日, 一直专门从事薄膜太阳能划线设备的研制。作为薄膜太阳能激光划线领域的技术领导者, 我们将激光、控制以及驱动技术与我们在激光微细材料加工领域积累的丰富经验结合起来, 研制出出新型、优质、先进的激光系统, 以满足全球客户的需求。

我们全力支持薄膜太阳能模组制造商以其定制化的方式制造出高转化率的终端产品。LPKF 对光机电技术的结合, 应用开发以及最优制造工艺的分析和配置都非常重视。同时, 也为客户提供安装和调试服务。

客户在生产制造中可随时联系 LPKF 工程师。同时, 如有必要, LPKF 工程师也可亲赴客户现场, 为其提供技术服务与设备维护。每天, 全球有超过一百台的激光划线系统全天候稳定运行, 确保薄膜太阳能模组的顺利生产, 以此满足客户的需求。

| 技术参数: LPKF ALLEGRO 系列 | |
|---|---|
| **适用太阳能技术** | CdTe, CIS, CIGS, Perovskite |
| **激光波长** | 红外1064 nm, 绿光 532 nm 或紫外 355 nm |
| **激光脉宽** | 纳秒激光到飞秒激光 |
| **划线宽度** | 取决于光源波长和光路结构 |
| **线间距** | 电机驱动调节或自校准 |
| **工作模式** | 正切, 背切均可 |
| **光束数量** | 多路光束, 据客户要求而定 |
| **基板尺寸** | 按客户需求 |
| **基板厚度** | 2 mm – 6 mm (0.08” – 0.24”) |
| **基板材料** | 浮法玻璃 |
| **除尘系统** | LPKF HighVacuum 500* |
| **MES 接口** | OPC 服务器 / SEMI 连接性标准 E30 |
| **操作软件** | LPKF SolarMaster |
| **可选项** | 在线质量检测系统<br>动态路径跟踪系统<br>动态对焦系统 |

* 高真空除尘过滤系统: 筒式滤芯清洁与收尘设计; 滤芯与滤筒的更换步骤经过优化, 避免有毒粉尘泄露。HEPA 级滤袋为选配。

照片可能包括选项附件


LPKF Laser & Electronics

**Germany**
LPKF SolarQuipment GmbH
Mittelbergstraße 17 98527 Suhl Germany
Phone +49 (0) 3681-8924-0 Fax +49 (0) 3681-8924-44
info.solar@lpkf.com www.lpkf.com

**China**
上海: 上海市嘉定区金沙江西路1555弄慧创国际390号2楼 邮编: 201803
电话: 021-3950 1051 传真: 021-3950 1051-813
网址: www.lpkf.cn 邮箱: sales.china@lpkf.com


Part of LPKF Group

Made in Germany


LPKF AG, 290721-CHI



www.jenko-sternberg.de

©LPKF 激光电子股份有限公司, LPKF 保留在未作通知的情况下变更产品规格和其它产品信息的权利。LPKF 及其子公司生产的产品和设备已在美国和其它国家获得专利。本资料中产品名称只用于进行识别, 该名称可能是相关企业产品的商标或者注册品牌。产品和品牌名称是 LPKF SolarQuiment GmbH 的商标, 已在美国专利和商标局注册: #3,494,986; Allegro®, #3,514,950.