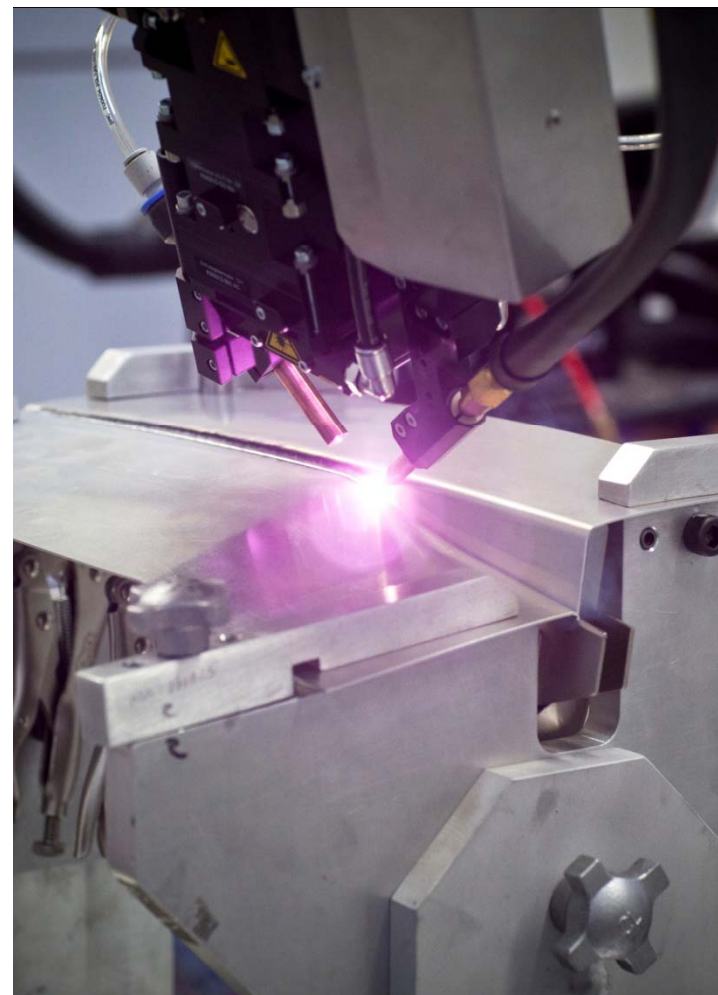




高功率半导体激光器在工业领域中的应用

于可鉴

中国地区
技术支持 经理



高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

Laserline – 概况

Laserline – 公司简介



- 总部位于德国Mülheim-Kärlich
- 创建于1997
- 私营企业
- 员工170人



- 工业用大功率二极管激光器行业的领导者
- 跨国公司
- 世界范围 > 2000 台使用中的Laserline激光器
- 中国，美国，韩国，日本均设有分公司

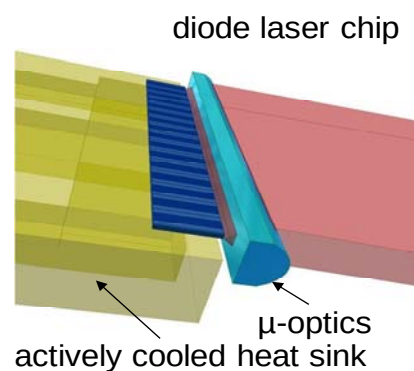
高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

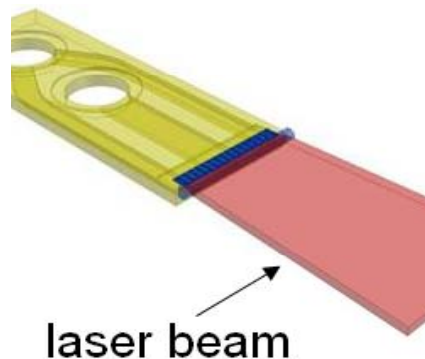
- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

半导体激光器原理及其特点

半导体激光器工作原理 – Laserline

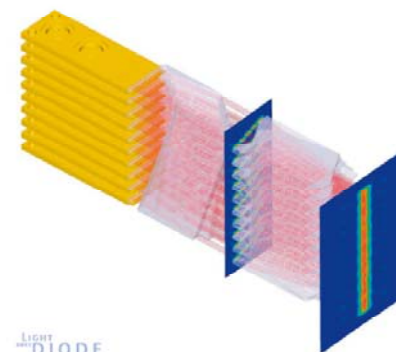


● 二极管芯片(1)



● 二极管巴条 (2)

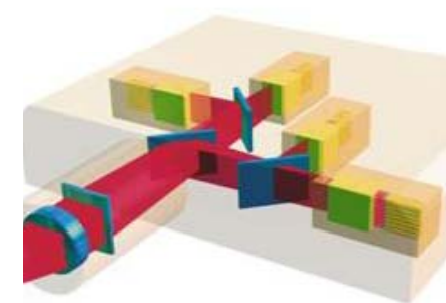
● 200 W 输出功率



● 二极管堆栈 (3)

● 500 W 至

● 2.0 kW 输出功率



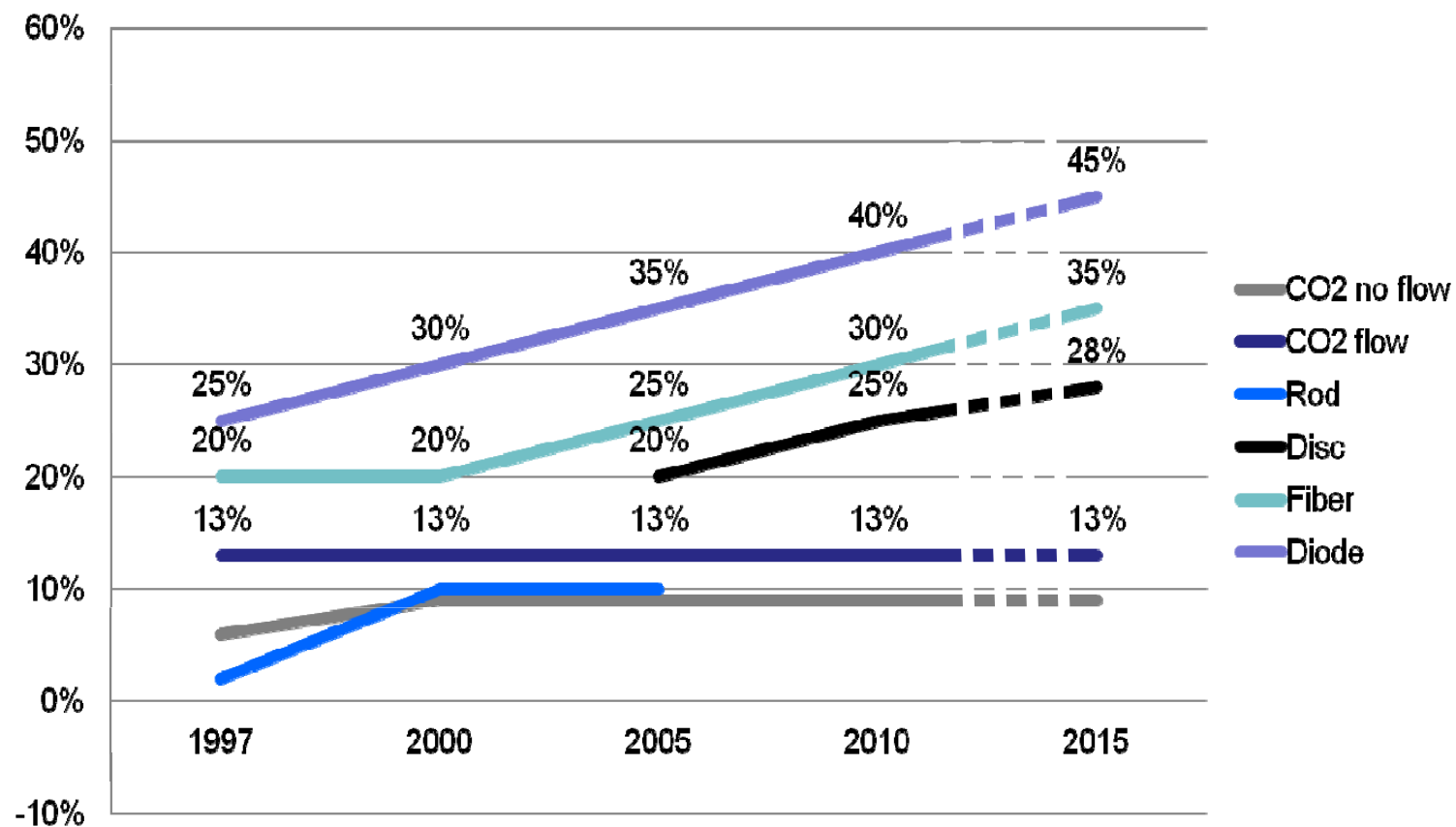
● 二极管激光头 (4)

● 15 kW 输出功率

● 采用偏振及波长耦合技术

- 位于巴条前端的二极管芯片(1)发光，通过堆叠巴条(2)形成堆栈(3)，通过光学整形系统将堆栈发出的激光整形，并使用波长及偏振耦合等方式(4)将其耦合到一点，最终通过光纤传输至加工位置。
- 整个过程采用二极管主动冷却技术: 将设计最大程度集成化，节省成本，延长使用寿命。
- 基于二极管堆栈技术的集成打包技术有效的减少了元件数量
- 模块化，坚固的产品设计

成熟激光技术的宏观比较 光电转化率的发展过程[%]



高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

半导体激光在工业中的应用

历史 -12年用于多种量产车型的成功实例



首次应用在Audi A3:

- 于 2001 年
- 行李箱盖钎焊



最新一代 Audi A3:

- 于 2012 年
- 顶盖及后盖钎焊

-> 今天，在世界范围内，已有超过**400**台**Laserline**的二极管激光器正在适用于白车身的工艺中
其中，仅中国地区就有超过**100**台用于白车身焊接

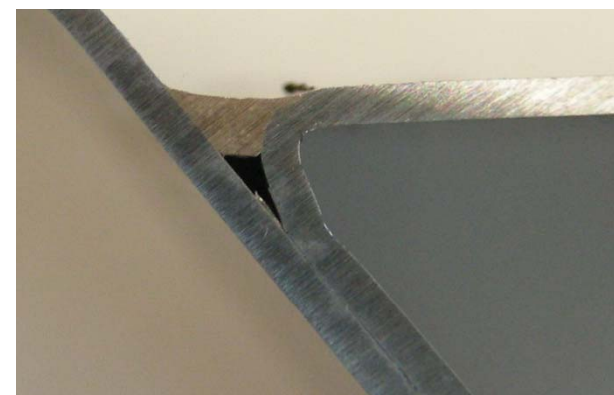
半导体激光在工业中的应用 车身工艺中的钎焊



- 外皮应用需求
 - 焊缝紧密
 - 无需再加工
- 主要应用
 - 车顶
 - 行李箱盖/后盖

- 优势
 - 减少成本
 - ▶ 无需额外所料装饰
 - ▶ 物流成本低
 - ▶ 无需接缝密封
 - 增加新设计可能性
 - 增强车身强度
 - 减轻车身自重(车顶)
 - 增强接缝抗腐蚀性(车顶)

半导体激光在工业中的应用
车身钎焊- 车顶焊接视频



二极管激光器在汽车白车身工艺中的应用 车身钎焊- 应用案例



高功率半导体激光器在工业领域中的应用

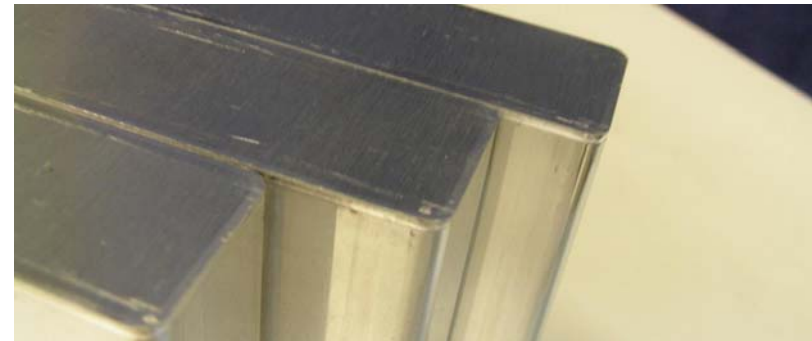
Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

Heat Conduction Welding

Application Examples for Steel Welding

- Heat conduction welding of Battery Housings, Steel and Aluminum
- LDM or LDF
- Spot 0.6 up to 0.9 mm
- Several meters per minute welding speed



二极管激光器在白车身焊接中的应用 车身外表的铝合金熔焊



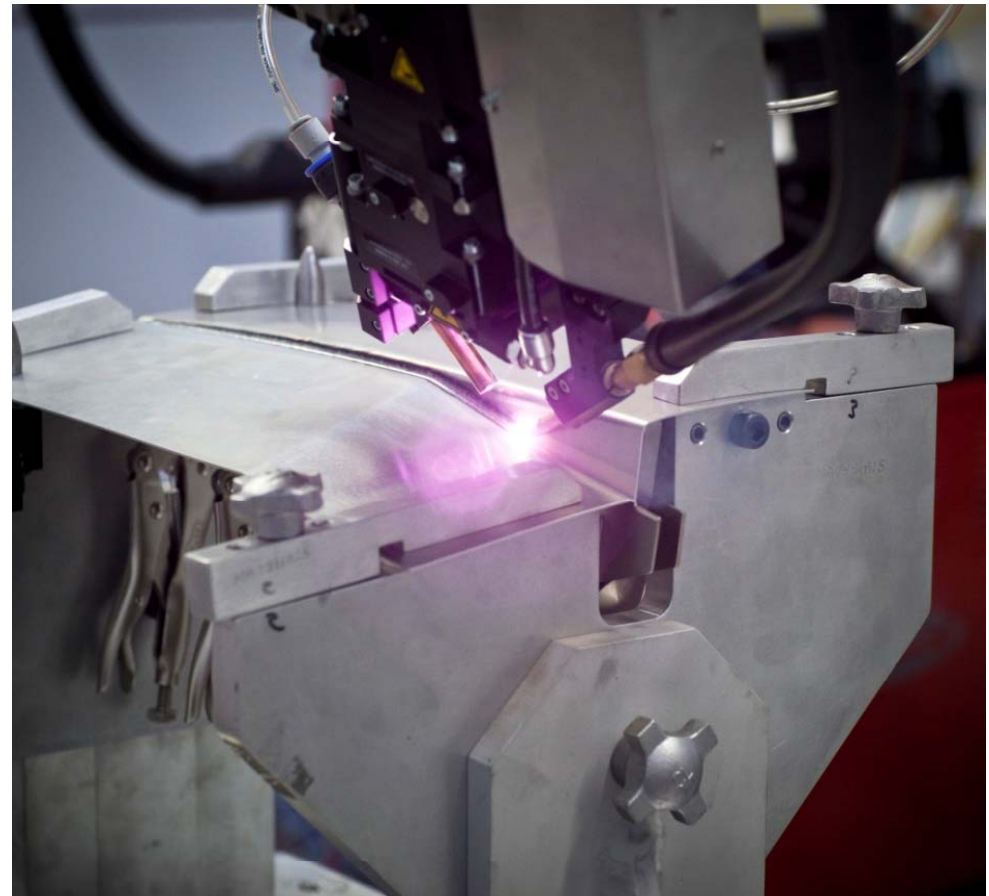
二极管激光器在白车身焊接中的应用 铝合金车身熔焊

工艺参数:

- 集中热量输入: I 光束将填丝熔化并焊接到基材中
- 焊接速度 2 至 5 m/min
- 光斑直径: 0,6 mm
- 激光器型号: LDF 4000-30
- 焊接镜头:
Scansonic ALO3 带铝焊选配组件

优势:

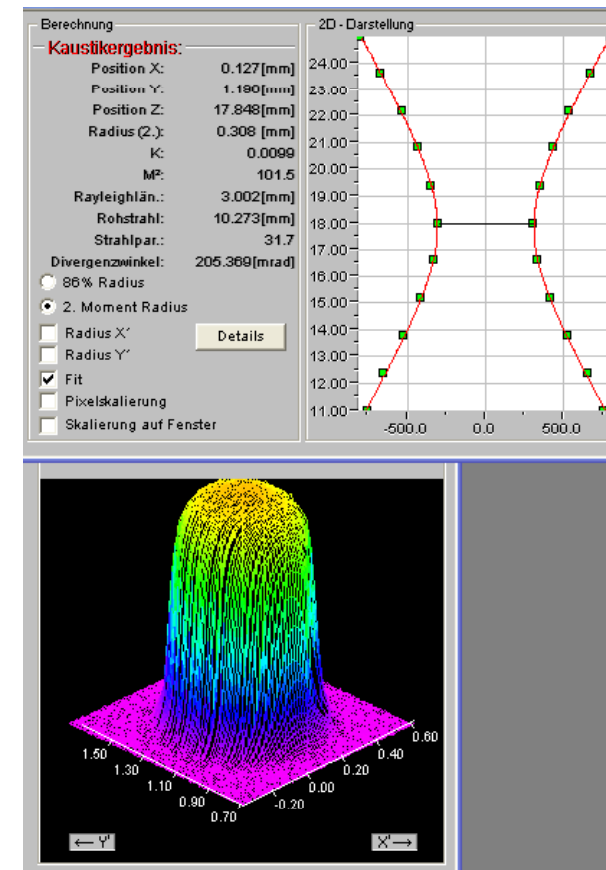
- 因回射率小, 有力的保证了二极管激光器在焊接中的工艺稳定性



镀锌钢板的熔焊

使用 Highyag Bimo 焊接镜组进行熔焊

- 常用于车体结构焊接
- 常用激光类型LDF 4000 – 30
- 加工镜组HIGHYAG Bimo
- 1:1 光斑放大比例
- 常用焊接参数:
600 μm 光斑直径
200 mm 加工焦距



高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

Cladding Basics

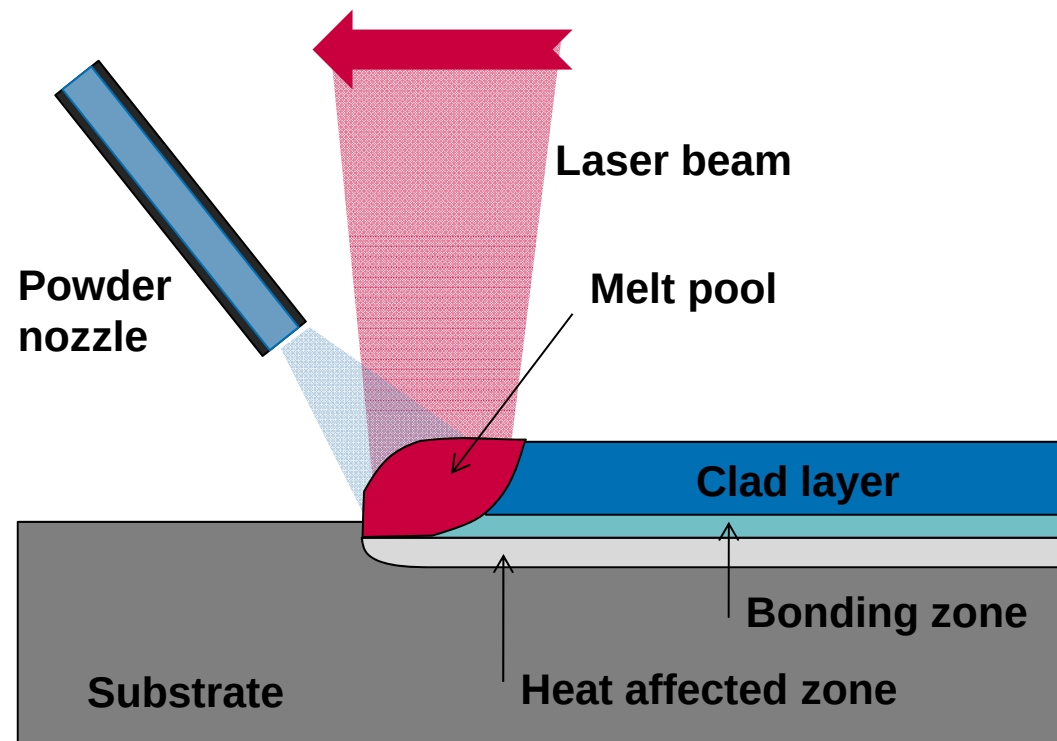
Cladding and Coating - Basics

Process:

- Powder and assist gas is fed into the laser beam coaxially or off-axis
- Laser beam melts powder onto base material

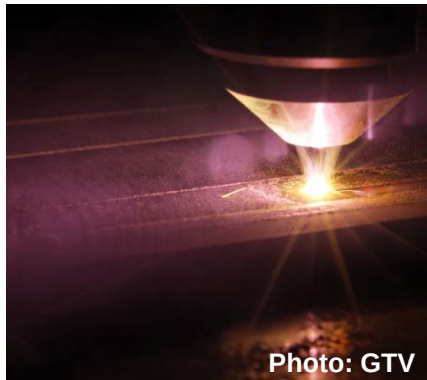
Advantages:

- Much thinner bonding zone than with conventional techniques (PTA)
- Lower dilution and thinner layers
- Less powder necessary
- Better adhesion than conventional techniques
- Small heat affected zone



熔覆基础

不同熔覆技术



	热喷涂	传统堆焊	激光熔覆
层厚 [mm]	0.05 – 0.15	1 – 3	0.15 – 1.5
层宽 [mm]	大面积	4 – 6	1 – 15
热影响区域 [mm]	0.2 – 0.5	2 – 4	0.4 – 2
熔覆质量	多孔	致密	致密
微观结构	细腻	粗糙	细腻
连接类型	机械	金相连接	金相连接
应力形变	低	高	居中

Cladding Basics

Process Efficiency – Wavelength Comparison

- 1 μm radiation has better absorption in material than 10 μm radiation
- Less laser power needed to achieve same cladding results
- High heat input leads to distortion of parts and coarser grain structure of the deposited layer

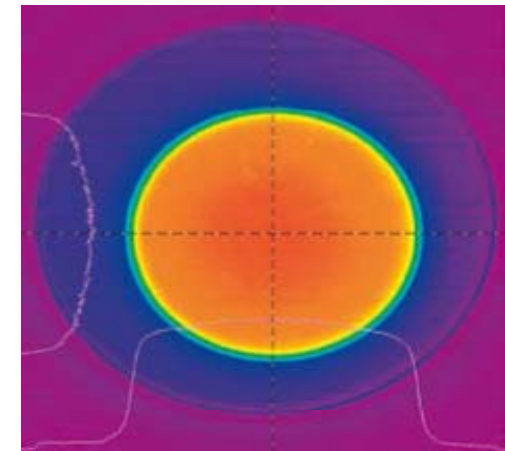
	CO ₂	Diode
Power [kW]	5	3
Speed [mm/s]	15	15
Width of clad [mm]	5	5
Speed of clad [mm ² /s]	75	75
Amount of clad [kg/h]	2.16	2.2

Data: IREPA, Strasbourg, France

Cladding Basics

Laser Requirements

- High reliability and stability
 - ⦿ *Parts can take many hours*
- Homogeneous top hat beam profile
 - ⦿ *Allowing for tailoring of the deposition process*
- Fiber coupled
 - ⦿ *Laser head removed from process, in controlled, clean environment*
 - ⦿ *Easy to integrate in robotic systems*
 - ⦿ *Full 3-D capability*
- Efficient
 - ⦿ *Process requires high laser-on time, efficient laser system will save energy and money*
- Beam quality tailored to process needs
 - ⦿ *High beam quality needed for fine repair work*
 - ⦿ *High power low beam quality for “paving”*
 - ▶ *One laser does not fit all needs*

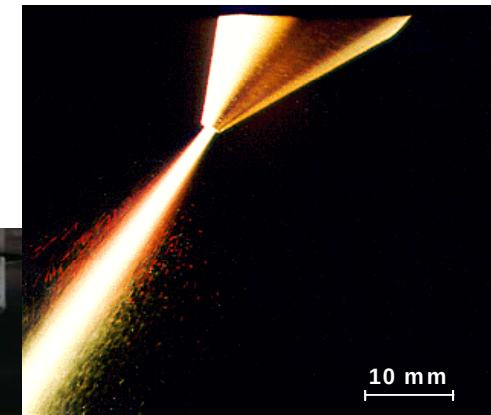


Cladding Basics

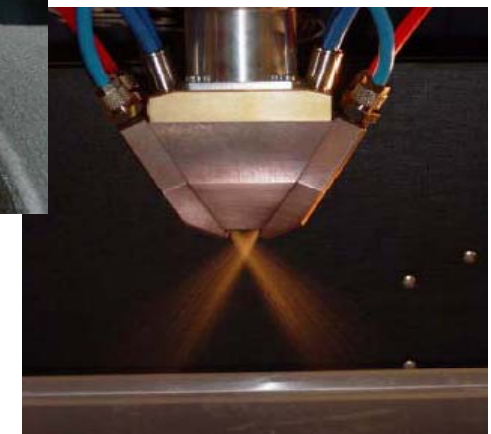
Nozzle Configurations

- Off axis
 - ⦿ *Affordable*
 - ⦿ *Quick setup*
 - ⦿ *High accessibility*
- Coaxial
 - ⦿ *High precision*
 - ⦿ *Results not dependent on direction*
- Dual off axis / line
 - ⦿ *High throughput*
 - ⦿ *Useable in multiple directions*
- Fiber delivered diode works with any nozzle

Source: Fraunhofer ILT



Source: Fraunhofer IWS



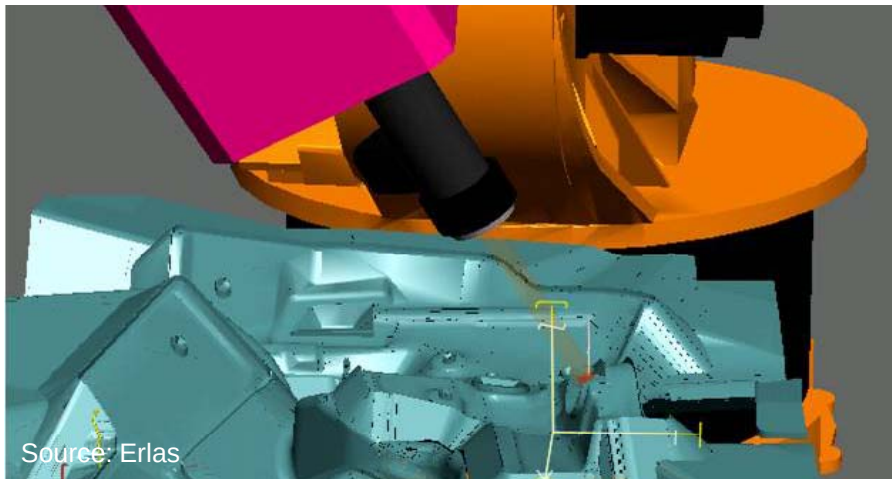
高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

Adaptive configuration with diode lasers

Equipment – Simulation tools

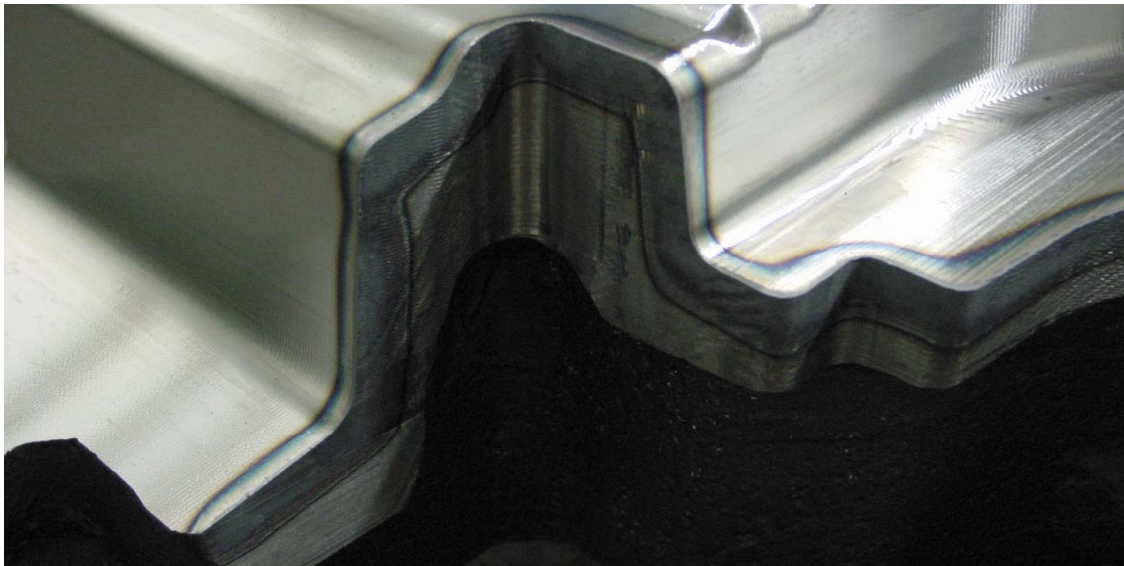


- Offline-Programming with e.g. TopLas3D® of forming tool
- Simulation of process
- Generation of robot NC program
- Collision control

- Hardening of the same forming tool
- Weight: 1.5 tons
- Material: 1.2738
- Temp-Hardening: 1100 °C
- Speed: 5 mm/s

Applications and examples

Industrial applications - Hardening of cutting tools

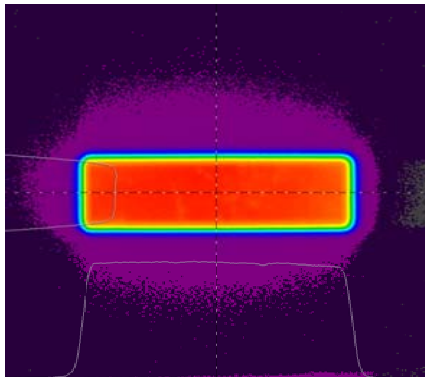


- Hardening of cutting tools
- Melting of edge avoided by pyrometer assisted closed-loop temperature control

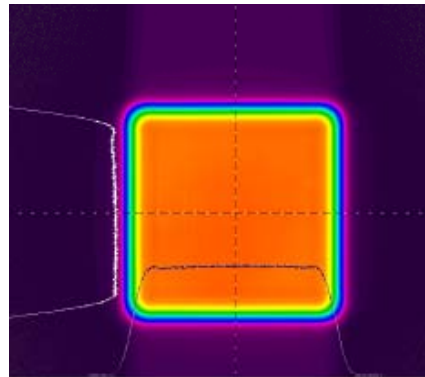


Hardening - Process Technology

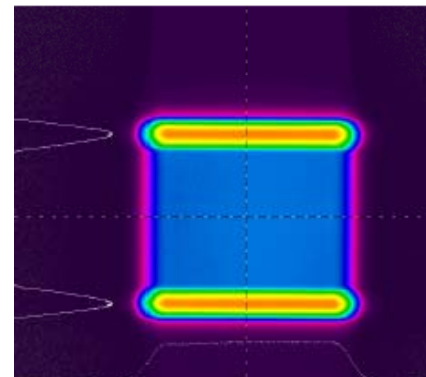
Beam profile flexibility



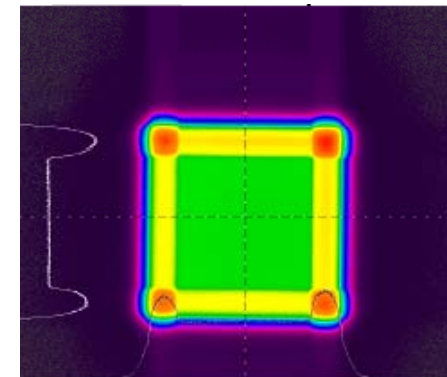
- Rectangular spot
- 5 x 23 up to >20 x 60 mm²



- Square spot
- 2 x 2 mm² up to > 60 x 60 mm²



- Square spot with higher intensity in 2 sides



- Square spot with higher intensity in the corners and the sides

Laserline Products

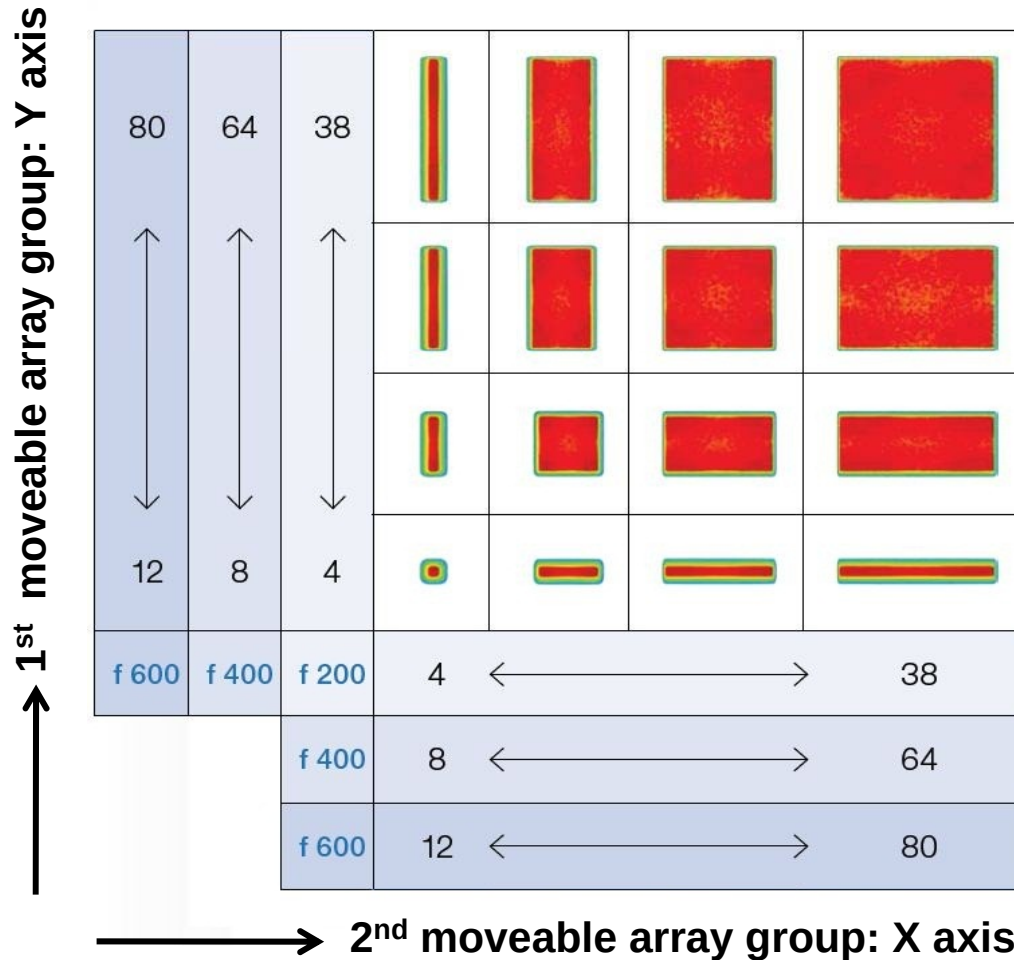
Improved 2 Axes Zoom Homogenizer

- Up to 10 kW optical output power
- Active water cooling
- Motor control:
 - *Analog positioning*
 - *Sequence programming*
 - *Stepper motor drive mode*
- Fiber connector B, D (Automotive)
- $NA < 0,22$
- $< 8\text{kg}$
- Dimensions 135x137x300mm
- Configuration examples :
 - *3x10 -> 14x38, $f=250\text{mm}$*
 - *5x5 -> 45x45, $f=400\text{mm}$*
 - *15x15 -> 15x120, $f=600\text{mm}$*



Laserline Optics Components

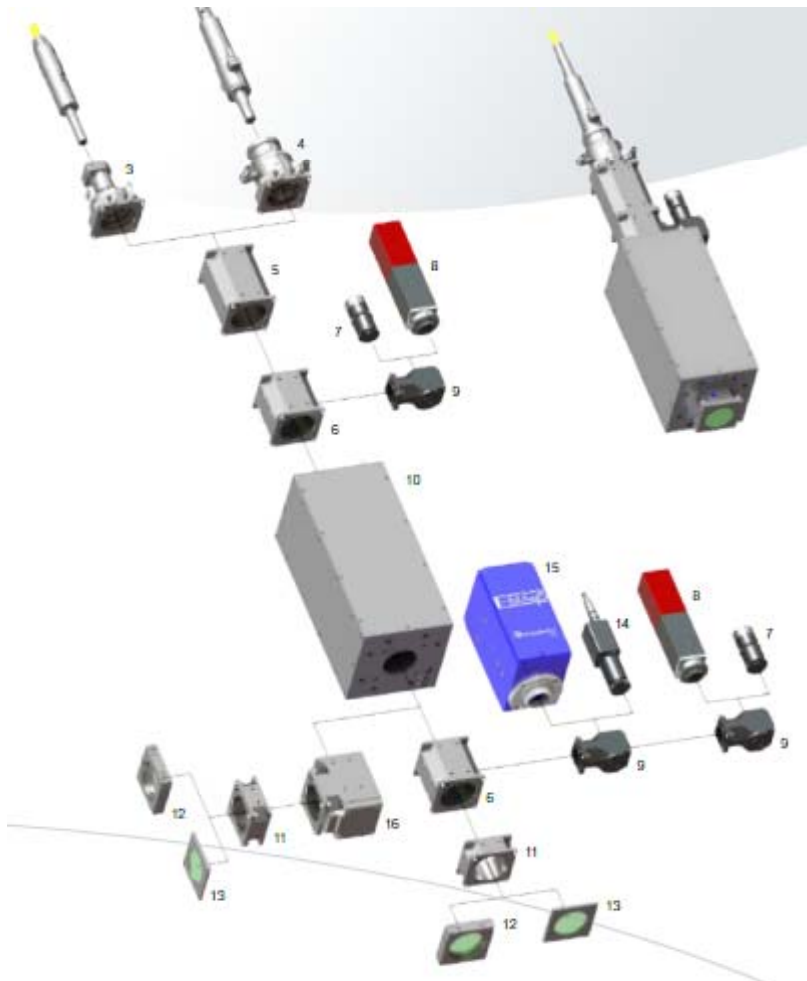
Zoom Homogenizer: Variable Rectangles



- For a given width of the spot, we expand it continuously and independently in the X and Y directions
- Example 1: f200, 4x4->4x38 and 4x4->38x4 and 4x4->38x38
- Choose reduced **max** line length for better homogeneity
- Integrated focusing lens or reduced line length with external focusing lens

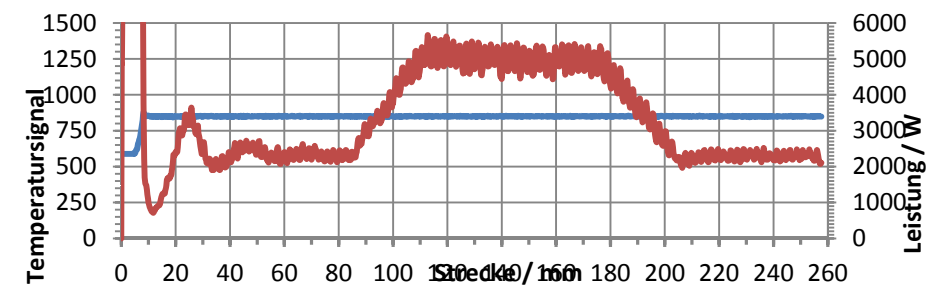
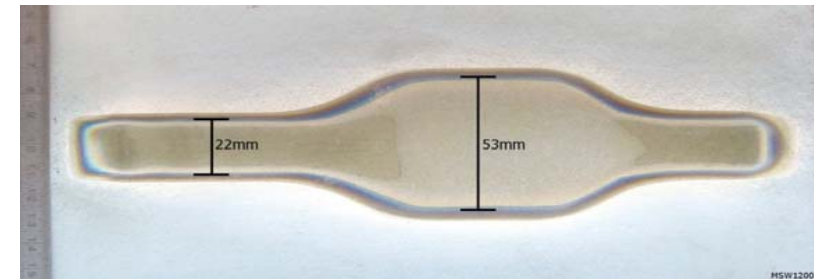
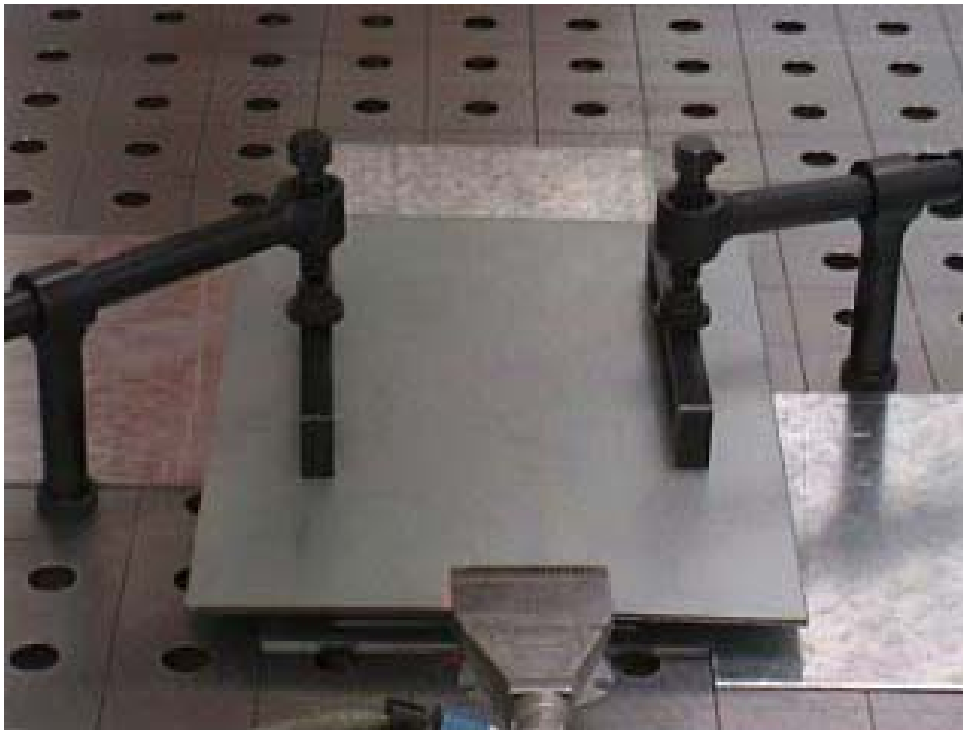
Laserline Products

Improved 2 Axes Zoom Homogenizer



Laserline Optics Components

Zoom Homogenizer: Video

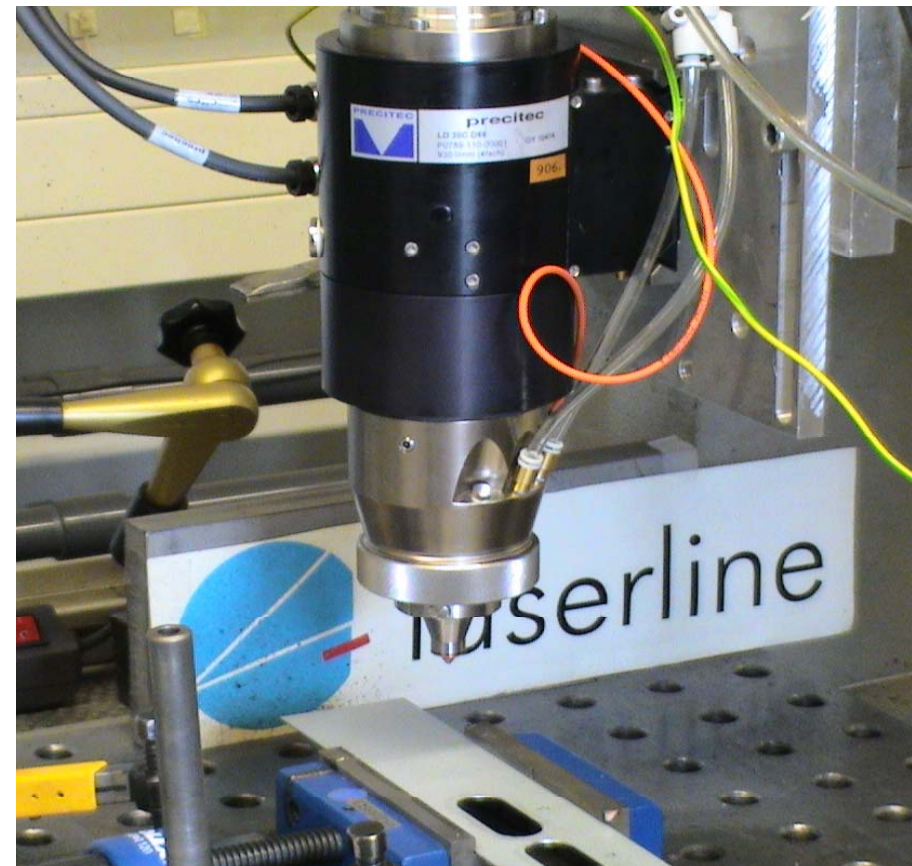
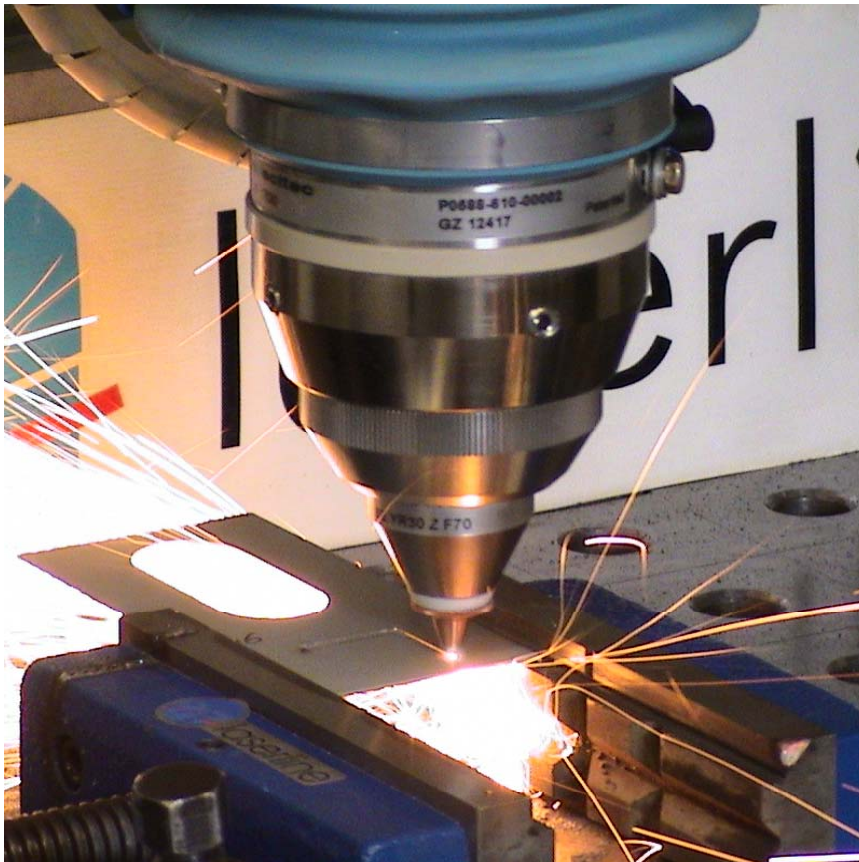


高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

使用二极管激光进行切割
使用**Precitec** 切割镜头切割

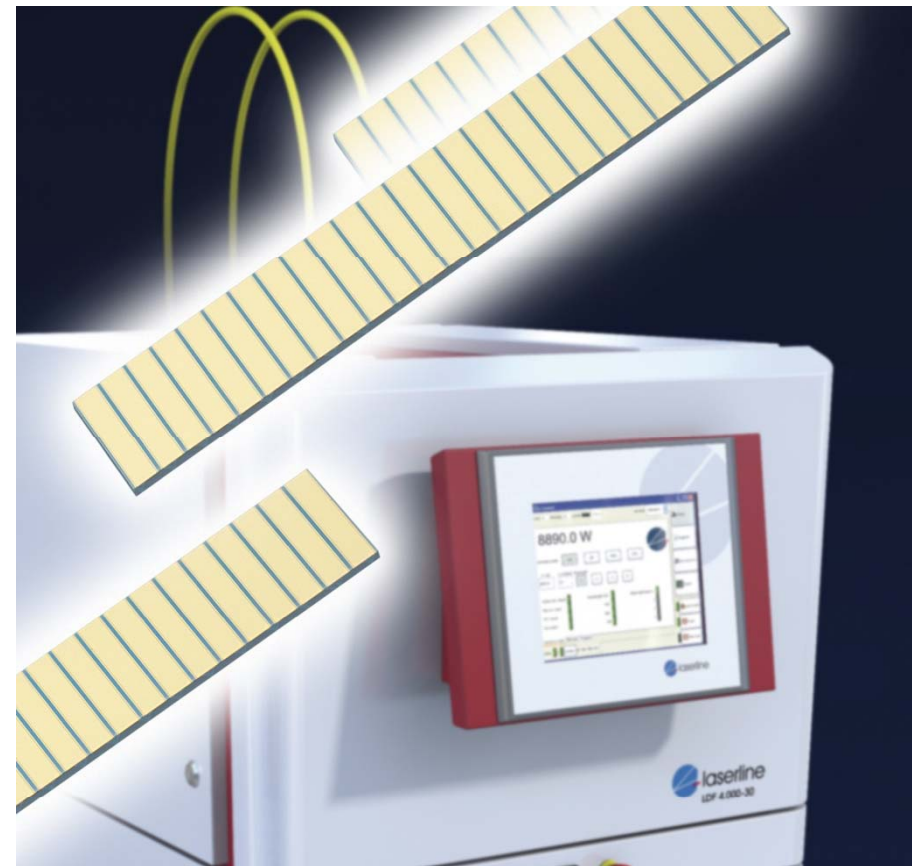


高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

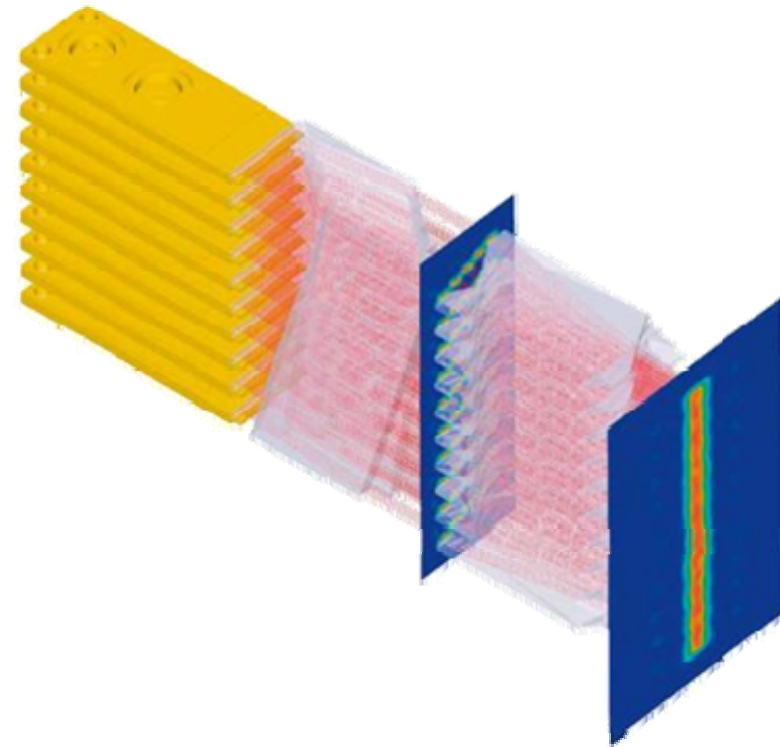
高功率半导体激光器在工业领域中的应用
客户需求 – 长使用寿命



高功率半导体激光器在工业领域中的应用

客户需求 – 高稳定性

- 停机时间少
 - < 1 %
- 超低维护需求
 - < 每年半天
- 耗损材料少
- 坚固的工业设计
- 少或无需准备现场备件
- 内置冗余系统
- 快速方便系统切换
- 现场可完成全部维修



高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

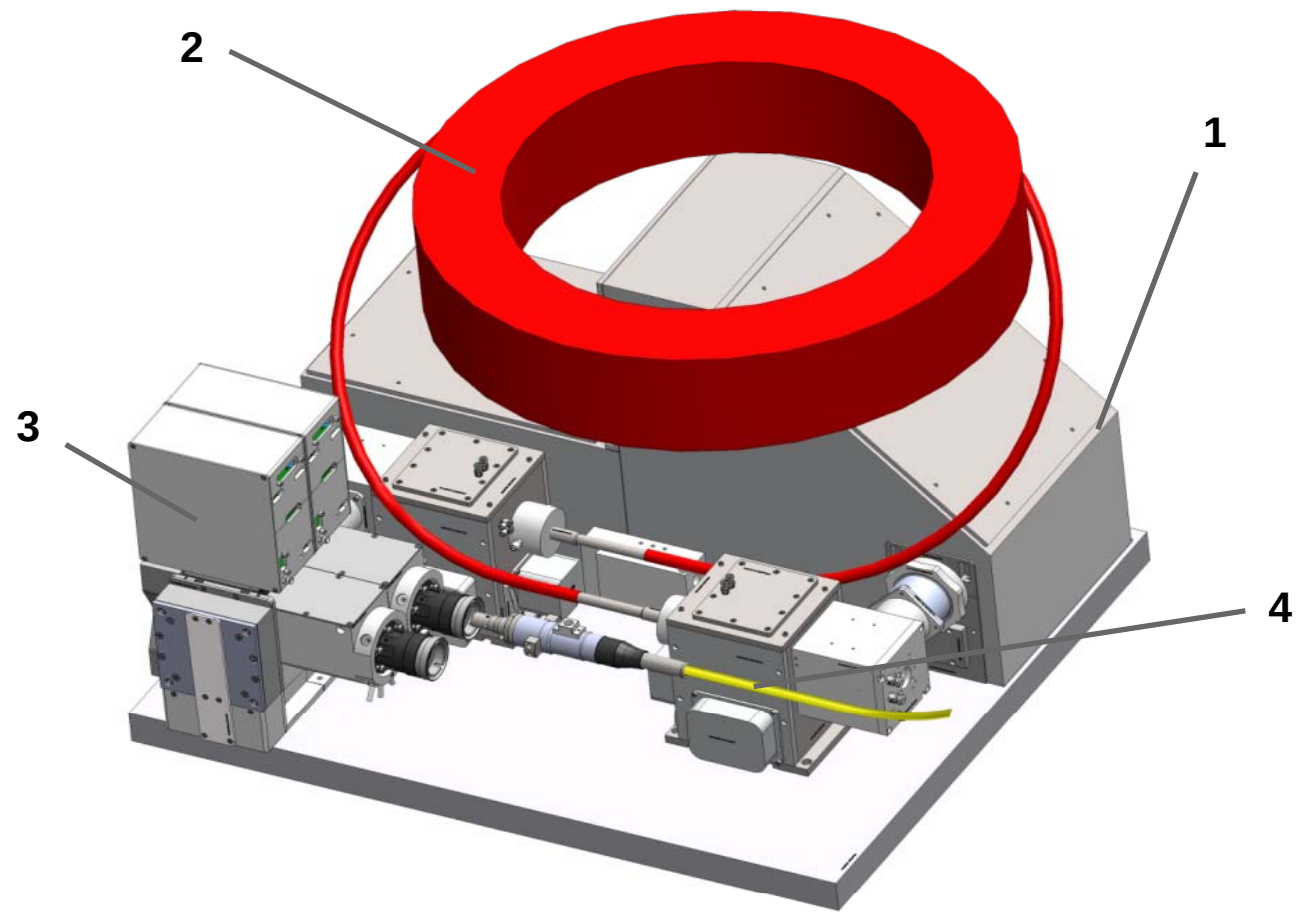
新产品介绍 -- 带光束转换器的二极管激光器 工作原理示意

1 = 泵浦单元

2 = 活性光纤

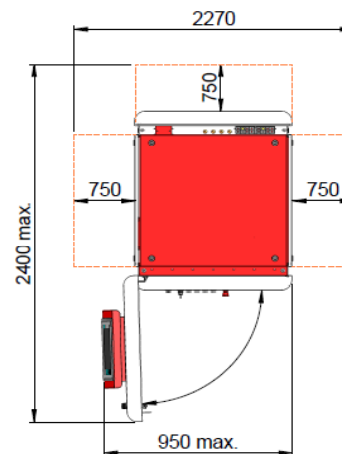
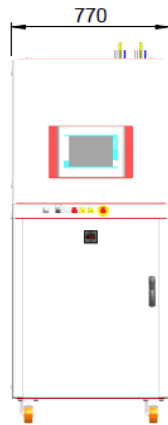
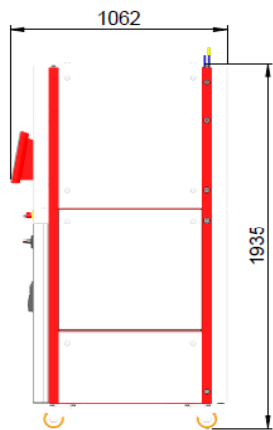
3 = 光闸

4 = 传输光纤



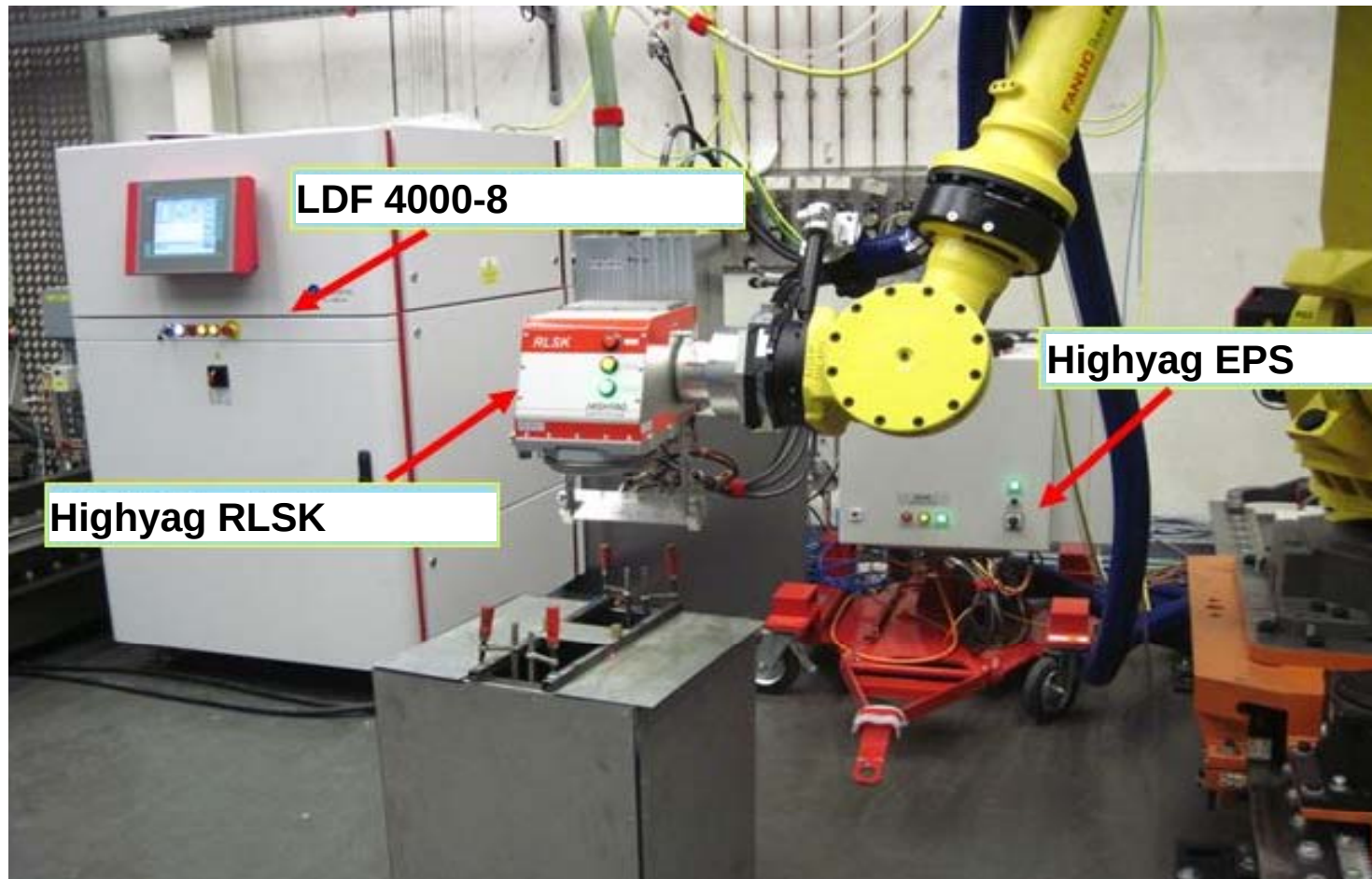
新产品介绍 -- 带光束转换器的二极管激光器 **LDF 4000-8 型激光器**

- 输出功率: 4kW
- 光束品质: 8 mm mrad
- 传输光线芯径 200 μ m
- 5 年二极管堆栈质保
- 适用于飞行焊接 Remote Welding



应用实验

使用**LDF 4000-8** 型激光器的飞行焊接



高功率半导体激光器在工业领域中的应用

Outline

- Laserline 公司
- 半导体激光器原理及其特点
- 半导体激光在工业中的应用
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割
 - 其它新应用
- 半导体激光器产品优势
- 新二极管激光产品及新应用介绍
- 总结

高功率半导体激光器在工业领域中的应用 总结

- Laserline生产的二极管激光器拥有以下优势:
 - 采用简单的模块化设计(低成本)
 - 高光电转化率(30-45%)
 - 高运行可靠度(从2001年证明至今—低运行成本)
- 世界范围内2000台二极管激光器应用于量产工艺
 - 镀锌钢板钎焊
 - 熔焊
 - 熔覆
 - 热处理
 - 切割



Laserline References

