

文章编号: 1001-5078(2004)03-0192-02

激光精密切割技术研究

张银江, 方鸣岗

(华北光电技术研究所, 北京 100015)

摘 要:介绍了固体 NdYAG 激光的精密切割技术, 采用了脉冲和声光调 Q 准连续 NdYAG 两种激光形式进行了一些精密切割的实验, 并介绍了一些应用示例。

关键词:固体 NdYAG 激光器; 激光切割; 应用

中图分类号: TG485

文献标识码: B

The Study on the Solid Laser Precise Cutting Technology

ZHANG Yin-jiang, FANG Ming-gang

(North China Research Institute of Electro-Optics, Beijing 100015, China)

Abstract: The technology of laser precise cutting is introduced in the paper. Some precise cutting test with pulse and Q switched NdYAG laser were made, and some applications are described.

Key words: Solid NdYAG Laser; Laser cutting; application

1 引 言

激光切割在激光加工应用中占有很大比重, 在工业上的应用面越来越广泛, 尤其对于一些高硬度、高脆性材料的切割加工, 激光切割比其它传统切割方法具有无可比拟的优越性。近年来精密激光切割技术的研究与应用成为激光切割技术领域的一个新的研究方向。本文利用固体 NdYAG 激光进行了一些精密切割工艺的实验探索。

2 固体 NdYAG 激光精密切割技术

本文采用了脉冲固体 NdYAG 激光和声光调 Q 准连续激光两种形式, 进行了激光精密切割的实验。现分别介绍如下。

2.1 脉冲固体 NdYAG 激光精密切割

脉冲固体 NdYAG 激光输出的激光波长为 $1.064\mu\text{m}$, 平均功率 100W, 激光脉宽 $0.25 \sim 1\text{ms}$, 脉冲频率 $0 \sim 100\text{Hz}$ 。为了满足高精密激光加工的要求, 需要提高高光束质量的激光输出功率, 选用激光的光束模式为基模 (TEM_{00}) 或低阶模 (TEM_{01} 或 TEM_{10}), 压缩光束发散角, 改善输出激光的光束质量^[1]。

脉冲固体 NdYAG 激光切割是由相互重叠的激光脉冲点在工件上沿切割线移动, 激光聚焦点处材料熔融气化, 在工件上形成切割轨迹。一般需辅助吹以高压气体。由于激光能量集中, 峰值功率较高, 对于一些材料, 辅助的高压气体不需助燃, 主要的作用是吹去切缝熔融物质, 净化、冷却切割区, 保护光学镜片不受污染等。常用的是压缩空气或其它高压惰性气体^[2]。

用脉冲固体 NdYAG 激光除可以切割多种金属外, 对硬质合金、金刚石、陶瓷、硅等高硬度、高脆性材料的切割极其有效。如 1mm 厚的硬质合金切缝小于 0.1mm, 可以极大地提高材料的利用率。

图 1 是用脉冲固体 NdYAG 激光精密切割的石墨栅网照片。由于石墨材质很脆, 用机床加工难度较大, 一般用喷砂或线切割等方法加工, 工期较长, 操作繁杂, 而用激光切割的方法, 使用计算机控制, 操作方便, 效率很高。

作者简介: 张银江(1972 -), 男, 工程师, 主要从事激光加工设备和加工工艺的研究工作。

收稿日期: 2004-02-26

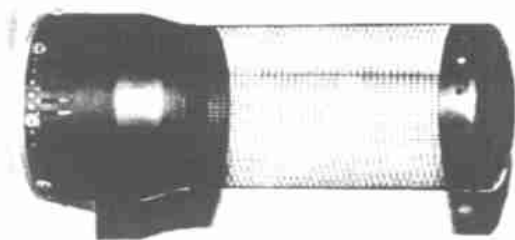


图1 激光切割的石墨栅网

栅网圆周直径 $\phi 111.4\text{mm}$, 壁厚 0.3mm , 沿圆周均匀分布着 124 个网孔, 径向 149.5mm 长度上 37 排共 $124 \times 37 = 4588$ 个单元, 整只栅网的网宽度为 $9.29 \pm 0.008\text{mm}$, 加工精度要求比较高。

切割使用的是华北光电技术研究所研制的激光切割机, 由计算机编程, 控制二维工作台和旋转工作台运动。辅助吹以压缩空气, 整只栅网需要连续切割近十个小时。加工的栅网没有断裂的网格, 切缝光洁, 无毛刺。

2.2 声光调 Q 准连续 NdYAG 激光精密切割

声光调 Q 准连续 NdYAG 激光波长 $1.064\mu\text{m}$, 脉宽 $< 200\text{ns}$, 频率 $0 \sim 20\text{kHz}$ 。峰值功率较高, 适用于激光打标、划片等, 也可以用来对陶瓷、硅片、金属薄片等的精密切割。

对于陶瓷、硅片等的直线分割, 可以采用划片的形式, 激光快速加工过程中, 作用于基片表面的激光在基片表层产生很大的温度梯度, 从而在基片内产生巨大的热应力, 进一步用机械掰开的方法来实现分割^[2]。激光划片速度快, 效率高, 如太阳能电池所用硅片的分割, 划片速度高达 $2 \sim 3\text{m/min}$ 。

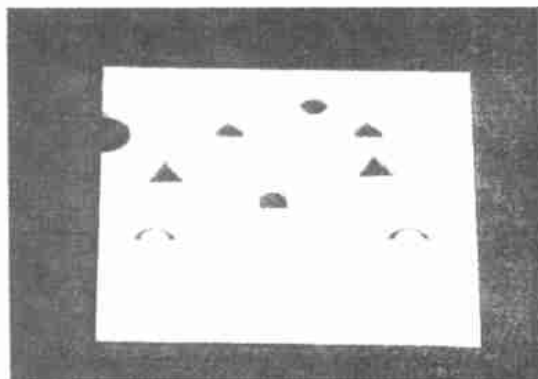


图2 陶瓷的激光切割

图2是用声光调 Q 准连续 NdYAG 激光切割的各种形状陶瓷样品, 瓷片为氧化铝 (Al_2O_3) 陶瓷, 厚度 0.6mm 。从图中可以看出切缝无明显的熔融层, 热影响区很小, 切缝边缘没有氧化的痕迹, 切缝干净整洁。

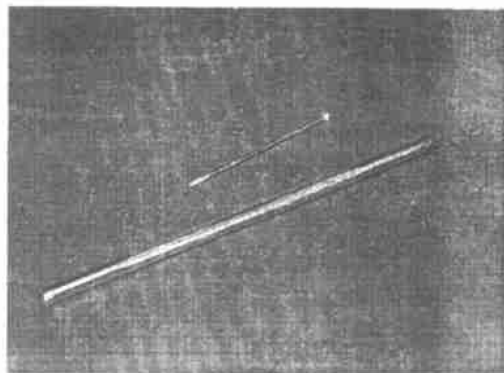


图3 不锈钢管的激光切割

图3是用直径 $\phi 2\text{mm}$ 的不锈钢管切割成的医用金属支架, 管壁厚度 0.1mm , 沿圆周均匀分布着十二个狭缝, 最小切缝为 0.1mm 。由于管径小, 管壁薄, 激光加工过程中容易把管烧穿, 或切缝烧蚀严重, 所以加工难度比较大。采用声光调 Q 准连续 NdYAG 激光, 严格控制激光加工的工艺参数, 还是可以满足加工的要求。

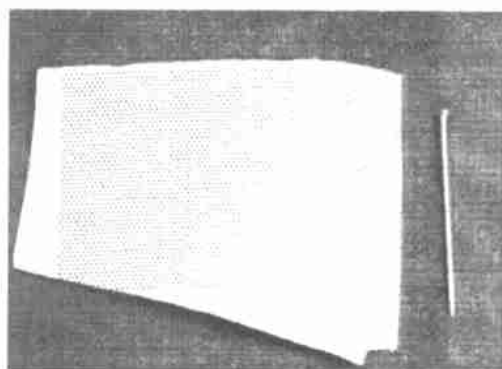


图4 镍箔上加工的微孔阵列

图4是在 0.1mm 厚的镍箔上加工的微孔阵列, 孔径 $\phi 0.3\text{mm}$ 孔心间距 0.6mm , 共三千多个孔。速度快, 无氧化, 无变形。

3 结束语

随着研究的进一步深入, 固体激光精密切割技术的应用会越来越广泛。本实验采用的激光脉宽在 ms 和 ns 间, 不能达到更高的要求。对于微加工领域的研究, 还需进行短脉冲和超短脉冲 (ps 和 fs 级) 加工工艺的进一步探索。

参考文献:

- [1] 关振中. 激光加工工艺手册[M]. 北京: 中国计量出版社, 1998: 93 - 108.
- [1] B 魏柯, CM 麦捷夫. 激光工艺与微电子技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1997: 242 - 246.