

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B25J 9/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310103315.0

[45] 授权公告日 2007年6月6日

[11] 授权公告号 CN 1319700C

[22] 申请日 2003.10.28

[21] 申请号 200310103315.0

[30] 优先权

[32] 2003.3.28 [33] CN [31] 03121459.2

[73] 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100080 北京市海淀区北四环西路15号

[72] 发明人 虞钢 贾艳华 程惊雷 王立新
王骏 李新 蒋镜昱 张金城
郑彩云 宁伟健 何学俭 甘翠华
谷雨 张桃红 刘荷辉 巴发海

[56] 参考文献

JP2000-263255A 2000.9.26

US6509576B 2003.1.21

JP10-80768A 1998.3.31

US5698121A 1997.12.16

CN1081107C 2002.3.20

审查员 杨开宁

[74] 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司

代理人 王凤华

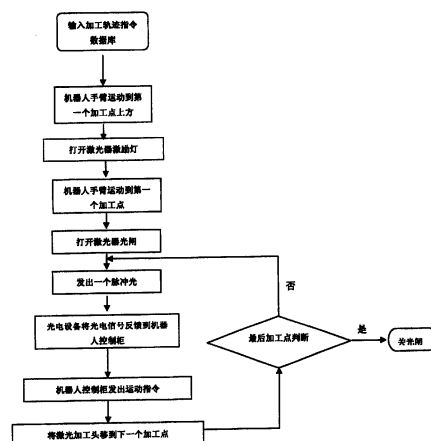
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称

一种基于机器人系统的激光同步加工的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种基于机器人系统的激光同步加工的方法，该方法根据工控计算机中的加工轨迹数据控制机器人将激光加工头置于加工的起始点后，机器人的控制柜将到位信号反馈给工控计算机，并通过工控计算机启动激光器出光，激光器出光后再通过安装于激光器加工头上的光电检测器发送通讯指令给机器人的控制柜，控制机器人的运动，根据设定的激光器的脉冲宽度、脉冲出光频率以及机器人的运动速度，通过工控计算机实现机器人同激光器之间的同步。本发明方法使该系统具有良好的稳定性，对故障等意外事件的反应迅速而且正确；该发明不仅有效地控制了集成化激光加工系统的工作，同步的精度高，而且，能够实现多种激光加工。



1. 一种基于机器人系统的激光同步加工的方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1) 工控计算机根据输入的加工轨迹数据，向机器人发出控制指令，将激光加工头置于加工起始点的上方，同时，机器人的控制柜将到位脉冲信号反馈给工控计算机；

(2) 工控计算机捕获到该到位脉冲信号后，启动激光器激励灯进入正常工作状态；

(3) 激光器上的光电检测器捕获到激光信号，并将该激光信号转换成光电信号后，发送通讯指令给机器人的控制柜，该该控制柜控制机器人执行缓冲区中的运动指令，指令激光加工头到达加工的起始点，激光加工头到位后由机器人控制柜发出到位脉冲信号反馈给工控计算机，工控计算机捕获到该到位脉冲信号后，打开激光器光闸；

(4) 在采用连续加工方式时，激光器连续出光，工控计算机发出连续运动指令，控制机器人作连续运动直到最后一个加工点，在激光加工头到达最后一个加工点后发出到位脉冲信号给工控计算机，当工控计算机捕获到该到位脉冲信号时关闭光闸；

同时，机器人控制柜将每一个到位信号发送给工控计算机，当该到位信号是最后一个加工点的到位信号时，工控计算机关闭光闸；

(5) 关闭激励灯。

2. 一种基于机器人系统的激光同步加工的方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1) 工控计算机根据输入的加工轨迹数据，向机器人发出控制指令，将激光加工头置于加工起始点的上方，同时，机器人的控制柜将到位脉冲信号反馈给工控计算机；

(2) 工控计算机捕获到该到位脉冲信号后，启动激光器激励灯进入正常工作状态；

(3) 激光器上的光电检测器捕获到激光信号，并将该激光信号转换成光电信号后，发送通讯指令给机器人的控制柜，该该控制柜控制机器人执行缓冲区中的运动指令，指令激光加工头到达加工的起始点，激光加工头到位后由机器人控制柜发出到位脉冲信号反馈给工控计算机，工控计算机捕获到该到位脉冲信号后，打开激光器光闸；

(4) 在采用点对点的非连续加工方式时，工控计算机首先通过通讯指令控制机器人处于静止状态，当激光器完成一个脉冲出光，激光器上的光电检测器捕获到脉冲出光并转换成光电信号后，发送通讯指令给机器人的控制柜，控制机器人执行缓冲区中的运动指令，指令激光加工头在激光器发出下一个脉冲出光时到达下一个加工点；

同时，机器人控制柜将每一个到位信号发送给工控计算机，当该到位信号是最后一个加工点的到位信号时，工控计算机关闭光闸；

(5) 关闭激励灯。

一种基于机器人系统的激光同步加工的方法

技术领域

本发明涉及柔性传输和多轴联动的激光加工方法，特别涉及一种基于机器人系统的激光同步加工的方法。

背景技术

在具有柔性传输和多轴联动的激光加工装置中机器人和激光器作为两套独立设备，如中科院力学所的专利号为 98101217.5 所述的一种柔性传输和多轴联动的激光加工装置，加工过程中由于两台设备时钟不一致，机器人系统执行指令有一响应时间，以及激光器开放程度上的限制，很难实现机器人和激光器的协调工作。目前是通过使用示波器观察激光器和机器人的运动状态，并以此为基础来分别设定激光器和机器人的加工参数，以实现激光器和机器人的同步，但是，使用这种方法在实际应用中不仅效率很低，而且，在精度上也不能满足加工的需要。

例如，专利号 US4673795，题目为《INTEGRATED ROBOTIC LASER MATERIAL PROCESSING AND IMAGING SYSTEM》的美国专利描述了一种将基于机器人系统的激光材料加工与图像系统结合的系统，它采用视觉系统及缝隙跟踪系统结合图像接收和处理设备来控制机器人手臂的运动及激光器参数。其光纤具有传递高能量激光及图像的功能，该系统能够实现机器人手臂的轨迹的正确性，但不能保证时钟上机器人与激光器的同步，虽然可以用于焊接处理，但是不能满足具有柔性传输和多轴联动的激光加工装置的激光同步加工的要求；专利号 US5698121，题目为《THREE-DIMENSIONAL LASER BEAM MACHINING APPARATUS USING YAG CUTTING TOOL》的美国专利设计了一台三维 YAG 激光削割设备，该设备通过一个多任务函数将针对 YAG 切割机的图表式削割命令转变成一个针对该命令的内部程序，安装与机器人手臂末端的 YAG 削割工具被施以二维的控制，当 YAG 削割工具移动经过圆柱形部件的轴时，机器人在 z-轴方向的位置被补偿，使得激光头与圆柱体表面的距离保持常值，该设备及其同步方式只适合于三维的分层加工方式；专利号 US6509576B2，题目为《METHOD FOR COMPENSATING POSITION OF ROBOT USING LASER MEASURING INSTRUMENT》的美国专利是一种利用激光测量设备

对机器人位置进行补偿的方法，该方法通过示教方式来协调激光器完成对机器人机械系统的姿态补偿工作，没有涉及机器人运动同激光器出光的实时性问题。

发明内容

本发明的目的在于：克服上述已有激光加工方法在加工过程中存在的机器人和激光器协调困难，以及低效、低精度的缺陷，从而提供一种基于机器人系统的激光同步加工的方法。

本发明目的是这样实现的：本发明的一种基于机器人系统的激光同步加工的方法，该方法根据工控计算机中的加工轨迹数据控制机器人将激光加工头置于加工的起始点后，机器人的控制柜将到位信号反馈给工控计算机，并通过工控计算机启动激光器，激光器输出光后再通过安装于激光器加工头上的光电检测器，并发送通讯指令给机器人的控制柜，控制机器人的运动，根据设定的激光器的脉冲宽度、脉冲输出光频率以及机器人的运动速度，通过工控计算机实现机器人同激光器之间的同步。

本发明提供的基于机器人系统的激光同步加工的方法,包括以下步骤:

(1) 工控计算机根据输入的加工轨迹数据，向机器人发出控制指令，将激光加工头置于加工起始点的上方，同时，机器人的控制柜将到位脉冲信号反馈给工控计算机；

(2) 工控计算机捕获到该到位脉冲信号后，启动激光器激励灯进入正常工作状态；

(3) 激光器上的光电检测器捕获到激光信号，并将该激光信号转换成光电信号后，发送通讯指令给机器人的控制柜，该该控制柜控制机器人执行缓冲区中的运动指令，指令激光加工头到达加工的起始点，激光加工头到位后由机器人控制柜发出到位脉冲信号反馈给工控计算机，工控计算机捕获到该到位脉冲信号后，打开激光器光闸；

(4) 在采用连续加工方式时，激光器连续出光，工控计算机发出连续运动指令，控制机器人作连续运动直到最后一个加工点，在激光加工头到达最后一个加工点后发出到位脉冲信号给工控计算机，当工控计算机捕获到该到位脉冲信号时关闭光闸；

同时，机器人控制柜将每一个到位信号发送给工控计算机，当该到位信号是最后一个加工点的到位信号时，工控计算机关闭光闸；

(5) 关闭激励灯。

本发明提供的基于机器人系统的激光同步加工的方法,包括以下步骤:

(1) 工控计算机根据输入的加工轨迹数据,向机器人发出控制指令,将激光加工头置于加工起始点的上方,同时,机器人的控制柜将到位脉冲信号反馈给工控计算机;

(2) 工控计算机捕获到该到位脉冲信号后,启动激光器激励灯进入正常工作状态;

(3) 激光器上的光电检测器捕获到激光信号,并将该激光信号转换成光电信号后,发送通讯指令给机器人的控制柜,该该控制柜控制机器人执行缓冲区中的运动指令,指令激光加工头到达加工的起始点,激光加工头到位后由机器人控制柜发出到位脉冲信号反馈给工控计算机,工控计算机捕获到该到位脉冲信号后,打开激光器光闸;

(4) 在采用点对点的非连续加工方式时,工控计算机首先通过通讯指令控制机器人处于静止状态,当激光器完成一个脉冲出光,激光器上的光电检测器捕获到脉冲出光并转换成光电信号后,发送通讯指令给机器人的控制柜,控制机器人执行缓冲区中的运动指令,指令激光加工头在激光器发出下一个脉冲出光时到达下一个加工点;

同时,机器人控制柜将每一个到位信号发送给工控计算机,当该到位信号是最后一个加工点的到位信号时,工控计算机关闭光闸;

(5) 关闭激励灯。

本发明的优点:本发明一种基于机器人系统的激光同步加工的方法,通过工控计算机根据加工轨迹数据,设定的激光器的脉冲宽度、脉冲出光频率和由此确定的机器人的运动速度,实现了激光加工过程中机器人系统同激光器系统的同步,使该系统具有良好的稳定性,对故障等意外事件的反应迅速而且正确;该发明不仅有效地控制了集成化激光加工系统的工作,同步的精度高,而且,能够实现多种激光加工。

附图说明

图1是本发明基于机器人系统的激光同步加工的方法中间隔加工的流程示意图

图2是本发明基于机器人系统的激光同步加工系统的结构示意图

图 3 是用本发明间隔加工方法对模具进行激光处理的表面形貌

附图标示：

- | | | |
|---------|---------|--------------|
| 1、激光器 | 2、工控计算机 | 3、多轴联动框架式机器人 |
| 4、激光加工头 | 5、光电检测器 | |

具体实施方式

实施例 1

本实施例所采用的基于机器人系统的激光同步加工装置是中科院力学所的专利号为 98101217.5 的一种具有柔性传输和多轴联动的激光加工装置，如图 2 所示，激光加工头 4 和框架式机器人 3 手臂固定连接，激光器 1 的输出端和激光加工头 4 之间用光纤相连，激光器 1 的输入端通过现场总线与工控计算机 2 连接，光电检测器 5 安装于激光器加工头 4 上，多轴联动框架式机器人 3 的控制柜通过串口也与工控计算机 2 连接，本例采用 500W YAG 脉冲激光器（峰值功率可达 7KW）在厚度 2mm 的钢板上进行激光打孔，激光器 1 的参数：脉冲重复率 30HZ，脉宽 1.5ms，能量为 3J，多轴联动框架式机器人 3 为高精度、大范围五轴机器人，机器人缓冲区半满时大小 4k。

在加工过程中，多轴联动框架式机器人 3 和激光器 1 通过串口控制，连接速度是 9600 波特，作为补充，在系统中留有 I/O 控制，对于实时性要求高的信息（如机器人的到位信号等）通过 I/O 电路直接返回。

本例中，多轴联动框架式机器人 3 采用连续运动方式加工，具体步骤包括：

1、工控计算机 2 发出机器人运动指令 MOVJPTP，通过串口传到机器人 3 的控制柜中的缓存区，机器人执行该运动指令，将激光加工头 4 的末端点到达待加工点上方 50cm 处；

2、机器人控制柜发出到位脉冲信号，工控计算机 2 捕获机器人控制柜发出的该到位脉冲信号后，启动激光器 1 的激励灯进入正常工作状态；

3、激光器 1 上的光电检测器 5 捕获到激光并转换成光电信号后，发送通讯指令给机器人 3 的控制柜，指令机器人 3 的控制柜中的缓存区发出运动指令将激光加工头 4 置于加工的起始点，工控计算机 2 捕获到机器人 3 控制柜反馈的到位脉冲信号后，打开激光器 1 光闸；

4、激光器 1 连续出光，工控计算机 2 发出连续运动指令指令机器人 3 处于连续运动状态，当工控计算机 2 捕获到最后一个加工点的到位信号时，关闭光闸；

5、关闭激励灯。

实施例 2

本实施例所采用的基于机器人系统的激光同步加工装置是中科院力学所的专利号为 98101217.5 的一种具有柔性传输和多轴联动的激光加工装置，如图 2 所示，激光加工头 4 和框架式机器人 3 手臂固定连接，激光器 1 的输出端和激光加工头 4 之间用光纤相连，激光器 1 的输入端通过现场总线与工控计算机 2 连接，框架式机器人 3 的控制柜通过串口也与工控计算机 2 连接，本例中采用 2000W YAG 脉冲激光器对模具进行表面强化，激光器参数：脉宽 80ms，脉冲重复率 2Hz，功率 2000 W；框架式机器人 3 为高精度、大范围五轴机器人，机器人缓冲区半满时大小 60k。

在加工过程中，机器人和激光器通过串口控制，连接速度是 9600 波特，作为补充，在系统中留有 I/O 控制，对于实时性要求高的信息（如机器人的到位信号等）通过 I/O 电路直接返回。本例中，机器人采用点对点非连续运动方式加工，如图 1 所示，具体步骤包括：

- 1、工控计算机 2 发出机器人运动指令 MOVJPTP，通过串口传到机器人 3 控制柜中的缓存区，机器人执行运动指令，激光加工头 4 的末端点到达待加工点上方 50cm 处；

- 2、机器人控制柜发出到位脉冲信号，工控计算机 2 捕获机器人控制柜发出的该到位脉冲信号后，启动激光器 1 的激励灯进入正常工作状态；

- 3、通过运动指令将激光加工头 4 置于加工的起始点，机器人控制柜发出到位脉冲信号反馈到工控计算机 2，工控计算机 2 捕获到到位脉冲信号后，打开激光器光闸；

- 4、激光器每完成一个脉冲出光到加工式样上，即由光电检测器 5 捕获到的上述光电信号后发出通讯指令到机器人控制柜，控制机器人执行缓冲区中的运动指令，指令机器人到下一个加工点。

当捕获到最后一个加工点的到位信号时，关闭光闸。

5、关闭激励灯。

由串口将机器人指令数据传入机器人控制柜的缓冲区中时，由于缓冲区大小有限制，在发送指令前判断缓冲区是否处于半满状态，如果处于半满状态，工控计算机暂停发送指令数据，否则连续发送一组指令数据。激光器完成一个脉冲出光后，光作用到加工式样上，机器人的运动速度为 6mm/s，形成尺寸为 $3.0 \times 3.0\text{mm}^2$ 光斑，激光强化效果如图 3 所示。

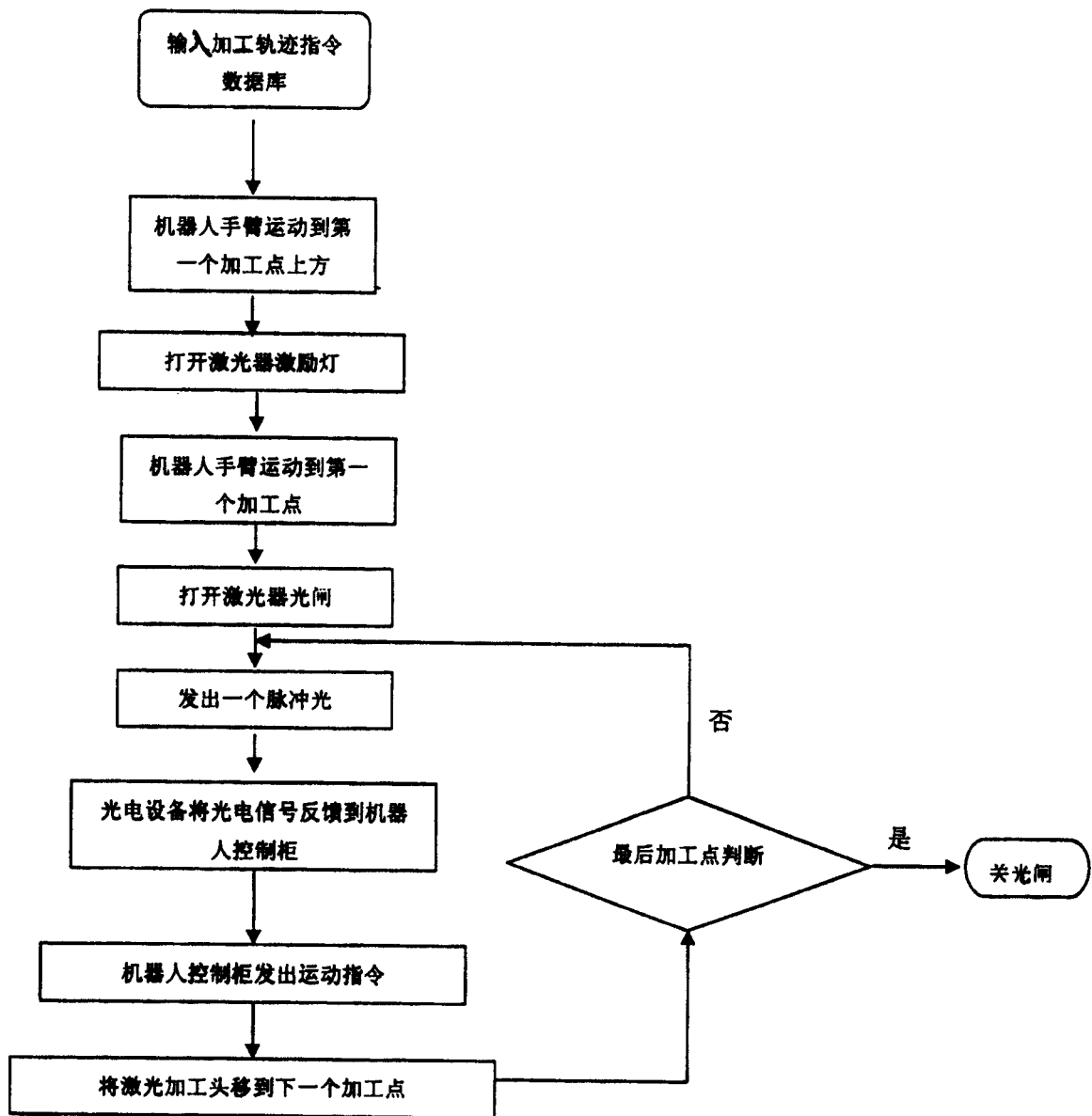


图 1

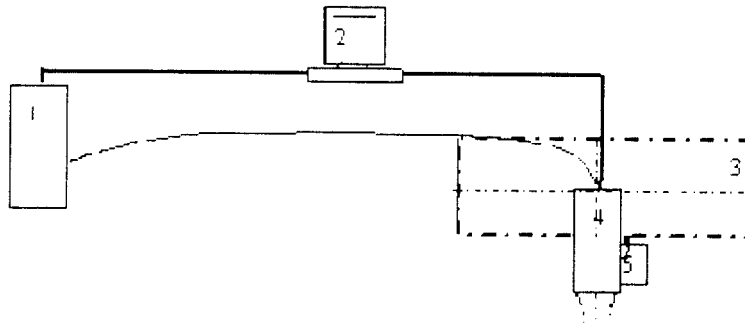


图 2

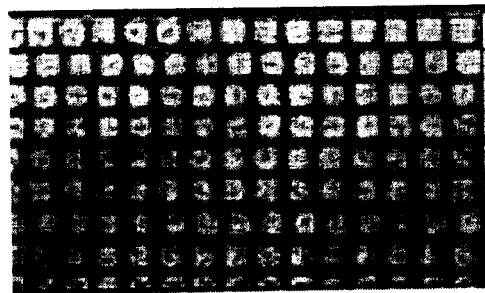


图 3