



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107073714 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201580062860.0

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

(22)申请日 2015.11.18

72003

(30)优先权数据

102014017307.0 2014.11.21 DE

代理人 黄艳 谢强

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2017.05.19

B25J 9/16(2006.01)

G05B 19/401(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/002304 2015.11.18

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/078760 DE 2016.05.26

(71)申请人 库卡罗伯特有限公司

地址 德国奥格斯堡

(72)发明人 J·克劳泽

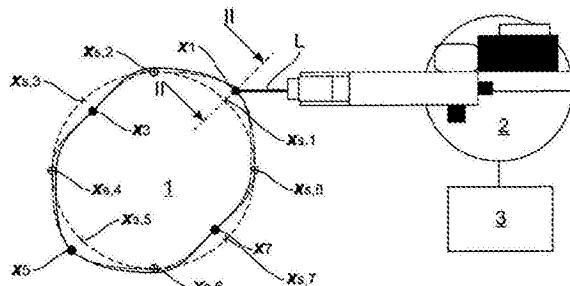
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

用于修正机器人引导工具的加工轨迹的方法和系统

(57)摘要

一种用于修正机器人引导的工具的加工轨迹，以加工至少一个零件(1)的方法，其中，分别为加工轨迹的多个点( $x_{s,1}$ — $x_{s,8}$ )预设额定位置(S10)，并从中选出待修正的点( $x_{s,1}$ 、 $x_{s,3}$ 、 $x_{s,5}$ 和 $x_{s,7}$ )(S20)，测量或者说确定所选出的点( $x_1$ 、 $x_3$ 、 $x_5$ 和 $x_7$ )在至少一个待加工零件(1)上的实际位置(S30)，并根据所测得的或者说所确定的待加工零件(1)的点( $x_{s,1}$ 、 $x_{s,3}$ 、 $x_{s,5}$ 和 $x_{s,7}$ )的实际位置相应地修正加工轨迹(S50)。该方法例如适用于借助于激光束(L)将零件(1)焊接至孔中，其中，激光束(L)的加工轨迹被修正为对应于零件(1)的轮廓。



1. 一种利用机器人(2)引导的工具加工至少一个零件(1)的方法,包括以下步骤:  
分别预设加工轨迹的多个点( $x_{s,1}$ - $x_{s,8}$ )的额定位置(S10);  
从所预设的点中选出待修正的点( $x_{s,1}$ 、 $x_{s,3}$ 、 $x_{s,5}$ 和 $x_{s,7}$ )(S20);  
分别确定所选出的点( $x_1$ 、 $x_3$ 、 $x_5$ 和 $x_7$ )在至少一个待加工零件(1)上的实际位置(S30);以及  
驶入基于所确定的实际位置的加工轨迹(S50)。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,至少一个位置包括方向(R)。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述待确定的实际位置的坐标是可选的。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,基于所确定的至少一个所选出的点的实际位置,来替换该至少一个所选出的点的额定位置(S40),并且驶入基于该新的额定位置的加工轨迹(S50)。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,基于传感器地和/或借助于三角测量法、特别是基于激光的三角测量法,来确定至少一个实际位置。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,特别是借助于机器人,自动地确定至少一个实际位置。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在加工程序中选出至少一个待修正的点。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,针对多个零件,分别、特别是至少部分自动化地确定所选出的待修正的点的实际位置,并且分别驶入基于所确定的特定于零件的实际位置的加工轨迹。
9. 一种用于利用机器人引导的工具加工至少一个零件(1)的系统(2,3),所述系统被设计用于执行根据前述权利要求中任一项所述的方法。
10. 根据权利要求9所述的系统(2,3),包括  
用于分别预设加工轨迹的多个点( $x_{s,1}$ - $x_{s,8}$ )的额定位置的装置(3);  
一用于从所预设的点中选出待修正的点( $x_{s,1}$ 、 $x_{s,3}$ 、 $x_{s,5}$ 和 $x_{s,7}$ )的装置(3);  
用于确定所选出的点( $x_1$ 、 $x_3$ 、 $x_5$ 和 $x_7$ )各自在至少一个待加工零件(1)上的实际位置的装置(3);以及  
用于驶入基于所确定的实际位置的加工轨迹的装置(3)。
11. 一种计算机程序产品,包括程序代码,该程序代码存储在能由计算机读取的介质上,所述计算机程序产品用于执行根据前述权利要求中任一项所述的方法。

## 用于修正机器人引导工具的加工轨迹的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及利用机器人引导的工具来加工至少一个零件的一种方法和一种系统，以及一种用于实施该方法的计算机程序产品。

### 背景技术

[0002] 根据企业内部实践，公知地需要为加工轨迹的多个点预设额定位置，在此，在驶入加工轨迹之前，需要确定零件相对于参考位态的偏差，并且所有的额定位置均基于该同一偏差来变换。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于更好地利用受机器人引导的工具来加工至少一个零件。

[0004] 本发明的目的通过一种具有如权利要求1所述特征的方法来实现。权利要求9、11保护了一种系统以及一种用于实施在此所描述的方法的计算机程序产品。从属权利要求涉及到优选的扩展方案。

[0005] 根据本发明的一个方面，利用机器人引导的工具来加工至少一个零件的方法包括以下步骤：

[0006] a) 分别为加工轨迹的多个点预设相应的额定位置；

[0007] b) 从所预设的这些点中选出待修正的点；

[0008] c) 确定所选出的点在至少一个待加工零件上的实际位置；以及

[0009] d) 驶入基于或者说依赖于所确定的实际位置的加工轨迹。

[0010] 由此，在一种实施方式中，可以有针对性地单独修正加工轨迹的点。由此，在一种实施方式中，特别是还可以优选独立地考虑零件的局部变形。

[0011] 相应地，本发明的一个方面还涉及一种用于加工至少一个零件的系统，其具有机器人引导的工具，该系统特别是以硬件技术和/或软件技术来实施在此所描述的方法。在一种实施方式中，该系统包括：用于为加工轨迹的多个点预设相应的额定位置的装置；用于从所设定的点中挑选出待修正的点的装置；用于确定所选出的点在待加工零件上的实际位置的装置；以及用于驶入基于所确定的实际位置的加工轨迹的装置。

[0012] 本发明意义上的装置可以硬件技术和/或软件技术地构成，特别是具有：优选与存储系统和/或总线系统数据连接或者说信号连接的处理单元，特别是数字处理单元，尤其是微处理单元(CPU)；和/或一个或多个程序或程序模块。为此，可以将CPU设计为：完成指令，该指令被实现为存储在存储系统中的程序；检测来自数据总线的输入信号，和/或将输出信号发送至数据总线上。存储系统可以具有一个或多个特别是不同的存储介质，特别是光学的、磁性的、固体的和/或其他非易失性的介质。程序可以是这样的：其能够体现或者说实施在此所描述的方法，从而使得CPU能够执行该方法的步骤，并由此特别是能够利用受机器人引导的工具来加工至少一个零件，或者说能够控制利用机器人引导的工具来加工至少一个零件的机器人。在本发明意义上，机器人特别是指可通用的或者专门的自动运动设备，其具

有多个轴,特别是至少三个轴,这些轴的运动特别是关于运动序列和/或路程和/或角度是可编程的,特别是可自由地、没有机械地、可人工干预地关于运动序列和/或路程和/或角度编程,并根据需要受到传感器的引导,或者说是指可编程的、专门的或者多用途的操作设备,用于使材料、工件、工具或者特定仪器运动。

[0013] 在一种实施方式中,加工轨迹是焊接轨迹,工具相应地是受机器人引导的焊接头,或者是零件保持器,用于引导零件经过特别是特定于周围环境的焊接头。在另一种实施方式中,加工轨迹是上漆轨迹,工具相应地是受机器人引导的上漆头,或者是零件保持部,用于引导零件经过特别是特定于周围环境的上漆头。替代地,加工轨迹也可以出现在例如在零件上进行粘合,涂层,涂布介质、材料等应用中和接合工艺中。接合工艺特别是指所有使至少两个零件可松脱地或不可松脱地彼此连接的方法,例如夹紧、螺接、焊接、钎焊、改型、压接、压配合、铆接、粘接等。

[0014] 同样地,加工也可以是材料去除加工,特别是切割、研磨、铣削、钻孔等,机器人引导的工具相应地是机器人引导的切割头、研磨头、铣削头或钻孔头等。

[0015] 在一种实施方式中,通过对特别是参考零件上的点的驶入以及在此存储当前位置来预设一个或多个额定位置。

[0016] 在一种实施方式中,一个或多个待修正的点特别是(已经)在零件加工之前在加工程序中被选出,特别是通过从列表中挑选或者记录在列表中、标记等方式被挑选出来。在一种扩展方案中,用于确定加工轨迹的预设点的实际位置的指令被配设或者说可输入或者说被输入到加工程序中,特别是加工程序(内)的测量程序中,在此,这些点由此在本发明的意义下被挑选出来。通过这种方式,用户可以简单地并且有针对性地单独挑选出待修正的点。

[0017] 在一种扩展方案中,默认地(预先)挑选出所有被预设的点。由此,可以标准化地预先调整为:根据相应的零件尽可能精确地调整加工轨迹。在另一种扩展方案中,默认地不(预先)挑选出任何预设的点。由此可以标准化地预先调整为:以很低的测量成本进行快速加工。在另一种扩展方案中,默认地根据预设的、特别是可参数化的规则来(预先)挑选出几个被预设的点,例如各自的第二个点、第三个点、第n个点,等等。由此,可以标准化地在以很低的测量成本进行快速加工和根据相应的零件尽可能精确地调整加工轨迹之间预设一种折衷。

[0018] 相应地,在一种实施方式中,用于从所预设的点中挑选出待修正的点的装置具有用于输入待修正的点的输入可能性。

[0019] 在一种实施方式中,一个或多个实际位置和/或额定位置包括一维位态、二维位态或三维位态,或者说相对于特别是特定于环境和/或特定于机器人的参考点具有一维距离、二维距离或者说三维距离。

[0020] 附加地或替代地,在一种实施方式中,一个或多个实际位置和/或额定位置具有一维方向、二维方向或三维方向,或者说相对于特别是特定于环境和/或特定于机器人的参照物、特别是参考方向或者说参考坐标系具有一维方位、二维方位或者说三维方位。

[0021] 在一种扩展方案中,一个或多个实际位置包括表面法线,和/或相对于零件的轮廓、特别是零件的一个或多个特别是彼此相对置的边沿所定义的、特别是垂直的或可预设的方向。附加地或替代地,在一种扩展方案中,一个或多个额定位置包括工具方向或者说工具方位,特别是碰撞方向、光轴线等。

[0022] 通过：预设加工轨迹的额定位置，这些额定位置各自包括工具方向或者说工具方位；确定点在待加工零件上的实际位置，这些实际位置各自包括表面法线和/或相对于轮廓预设的方向；并驶入基于所确定的实际位置的加工轨迹，也可以相对于零件单独调整工具的方向或者说方位。

[0023] 在一种实施方式中，待确定的实际位置的坐标是可选的，或者说选出待确定的实际位置。相应地，在一种实施方式中，用于从所预设的点中选出待修正的点的装置具有用于输入对待确定的实际位置的坐标的挑选的输入可能性。

[0024] 由此，在一种扩展方案中，用户可以选择，是否（应当）确定各个实际位置的一个或多个位态坐标和/或一个或多个方向坐标或者说方位坐标，或者说是否（应当）驶入基于所确定的这些坐标的加工轨迹，特别是通过额定位置的那些可能被变换的坐标来替换额定位置的坐标。例如在一种实施方式中，用户可以选择：所确定的实际位置是否仅具有（一个或多个）位态坐标，仅具有（一个或多个）方位坐标，或者既具有位态坐标也具有方位坐标。相应地，在一种实施方式中，实际位置选择性地具有不同的坐标。

[0025] 在一种实施方式中，基于所确定的一个或多个被挑选出的点的实际位置来替换这些点的额定位置，并且驶入基于这些额定位置的加工轨迹。据此，在一种扩展方案中，利用所确定的实际位态来替换、特别是在存储器中覆盖所预设的额定位态。附加地或替代地，在一种扩展方案中，利用修正后的方向来替换、特别是在存储器中覆盖额定方向，该修正后的方向是基于所确定的额定方向并特别是通过变换来确定的。例如，如果工具方向与表面法线应当围成一预设的角度，并确定所选出的点的实际表面法线，则可以通过对这些实际表面法线的变换来分别确定修正后的工具方向，这些工具方向将替换初始的额定工具方向。

[0026] 在一种实施方式中，基于所确定的实际值，特别是利用所确定的且很具需要被变换的实际值来替换预设的额定值，可以有利地避免特别是在加工期间进行额外的高成本的变换。

[0027] 在一种实施方式中，借助于三角测量法、特别是基于激光的三角测量法，来确定一个或多个实际位置。替代地或附加地，也可以使用其他的测量方法来确定实际位置，例如使用激光点传感器或者触觉传感器、特别是测量探测器、焊丝、气体喷嘴搜索装置等。由此，可以特别有利地、特别是精确的和/或无触碰地确定位置、特别是位态和/或方位。

[0028] 相应地，在一种实施方式中，用于相应地确定所选出的点在待加工零件上的实际位置的装置具有传感器，特别是机器人引导的传感器，特别是激光传感器，用于按照三角测量法来检测待加工零件上的点。

[0029] 在一种实施方式中，特别是借助于机器人、尤其是（已经或随后）引导工具的机器人本身，特别是通过使机器人引导的特别是光学或触觉的传感器、工具等驶入实际位置，来部分或完全自动化地确定一个或多个实际位置。

[0030] 相应地，在一种实施方式中，用于分别为所选出的点确定实际位置的装置具有一器件，该器件特别是借助于机器人、尤其是（已经或随后）引导工具的机器人本身，特别是通过使机器人引导的特别是光学或触觉的传感器、工具等驶入实际位置，部分或完全自动化地分别为所选出的点确定实际位置。

[0031] 在一种实施方式中，由此可以改进特别是对多个零件的加工。

[0032] 在一种实施方式中，利用机器人引导的工具，特别是依次地和/或完全或部分自动

化地,加工多个特别是相同型号或者说相同类型的零件,在此,针对这些零件,特别是借助于机器人,尤其是部分或全部自动化地分别确定所选出的(待修正的)点、特别是所选出的(相同的)点在各个待加工零件上的实际位置,然后分别驶入基于(所确定的)这些特定于零件的实际位置的加工轨迹,以实现对零件的加工。在一种扩展方案中,为多个零件预设相同的额定位置。

[0033] 相应地,在一种实施方式中,用于分别确定所选出的点的实际位置的装置是这样的:其特别是借助于机器人,尤其是部分或完全自动化地分别确定所选出的(待修正)的点、特别是所选出的(相同的)的点在多个特别是相同型号或者说相同类型的和/或将要利用机器人引导的工具依次加工的零件上的、特定于零件的实际位置;并且用于驶入基于所确定的实际位置的加工轨迹的装置是这样的:其分别驶入基于(所确定的)特定于零件的实际位置的加工轨迹,以加工各个零件,从而能够利用机器人引导的工具,特别是依次地和/或完全或部分自动化地加工多个特别是相同型号或者说相同类型的零件。

[0034] 因此在一种实施方式中,特别是步骤c) 和/或d) 被重复用于多个零件。

[0035] 据此,在一种实施方式中,可以改进特别是对于多个零件的加工。

[0036] 在一种实施方式中,该方法的一个或多个步骤被部分或完全地或者说在没有操作者介入的情况下实施,或者说相应的装置部分或完全地或者说在没有操作者介入的情况下执行这些步骤。

## 附图说明

[0037] 其他的优点和特征由从属权利要求和实施例给出。在此部分示意性地示出:

[0038] 图1示出了在加工至少一个零件时根据本发明的一种实施方式的系统;

[0039] 图2示出了沿着图1中的线II-II的截面图;和

[0040] 图3示出了该方法的流程图。

## 具体实施方式

[0041] 图1示出了在加工至少一个零件时根据本发明的一种实施方式的系统。

[0042] 该系统具有机器人2和机器人控制器3,该机器人控制器执行存储于其中的加工程序。需要指出的是,在下面所描述的方法也可以用专门的自动化机器来实施,例如专门在焊接技术中使用的“焊接机器”。因此,这些机器也应当属于本发明意义上的机器人的概念。

[0043] 在该实施例中,零件1的一个端侧被焊接在相应的孔中。为此,具有激光束L的机器人2驶入加工轨迹中。

[0044] 为此目的,在第一步骤S10中(参见图3),为加工轨迹的多个支点 $x_{s,1}$ 至 $x_{s,8}$ 预设额定位置,这些支点在图1中用叉号示出。在此,在图1中以虚线示出的参考零件上要经过这些点,并据此将当前位置存储下来。

[0045] 这些位置分别包括:三维的位态,以及三维的工具方向或者说机器人的激光头的光轴线的方向。

[0046] 随后,在第二步骤S20中,从这些预设的点中挑选出待修正的点。在该实施例中示例性地是支点 $x_{s,1}$ 、 $x_{s,3}$ 、 $x_{s,5}$ 和 $x_{s,7}$ 。这种选择是这样发生的:即,在加工程序中分别为这些支点配置用于确定这些点的实际位置的指令。

[0047] 现在,在第三步骤S30中,通过加工程序并通过机器人引导的激光传感器(未示出)或者前述的其他传感器,针对所选出的这些位于在图1中所绘出的当前待加工零件上的点,分别自动地确定点x<sub>1</sub>、x<sub>3</sub>、x<sub>5</sub>以及x<sub>7</sub>的特定于零件的实际位置,并且被自动地接收至加工程序中,如图1中实线圆所示。

[0048] 在此,一方面要确定这些点的三维实际位态。另一方面如图2中的截面图所示,要分别确定垂直于或者说向于零件1的彼此相对置的边沿的方向R。在一种变型中,用户可以在加工程序中预设或者说已经预设好:需要确定实际位置的哪些坐标,或者说该实际位置包括哪些坐标,例如仅包括位态坐标。

[0049] 随后,在第四步骤S40中,在存储于机器人控制器3中的加工程序中,自动地用所确定的点x<sub>1</sub>、x<sub>3</sub>、x<sub>5</sub>以及x<sub>7</sub>的实际位态来替换支点x<sub>s,1</sub>、x<sub>s,3</sub>、x<sub>s,5</sub>和x<sub>s,7</sub>的额定位态。此外,在该程序中所预设的这些支点x<sub>s,1</sub>、x<sub>s,3</sub>、x<sub>s,5</sub>和x<sub>s,7</sub>的工具方位、特别是激光头的光轴线,也用经过修正的方向加以替换,这些经过修正的方向是基于所确定的实际方向R利用预设的变换得出的。在该实施例中,激光头的光轴线示例性地垂直于焊缝。因此,示例性地选择相同的投影(Abbildung)作为变换,或者说用所确定的垂直于零件1边沿的方向R来替换所预设的在点x<sub>1</sub>、x<sub>3</sub>、x<sub>5</sub>以及x<sub>7</sub>上的额定工具方位。

[0050] 现在,在第五步骤S50中,激光束L受机器人引导地自动驶入通过支点x<sub>s,1</sub>至x<sub>s,8</sub>预设的加工轨迹,该加工轨迹在图1中通过双点划虚线示出,并且特别是利用激光束实施对零件的加工,在此过程中,由机器人控制器3相应地控制机器人2。

[0051] 正如通过对比由双点划虚线示出的加工轨迹、所绘出的零件1的轮廓和由虚线示出的参考零件的轮廓所看到的:根据当前待加工零件的实际轮廓可以良好地调整加工轨迹。另一方面,只需要确定所选出支点的实际位置,而不必确定加工轨迹的所有支点的实际位置,这可以降低测量成本。替代于此地,可以在步骤S20中从预设的加工轨迹的点中挑选出个别的点。

[0052] 机器人控制器3与机器人引导的激光传感器一起构成:用于分别为加工轨迹的多个点预设额定位置的装置,用于从所预设的点中挑选出待修正的点的装置,用于分别确定所选出的点在待加工零件上的实际位置的装置,以及用于驶入基于所确定的实际位置的加工轨迹的装置。

[0053] 相应地,机器人控制器3具有用于输入待修正的点的输入可能性。

[0054] 如果依次加工多个结构相同的零件1,则针对每个零件自动地(特定于零件地)重复步骤S30-S50。相反,步骤S10、S20仅针对这些零件事先执行一次即可。

[0055] 尽管在前面的说明中描述了示例性的实施方式,但是应当指出的是,还可以存在有多种变型。此外还应注意的是,这些示例性的实施方式仅仅是举例,其不应以任何方式对保护范围、应用和结构构成限制。相反,前面的说明将给予本领域技术人员对至少一种示例性实施方式进行变换的启示,在此,在不脱离由权利要求书和等效特征组合所得出的保护范围的情况下,特别是关于所描述的组件的功能和设置可以有各种不同的变化。

[0056] 附图标记列表

[0057] 1 零件

[0058] 2 机器人

[0059] 3 机器人控制器

- [0060] L 激光束
- [0061] R 方向
- [0062]  $X_{s,i}$  预设的点
- [0063]  $x_i$  零件上的点。

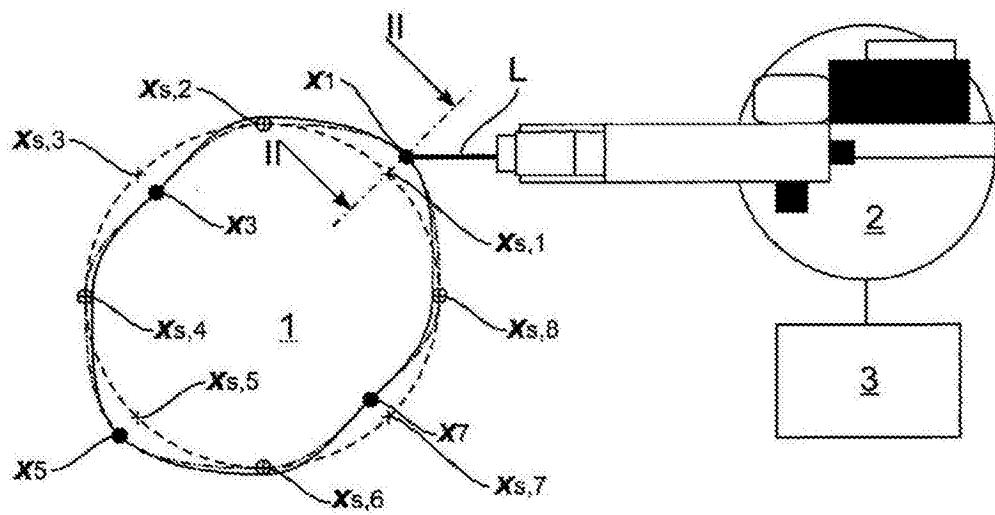


图1

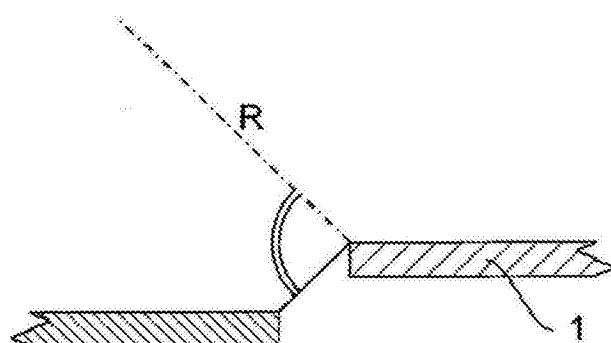


图2



图3