(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116940762 A
(43)申请公布日 2023.10.24

(21)申请号 202180094588.X
(22)申请日 2021.03.03
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.08.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2021/055281 2021.03.03
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/184246 EN 2022.09.09
(71)申请人 ABB瑞士股份有限公司
地址 瑞士巴登
(72)发明人 阿努尔夫·克罗吉达尔
盖尔·克罗吉达尔
雅科布·特里达尔
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 李辉 肖博
(51)Int.Cl.
F04C 2/10(2006.01)

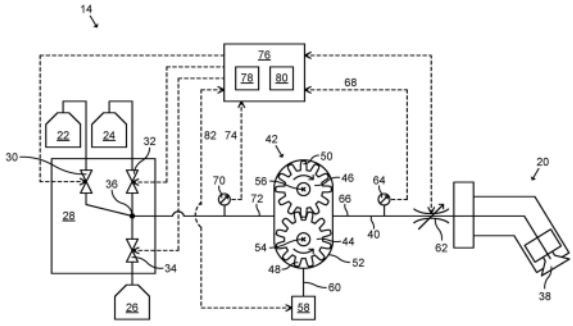
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

齿轮泵的操作方法、控制系统、涂覆设备和机器人系统

(57)摘要

一种齿轮泵(42)的操作方法，齿轮泵包括具有多个驱动齿(48)的驱动齿轮(44)和具有多个从动齿(50)的从动齿轮(46)，从动齿与驱动齿啮合，该方法包括在测试模式下控制齿轮泵，包括命令驱动齿轮泵朝下游装置(62)泵送液体，以及命令增加齿轮泵的转速；在测试模式期间监测指示转速的旋转值(82)；在测试模式期间，通过至少下游压力传感器(64)监测压力值(68)，下游压力传感器被布置为测量齿轮泵和下游装置之间的液体的下游压力；以及基于压力值和旋转值，确定齿轮泵的至少一个操作状态。



CN 116940762 A

1.一种齿轮泵(42)的操作方法,所述齿轮泵(42)包括具有多个驱动齿(48)的驱动齿轮(44)和具有多个从动齿(50)的从动齿轮(46),所述从动齿(50)与所述驱动齿(48)啮合,所述方法包括:

-在测试模式下控制所述齿轮泵(42),包括命令驱动所述齿轮泵(42)朝下游装置(62)泵送液体,以及命令增加所述齿轮泵(42)的转速;

-在所述测试模式期间监测指示所述转速的旋转值(82);

-在所述测试模式期间,通过至少下游压力传感器(64)监测压力值(68),所述下游压力传感器(64)被布置为测量所述齿轮泵(42)和所述下游装置(62)之间的所述液体的下游压力;以及

-基于所述压力值(68)和所述旋转值(82),确定所述齿轮泵(42)的至少一个操作状态。

2.根据权利要求1所述的方法,还包括:

-监测指示所述齿轮泵(42)上的压力差的压力差值,所述压力差值基于所述压力值(68)被确定;以及

-当所述压力差值达到目标压力差值时,基于所述旋转值(82)确定所述齿轮泵(42)的至少一个操作状态。

3.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述至少一个操作状态包括所述齿轮泵(42)泄漏、所述驱动齿轮(44)和所述从动齿轮(46)未对准、和/或所述驱动齿(48)和所述从动齿(50)中的一个有缺陷。

4.根据前述权利要求中任一项所述的方法,还包括:在操作模式下控制所述齿轮泵(42),包括命令驱动所述齿轮泵(42)以泵送液体通过所述下游装置(62),同时控制所述齿轮泵(42)以自动补偿所述至少一个操作状态。

5.根据前述权利要求中任一项所述的方法,还包括:基于所述至少一个操作状态自动发出警告。

6.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述下游装置(62)是下游阀,并且其中所述下游阀在所述测试模式期间被关闭。

7.一种用于操作齿轮泵(42)的控制系统(76),所述齿轮泵(42)包括具有多个驱动齿(48)的驱动齿轮(44)和具有多个从动齿(50)的从动齿轮(46),所述从动齿(50)与所述驱动齿(48)啮合,所述控制系统(76)包括至少一个数据处理设备(78)以及上面存储有计算机程序的至少一个存储器(80),所述计算机程序包括程序代码,所述程序代码当由所述至少一个数据处理设备(78)执行时,使得所述至少一个数据处理设备(78)执行以下步骤:

-在测试模式下控制所述齿轮泵(42),所述测试模式包括命令驱动所述齿轮泵(42)朝下游装置(62)泵送液体,以及命令增加所述齿轮泵(42)的转速;

-提供所述测试模式期间指示所述转速的旋转值(82);

-提供在所述测试模式期间由至少下游压力传感器(64)监测的压力值(68),所述下游压力传感器(64)被布置为测量所述齿轮泵(42)和所述下游装置(62)之间的所述液体的下游压力;以及

-基于所述压力值(68)和所述旋转值(82),确定所述齿轮泵(42)的至少一个操作状态。

8.根据权利要求7所述的控制系统(76),其中所述计算机程序包括程序代码,所述程序代码当由所述至少一个数据处理设备(78)执行时,使得所述至少一个数据处理设备(78)执

行以下步骤：

-提供指示所述齿轮泵(42)上的压力差的压力差值，所述压力差值基于所述压力值(68)被确定；以及

-当所述压力差值达到目标压力差值时，基于所述旋转值(82)确定所述齿轮泵(42)的至少一个操作状态。

9.根据权利要求7或8所述的控制系统(76)，其中所述至少一个操作状态包括所述齿轮泵(42)泄漏、所述驱动齿轮(44)和所述从动齿轮(46)未对准、和/或所述驱动齿(48)和所述从动齿(50)中的一个有缺陷。

10.根据权利要求7至9中任一项所述的控制系统(76)，其中所述计算机程序包括程序代码，所述程序代码当由所述至少一个数据处理设备(78)执行时，使得所述至少一个数据处理设备(78)执行以下步骤：

-在操作模式下控制所述齿轮泵(42)，所述操作模式包括命令驱动所述齿轮泵(42)以泵送液体通过所述下游装置(62)，同时控制所述齿轮泵(42)以自动补偿所述至少一个操作状态。

11.根据权利要求7至10中任一项所述的控制系统(76)，其中所述计算机程序包括程序代码，所述程序代码当由所述至少一个数据处理设备(78)执行时，使得所述至少一个数据处理设备(78)执行以下步骤：

-基于所述至少一个操作状态，自动地命令发出警告。

12.一种用于将涂层介质(16)施加到对象(18)上的设备(14)，所述设备(14)包括齿轮泵(42)、下游装置(62)、下游压力传感器(64)以及根据权利要求7至11中任一项所述的控制系统(76)。

13.根据权利要求12所述的装置(14)，其中所述下游装置(62)是下游阀，并且其中所述计算机程序包括程序代码，所述程序代码当由所述至少一个数据处理设备(78)执行时，使得所述至少一个数据处理设备(78)执行以下步骤：

-在所述测试模式期间命令关闭所述下游阀。

14.根据权利要求13所述的设备(14)，还包括涂层介质管线(40)，用于供应所述涂层介质(16)，其中所述齿轮泵(42)、所述下游装置(62)和所述下游压力传感器(64)被布置在所述涂层介质管线(40)上。

15.一种机器人系统(10)，包括工业机器人(12)以及根据权利要求12至14中任一项所述的设备(14)。

齿轮泵的操作方法、控制系统、涂覆设备和机器人系统

技术领域

[0001] 本公开主要涉及齿轮泵。特别地，提供了一种齿轮泵的操作方法、一种用于操作齿轮泵的控制系统、一种用于将涂层介质施加到对象上的设备，以及一种包括工业机器人和涂覆设备的机器人系统。

背景技术

[0002] 在自动化喷涂工艺中，齿轮泵通常用于控制到雾化器的涂料的定量给料。涂料结果高度依赖于涂料流速的精确控制。对于自动机器人喷涂来说，齿轮泵的涂料定量给料精度直接影响喷涂结果。

[0003] 随着时间的推移，齿轮泵磨损，并且因此，给定转速下通过齿轮泵的流量由于齿轮泵的内部泄漏增加而减小。当磨损超过一定限度时，必须更换或维修齿轮泵。一些齿轮泵还会被机械损坏或不正确地安装，导致液体的定量给料不准确。

[0004] 在一些应用中，齿轮泵的内部泄漏通过执行杯式测试来检查，其中相对于参考值检查实际累积流量。这种杯式测试可以包括要求来自齿轮泵的给定涂料流，例如500ml/min。杯式测试进行给定时间，例如30秒。在杯式测试期间，来自齿轮泵的输出涂料被收集在杯中，并测量杯中涂料的体积。基于所要求的流量和测试持续时间，应当在杯中测量对应于参考值的体积，该体积在本示例中为250ml。然后，测量体积与参考体积之间的偏差可以作为齿轮泵磨损的量度。

[0005] 杯式测试需要大量的人力，并且通常以长时间间隔进行。在杯式测试之间，没有关于齿轮泵的实际健康状况的信息。这使得难以计划齿轮泵的维护。

[0006] EP1522731A2公开了一种正排量液压泵的健康监测方法。该方法包括以下步骤：在泵的高压出口管线和系统的低压管线之间建立具有已知流量的流路；渐进地改变泵的操作速度；以及，将泵的操作速度记录为响应于泵的转速变化而变化的泵的下游压力所对应的参数。

发明内容

[0007] 本公开的一个目的在于提供一种齿轮泵的操作方法，该方法能够高效地确定齿轮泵的至少一个操作状态。

[0008] 本公开的另一目的在于提供一种齿轮泵的操作方法，该方法能够自动地确定齿轮泵的至少一个操作状态。

[0009] 本公开的又一目的在于提供一种齿轮泵的操作方法，该方法能够可靠地确定齿轮泵的至少一个操作状态。

[0010] 本公开的又一目的在于提供一种齿轮泵的操作方法，该方法能够以成本有效的方式确定齿轮泵的至少一个操作状态。

[0011] 本公开的又一目的在于提供一种齿轮泵的操作方法，该方法能够提高齿轮泵的性能。

[0012] 本公开的又一目的在于提供一种齿轮泵的操作方法，该方法能够更好地利用齿轮泵的寿命。

[0013] 本公开的又一目的在于提供一种齿轮泵的操作方法，该方法组合地解决了上述几个或全部目的。

[0014] 本公开的又一目的在于提供一种用于操作齿轮泵的控制系统，该控制系统解决了上述一个、几个或全部目的。

[0015] 本公开的又一目的在于提供一种用于将涂层介质施加到对象上的设备，该设备解决了上述一个、几个或全部目的。

[0016] 本公开的又一目的在于提供一种包括工业机器人和设备的机器人系统，该机器人系统解决了上述一个、几个或全部目的。

[0017] 根据一个方面，提供了一种齿轮泵的操作方法，齿轮泵包括具有多个驱动齿的驱动齿轮和具有多个从动齿的从动齿轮，从动齿与驱动齿啮合，该方法包括在测试模式下控制齿轮泵，包括命令驱动齿轮泵朝下游装置泵送液体，以及命令增加齿轮泵的转速；监测测试模式期间指示转速的旋转值；在测试模式期间，通过至少下游压力传感器监测压力值，下游压力传感器被布置为测量齿轮泵和下游装置之间的液体的下游压力；以及基于压力值和旋转值，确定齿轮泵的至少一个操作状态。

[0018] 该方法提供了齿轮泵的至少一个操作状态的自动监测。该方法可以以最少的努力来执行。因此，该方法可以以短的间隔执行，以确保关于齿轮泵的健康状况的更新信息总是可用的。由此，能够在早期检测到齿轮泵的健康状况的恶化。由该方法确定的至少一个操作状态可以用于确定和/或预测齿轮泵需要何时维护。

[0019] 该方法可以包括命令连续增加或递增增加齿轮泵的转速。在任何情况下，齿轮泵的转速均可以从相对低的转速相对缓慢地增加。该方法可以用根据本公开的任意类型的设备来执行。

[0020] 由该方法确定的至少一个操作状态可以用于各种目的。例如，通过以规律间隔确定至少一个操作状态，可以准确地跟踪齿轮泵的健康状况。可以监测至少一个操作状态的趋势，以准确地预测需要何时修理和/或维护齿轮泵。因此，可以在对涉及齿轮泵的过程影响最小的情况下及时规划这种修理和/或维护。因此，可以避免齿轮泵不必要的停机时间。

[0021] 该方法可以包括基于旋转值和来自测试模式的压力值的特性，确定至少一个操作状态。在这种情况下，压力值可以是测试模式期间由下游压力传感器读取的下游压力值。通过分析来自测试模式的下游压力值，可以检测齿轮泵的各种操作状态并进行分类。这些操作状态的示例包括齿轮泵的单个齿损坏或驱动齿轮和从动齿轮未对准。

[0022] 齿轮泵可以由电机经由轴驱动。该方法还能够确定轴是否实际连接至齿轮泵和电机。因此，当在测试模式期间命令驱动齿轮泵并且压力值没有如预期的那样增加或者根本没有增加时，齿轮泵的至少一个操作状态可以被确定为因电机和齿轮泵之间的不正确连接或不存在连接而引起的故障。在一些现有技术的设备中，轴可拆卸地连接至电机和/或齿轮泵，例如以用于维护目的。然而，操作者可能会忘记经由轴将电机连接至齿轮泵。然后，喷涂机器人可能会运行喷涂程序但不实际喷涂对象。一些此类现有技术的设备使用专用传感器来验证电机是否正确地连接至齿轮泵。本方法使得能够消除此类传感器。

[0023] 该方法还可以包括监测指示齿轮泵上的压力差的压力差值，该压力差值是基于压

力值确定的;以及当压力差值达到目标压力差值时,基于旋转值确定齿轮泵的至少一个操作状态。目标压力差值可以是预定的恒定值。目标压力差值可以设定为至少3巴,诸如5巴。

[0024] 当压力差值达到目标压力差值时,可以停止齿轮泵的旋转。随着时间推移,齿轮泵的磨损增加,压力差值达到目标压力差值时的旋转值将会增大。因此,在测试模式期间确定的压力差值达到目标压力差值时的旋转值将提供关于齿轮泵的健康状况的指示。

[0025] 由于该方法使用下游压力传感器在测试模式期间提供压力值,因此不需要必须被触发以在特定压力下打开的下游阀。由此,能够实现包括齿轮泵的设备的成本更有效的设计。

[0026] 压力差可以基于由下游压力传感器测量的下游压力值和由上游压力传感器测量的上游压力值来确定。上游压力传感器可以被布置为测量到齿轮泵的液体的上游压力。然而,上游压力传感器是可选的。下游压力和上游压力也可以分别被称为输出压力和输入压力。

[0027] 至少一个操作状态可以包括齿轮泵泄漏、驱动齿轮和从动齿轮未对准和/或驱动齿和从动齿中的一个有缺陷。泄漏可以与测试模式期间压力差值达到目标压力差值时的旋转值基本上成正比或成正比。

[0028] 该方法还可以包括在操作模式下控制齿轮泵,包括命令驱动齿轮泵以泵送液体通过下游装置,同时控制齿轮泵以自动补偿至少一个操作状态。例如,在至少一个操作状态指示齿轮泵磨损的情况下,关于该操作状态的信息可以用于通过增加齿轮泵的转速来补偿磨损。这样,可以更好地利用齿轮泵的寿命,并且提高了齿轮泵的性能。

[0029] 该方法还可以包括基于至少一个操作状态自动发出警告。警告可以是对用户的视觉警告和/或听觉警告。由此,在齿轮泵的劣化不可避免地对过程产生负面影响之前,用户能够提前很长时间开始采取措施,诸如安排维护。

[0030] 下游装置可以是下游阀。在这种情况下,下游阀可以在测试模式期间关闭。在该变型中,与下游装置是限制器的情况相比,齿轮泵的转速可以更缓慢地增加。在测试模式期间,转速从相对较低的转速缓慢增加,同时监测齿轮泵上的压力差。

[0031] 齿轮泵能够被驱动以泵送液体抵靠关闭的下游阀的时间段尤其取决于齿轮泵的泄漏和齿轮泵的转速。齿轮泵可以被布置为使得当下游阀关闭时,齿轮泵的泄漏构成液体的唯一流路。

[0032] 然而,根据本公开的方法也可以采用限制器而非关闭的下游阀形式的下游装置来执行。这例如在无法获得能够关闭的下游阀的应用中可能是有利的。在这种情况下,将存在两个流路:齿轮泵的内部泄漏和通过限制器流动。

[0033] 在任何情况下,下游装置在测试模式期间均可以是静态的。因此,下游装置对来自齿轮泵的输出流的阻力在测试模式期间可以是恒定的。在下游装置是下游阀的情况下,下游阀的阀位置在测试模式期间可以保持恒定。

[0034] 根据另一方面,提供了一种用于操作齿轮泵的控制系统,齿轮泵包括具有多个驱动齿的驱动齿轮和具有多个从动齿的从动齿轮,从动齿与驱动齿啮合,控制系统包括至少一个数据处理设备,以及存储有计算机程序的至少一个存储器,计算机程序包括程序代码,该程序代码当由至少一个数据处理设备执行时,使得至少一个数据处理设备执行以下步骤:在测试模式下控制齿轮泵,测试模式包括命令驱动齿轮泵朝下游装置泵送液体,以及命

令增加齿轮泵的转速;提供测试模式期间指示转速的旋转值;在测试模式期间,提供由至少下游压力传感器监测的压力值,下游压力传感器被布置为测量齿轮泵和下游装置之间的液体的下游压力;并且基于压力值和旋转值,确定齿轮泵的至少一个操作状态。

[0035] 计算机程序可以包括程序代码,该程序代码当由至少一个数据处理设备执行时,使得至少一个数据处理设备执行以下步骤:提供指示齿轮泵上的压力差的压力差值,该压力差值是基于压力值确定的;并且当压力差值达到目标压力差值时,基于旋转值确定齿轮泵的至少一个操作状态。

[0036] 至少一个操作状态可以包括齿轮泵泄漏、驱动齿轮和从动齿轮未对准和/或驱动齿和从动齿中的一个有缺陷。

[0037] 计算机程序可以包括程序代码,该程序代码当由至少一个数据处理设备执行时,使得至少一个数据处理设备执行以下步骤:在操作模式下控制齿轮泵,操作模式包括命令驱动齿轮泵以泵送液体通过下游装置,同时控制齿轮泵以自动补偿至少一个操作状态。

[0038] 计算机程序可以包括程序代码,该程序代码当由至少一个数据处理设备执行时,使得至少一个数据处理设备执行以下步骤:基于至少一个操作状态,自动地命令发出警告。

[0039] 根据另一方面,提供了一种用于将涂层介质施加到对象上的设备,该设备包括根据本公开的齿轮泵、下游装置、下游压力传感器和控制系统。该设备还可以包括上游压力传感器。该设备还可以包括施加器,诸如雾化器,用于雾化诸如涂料的涂层介质。用于将涂层介质施加到对象上的设备可以替代地称为涂覆设备。在这一方面,在测试模式中由齿轮泵泵送的液体可以是清洁液体。

[0040] 由于许多涂覆设备已经包括齿轮泵、下游传感器和用于测量齿轮泵和下游装置之间的下游压力的下游压力传感器,因此本方法可以例如仅通过软件改变,相对容易地在现有涂覆设备中实现。这有助于提高设备的成本效率。

[0041] 下游装置可以是下游阀。在这种情况下,计算机程序可以包括程序代码,该程序代码当由至少一个数据处理设备执行时,使得至少一个数据处理设备执行以下步骤:在测试模式期间命令关闭下游阀。由于至少一个操作状态可以用关闭的下游阀确定,因此该方法可以在施加器定位成靠近待涂敷对象时执行。因此,该方法能够避免浪费涂层介质。此外,在执行该方法时,设备能够在没有污染环境的风险的情况下任意定位。这进一步减少了涉及该设备的工艺(诸如喷涂工艺)的停机时间。

[0042] 该设备还可以包括涂层介质管线,用于供应涂层介质。在这种情况下,齿轮泵、下游装置和下游压力传感器可以布置在涂层介质管线上。上游压力传感器也可以布置在涂层介质管线上。

[0043] 该设备还可以包括阀装置。阀装置可以被配置为选择性地使多个加压流体源中的每个加压流体源与齿轮泵流体连通。这种加压流体源的示例是涂层介质源和清洁液体源,每个涂层介质源包含独特类型的加压涂层介质,清洁液体源包含加压清洁液体,诸如溶剂。

[0044] 涂层介质管线可以构成齿轮泵与下游装置之间的唯一下游容积。备选地或额外地,涂层介质管线可以构成阀装置与齿轮泵之间的唯一上游容积。

[0045] 该设备还可以包括电机和轴。在这种情况下,齿轮泵可以被布置为由电机经由轴驱动。

[0046] 根据另一方面,提供了一种机器人系统,包括工业机器人以及根据本公开的设备。

工业机器人可以包括能够沿三个或更多个轴线(例如六个或七个轴线)编程的操纵器。设备可以由操纵器承载。

附图说明

[0047] 从结合附图的以下描述中,本公开的进一步细节、优点和方面将变得明显,其中:

[0048] 图1:示意性地示出了机器人系统的侧视图,该机器人系统包括工业机器人和具有齿轮泵的涂覆设备;

[0049] 图2:示意性地示出了涂覆设备的框图;

[0050] 图3:示意性地示出了齿轮泵正确运行时的齿轮泵的下游压力图;

[0051] 图4:示意性地示出了驱动齿轮和从动齿轮未对准时的齿轮泵的下游压力图;并且

[0052] 图5:示意性地示出了齿轮齿损坏时的齿轮泵的下游压力图。

具体实施方式

[0053] 下面,将描述齿轮泵的操作方法、用于操作齿轮泵的控制系统、用于将涂层介质施加到对象上的设备,以及包括工业机器人和涂覆设备的机器人系统。相同或相似的附图标记将用于表示相同或相似的结构特征。

[0054] 图1示意性地示出了机器人系统10的侧视图。机器人系统10包括工业机器人12和涂覆设备14。工业机器人12包括能够在至少三个轴(诸如6个或7个轴)上移动的操纵器。涂覆设备14由操纵器承载。涂覆设备14被配置为将涂料16施加到对象18上,如图1所示。涂料16是根据本公开的涂层介质的一个示例。对象18可以例如是车辆的车身部件。

[0055] 图1还示出了涂覆设备14包括雾化器20。雾化器20是本文描述的施加器的一个示例。这里,雾化器20被定位在操纵器的远端。

[0056] 图2示意性地示出了涂覆设备14的框图,该示例的涂覆设备14还包括第一涂料源22,用于容纳第一类型(例如第一颜色)的加压液体涂料16;第二涂料源24,用于容纳第二类型(例如第二颜色)的加压液体涂料16;以及清洁液体源26,用于容纳加压清洁液体(例如溶剂)。虽然仅示出了两个涂料源22和24,但是涂覆设备14可以包括至少十个不同的涂料源,诸如20至30个不同的涂料源(例如涂料源)。

[0057] 涂覆设备14还包括阀装置28。该示例的阀装置28还包括与第一涂料源22相关联的第一涂料阀30、与第二涂料源24相关联的第二涂料阀32,以及与清洁液体源26相关联的清洁液体阀34。第一涂料阀30、第二涂料阀32和清洁液体阀34中的每一个在此例示为2/2阀。这里,阀装置28用作换色器。

[0058] 该示例的阀装置28还包括接头36。第一涂料阀30、第二涂料阀32和清洁液体阀34与接头36直接流体连通。

[0059] 雾化器20包括能够旋转的偏转元件,这里例示为钟形杯38。钟形杯38被配置为雾化涂料16。

[0060] 涂覆设备14还包括涂料管线40。涂料管线40是根据本公开的涂层介质管线的一个示例。这里,涂料管线40从接头36延伸至钟形杯38。因此,阀装置28被配置为独立地使第一涂料源22、第二涂料源24和清洁液体源26中的每一个通过涂料管线40与雾化器20流体连通。

[0061] 涂覆设备14还包括齿轮泵42。齿轮泵42位于涂料管线40上。在该示例中，齿轮泵42位于阀装置28和雾化器20之间。

[0062] 齿轮泵42包括驱动齿轮44和从动齿轮46。驱动齿轮44包括多个驱动齿48。从动齿轮46包括多个从动齿50。驱动齿48和从动齿50彼此啮合。

[0063] 齿轮泵42还包括壳体52。驱动齿轮44和从动齿轮46容纳在壳体52中。涂料管线40的上游连接和下游连接是壳体52仅有的开口。

[0064] 驱动齿轮44能够围绕驱动轴线54旋转。从动齿轮46能够围绕从动轴线56旋转。驱动轴线54和从动轴线56彼此平行。

[0065] 涂覆设备14还包括电机58，用于驱动齿轮泵42。涂覆设备14还包括连接在电机58和驱动齿轮44之间的轴60。

[0066] 涂覆设备14还包括下游阀62。下游阀62是根据本公开的下游装置的一个示例。下游阀62位于齿轮泵42下游的涂料管线40上。在该示例中，下游阀62位于齿轮泵42和雾化器20之间的涂料管线40上。虽然图2中仅示出了一个下游阀62，但是根据工艺，涂覆设备14可以包括位于齿轮泵42和雾化器20之间的多个此类下游阀62。

[0067] 涂覆设备14还包括下游压力传感器64。下游压力传感器64位于齿轮泵42和下游阀62之间的涂料管线40上。下游压力传感器64被配置为读取齿轮泵42的输出侧66的涂料管线40中的液体的下游压力。下游压力传感器64输出指示输出侧66的压力的下游压力值68。

[0068] 该示例的涂覆设备14还包括上游压力传感器70。上游压力传感器70是可选的。上游压力传感器70位于齿轮泵42上游的涂料管线40上。在该示例中，上游压力传感器70位于阀装置28和齿轮泵42之间。上游压力传感器70被配置为读取齿轮泵42的输入侧72的涂料管线40中的液体的上游压力。上游压力传感器70输出指示输入侧72的压力的上游压力值74。

[0069] 涂覆设备14还包括控制系统76。控制系统76包括数据处理设备78和存储有计算机程序的存储器80。计算机程序包括程序代码，该程序代码当由数据处理设备78执行时，使得数据处理设备78执行和/或命令执行如本文所述的各个步骤。控制系统76与阀装置28信号连通。在该示例中，控制系统76与第一涂料阀30、第二涂料阀32和清洁液体阀34中的每一个信号连通以控制其开闭。

[0070] 控制系统76还与下游阀62信号连通，以控制下游阀62的开启度。控制系统76还与电机58信号连通。控制系统76控制电机58的转速。电机58将旋转值82发送给控制系统76。旋转值82表示齿轮泵42的转速。然而，表示齿轮泵42转速的旋转值82可以以多种方式获得并传送给控制系统76。

[0071] 下游压力传感器64和上游压力传感器70与控制系统76信号连通，以分别将下游压力值68和上游压力值74发送给控制系统76。

[0072] 在使用涂覆设备14的喷涂过程中，齿轮泵42用于控制到雾化器20的涂料的定量给料。齿轮泵42的一个常见故障是驱动齿48和/或从动齿50磨损。这导致从齿轮泵42的高压下游侧到低压上游侧的泄漏。泄漏也会因壳体52的磨损而发生。齿轮泵42泄漏表现为，对于齿轮泵42的给定转速，从雾化器20出来的涂料的流速降低。因此，喷涂结果变差。

[0073] 齿轮泵42的另一种故障是驱动齿轮44和从动齿轮46未对准。例如，当驱动轴线54和从动轴线56不完全平行，驱动轴线54和从动轴线56之间的距离不正确和/或驱动轴线54和从动轴线56相对于壳体52定位不准确时，可能会发生这种不对准。

[0074] 另一种故障是齿轮44和46的断齿或其它结构缺陷。如果驱动齿48和从动齿50中的一个或多个断裂，则涂料在齿轮泵42的该点上将不能有效地定量给料。

[0075] 在现有技术的解决方案中，这些类型的故障是手动检测的。例如，通过杯式测试，可以检测齿轮泵42给出的流量是否高于或低于预期。作为另一示例，可以目视检查测试对象(或对象18)上的喷涂结果，以查看齿轮泵42是否可能发生故障。这两种检查都需要停用涉及机器人系统10的生产线，既浪费时间又浪费涂料。这些措施最终还取决于执行检查的操作者的技能，可能会产生关于齿轮泵42的健康状况的不同结论。

[0076] 下面，将描述齿轮泵42的操作方法的一个示例。本示例的方法利用下游阀62、下游压力传感器64、上游压力传感器70和齿轮泵42本身来确定齿轮泵42的一个或多个操作状态。该方法包括在测试模式下控制齿轮泵42，以便自动确定齿轮泵42的操作状态。该方法由控制系统76控制。

[0077] 例如，测试模式可以在每次涂料管线40被清洁后、每天、每周或根据用户需要启动。清洁可以包括引导诸如溶剂的清洁液体通过涂覆设备14。然后，将清洁液体留在涂料管线40中，并且关闭下游阀62。此外，关闭第一涂料阀30、第二涂料阀32和清洁液体阀34。因此，在阀装置28和下游阀62之间提供了封闭体积的清洁液体。因此，可以在不机械地影响该封闭体积之外的任何部件的情况下执行测试模式。这是有利的，因为操纵器不必为了检查齿轮泵42的健康状况而使涂覆设备14移动离开喷涂点位。相反，即使是在涂覆设备14定位成面向对象18时，也可以执行该方法。

[0078] 在测试模式下，齿轮泵42朝下游阀62泵送液体。齿轮泵42的转速起初较低，然后缓慢地增加，例如连续增加。在增加之前，转速可以是恒定的低速。在测试模式期间，下游压力值68、上游压力值74和旋转值82由控制系统76以共用定时记录。控制系统76还通过用下游压力值68中减去上游压力值74，连续地确定齿轮泵42上的压力差。旋转值、上游压力值74、下游压力值68和压力差值可以被称为测试模式数据。

[0079] 如果齿轮泵42磨损，则齿轮泵42的内部泄漏可能相对较高。那么，下游压力将不会像低泄漏的新齿轮泵那样累积到很高。通过测试模式，可以通过使齿轮泵42抵抗关闭的下游阀62运行，同时监测齿轮泵42上的压力差来执行齿轮泵42的内部泄漏的自动监测。在没有上游压力传感器70的情况下，可以假定上游压力是恒定，以用于测试模式的目的。

[0080] 通过关闭下游阀62，然后缓慢地增加齿轮泵42的转速，齿轮泵42有效地将液体推向盲端。齿轮泵42缓慢旋转，以避免下游压力增加到高于涂料管线40和下游阀62的临界水平。

[0081] 随着齿轮泵42的转速增加，在大多数情况下，压力差值最终达到预定的目标压力差值，诸如5巴。然后，额外驱动齿轮泵42转几圈，以收集额外的能够执行的测试模式数据。此时，记录完成，并且涂覆设备14准备好进行下一喷涂过程。可以在涂覆设备14执行下一喷涂过程的同时处理测试模式数据。在该方法中，压力差达到目标压力差值时的齿轮泵42的转速被用作齿轮泵42的泄漏的量度，并因此作为齿轮泵42的操作状态的量度。该转速越高，泄漏越严重，反之亦然。这是因为齿轮泵42上的压力差可以被假定为与给定转速下的泄漏成正比。

[0082] 由于下游阀62关闭，因此随着齿轮泵42的转速增加，压力差将连续地增加。在控制系统76命令齿轮泵42的转速增加时压力差不增加的情况下，可以推断电机58和齿轮泵42之

间的连接有故障。然后，可以自动地向用户发出警告。因此，电机58和齿轮泵42之间的故障连接是可以通过该方法确定而无需用于该目的专用传感器的齿轮泵42的操作状态的一个示例。

[0083] 图3示意性地示出了当齿轮泵42正确运行时，齿轮泵42的下游压力值68在测试模式期间作为时间t的函数的图。当齿轮泵42在测试模式期间缓慢旋转时，来自下游压力传感器64的读数将给出非常明显的特征，具体到驱动齿轮44和从动齿轮46上的每个齿的水平。每次新剂量的液体从驱动齿48或从动齿50之间的空间输送时，压力就会增加。然后，液体将沿上游方向泄漏通过驱动齿轮44和/或从动齿轮46，并且下游压力将会下降。如图3所示，下游压力的每个上峰值对应于齿轮泵42的齿。因此，在对应于单个齿的上峰值幅度较低的情况下，该齿可能已经损坏。在图3中，附图标记84表示齿轮泵42转的一圈。基于测试模式期间的下游压力值68，控制系统76检测峰间压力值、上峰值的变化、下峰值的变化以及局部最小值或最大值之间的突然变化。

[0084] 图4示意性地示出了当驱动齿轮44和从动齿轮46未对准时，齿轮泵42的下游压力值68作为时间t的函数的图。整个正弦曲线上下移动，指示驱动齿轮44和从动齿轮46未对准。因此，驱动齿轮44和从动齿轮46未对准是可以通过该方法检测的齿轮泵42的另一操作状态。

[0085] 在图4中，附图标记86表示下游压力值68在一圈84内的整圈压力差，附图标记88表示齿轮泵42的峰间压力差，控制系统76基于来自测试模式的下游压力值68，自动确定整圈压力差86和峰间压力差88。

[0086] 峰间压力差88与齿轮泵42的旋转值82结合，形成齿轮泵42和新齿轮泵之间的比较基础。如果齿轮泵42无法在正常转速下实现高峰间压力差88和高最大压力，则可以在需要更换齿轮泵42之前，在一定范围内进行补偿。

[0087] 跨越超过一圈84的局部最小值和最大值的周期性变化指示齿轮不均匀。这在以较高流速喷涂时表现为涂料流中的“心跳”。

[0088] 下游压力值68的两个局部最小值或两个局部最大值之间的突然变化指示齿轮上的单个点(诸如齿)损坏。如果是这种情况，则可以看到相同的“心跳”。

[0089] 下游压力值68中的这些特征的结果可以形成比较基础，以确定齿轮泵42的操作状态。如果齿轮泵42在推荐的操作区域之外，则可以向用户发出警告和可选的相关信息，例如通过机器人系统10的系统错误和警告基础设施发出。

[0090] 如果驱动齿轮44和从动齿轮46中的一个未对准，则下游压力值68将在整圈84的一半上下降，同时在另一半上累积更高的压力。如果齿被破坏，则不会出现预期发生的压力上升。

[0091] 当驱动齿轮44和从动齿轮46中仅有一个相对于壳体52定位不准时，下游压力将与齿轮泵42的转速相关联地脉动。

[0092] 图5示意性地示出了当驱动齿轮44和从动齿轮46中的一个损坏时，齿轮泵42的下游压力值68作为时间t的函数的图。除了未对准之外，下游压力值的特征还示出齿轮泵42的齿损坏。因此，一个齿有缺陷是可以通过该方法确定的齿轮泵42的操作状态的另一示例。在图5中，区域90示出了因齿损坏而引起的齿轮泵42的异常行为。

[0093] 测试模式可以作为齿轮泵42的快速诊断检查运行。控制系统76记录并处理旋转值

82和下游压力值68，以确定齿轮泵42的一个或多个操作状态。然后，将由控制系统76确定的关于齿轮泵42的健康状况的信息传送给用户。在齿轮泵42需要维护或修理之前，也可以及时发出警告。

[0094] 在下一次喷涂过程中，控制系统76自动补偿所确定的齿轮泵42的操作状态。例如，基于所确定的齿轮泵42的泄漏增加转速，以达到涂料的期望流量。

[0095] 在一些现有技术的设备中，在齿轮泵42的下游安装齿轮流量计，以实时监测实际流量(监测请求流量与实际流量之差)。通过频繁地运行根据本公开的方法，可以避免使用这种齿轮流量计。从而节省了成本，并且降低了涂覆设备14的复杂性。

[0096] 由于上游压力传感器70、下游压力传感器64和下游阀62都是已知的，因此可以利用现有技术的设备，通过仅仅改变控制系统76中的软件来执行本方法。

[0097] 虽然参照示例性实施例对本公开进行了描述，但应当理解的是，本发明并不限于上文描述的这些实施例。例如，应当理解，部件的尺寸可以根据需要来改变。因此，本发明旨在仅由所附权利要求的范围限定。

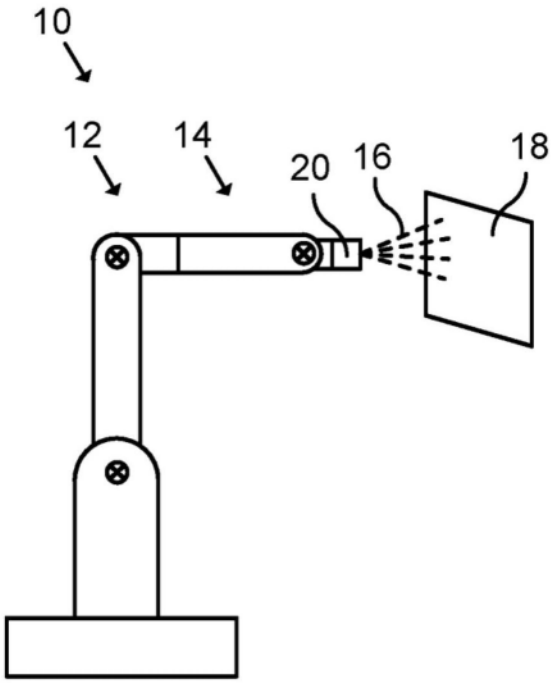


图1

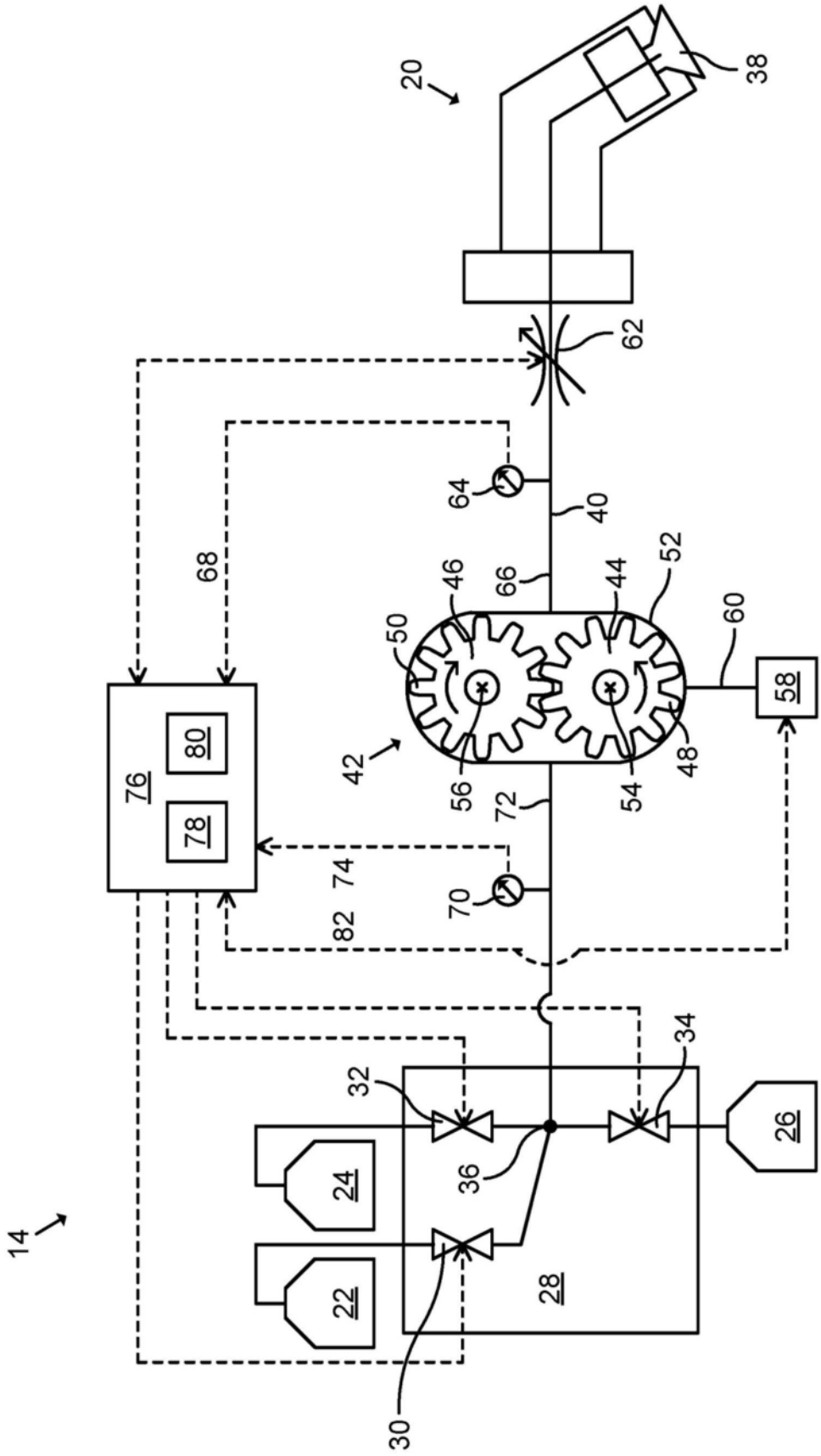

20
38
62
64
40
68
46
66
44
52
50
60
58
42
48
56
54
72
76
80
78
74
70
82
34
32
26
24
36
28
22
14
30

图2

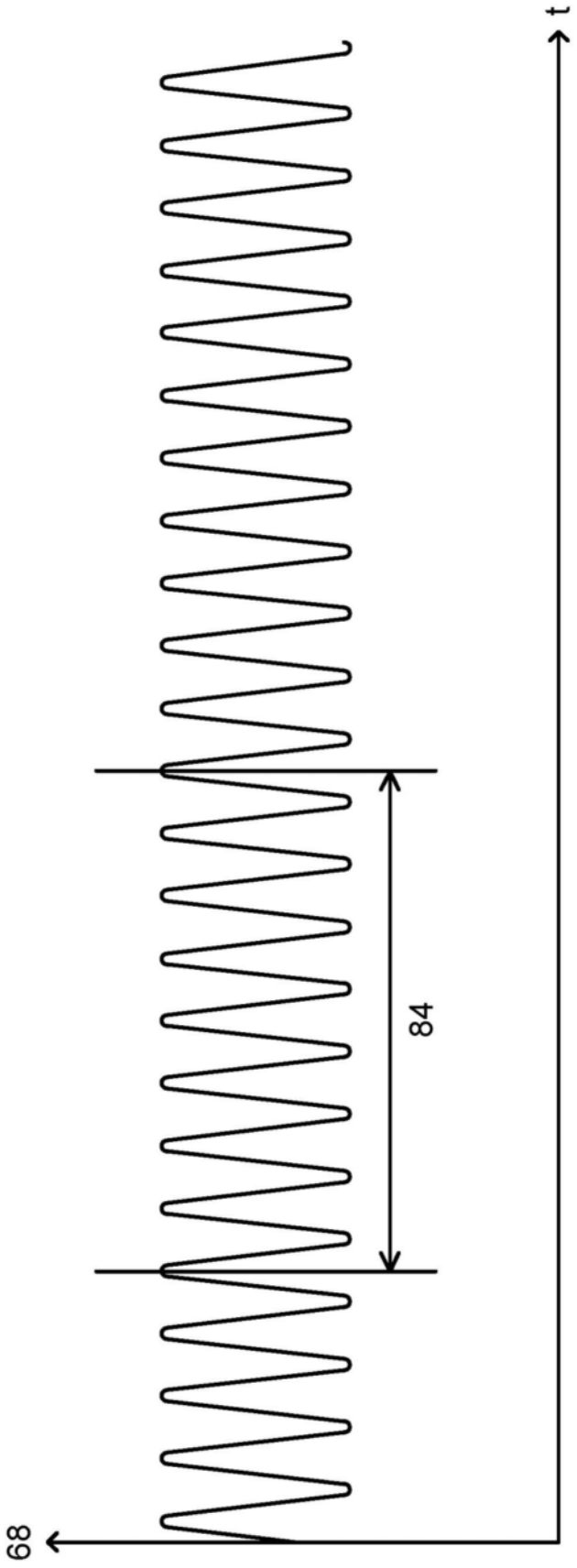


图3

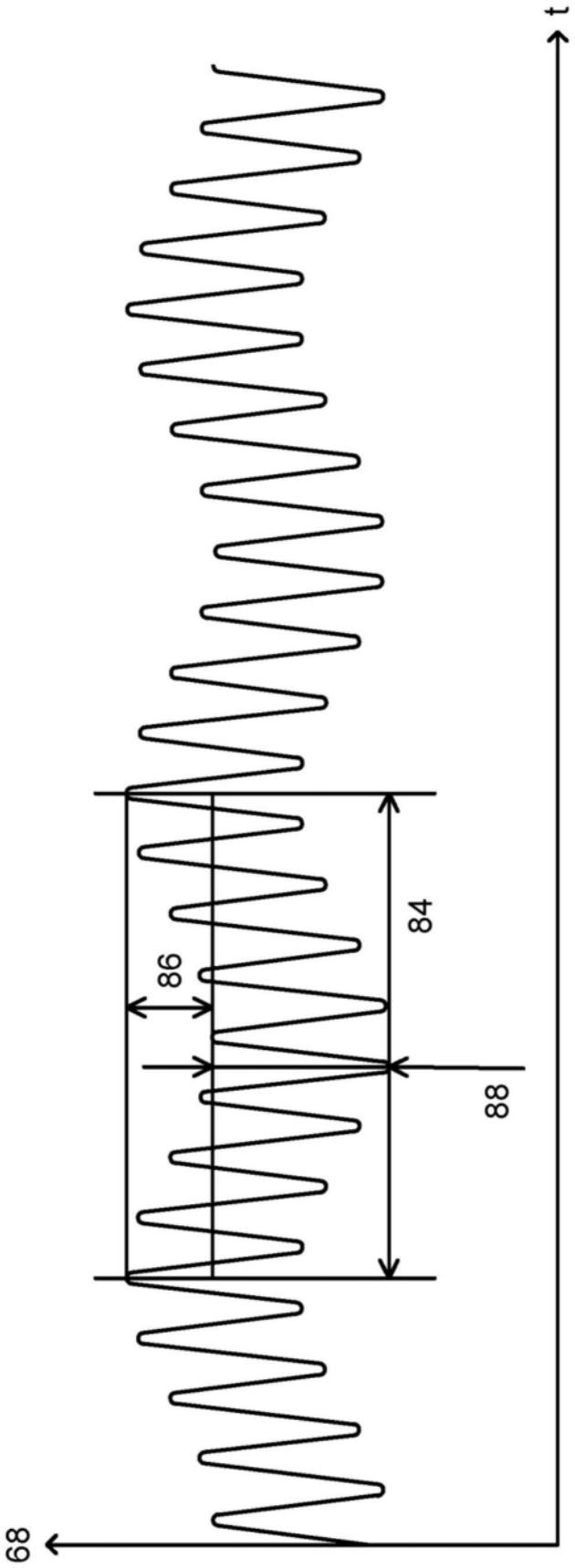


图4

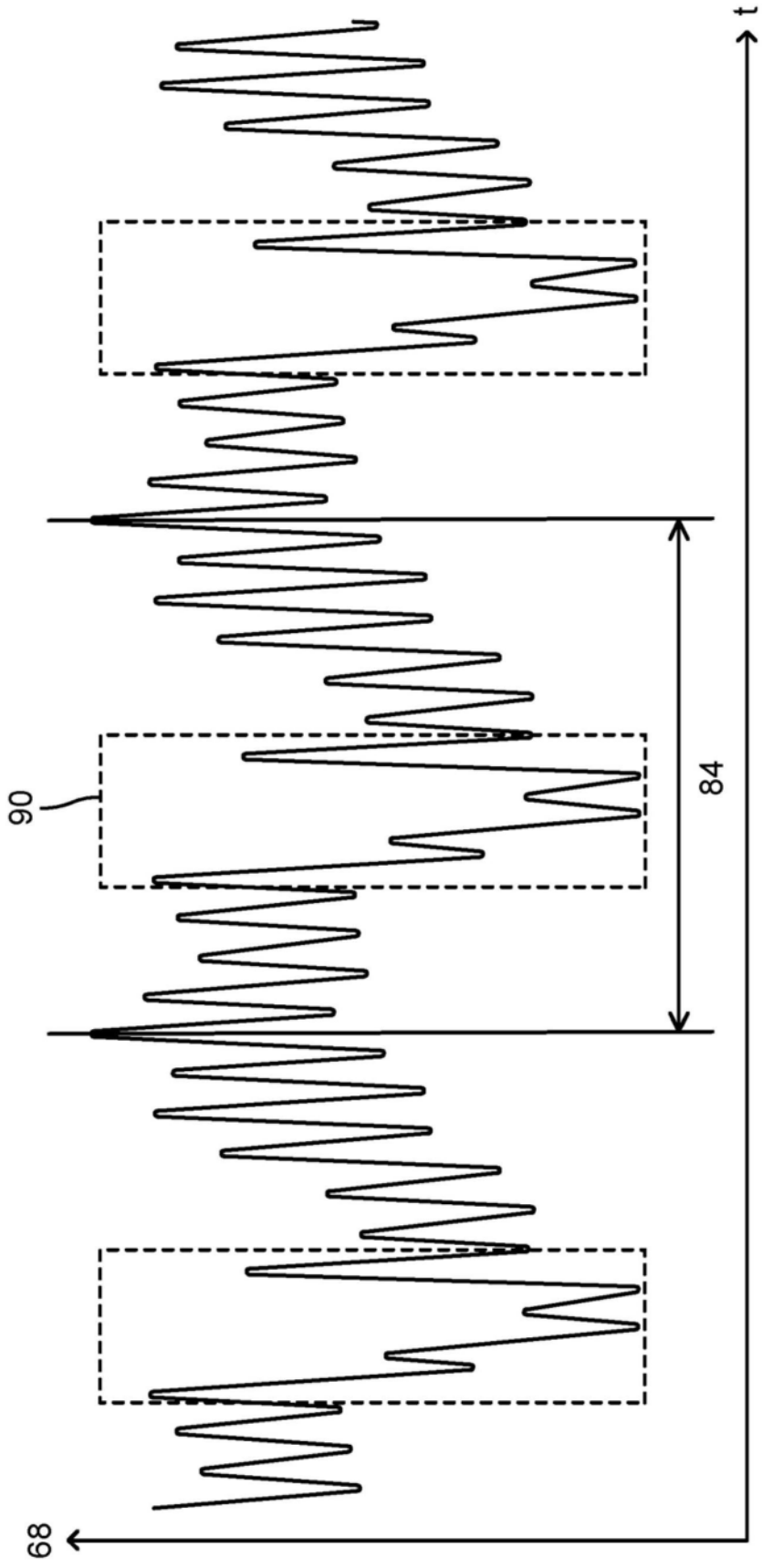


图5