



(21) 申请号 202380014257.X

(22) 申请日 2023.01.02

(30) 优先权数据

102022100401.5 2022.01.10 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.04.29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2023/050008 2023.01.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/131583 DE 2023.07.13

(71) 申请人 杜尔系统股份公司

地址 德国比梯海姆-比斯英恩

(72) 发明人 N·科赫 P·托梅 D·诺亚克

K·库尔岑贝格尔

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 王琼

(51) Int.Cl.

B05B 12/08 (2006.01)

B05B 15/50 (2006.01)

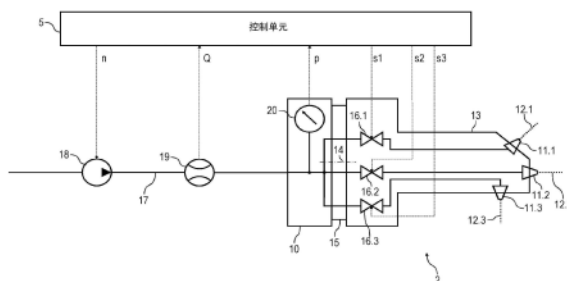
权利要求书4页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

施加系统及相关监测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种将施加剂(例如密封剂)施加到部件(例如机动车车身部件)上的施加系统。根据本发明,施加系统包括:具有至少一个喷嘴(11.1-11.3)的施加器(2);用于向施加器(2)供应施加剂的供应管路(17);传感器(19,20),用于测量至所述施加器(2)的所述供应管路(17)或所述施加器(2)中的测量变量,并提供相应的传感器信号(p,Q);以及监测单元(5),其与所述传感器(19,20)连接并评估所述传感器的传感器信号(p,Q)。本发明规定,监控单元(5)通过评估传感器信号(p,Q)来识别施加器(2)的喷嘴(11.1-11.3)之一是否出现喷嘴渐进堵塞。



1. 一种施加系统,用于将施加剂施加到部件上,特别是将密封剂、绝缘材料或粘合剂施加到车身部件上,所述施加系统包括:

a) 具有至少一个喷嘴(11.1-11.3;23.1-23.4)的施加器(2;22.1-22.4),用于将施加剂施加到部件上;

b) 供应管路(17;26.1-26.4),其用于向所述施加器(2;22.1-22.4)供应施加剂;

c) 传感器(19,20;28.1-28.4;29.1-29.4),其用于测量至所述施加器(2;22.1-22.4)的所述供应管路(17;26.1-26.4)或所述施加器(2;22.1-22.4)中的测量变量,并提供相应的传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4);以及

d) 监测单元(5),其与所述传感器(19,20;28.1-28.4;29.1-29.4)连接并评估所述传感器的传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4),

其特征在于,

e) 所述监测单元(5)通过评估传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4)识别施加器(2;22.1-22.4)的喷嘴(11.1-11.3;23.1-23.4)之一是否出现喷嘴渐进堵塞。

2. 根据权利要求1所述的施加系统,其特征在于,所述至少一个传感器(19,20;28.1-28.4;29.1-29.4)属于下列传感器(19,20;28.1-28.4;29.1-29.4)类型之一:

a) 压力传感器(20;29.1-29.4),其用于测量供应管路(17;26.1-26.4)或施加器(2;22.1-22.4)中施加剂的压力;

b) 材料流传感器(19;28.1-28.4),其用于测量从供应管路(17;26.1-26.4)流向施加器(2;22.1-22.4)的施加剂的材料流,特别是施加剂的质量流量或体积流量。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的施加系统,其特征在于,

a) 所述施加系统包括至少一个致动器(18;16.1-16.3;27.1-27.4,25.1-25.4)以用于控制供应管路(17;26.1-26.4)和/或施加器(2;22.1-22.4);

b) 所述致动器(18;16.1-16.3;27.1-27.4,25.1-25.4)由控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)控制;以及

c) 监测单元(5)检测用于所述致动器(18;16.1-16.3;27.1-27.4,25.1-25.4)的控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4),并在评估传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4)时将其考虑在内,以便将施加器(2;22.1-22.4)的不同致动与喷嘴渐进堵塞进行区分。

4. 根据权利要求3所述的施加系统,其特征在于,所述至少一个致动器(18;16.1-16.3;27.1-27.4,25.1-25.4)属于下列致动器(18;16.1-16.3;27.1-27.4,25.1-25.4)类型之一:

a) 控制阀(16.1-16.3;25.1-25.4),其控制流向各个喷嘴(11.1-11.3;23.1-23.4)的施加剂流,相应的控制信号(s1-s3;s1-s4)控制相应控制阀的阀位置(16.1-16.3;25.1-25.4);

b) 泵(18;27.1-27.4),其向施加器(2;22.1-22.4)输送施加剂流,其中,相应的控制信号(n;n1-n4)控制由相应的泵(18;27.1-27.4)输送的施加剂流。

5. 根据权利要求3或4所述的施加系统,其特征在于,

a) 施加器(2)的每个喷嘴(11.1-11.3)分别分配有相应的控制阀(16.1-16.3)作为致动器,所述控制阀控制通过相应的喷嘴(11.1-11.3)的施加剂流;

b) 所述控制阀(16.1-16.3)分别由控制信号(s1-s3)致动,所述控制信号控制相应的控制阀(16.1-16.3)的切换时间;

c) 监测单元(5)考虑到用于各个控制阀(16.1-16.3)的控制信号(s1-s3),以便能够相互比较喷嘴(11.1-11.3)并检测喷嘴渐进堵塞的情况;以及

d) 监测单元(5)优选地在所述控制阀(16.1-16.3)的切换时间之后的观察期内评估传感器信号(p,Q;)。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的施加系统,其特征在于,

a) 监测单元(5)包括人工智能计算机(8),在操作期间,机器学习算法在所述人工智能计算机上运行;以及

b) 所述机器学习算法评估传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4),优选地也评估控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4),并识别喷嘴(11.1-11.3;23.1-23.4)之一是否出现喷嘴渐进堵塞。

7. 根据权利要求6所述的施加系统,其特征在于,

a) 所述机器学习算法通过监督学习在训练过程中学习在没有喷嘴堵塞的情况下控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)和由此产生的传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4)之间的关系;

b) 所述机器学习算法在施加模式下从测量的传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4)中减去控制信号的影响以计算出残差值;以及

c) 监测单元(5)评估所述残差值,并将所述残差值的异常(21)识别为喷嘴渐进堵塞的指示。

8. 根据权利要求7所述的施加系统,其特征在于,

a) 监测单元(5)确定各个喷嘴(11.1-11.3;23.1-23.4)的控制阀(16.1-16.3;25.1-25.4)的切换时间;以及

b) 监测单元(5)相应地在所述切换时间之后的观察期内评估残差值。

9. 根据权利要求7或8所述的施加系统,其特征在于,监测单元(5)比较不同喷嘴(11.1-11.3;23.1-23.4)的切换时间后的残差值,以检测喷嘴渐进堵塞的情况。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的施加系统,其特征在于,所述施加系统具有:

a) 用于移动施加器(2;22.1-22.4)的施加机器人(1.1-1.4);以及

b) 用于控制所述施加机器人(1.1-1.4)的机器人控制器(3.1-3.4)。

11. 根据权利要求10所述的施加系统,其特征在于,

a) 多个施加机器人(1.1-1.4)被提供,每个机器人均用于移动施加器(2;22.1-22.4);

b) 各个施加机器人(1.1-1.4)均由机器人控制器(3.1-3.4)控制;

c) 所述施加机器人(1.1-1.4)共同布置在机器人单元内,特别是布置在共用的施加舱内;以及

d) 用于控制所述机器人单元的单元控制器(4)被提供,其中,所述单元控制器(4)全面地控制机器人单元中的机器人控制器(3.1-3.4)和/或施加机器人(1.1-1.4)。

12. 根据权利要求11所述的施加系统,其特征在于,所述施加系统具有:

a) 连接计算机(6),

a1) 所述连接计算机(6)一方面与机器人控制器(3.1-3.4)和/或单元控制器(4)连接,接收来自机器人控制器(3.1-3.4)和/或单元控制器(4)的控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)和传感器信号(p,Q;

p1-p4,Q1-Q4),

a2) 所述连接计算机(6)另一方面与人工智能计算机(8)连接,并向人工智能计算机(8)

提供控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)和传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4);和/或

b) 数据库计算机(7),其用于存储控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)和传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4),其中,所述数据库计算机(7)优选地与所述连接计算机(6)相连接并从连接计算机(6)接收控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)和传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4);和/或

c) 用于显示评估结果的图形计算机(9),其中,所述图形计算机(9)优选地与所述连接计算机(6)或数据库计算机相连接。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的施加系统,其特征在于,

a) 多个施加器(22.1-22.4)被提供;

b) 多个供应管路(26.1-26.4)被提供用于向施加器(22.1-22.4)供应施加剂,所述供应管路(26.1-26.4)之一被分别分配给每个施加器(22.1-22.4);

c) 所述传感器(28.1-28.4,29.1-29.4)中的至少一个被分别分配给每个供应管路(26.1-26.4),传感器(28.1-28.4,29.1-29.4)分别测量相应的供应管路(26.1-26.4)中的测量变量并提供相应的传感器信号(p1-p4,Q1-Q4);

d) 监测单元(5)将来自用于不同供应管路(26.1-26.4)的传感器(28.1-28.4,29.1-29.4)的传感器信号(p1-p4,Q1-Q4)相互比较,以便将各供应管路(26.1-26.4)中的喷嘴渐进堵塞与相应的供应管路(26.1-26.4)的不同致动进行区分;

e) 所述致动器(27.1-27.4,25.1-25.4)中的至少一个分别被分配给每个供应管路(26.1-26.4);和/或

f) 监测单元(5)考虑到用于不同供应管路(26.1-26.4)中致动器(27.1-27.4,25.1-25.4)的控制信号(n1-n4,s1-s4),以便将各供应管路(26.1-26.4)中的喷嘴渐进堵塞与相应的供应管路(26.1-26.4)的不同致动进行区分。

14. 一种用于根据前述权利要求中任一项所述的施加系统的监测方法,包括以下步骤:

a) 通过供应管路(17;26.1-26.4)向施加器(2;22.1-22.4)供应施加剂;

b) 通过传感器测量至施加器(2;22.1-22.4)的供应管路(17;26.1-26.4)或施加器(2;22.1-22.4)中的至少一个测量变量,并生成相应的传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4);以及

c) 评估传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4)以检测施加器(2;22.1-22.4)的喷嘴(11.1-11.3;23.1-23.4)之一的喷嘴渐进堵塞的情况。

15. 根据权利要求14所述的监测方法,其特征在于,所述监测方法包括以下步骤:

a) 以控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)致动供应管路(17;26.1-26.4)和/或施加器(2;22.1-22.4);以及

b) 评估控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)以区分喷嘴渐进堵塞和不同的致动。

16. 根据权利要求14或15所述的监测方法,其特征在于,

a) 所述机器学习算法通过监督学习在训练过程中学习在没有喷嘴堵塞的情况下控制信号(n,s1-s3;n1-n4,s1-s4)和由此产生的传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4)之间的关系;

b) 所述机器学习算法在施加模式下从测量的传感器信号(p,Q;p1-p4,Q1-Q4)中减去控制信号的影响以计算出残差值;以及

c) 监测单元(5)评估残差值并将残差值的异常(21)识别为喷嘴渐进堵塞的指示。

17. 根据权利要求16所述的监测方法,其特征在于

a) 监测单元 (5) 确定各个喷嘴 (11.1-11.3;23.1-23.4) 的控制阀 (16.1-16.3;25.1-25.4) 的相应的切换时间;以及

b) 监测单元 (5) 相应地在所述切换时间之后的观察期内评估残差值。

18.根据权利要求17所述的监测方法,其特征在于,监测单元 (5) 将不同喷嘴 (11.1-11.3;23.1-23.4) 的残差值相互比较,以检测喷嘴渐进堵塞的情况。

施加系统及相关监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种将施加剂施加到部件上的施加系统,特别是将密封剂、绝缘材料或粘合剂施加到机动车车身部件上的施加系统。

背景技术

[0002] 在现代车身部件涂装车间,不仅要对身体部件进行涂装。此外,还进行所谓的金属板接缝密封以防腐蚀,例如在金属板接缝处施加密封剂。在这种情况下,施加机器人会引导带有喷嘴的施加器沿着相应的金属板接缝施加密封剂。在施加期间通常同时使用多个施加机器人,每个机器人均引导施加器。

[0003] 在现有技术中,人们还知道使用具有三个喷嘴的施加器来进行不同的施加,申请人在市场上销售的这种施加器的产品名称为“EcoGun2 3D”。在这种施加器的操作过程中,施加器的喷嘴可能会发生喷嘴渐进(schleichende)堵塞,这必须与喷嘴突然堵塞区分开来。例如,喷嘴突然堵塞可能是由于材料碎片突然堵塞了喷嘴。这种突然的喷嘴堵塞比较容易发现。但问题更大的是在喷涂过程中缓慢发生的喷嘴渐进堵塞,它是由喷嘴壁上的材料硬化和沉积物造成的。这种喷嘴渐进堵塞可能在喷涂操作过程中的几小时或几天内发生,并导致喷嘴几何形状发生变化,喷出的密封剂变得更薄、纷乱或偏转,这就需要对车身部件进行成本高昂的人工返工。

[0004] 还应参考W02021/047753A1、JP6733830B1、US2018/0281012A1、JP2007-260531A、EP1658145B1、US4894252A、EP2922640B1、US4822647A和US2019/0232320A1。

[0005] 因此,本发明的任务是检测施加系统中喷嘴渐进堵塞的情况,以便能够及时采取应对措施。

发明内容

[0006] 根据本发明的施加系统或独立权利要求的相应监测方法可以解决这一问题。

[0007] 本发明涉及一种将施加剂施加到部件上的施加系统,特别是将密封剂、绝缘材料或粘合剂施加到车身部件上的施加系统。因此,就施加剂的类型而言,本发明并不局限于密封剂,也可以使用其它类型的施加剂。此外,就需要施加的部件类型而言,本发明也不局限于机动车车身部件,原则上也可以使用其它类型的部件。

[0008] 根据现有技术,本发明的施加系统包括至少一个施加器,用于将施加剂(例如密封剂、绝缘材料、粘合剂)施加到部件(例如机动车车身部件)上。

[0009] 在本发明的一个优选变型中,施加器包括多个喷嘴,例如三个喷嘴,与上文所述的已知施加器“EcoGun23D”相同。这样,本发明就能检测施加器的喷嘴之一的喷嘴渐进堵塞的情况。

[0010] 另一方面,在本发明的另一个变型中,多个施加器都配备了至少一个喷嘴,在这种情况下,本发明可以检测施加器之一的喷嘴渐进堵塞的情况。

[0011] 下文将分别介绍本发明的这两种变型(至少一个施加器带有多个喷嘴或多个施加

器每个都带有至少一个喷嘴)。

[0012] 此外,本发明设置有用于向施加器供应施加剂的至少一个供应管路。在上文简述的带有多个施加器的本发明变型中,还提供了多个供应管路,这些供应管路将分配给各个施加器,这将在下文中详细介绍。然而,在本发明的优选变型中,只提供了一个带有多个喷嘴的施加器,由单个供应管路向其供应施加剂。

[0013] 此外,根据开头所述的已知施加系统,本发明的施加系统包括至少一个传感器,用于测量至施加器的供应管路或施加器中的测量变量,并提供相应的传感器信号。例如,传感器可以测量供应管路中施加剂的压力或流向施加器的供应管路中的流率(例如体积流量)。

[0014] 本发明可以很好地用于体积计量。实际上,体积流量并不需要直接测量,而是可以计算出来。体积流量来自密封材料在活塞分配器中的位移,而活塞分配器则由伺服电机驱动。测量在伺服电机中进行(控制速度或位置),因此可以根据测量到的速度得出体积流量。

[0015] 此外,根据开头所述的已知施加系统,本发明的施加系统还包括监测单元,该监测单元与传感器相连,并评估来自传感器的传感器信号。

[0016] 在现有技术中,监测单元的任务只是控制喷涂系统的操作,确保尽可能精确地保持指定的施加参数(例如施加剂的压力)。本发明现在规定,监测单元可通过评估传感器信号来检测喷嘴之一是否出现喷嘴渐进堵塞。

[0017] 在本发明的优选实施例中,多个传感器分别分配给每个供应管路,这些传感器布置在供应管路的不同位置或相关的施加器上。还应提及的是,不同的传感器还可以检测不同的测量变量,例如流量(体积流量或质量流量)或施加剂的压力。例如,可以用这种方式在供应管路中布置两个传感器,但在本发明的范围内也可以布置更多的传感器。

[0018] 关于传感器的类型,本发明并不局限于特定的传感器类型。例如,可以使用压力传感器来测量供应管路或施加器中施加剂的压力。此外,在本发明的范围内,还可以使用材料流传感器来测量流向施加器的各供应管路中施加剂的材料流。例如,可以通过这种方式测量在各供应管路中流向相关施加器的施加剂的质量流量或体积流量。

[0019] 此外,根据本发明,施加系统优选地包括至少一个致动器,该致动器用于控制供应管路和/或施加器,并由控制信号控制。在本发明的优选实施例中,监测单元还能检测致动器的控制信号,并在评估传感器信号时评估控制信号,以便能够区分施加器的不同致动和喷嘴渐进堵塞。这意味着传感器信号不仅受喷嘴渐进堵塞的影响,而且在很大程度上也取决于致动器对施加器的控制。因此,为了检测喷嘴渐进堵塞,监测单元必须从传感器信号中消除致动器控制的影响,这样剩下的信号(“残差值”)就能说明喷嘴渐进堵塞的情况。

[0020] 本发明在致动器类型方面并不局限于某些致动器类型。例如,致动器可以是控制阀,用于控制流向施加器或各个喷嘴的施加剂流,相应控制信号决定相应控制阀的阀位置。替代地,至少一个致动器也可以是泵,用于向施加器泵送施加剂,相应的控制信号用于控制相应泵输送的施加剂流。

[0021] 还应该提到的是,多个致动器分别分配给每个供应管路,每个致动器都由控制信号控制。例如,可以在每个供应管路中布置泵和控制阀作为致动器,由不同的控制信号进行控制。在供应管路中布置多个致动器的情况下,监测单元优选地检测所有致动器的控制信号,并在检测喷嘴渐进堵塞时将这些信号考虑在内。

[0022] 例如,在上述带有多个喷嘴的本发明变体中,可以为每个喷嘴配备控制阀作为致

动器,用于控制流经各喷嘴的施加剂流。然后,监测单元记录各个控制阀的控制信号,并在检测可能发生的喷嘴渐进堵塞时将这些控制信号考虑在内。

[0023] 在评估传感器信号时,监测单元优选地考虑控制阀的切换时间后的观察期。例如,观察期可以由喷嘴控制阀的打开触发。替代地,观察期也可以由控制阀的关闭触发。在对传感器信号进行评估时,以各个喷嘴的控制阀的切换时间为临时参考,这对于在比较传感器信号时创造可比较的施加条件非常有用。

[0024] 在本发明的优选实施例中,监测单元包括人工智能计算机(AI:Artificial Intelligence),在操作过程中,人工智能计算机上会运行机器学习算法。然后,机器学习算法会评估至少一个传感器信号,优选地还评估至少一个控制信号,并识别喷嘴之一是否出现喷嘴渐进堵塞。例如,可以使用已知的软件,如 TensorFlow®、PyTorch® 或 Scikit-Learn®,这些软件都是免费商用的。

[0025] 在本发明的优选实施例中,机器学习算法通过监督学习,在训练过程中学习在没有喷嘴堵塞的情况下控制信号与传感器信号之间的关系,以获得适当的操作条件。在施加模式下,机器学习算法可以从测量的传感器信号中去除控制信号的影响计算出残差值。然后,监测单元可以评估施加模式下的残差值,并将残差值中的异常情况识别为喷嘴渐进堵塞的指示。例如,这种异常可能是施加压力出现意外增加,而这种增加并非由控制信号引起,并指示喷嘴渐进堵塞。

[0026] 上文已经提到,监测单元优选地在独立喷嘴控制阀切换时间之后的观察期内确定传感器信号。然后,优选地在切换时间之后的观察期内对上述残差值进行评估。

[0027] 例如,监测单元可以比较不同喷嘴切换时间后的残差值,以检测喷嘴渐进堵塞的情况。因此,评估优选地不仅考虑到不同喷嘴的传感器信号在时间上的相互独立的进展,而且,不同喷嘴的传感器信号或残差值优选地也相互比较,以检测仅发生在单个喷嘴中的喷嘴渐进堵塞,这样传感器信号或残差值的喷嘴交叉比较有助于检测这种单个喷嘴堵塞的情况。施加压力的波动(例如,由于粘度的变化)总是会影响到所有喷嘴,因此在本发明的范围内仍可检测到单个堵塞。

[0028] 还应提及的是,根据本发明的施加系统优选地包括施加机器人,用于移动施加器。施加机器人优选地由机器人控制器控制,这在现有技术中是已知的。

[0029] 还应注意的,根据本发明的施加系统可以具有多个施加机器人,每个施加机器人分别移动一施加器。每个施加机器人优选地由机器人控制器控制。

[0030] 施加机器人可以布置在机器人单元(例如施加舱)中。可提供单元控制器,用于全面协调控制机器人单元内的施加机器人,其中,单元控制器全面控制机器人单元内的机器人控制器和/或施加机器人。这样就可以协调机器人单元内各种施加机器人的施工作。

[0031] 此外,根据本发明,施加系统还可以配备连接计算机,连接计算机一方面与机器人控制器和/或单元控制器相连,并接收来自机器人控制器和/或单元控制器的控制信号和传感器信号。另一方面,连接计算机优选地与人工智能计算机相连,并向人工智能计算机提供控制信号和传感器信号,用于实际评估和前面的训练过程。

[0032] 此外,根据本发明的施加系统还可以配备数据库计算机,以便将控制信号和测量到的传感器信号相互分配存储起来。该数据库计算机优选地与连接计算机相连,并从连接计算机接收控制信号和传感器信号。

[0033] 此外,还可以提供图形计算机,以图形方式显示表示结果,例如在屏幕上显示。图形计算机优选地与连接计算机和/或数据库计算机相连。

[0034] 上文已经提到,本发明包括两种基本不同的发明变型。在本发明的第一种变型中,提供了向施加器供应施加剂的供应管路,该施加器具有多个喷嘴。然后,本发明可以通过喷嘴交叉比较来检测施加器的喷嘴之一的喷嘴渐进堵塞情况。另一方面,在本发明的第二种变型中,提供了多个施加器,每个施加器都由供应管路中供应待施加的施加剂,因此各个施加器可以选择具有一个或多个喷嘴。在这里,本发明也可以检测到喷嘴之一的喷嘴渐进堵塞情况,从而再次进行喷嘴交叉比较。因此,本发明可以在不同的喷嘴之间进行喷嘴交叉比较,这些喷嘴可以位于同一个施加器上,也可以位于不同的施加器上。

[0035] 除了上述根据本发明设计的施加系统外,本发明还包括针对此类施加系统的相应监测方法。根据本发明的监测方法的各个过程步骤已从上述根据本发明的施加系统的描述中显而易见,因此可以省去对根据本发明的监测方法的各个过程步骤的单独描述,而参照上述根据本发明的施加系统的描述。

[0036] 本发明的其它有利实施例在从属权利要求中进行了描述,或在下文中与本发明优选实施例的描述一起参照附图进行了更详细的解释。

附图说明

[0037] 图1是根据本发明设计的施加系统的示意图,该系统具有四个机器人引导的施加器。

[0038] 图2示出了带有三个喷嘴的施加器、供应管路以及用于检测喷嘴之一中的喷嘴渐进堵塞的监测单元的示意图。

[0039] 图3示出了在图1所示的施加器喷嘴处传感器信号残差值的不同变化过程的示意图。

[0040] 图4示出了根据本发明的施加系统中机器学习算法的训练过程的流程图。

[0041] 图5示出了本发明施加系统实际施加模式的流程图。

[0042] 图6示出了一种改型,它有四个供应管路,每个供应管路供应一个施加器,其中每个施加器只具有一个喷嘴。

具体实施方式

[0043] 下面描述图1所示的示意图,图中示出了机器人单元,该机器人单元用于在涂装车间对车身部件进行涂装,以密封钣金接缝。

[0044] 机器人单元中布置了四个施加机器人1.1-1.4,每个机器人分别引导一施加器2,如图2所示并详见下文。因此,四个施加机器人1.1-1.4中的每一个引导一施加器2,图1中看不到施加器2。

[0045] 施加机器人1.1-1.4通常由机器人控制器3.1-3.4控制。

[0046] 此外,图中的机器人单元还具有单元控制器4,可对四个施加机器人1.1-1.4进行综合协调控制。为此,单元控制器4与四个机器人控制器3.1-3.4相连。

[0047] 此外,单元控制器4还具有监测单元5,其任务多种多样。一方面,监测单元5控制机器人控制器1.1-1.4,这在现有技术中是已知的。另一方面,监测单元5还用于检测各个施加

机器人1.1-1.4的喷嘴中是否发生喷嘴渐进堵塞,这一点将在下文中详细说明。

[0048] 为此,监测单元5初始地具有连接计算机6,它与机器人控制器3.1-3.4和单元控制器4相连。

[0049] 此外,监测单元5还包含数据库计算机7,其用于存储记录的控制信号和传感器信号,这一点将在后面详细介绍。

[0050] 此外,监测单元5还包含人工智能计算机8,在操作过程中,该人工智能计算机上会运行机器学习算法,从而能够检测喷嘴渐进堵塞,这一点将详细说明。

[0051] 最后,监测单元5还包含图形计算机9,其任务是以图形方式显示监测结果。

[0052] 在本实施例中,连接计算机6、数据库计算机7、人工智能计算机8和图形计算机9示出为单独的计算机。不过,在本发明的范围内,也可以将这些计算机的功能集成到一台计算机中,或以其它方式分配到不同的计算机中。

[0053] 下面将对图2进行说明,图2示出了施加器2与单个施加机器人1.1-1.4的附接情况。为此,施加器2首先具有安装法兰10,该安装法兰连接到相应施加机器人1.1-1.4的相应安装法兰上。

[0054] 此外,在本实施例中,施加器2具有三个喷嘴11.1-11.3,每个喷嘴可喷射出施加剂射流12.1-12.3。

[0055] 喷嘴11.1-11.3布置在施加器头13中,施加器头13可以绕转动轴线14相对于安装法兰10转动。

[0056] 施加器头13通过转动供给通道15与安装法兰10连接。通过转动供给通道15,可将施加剂从安装法兰10供给到施加头13和布置在其中的喷嘴11.1-11.3。

[0057] 施加器头13中具有多个控制阀16.1-16.3,它们可以相互独立地控制施加剂流流向各个喷嘴11.1-11.3。控制阀16.1-16.3由监测单元5发出的控制信号s1-s3控制,此处仅以示意图表示。实际上,控制阀16.1-16.3可以由电控气动控制。也就是说,监测单元5首先输出电控制信号,然后控制气动阀,气动阀进而再控制控制阀16.1-16.3。不过,控制阀16.1-16.3的控制方式对本发明并不特别重要。为简单起见,图中示出的是监测单元5直接驱动控制阀16.1-16.3。

[0058] 图中还示出了供应管路17,它通向施加器2并向施加器2供应待施加的施加剂。

[0059] 泵18布置在供应管路17中,通过供应管路17将施加剂泵送到施加器2中,监测单元5通过控制信号n对泵18进行控制,控制信号n决定泵18的泵速,从而决定泵的输送率。

[0060] 此外,还在供应管路17中布置有体积流量传感器19,其用于测量供应管路17中流向施加器2的体积流量。然后,体积流量传感器19向监测单元5输出相应的传感器信号Q,传感器信号Q反映了测量到的体积流量。

[0061] 压力传感器20也位于施加器2的安装法兰10中,用于测量施加器2内部供应管路17中施加剂的压力,并向监测单元5输出相应的传感器信号p。

[0062] 监测单元5因此检测传感器信号p、Q并输出控制信号n、s1-s3。通过评估传感器信号p、Q和控制信号n、s1-s3,监测单元5可以检测各个喷嘴11.1-11.3中的喷嘴渐进堵塞的情况,下文将对此进行详细说明。

[0063] 监测单元5可以在控制阀16.1-16.3的切换时间之后的观察期内评估传感器信号p、Q,并且不同的喷嘴的控制信号n、s1-s3之间相互独立。这样就可以对传感器信号p、Q进行

喷嘴交叉比较,这些信号是在各个控制阀16.1-16.3打开时记录的。

[0064] 上文已经提到,传感器信号p、Q不仅受喷嘴缓慢堵塞的影响,而且基本上由控制信号n、s1-s3决定。因此,从传感器信号p、Q中计算出控制信号n、s1-s3的影响对于检测喷嘴渐进堵塞非常重要。这通过机器学习过程来完成。在训练过程中,使用机器学习算法作为监督学习过程的一部分来完成,下文将详细介绍。

[0065] 图3示出了11.1-11.3三个喷嘴的残差值的变化情况,残差值的计算方法是从传感器信号p、Q中减去控制信号n、s1-s3的影响。残差值只提供关于控制信号n、s1-s3的信息。因此,残差值只能反映可能发生的喷嘴渐进堵塞的影响。图3示出了第一喷嘴11.1的异常21,该异常是由喷嘴11.1处的喷嘴渐进堵塞引起的。

[0066] 下面将介绍图4所示的实施例,其中示出了在人工智能计算机8上运行的机器学习算法的训练过程。

[0067] 在第一步S1中,指定施加参数,例如施加剂的体积流量。

[0068] 在第二步S2中,根据指定的施加参数,用控制信号n、s1-s3控制各种致动器。在图2所示的示例中,致动器是泵18和控制阀16.1-16.3,由控制信号n或控制信号s1-s3控制。

[0069] 在下一步S3中,确定控制阀16.1-16.3的切换时间,以便在切换时间之后的观察期内测量传感器信号,这在步骤S4中进行。在图2所示的实施例中,传感器信号是体积流量传感器19或压力传感器20的传感器信号Q、p。

[0070] 在步骤S5中,一方面使用控制信号n、s1-s3,另一方面使用传感器信号p、Q对机器学习算法进行训练。这种训练在所谓的监督学习框架内进行,这在人工智能领域是众所周知的。这一训练过程用于计算传感器信号的残差值,并据此计算控制信号n、s1-s3的影响。

[0071] 图5所示的流程图说明了实际施加操作,具体如下。

[0072] 第一步S1再次指定施加参数。例如,在图2所示的实施例中,可以指定所需的施加剂体积流量,这样就可以用相应的控制信号n来控制泵18。此外,还可以指定各个控制阀16.1-16.3的切换时间,这样就可以用相应的控制信号s1-s3来致动控制阀16.1-16.3。

[0073] 在下一步S2中,根据指定的施加参数用控制信号控制致动器。在图2所示的实施例中,致动器为控制阀16.1-16.3和泵18。

[0074] 在下一步S3中,确定控制阀16.1-16.3的切换时间。

[0075] 在下一步S4中,在切换时间之后的观察期内测量传感器信号p、Q。

[0076] 然后从测量的传感器信号p、Q中减去控制信号n、s1-s3对传感器信号p、Q的影响,计算出残差值。这是在人工智能计算机8中使用机器学习算法完成的。

[0077] 在下一步S6中,将对残差值进行评估,以检测出任何指示喷嘴堵塞的异常21。

[0078] 如果在步骤S7中检测到这种异常21(见图3),则在步骤S8中设置错误标志,并在图形计算机9上示出喷嘴堵塞和受影响喷嘴的可视化显示结果。

[0079] 上文已经提到,本发明包括两个不同的发明变型。第一种发明变型是带有多个喷嘴11.1-11.3的施加器2,如图2所示。不过,本发明还包括另一种变型,如图6所示,下面将对其进行简要说明。

[0080] 在本发明的这一变型中,提供了多个施加器22.1-22.4,每个施加器分别具有喷嘴23.1-23.4,其中各个喷嘴23.1-23.4可以各自喷射施加剂射流24.1-24.4。例如,每个施加器22.1-22.4都可以由施加机器人引导。

[0081] 每个施加器22.1-22.4分别具有控制阀25.1-25.4,用于控制流向相应的喷嘴23.1-23.4的施加剂流。

[0082] 每个施加器22.1-22.4分别由供应管路26.1-26.4供应施加剂。

[0083] 每个供应管路26.1-26.4中分别具有可控泵27.1-27.4,用于将施加剂泵送到相关的施加器22.1-22.4。每个泵27.1-27.4分别由控制信号n1-n4控制,控制信号n1-n4决定泵27.1-27.4的泵送能力。

[0084] 此外,在26.1-26.4的每个供应管路中分别布置有体积流量传感器28.1-28.4,体积流量传感器28.1-28.4用于测量流向各施加器22.1-22.4的施加剂的体积流量,并分别输出相应的传感器信号Q1-Q4。

[0085] 压力传感器29.1-29.4分别在各个施加器22.1-22.4之前不远布置在各供应管路26.1-26.4中,压力传感器29.1-29.4测量各供应管路26.1-26.4中施加剂在施加器22.1-22.4之前不远处的压力,并输出相应的传感器信号p1-p4。

[0086] 在本发明的这一变型中,监测单元5还可以按照上述方式检测各个喷嘴23.1-23.4中的喷嘴渐进堵塞情况。为此,监测单元5将评估控制信号s1-s4、n1-n4以及传感器信号p1-p4和Q1-Q4,如上所述。在此,本发明还可以对各个喷嘴23.1-23.4进行喷嘴交叉比较,以便能够识别喷嘴23.1-23.4之一何时出现喷嘴渐进堵塞。

[0087] 本发明并不局限于上述优选实施例。相反,本发明还可能有大量的变型和修改,这些变型和修改也利用了本发明的概念,并属于本发明的保护范围。特别是,本发明还要求对从属权利要求的主题和特征进行保护,这些主题和特征独立于每种情况下提及的权利要求,特别是,也不包括独立权利要求的特征。因此,本发明包括本发明的各个方面,这些方面相互独立地享有保护。

[0088] 附图标记列表

[0089]	1.1-1.4	施加机器人
[0090]	2	施加器
[0091]	3.1-3.4	机器人控制器
[0092]	4	单元控制器
[0093]	5	监测单元
[0094]	6	连接计算机
[0095]	7	数据库计算机
[0096]	8	人工智能计算机
[0097]	9	图形计算机
[0098]	10	施加器的安装法兰
[0099]	11.1-11.3	喷嘴
[0100]	12.1-12.3	密封剂射流
[0101]	13	施加器头
[0102]	14	施加器头的转动轴线
[0103]	15	施加器头和安装法兰之间的转动供给通道
[0104]	16.1-16.3	各个喷嘴的控制阀
[0105]	17	供应管路

[0106]	18	泵
[0107]	19	体积流量传感器
[0108]	20	压力传感器
[0109]	21	“第一喷嘴”的残差值异常
[0110]	22.1-22.4	施加器
[0111]	23.1-23.4	各个施加器的喷嘴
[0112]	24.1-24.4	各个施加器的施加剂射流
[0113]	25.1-25.4	各个施加器的控制阀
[0114]	26.1-26.4	各个施加器的供应管路
[0115]	27.1-27.4	各个供应管路中的泵
[0116]	28.1-28.4	各个供应管路中的体积流量传感器
[0117]	29.1-29.4	各个供应管路中的压力传感器
[0118]	n,n1-n1	泵的控制信号
[0119]	p,p1-p2	压力传感器的传感器信号
[0120]	Q、Q1-Q4	体积流量传感器的传感器信号
[0121]	s,s1-s4	用于阀的控制信号

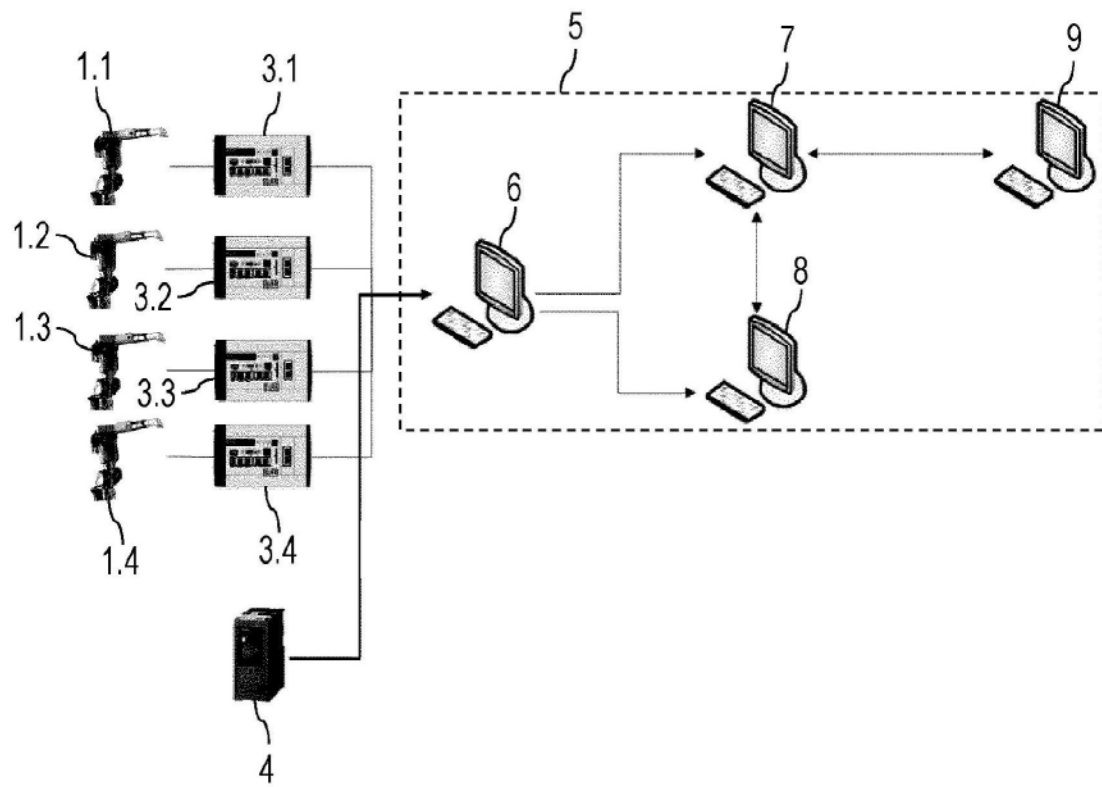


图1

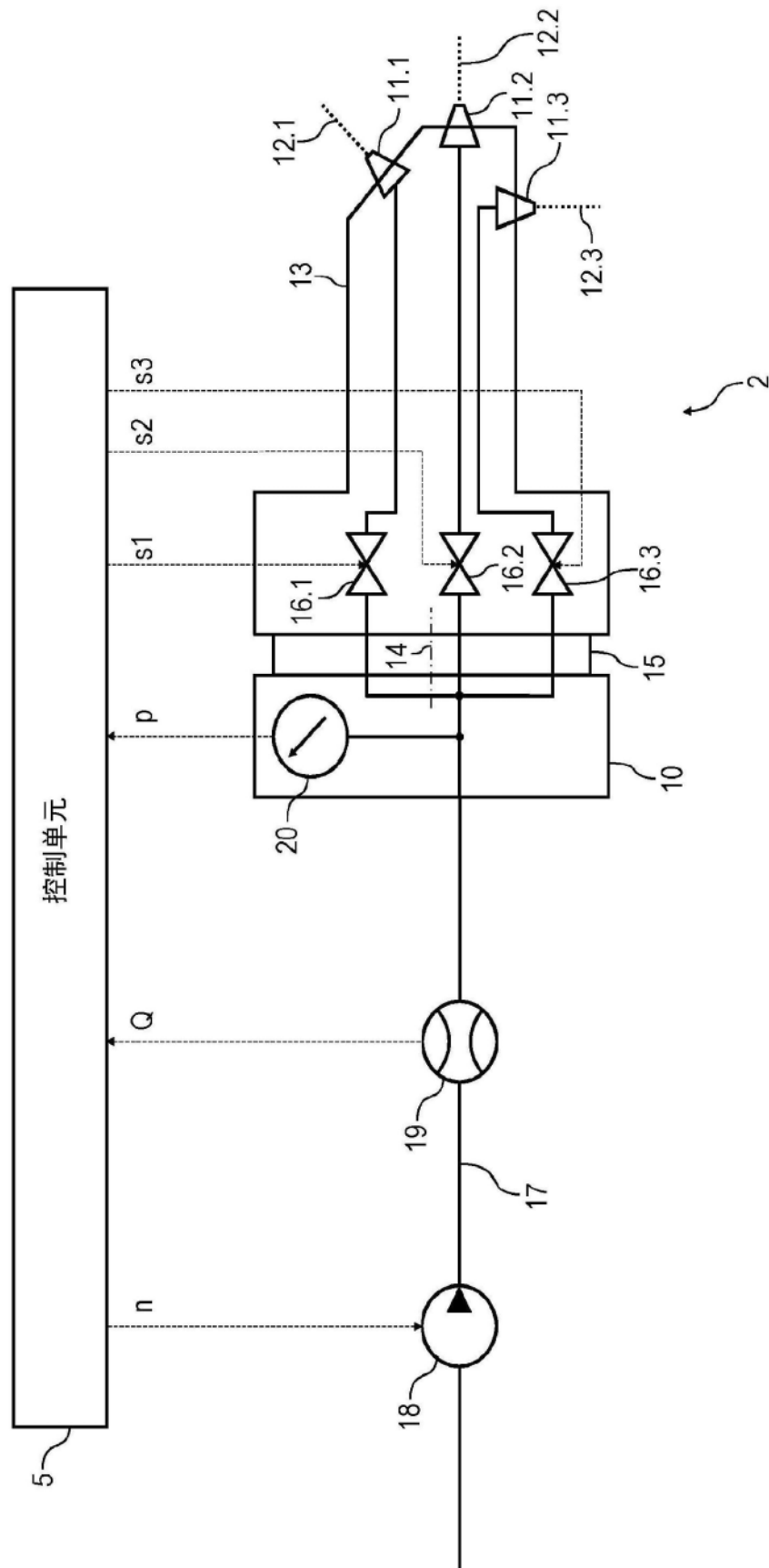


图2

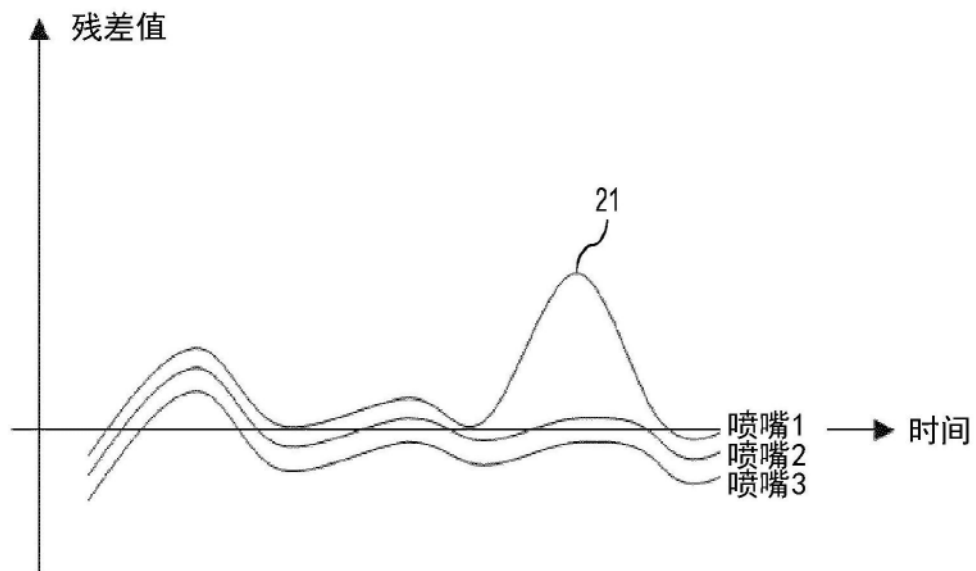
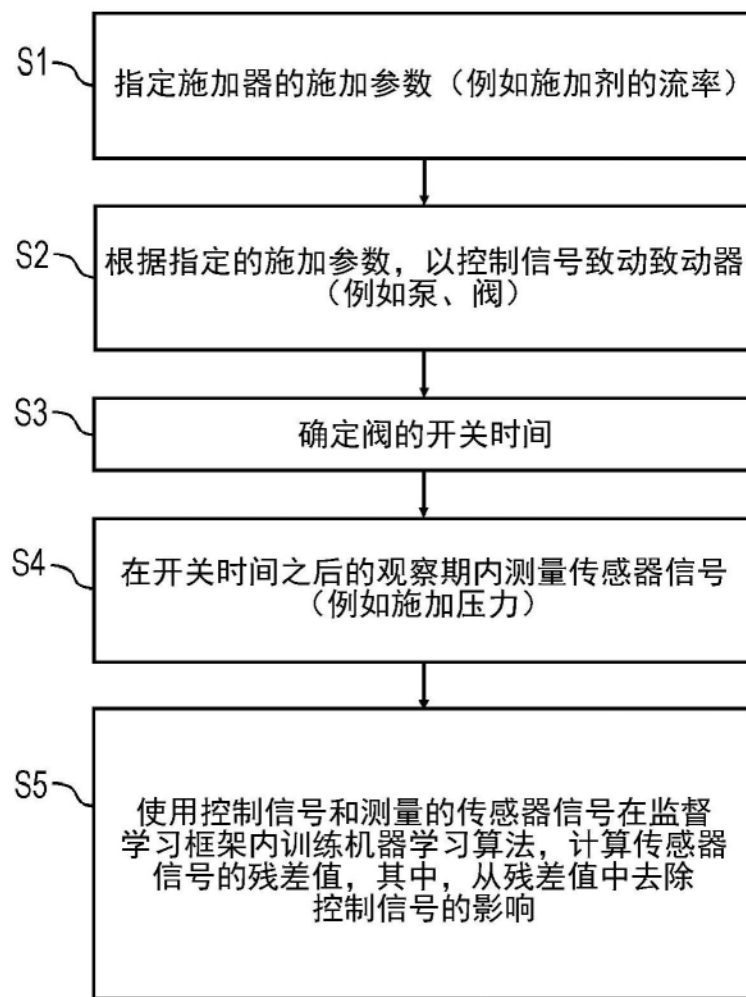
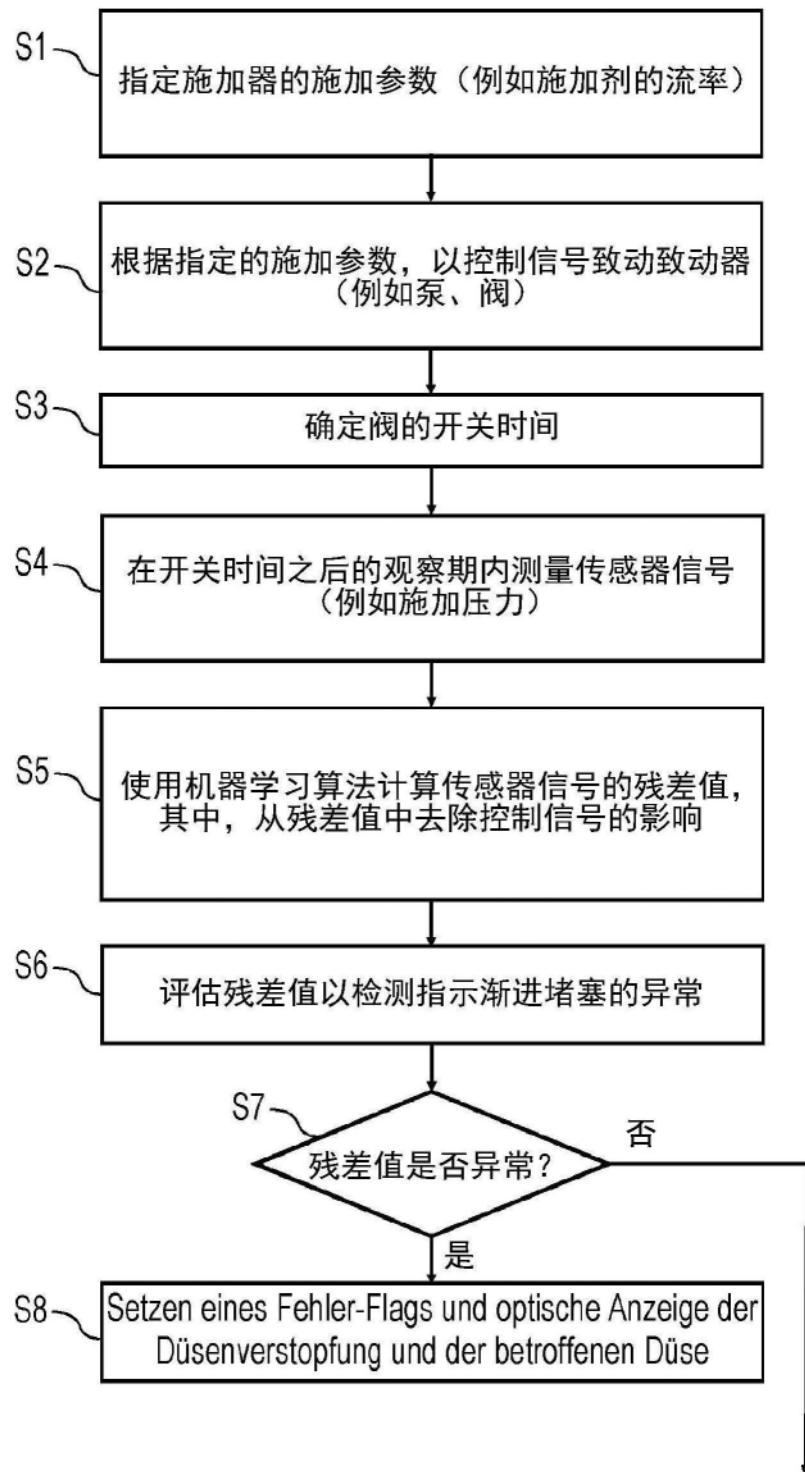


图3



训练过程

图4



施加模式

图5

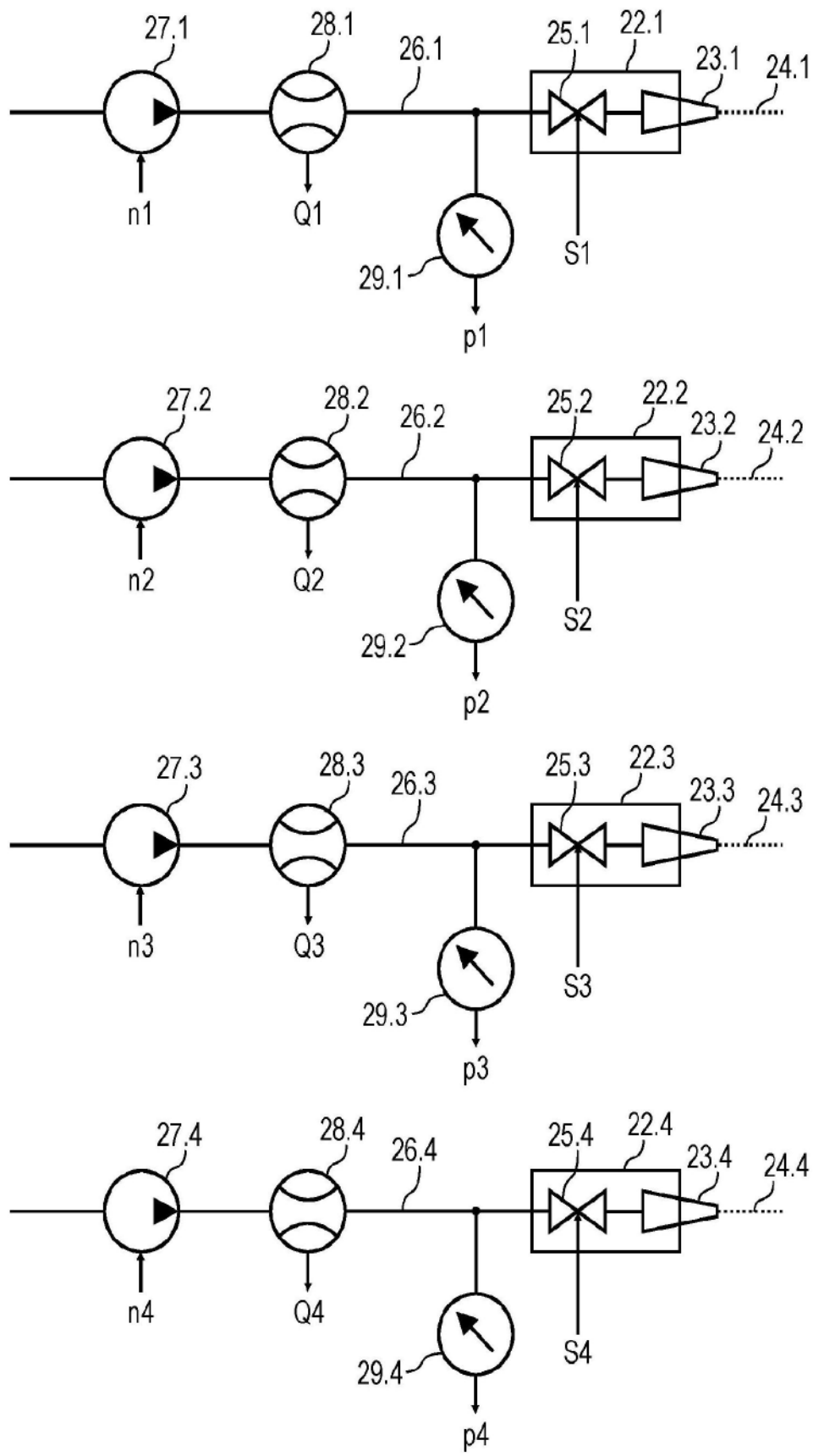


图6