



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105276278 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201510406101. 3

(22) 申请日 2015. 07. 10

(30) 优先权数据

14/338, 065 2014. 07. 22 US

(71) 申请人 费希尔控制产品国际有限公司

地址 美国爱荷华州

(72) 发明人 M·S·潘瑟 M·J·肯普

D·S·尼古拉斯

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 林金朝 王英

(51) Int. Cl.

F16K 37/00(2006. 01)

G01P 15/00(2006. 01)

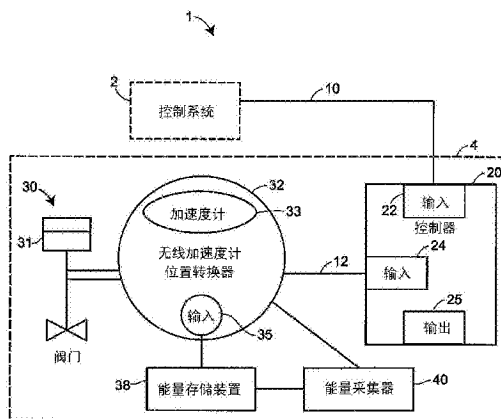
权利要求书2页 说明书16页 附图6页

(54) 发明名称

具有加速度计的控制装置位置反馈

(57) 摘要

本发明描述了具有加速度计的控制装置位置反馈。加速度计无线位置转换器或传感器物理耦合至过程控制系统中的控制装置,并且包括基于所述控制装置或其执行器的位置产生信号的加速度计。所述转换器将加速度计信号转换成包括指示执行器位置的值的无线信号,并且例如通过使用短程无线协议来使所述无线位置反馈信号通过无线信道被发射至阀门控制器。所述控制器基于包括在所述无线信号中的值来控制所述阀门。在一些构造中,在与所述转换器配对的装置处接收所述反馈信号,并且所述配对的装置将所述反馈信号发射至所述控制器。所述配对的装置可以与多个转换器和/或传感器配对,并且可以将各种反馈信号发射至多个收方控制器和其它装置。



1. 一种用于提供在过程控制系统中使用的位置反馈的位置传感器,所述位置传感器包括:

加速度计,其耦合至控制装置,所述控制装置用于控制在所述过程控制系统中进行操作的过程;

处理器,其用于将由所述加速度计产生的信号转换成具有指示耦合至所述控制装置的执行器的位置的值的信号;

通信接口,其用于发射指示所述执行器的所述位置的无线信号;以及

电源,其用于为所述处理器和所述通信接口供电。

2. 根据权利要求1所述的位置传感器,其中,所述无线信号被发射至所述控制装置的控制器、或控制系统主机、或所述过程控制系统的至少其中之一。

3. 根据权利要求2所述的位置传感器,其中,所述通信接口耦合至无线通信信道,所述无线通信信道在所述位置传感器与和所述位置传感器配对的反馈装置之间形成专用连接,并且所述反馈装置通信连接至所述控制装置的所述控制器。

4. 根据权利要求1所述的位置传感器,其中,所述电源是可再充电的。

5. 根据权利要求4所述的位置传感器,还包括能量收集器,所述能量收集器用于收集由所述位置传感器的一个或多个部分产生的能量,以对所述电源进行再充电。

6. 根据权利要求1所述的位置转换器,其中,所述处理器使用指示所述位置传感器的已校准的位置的值来转换由所述加速度计产生的所述信号。

7. 根据权利要求1所述的位置转换器,其中,所述无线信号是按照无线 HART<sup>®</sup> 协议或 Zigbee<sup>®</sup> 协议。

8. 根据权利要求1所述的位置转换器,其中,所述控制装置是阀门。

9. 一种用于提供控制装置的位置的反馈的由传感器装置执行的方法,所述方法包括:在所述传感器装置的处理器处接收由耦合至所述控制装置的执行器的加速度计产生的信号,所述控制装置用于控制在过程控制系统中进行操作的过程;

在处理器处将由所述加速度计产生的所述信号的值转换成指示所述执行器的位置的值;以及

使所述信号从所述传感器装置被无线发射,以由基于所述执行器的所述位置来控制所述控制装置的控制器来使用。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括:使用包括在所述传感器装置中或邻近于所述传感器装置的能量存储装置来为所述传感器供电。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括:通过使用以下的至少其中之一来为所述能量存储装置进行再充电:太阳能、所述能量存储装置与能量源的临时连接、从局部振动或运动中回收的能量、或来自邻近充电器的感应。

12. 根据权利要求9所述的方法,其中,使所述信号从所述传感器装置被无线发射包括:使所述信号通过所述传感器装置与配对的装置之间的无线通信信道来被无线发射,并且其中,所述配对的装置与所述控制器通信连接。

13. 根据权利要求9所述的方法,其中,使所述信号从所述传感器装置被无线发射包括:使用所述无线 HART 通信协议或短程无线协议来使所述信号被无线发射。

14. 根据权利要求 9 所述的方法,还包括:将所述传感器装置校准到所述执行器的初始位置,并且其中,对由所述加速度计产生的所述信号的所述值进行转换包括:基于所述执行器的所述初始位置来对由所述加速度计产生的所述信号的所述值进行转换。

15. 一种用于提供过程控制系统中的位置反馈的反馈装置,所述反馈装置包括:

第一通信接口,其用于接收指示执行器的位置的无线信号,所述执行器耦合至用于控制在所述过程控制系统中进行操作的过程的控制装置,所述无线信号使用被包括在传感器装置中的加速度计来产生,所述传感器装置与所述反馈装置配对并且被附接到所述控制装置;以及

信号发生器,其用于产生位置反馈信号并且经由所述第一通信接口或第二通信接口将所述位置反馈信号发射至所述过程控制系统的所述控制装置的控制器或所述过程控制系统的控制系统主机的至少其中之一,所述位置反馈信号基于所接收的无线信号。

16. 根据权利要求 15 所述的反馈装置,其中,所接收的无线信号是第一无线信号,并且其中,所述位置反馈信号是第二无线信号。

17. 根据权利要求 15 所述的反馈装置,其中,所述反馈装置与多个装置配对,所述多个装置包括所述传感器装置。

18. 根据权利要求 17 所述的反馈装置,其中:

所述无线信号是第一无线信号,所述传感器装置是所述多个装置的第一传感器装置,所述执行器是第一执行器,所述控制装置是第一控制装置,并且所述位置反馈信号是第一位置反馈信号;

所述反馈装置与所述多个装置的第二传感器装置配对,以接收第二无线信号,所述第二无线信号由所述第二传感器装置产生并且指示耦合至第二控制装置的第二执行器的位置;并且

所述信号发生器产生第二位置反馈信号并且将所述第二位置反馈信号发射至所述第二控制装置的控制器或发射至所述控制系统主机,所述第二位置反馈信号基于所接收的第二无线信号。

19. 根据权利要求 15 所述的反馈装置,其中,所述控制装置是阀门。

20. 根据权利要求 15 所述的反馈装置,其中,所述加速度计产生输出信号,并且其中,所接收的无线信号的值基于由所述加速度计产生的所述输出信号。

21. 根据权利要求 15 所述的反馈装置,其中:

所述无线信号符合第一短程无线协议;并且

所述位置反馈信号符合所述第一短程无线协议、第二短程无线协议、或所述无线 HART 协议。

## 具有加速度计的控制装置位置反馈

### 技术领域

[0001] 本公开内容总体上涉及诸如阀门等的过程控制装置,并且更具体地来说,涉及用于对过程控制系统中的过程控制装置的位置提供反馈的方法、系统、以及设备。

### 背景技术

[0002] 电子控制器装置(例如,电动-气动控制器、可编程控制器、模拟控制电路等)通常用于控制过程控制装置(例如,控制阀门、泵、阻尼器等)。这些电子控制器装置引起过程控制装置的具体操作。出于安全、成本效率、以及可靠性的目的,许多公知的隔膜型或活塞式气动执行器用于激励过程控制装置并且通常经由电动-气动控制器而耦合至整个过程控制系统。电动-气动控制器通常被配置为接收一个或多个控制信号并且将这些控制信号转换成压力,压力被提供给气动执行器以引起耦合至气动执行器的过程控制装置的所需操作。例如,如果过程控制例程需要气动激励的阀门来通过较大容量的过程流体,那么可能增加了施加到与阀门相关联的电动-气动控制器的控制信号的大小(例如,在电动-气动控制器被配置为接收4-20毫安(mA)的控制信号的情况下,控制信号从10mA增加到15mA)。

[0003] 电动-气动控制器通常使用由反馈感测系统或元件(例如,位置传感器)产生的反馈信号,所述反馈感测系统或原件感测或检测气动-激励控制装置的操作响应。在一个示例中,在气动-激励的阀门的情况下,反馈信号可以是由位置传感器测量或确定的与阀门的位置相对应的反馈电流信号。通常,通过有线或无线连接将与阀门的位置相对应的反馈电流信号发射至控制器,并且由控制器例如基于控制器的两个输入处的电阻器两端的电压差来计算阀门的位置。

[0004] 在一些系统中,以有线的方式将气动激励的阀门连接至电隔离器和电动-气动控制器。同样以有线的方式将电隔离器连接至电动-气动控制器。照这样,阀门具有直接至控制器的第一连接和通过电隔离器与控制器连接的第二连接。电隔离器将功率从三叉式AC电源提供到阀门和控制器,并且使反馈电流信号从阀门通过电阻而输送至控制器。由于阀门和控制器都由同一电源供电,所以电隔离器的使用使接地回路的发生最少化。

[0005] 控制器通过阀门来确定两个电输入连接之间的电压差,即,直接从阀门接收反馈电流信号的第一有线连接与通过与电隔离器相关联的电阻而从阀门接收反馈电流信号的第二有线连接之间的电压差。然后控制器使用电压差来计算阀门的执行器的位置,将所计算的位置与期望的设定点或控制信号对比,并且利用位置控制过程来基于所计算的位置和控制信号(例如,两者之差)产生驱动值。该驱动值对应于要提供给气动执行器以实现耦合至气动执行器的控制装置的所需操作(例如,所需阀门位置)的压力。

[0006] 在一些系统中,无线位置转换器将阀门的执行器的运动或位置转换成包括指示执行器的位置的阀门的无线信号。转换器可以包括例如电位计、磁传感器或传感器阵列、压电转换器、霍尔效应传感器、弦线电位计等,并且转换器使无线信号通过无线通信信道而被发射至阀门控制器,例如通过使用无线HART®、Wi-Fi®、或其它无线协议。然后阀门控制器可以基于包括在无线信号中的值来控制阀门。

## 发明内容

[0007] 根据第一示例性方面,用于对过程控制装置的位置提供反馈的装置可以具有耦合至过程控制装置的加速度计,所述过程控制装置用于控制在过程控制系统(例如,阀门、泵、阻尼器等)中进行操作的过程。为了便于讨论,用于提供控制装置的反馈位置的装置在本文中被可互换地称为“位置反馈装置”、“位置传感器”、“位置转换器”、“传感器装置”、“转换器装置”、或“位置传感器/转换器”。位置传感器/转换器还可以具有用于将由加速度计产生的信号转换成包括指示耦合至控制装置的执行器的位置的值的信号的处理器。此外,位置传感器/转换器可以具有用于发射指示执行器的位置的无线信号的通信接口、以及通往为处理器和通信接口供电的电源的连接。

[0008] 根据第二示例性方面,由位置传感器/转换器执行的方法可以包括接收由耦合至控制装置的执行器的加速度计产生的信号,所述控制装置用于控制在过程控制系统中进行操作的过程。控制装置可以是例如阀门、泵、阻尼器等。所述方法还可以包括将由加速度计产生的信号的值转换成指示执行器的位置的值,并且使信号从位置传感器/转换器被无线发射,以由基于执行器的位置来对控制装置进行控制的控制器来使用。

[0009] 根据第三示例性方面,用于在过程控制系统中提供位置反馈的反馈装置可以包括第一通信接口,以接收指示耦合至控制装置的执行器的位置的无线信号,所述控制装置用于控制在过程控制系统中进行操作的过程。可以通过使用包括在位置传感器/转换器中的加速度计来产生无线信号,所述位置传感器/转换器与反馈装置配对并且被附接到控制装置。反馈装置还可以包括信号发生器,以产生并发射基于所接收的无线信号的位置反馈信号。可以经由反馈装置的第一通信接口或经由反馈装置的第二通信接口来将位置反馈信号发射至过程控制系统的控制装置的控制器或过程控制系统的控制系统主机的至少其中之一。反馈装置可以与多个位置传感器/转换器配对,并且反馈装置可以将反馈信号发射至过程控制系统的多个控制器或其它装置。

[0010] 根据上述第一、第二、或第三方面中的任意一个或多个,用于提供过程控制装置(例如,位置反馈装置、位置传感器、位置转换器、传感器装置、转换器装置、或位置传感器/转换器)的位置反馈的装置和/或方法还可以包括以下优选形式中的任意一个或多个。

[0011] 在一种优选形式中,无线信号和/或位置反馈信号被发射至过程控制系统的控制装置的控制器和/或过程控制系统的控制系统主机的控制器。

[0012] 在另一种优选形式中,位置传感器/转换器的通信接口耦合至无线通信信道,无线通信信道在位置传感器/转换器与和位置传感器/转换器配对的反馈装置之间形成专用连接,并且反馈装置通信连接至控制装置的控制器。

[0013] 在另一种优选形式中,位置传感器/转换器的电源是可再充电的。

[0014] 在又一种优选形式中,位置传感器/转换器包括用于对由位置传感器/转换器的一个或多个部分所产生的能量进行采集以对电源进行再充电的能量采集器。

[0015] 在再一种优选形式中,位置传感器/转换器的处理器通过使用指示控制装置的经校准的位置的值来对由加速度计产生的信号进行转换。

[0016] 在另一种优选形式中,通过位置传感器/转换器发射的无线信号符合无线HART®协议或Zigbee®协议。

[0017] 在另一种优选形式中,控制装置是阀门。

[0018] 在优选方法中,方法包括通过使用包括在位置传感器 / 转换器中或附近的能量存储装置来为位置传感器 / 转换器供电。

[0019] 在另一种优选方法中,方法包括通过使用太阳能、能量存储装置与能量源的临时连接、来自局部振动或运动的再生能量、和 / 或来自邻近充电器的感应来对能量存储装置进行再充电。

[0020] 在另一种优选方法中,使信号从位置传感器 / 转换器被无线发射可以包括使信号通过位置传感器 / 转换器与配对的装置之间的无线通信信道而被无线发射,其中配对的装置与控制装置通信连接。

[0021] 在另一种优选方法中,使信号从位置传感器 / 转换器被无线发射包括使用无线 HART 通信协议或短程无线协议来使信号被无线发射。

[0022] 在又一种优选方法中,方法包括将位置传感器 / 转换器校准到执行器或控制装置的初始位置,并且对由加速度计产生的信号的值进行转换包括基于执行器或控制装置的初始位置对由加速度计产生的信号的值进行转换。

[0023] 在另一种优选形式中,由反馈装置接收的无线信号是第一无线信号,并且由反馈装置产生的位置反馈信号是第二无线信号。

[0024] 在另一种优选形式中,反馈装置与多个装置配对,并且位置传感器 / 转换器包括在多个装置中。

[0025] 在又一种优选形式中,由位置传感器 / 转换器发射的无线信号是第一无线信号,并且位置传感器 / 转换器是包括在多个装置中的第一传感器装置。另外,执行器是第一执行器,控制装置是第一控制装置,并且位置反馈信号是第一位置反馈信号。反馈装置与包括在多个装置中的第二传感器装置配对以接收第二无线信号,其中第二传感器装置与第二控制装置相对应。第二无线信号由第二传感器装置产生并且指示耦合至第二控制装置的第二执行器的位置。此外,信号发生器产生第二位置反馈信号并且将其发射至第二控制装置的控制器或发射至控制系统主机。第二位置反馈信号可以基于所接收的第二无线信号。

[0026] 在另一种优选形式中,加速度计产生输出信号,并且由反馈装置接收的无线信号的值基于由加速度计产生的输出信号。

[0027] 在另一种优选形式中,由反馈装置接收的无线信号符合第一短程无线协议,并且由反馈装置产生的位置反馈信号符合第一短程无线协议、第二短程无线协议、或无线 HART 协议。

#### 附图说明

[0028] 图 1 是包括示例性无线加速度计位置转换器或传感器的示例性过程控制系统的框图,所述位置转换器或传感器与过程控制系统的过程控制装置的控制器无线通信;

[0029] 图 2 是图 1 的示例性无线加速度计位置转换器或传感器以及控制器的详细框图;

[0030] 图 3 是无线加速度计位置转换器或传感器、配对或合作的装置、以及控制器的示例性布置的框图;

[0031] 图 4 是可以与图 1 的无线加速度计位置转换器或传感器通信连接的示例性配对或合作的装置的框图;

[0032] 图 5 是示出利用无线通信网络来提供过程控制装置、控制器、路由器、以及其它网络装置之间的无线通信的示例性过程控制系统的框图；以及

[0033] 图 6 是将无线位置反馈信号提供给控制器的示例性方法。

### 具体实施方式

[0034] 尽管下文描述了包括在硬件上执行的软件和 / 或固件等的其它部件的示例性方法和设备,但是应该注意的是,这种系统仅仅是说明性的,而并不应该被认为是限制性的。例如,可以预见的是,这些硬件、软件、和固件部件中的任何或全部都可以唯一地体现在硬件中、唯一地体现在软件中、或唯一地体现在硬件与软件的任何组合中。因此,尽管下文描述了示例性方法和设备,但是所提供的示例并非是实施这种方法和设备的唯一方式。

[0035] 通常,在过程控制系统中,控制器(例如,电动-气动控制器)直接耦合至过程控制装置(例如,阀门或控制阀门、泵、阻尼器等,并且在本文中还被可互换地称为“控制装置”)。耦合至控制装置的位置传感器对耦合至控制装置的执行器的运动进行测量,并且通过有线连接向控制装置的控制器提供指示控制装置的位置或状态的反馈。例如,位置传感器向控制装置的控制器提供指示执行器的行程或位置的电阻输出。控制器基于电阻输出两端的电压差来计算执行器的位置,将该位置与期望的控制信号或设定点进行比较,并且基于比较结果来输出信号以对控制装置进行控制。

[0036] 另外或替代地,在一些过程控制系统中,控制装置的已知的位置传感器或转换器无线耦合至控制器。控制器至位置传感器或转换器的无线耦合使控制器能够从位置转换器无线接收指示控制装置的位置的反馈信号。

[0037] 在许多情况下,这种已知的位置传感器或转换器包括附接到控制装置的磁体或磁体阵列。例如,已知的磁体传感器系统包括附接到阀门的杆或执行器的磁体阵列,并且包括能够检测和 / 或测量由磁体阵列产生的力的单独的霍尔效应传感器或其它磁力检测器。磁力检测器未被附接或物理耦合至阀门,而是被布置在适当接近磁体阵列的位置。因此,随着阀门的杆或执行器移动,磁力检测器对由附接的磁体或磁体阵列产生的磁力进行检测,并且磁体检测器将所检测的磁力的大小转化成对控制装置的当前位置或运动的指示。照这样,控制装置的位置或运动再次由物理上与控制装置分开的装置得到。

[0038] 尽管如此,该方法存在若干缺点。注意,磁体或磁体阵列(即,位置或运动检测的主要来源)对温度的变化敏感。因此,当环境温度改变或发生变化时可能会损失准确度,这种情况在户外过程控制环境中 / 或在吸热或放热过程中尤为普遍。照这样,磁体传感器系统必须补偿温度的变换以在可接受的容差内保持准确度。例如,磁体或磁体阵列传感器在制造期间通常经历附加的温度循环,以补偿可能的温度变化。

[0039] 另外,由于磁力检测器必须设置在相对于附接的磁体或磁体阵列的狭窄的方向和距离范围内,因此磁体传感器系统受限于其可能的物理安装布置。因此,在一些过程控制系统中,考虑到过程控制系统的指定装备和管线拓扑结构,磁体 / 磁体阵列与磁力检测器之间的最佳定位可能是具有挑战性的(并且有时甚至是不可能的)。

[0040] 此外,出于位置感测的目的,磁体传感器系统在初始时以及随时间推移都需要多个校准步骤。例如,必须基于控制装置的行程范围来执行第一初始位置感测校准,并且必须基于磁力检测器的距离和取向来执行第二初始位置感测校准。例如,当磁力检测器的取向

和位置在过程工厂的操作期间相对于磁体 / 磁体阵列发生变换时（例如，由于振动、温度等），和 / 或当磁力检测器被替代时，可能还需要重新校准。

[0041] 更进一步来说，由于控制装置在尺寸上发生变化并且具有不同的行程范围，所以必须制造不同尺寸的磁体传感器系统来为不同尺寸的控制装置提供服务，因此提高了制造、装备、和安装的成本。

[0042] 本文中公开的系统、设备、以及方法的实施例提供了可以减轻这些缺点中的任何或全部的技术。具体而言，本文中公开的系统、设备、以及方法涉及可附接到过程控制装置并且包括加速度计的位置传感器。在本文中这种位置传感器通常被称为“加速度计位置传感器”。加速度计位置传感器还包括用于接收来自加速度计的信号并将所接收的信号转换成指示控制装置的部分（例如，执行器、杆等）的位置的信号的处理单元，加速度计位置传感器附接到所述控制装置。位置信号可以由位置传感器来无线发射到控制装置的控制器，以例如提供指示控制装置的位置的反馈。例如，位置传感器可以将位置信号直接发射至控制器，或者位置传感器可以通过例如使用短程无线协议来将位置信号发射至与位置传感器合作或配对的装置，并且配对或合作的装置可以将位置信号（在一些情况下，通过使用不同的协议）发送到控制装置的控制器。因此，控制装置的位置可以主要由物理耦合或附接到控制装置的位置传感器来确定，而不会由另一种去耦装置来再次得到，即，附接到控制装置的加速度计位置传感器可以直接测量控制装置的元件或零件的真实位置和 / 或运动。

[0043] 由于与磁体相比，加速度计通常对温度变化不灵敏，所以与已知的磁体传感器系统的温度变换相比，加速度计传感器装置可以具有明显较小的温度变换。实际上，在制造期间不需要任何附加循环的情况下，加速度计的温度变换的大小可以允许准确度保持在过程控制系统的所需容差内。例如，可以通过使用加速度计位置传感器来实现 1% 或更小的准确度随温度的变化。

[0044] 此外，由于安装的加速度计位置传感器用作主要位置检测器，所以配对或合作的装置（如果有一个被使用）不需要像磁体传感器系统的磁力检测器一样地仔细定向和定位。相反，只需要将配对或合作的装置置于所安装的加速度计传感器的无线传输范围内。因此，可以在放置配对或合作的装置方面提供较大的灵活性。例如，配对或合作的装置可以简单地安装或放置在位于所安装的加速度计传感器的无线传输范围内的任何位置处的支架上，并且照这样可能不需要专用或复杂的安装套件。

[0045] 实际上，只要配对或合作的装置处于多个加速度计位置传感器中的每一个的无线传输范围内，那么相同的配对或合作的装置（例如，单个配对或合作的装置）可以容易地从分别附接到不同的相应控制装置的多个加速度计位置传感器接收位置指示信号。这种多对一构造可能产生较少的装备和安装成本，并且可能减少无线网络上的带宽使用（因为整体数量较少的装置正在使用无线网络）。另外，这种多对一构造还可以允许需要多个输入的控制器的较容易的安装。

[0046] 此外，由于安装的加速度计位置传感器用作主要位置检测器，所以加速度计位置传感器可能有利地仅需要用于位置感测的目的单次校准，例如，基于控制装置的行程范围的初始校准。配对或合作的装置（如果一个已被使用）可能不需要用于位置感测的目的的校准。实际上，可以在不需要任何位置感测校准的情况下实施替换配对或合作的装置。

[0047] 此外，加速度计位置传感器通常不依赖于其所附接的控制装置的部分的尺寸。照



这样,对制造用于不同尺寸的控制装置的不同尺寸或类型的位置传感器的需要并无实际意义。实际上,传感器的单个制造的类型可能能够服务不同控制装置的任何和全部范围的行程。

[0048] 在下文中结合涉及电动-气动数字阀门控制器和气动激励的阀门的示例来对公开的方法、系统、以及包括加速度计位置传感器的设备进行描述。然而,应该理解的是,这些示例不是限制性的。实际上,所公开的方法和设备可以利用其它类型的控制器、利用以其它方式激励的阀门、和/或利用除阀门外的过程控制装置来实施。

[0049] 图 1 是包括控制系统 2 和过程控制区域 4 的过程控制系统 1 的示意图。过程控制系统 1 可以包括在诸如石油、化工和/或其它类型的工业过程工厂等的过程工厂中,并且过程控制系统 1 可以控制由过程工厂所执行的一个或多个过程。控制系统 2 可以包括工作站、控制器、编组机柜、输入/输出卡、和/或任何其它类型的过程控制系统管理部件(未在图 1 中示出)。在一些过程工厂中,控制系统 2 位于与诸如密封室等的过程控制区域 4 不同的区域,以例如为控制器系统 2 屏蔽噪声、灰尘、热以及其它不希望的环境条件。控制系统 2 可以与位于过程控制区域 4 中的例如电动-气动控制器的控制器 20 通信连接。控制系统 2 可以为控制器 20 供电,或者可以通过诸如外部电压源、太阳能、电池电源、电容器等的本地能量源来为控制器 20 供电。

[0050] 控制器 20 可以包括通信接口或输入 22,可以通过一个或多个通信信道 10 经由所述通信接口或输入 22 来从控制系统 2 接收信号和/或将信号发送至控制系统 2。一个或多个通信信道 10 可以包括有线通信信道、无线通信信道、或有线和无线通信信道。因此,接口 22 可以是有线接口、无线接口、或有线和无线接口。接口 22 可以被配置为与包括在控制系统 2 中的控制主机、其它控制器、和/或其它元件通信。在实施例中,接口 22 被配置为与包括在过程控制区域 4 中的控制器和/或元件通信。

[0051] 在实施例中,接口 22 可以通过(多个)信道 10 从控制系统 2 接收控制信号,信道 10 指定或对应于位于过程控制区域 4 中的阀门 30 的期望的阀门状态。例如,由电动-气动控制器 20 使用接口 22 接收的控制信号可以使耦合至阀门 30 的气动执行器 31 打开、闭合、或移动至一些中间位置。

[0052] 在接口 22 所接收的控制信号(例如,输入信号)可以包括例如 4-20mA 信号、0-10 伏直流(VDC)信号、无线信号、和/或数字命令等。例如,在控制信号为 4-20mA 信号的情况下,诸如公知的高速可寻址远程传感器(HART<sup>®</sup>)协议等的数字数据通信协议可以用于通过有线连接 10 来与电动-气动控制器 20 通信。在另一个示例中,控制信号可以是使用无线 HART 协议通过无线通信信道 10 所接收的无线控制信号。在其它示例中,控制信号可以是 0-10VDC 信号、或其它类型的信号。这种数字通信可以由控制系统 2 来使用,以检索来自电动-气动控制器 20 的识别信息、操作状态信息和诊断信息。另外或替代地,这种数字通信可以由控制系统 2 来使用,以通过其相应的控制器 20 来影响阀门 30 的控制。

[0053] 因此,图 1 的示例性电动-气动控制器 20 可以控制执行器 31 的位置,并且因此控制阀门 30 的位置。尽管并未示出,但是电动-气动控制器 20 可以包括控制单元、电流-气动(I/P)变器、以及气动继电器。在其它示例中,电动-气动控制器 20 可以包括用于控制阀门执行器 31 和/或向阀门执行器 31 提供压力的任何其它部件。另外,电动-气动控制器 20 可以包括其它信号处理部件,例如模拟-数字转换器、滤波器(例如,低通滤波器、高

通滤波器、以及数字滤波器)、放大器等等。例如,可以在由电动-气动控制器 20 内的控制单元进行处理之前对从控制系统 2 接收的控制信号进行滤波(例如,使用低/高通滤波)。

[0054] 更具体地,通过将由无线加速度计位置转换器或传感器 32 产生的无线反馈或位置信号与源自控制系统 2 的控制信号进行比较,电动-气动控制器 20 可以控制执行器 31 的位置。例如,由无线加速度计位置传感器 32 产生的无线反馈信号可以按照 ZigBee<sup>®</sup>、蓝牙<sup>®</sup>、Wi-Fi、超宽带(UWB)、红外(IR)或其它合适的短程无线协议或近场无线通信(NFC)协议。在一些实施例中,无线位置反馈信号可以按照无线 HART 协议。在任何速率下,无线反馈信号可以包括指示阀门 31 的当前位置的数据或值,并且无线反馈信号可以通过一个或多个无线通信信道 12 而从传感器 32 被发射至控制器 20。

[0055] 由无线加速度计位置转换器或传感器 32 产生的无线位置反馈信号可以在耦合至(多个)无线信道 12 的第二通信接口或输入 24 处由电动-气动控制器 20 来接收。接口 24 可以包括无线收发器、或无线接收器。电动-气动控制器 20 可以基于经由第二接口 24 从无线加速度计位置转换器 32 接收的无线反馈或位置信号来确定反馈信号。在一个实施例中,可以将第一接口 22 和第二接口 24 集成为单个无线接口。

[0056] 由控制系统 2 提供的控制信号可以由电动-气动控制器 20 用作对应于阀门 30 的期望的操作(例如,对应于控制阀门 30 操作量程的百分比的期望位置)的设定或参考信号。电动-气动控制器 20 内的控制单元(未示出)可以通过将控制信号和无线反馈信号用作位置控制算法或过程中的值来将无线反馈信号与控制信号进行比较,以确定驱动值。由控制单元执行的位置控制过程可以基于反馈信号与控制信号之间的差来确定(例如,计算)驱动值。在实施例中,该计算的差对应于电动-气动控制器 20 要将耦合至阀门 30 的执行器 31 的位置改变的量。在实施例中,所计算的驱动值还对应于由控制单元产生以使电动-气动控制器 20 内的 I/P 变换器产生气动压力的电流。例如,电动-气动控制器 20 经由输出 25 来输出驱动信号以控制阀门 30。

[0057] 在实施例中,电动-气动控制器 20 内的 I/P 变换器包括在输出 25 中。I/P 变换器可以是基于通过螺线管所施加的电流来产生磁场的电流-压力型转换器。螺线管可以磁性控制相对于喷嘴进行操作的挡板来改变通过喷嘴/挡板的流动限制,以提供基于通过螺线管的平均电流而发生变化的气动压力。该气动压力可以由气动继电器放大并且可以被施加到耦合至阀门 30 的执行器 31。可以将电动-气动控制器 20 内的气动继电器气动耦合至执行器 31,以向执行器 31 提供气动压力(未示出)。

[0058] 例如,增大由电动-气动控制器 20 内的控制单元产生的电流的驱动值可以使气动继电器增大施加到气动执行器 31 的气动压力,以使执行器 31 将阀门 30 朝向闭合位置设置。类似地,减小由控制单元产生的电流的驱动值可以使气动继电器减小施加到气动执行器 31 的气动压力,以使执行器 31 将阀门 30 朝向打开位置设置。

[0059] 在其它示例中,电动-气动控制器 20 的输出 25 可以包括电压-压力型转换器,在这种情况下,驱动信号是发生变化以提供变化的压力输出来控制阀门 30 的电压。另外,输出的其它示例可以实施其它类型的加压流体,其包括加压空气、液压流体等。

[0060] 转到图 1 的示例性阀门 30,在实施例中,阀门 30 可以包括阀门座,其限定了在入口与出口之间提供流体流动通道的孔。例如,阀门 30 可以是回转阀、四分之一转动阀、电动阀、阻尼器、或任何其它控制装置或设备。耦合至阀门 30 的气动执行器 31 可以经由阀门杆

而操作耦合至流动控制构件, 阀门杆在第一方向上移动流动控制构件 (例如, 离开阀门座) 以允许流体在入口与出口之间流动, 并且阀门杆在第二方向上移动流动控制构件 (例如, 朝向阀门座) 以限制或阻止流体在入口与出口之间流动。耦合至示例性阀门 30 的执行器 31 可以包括双动活塞执行器、单动弹簧复位隔膜或活塞执行器、或任何其它适合的执行器或过程控制装置。

[0061] 为控制通过阀门 30 的流率, 可以将阀门耦合至无线加速度计位置转换器或传感器 32。在实施例中, 无线加速度计位置转换器 32 包括用于感测耦合至阀门 30 的执行器 31 的位置的加速度计 33, 例如, 位置加速度计 33。例如, 加速度计 33 可以是基于微机电系统 (MEMS) 的加速度计, 例如 MEMS 多轴加速度计 (例如, MEMS 3 轴传感器、或其它适合的多轴加速度计)。

[0062] 因此, 无线加速度计位置转换器 32 的加速度计 33 主要可以感测或检测执行器 31 的位置, 并且因此可以感测或检测流动控制构件相对于阀门座的位置 (例如, 打开位置、闭合位置、中间位置等)。在实施例中, 无线加速度计位置转换器 32 可以基于加速度计 33 来产生无线反馈信号, 并且无线加速度计位置转换器 32 可以使无线反馈信号被发射至电动-气动控制器 20。因此, 无线反馈信号可以表示耦合至阀门 30 的执行器 31 的位置, 并且因此可以表示阀门 30 的位置。在本文中所述的示例性技术、方法以及设备使电动-气动控制器 20 能够从耦合至阀门 30 的任何类型的图 1 的示例性加速度计位置转换器或传感器 32 接收反馈信号。

[0063] 通常, 无线加速度计位置转换器或传感器 32 的位置加速度计 33 受到不利环境条件的影响大体上小于磁体传感器阵列。注意, 在不需要补偿的情况下, 例如在制造过程中, 无线加速度计位置转换器 32 在其可能经历过程工厂环境的温度的范围内是准确的。另外, 无线加速度计位置转换器 32 可以包括电磁抑制电路、噪声滤波电路、振动免疫部件、和 / 或辐射屏蔽部件, 以进一步隔离或保护位置加速度计 33 使其不受其它不利环境条件的影响。

[0064] 无线加速度计位置转换器 32 可以包括从本地电源或能量存储装置 38 中接收功率的输入或连接 35。在实施例中, 本地电源或能量存储装置 38 包括在无线加速度计位置转换器或传感器 32 内作为整体单元。在实施例中, 本地电源或能量存储装置 38 是可再充电的。例如, 本地电源或能量存储装置 38 可以是电池、电容器、或其它可再充电能量存储装置。可以使用用于对本地电源或能量存储装置 38 进行再充电的任何已知的技术, 例如: 收集太阳能; 替换电池; 通过局部加热、振动和 / 或运动来采集或回收能量; 临时连接至诸如 AC 电源的插入电源; 使用邻近充电器进行感应再充电; 或其它适合的再充电技术。在图 1 中所示的实施例中, 能量存储装置 38 连接至能量采集器 40, 能量采集器 40 从无线加速度计位置传感器 32 采集能量, 以对能量存储装置 38 进行再充电。例如, 能量采集器 40 可以从加速度计 33 和 / 或位置传感器 32 的其它元件或部分采集能量。

[0065] 尽管在图 1 中将电动-气动控制器 20 和无线加速度计位置转换器 32 示出为位于过程控制区域 4 内, 但是电动-气动控制器 20 和加速度计位置转换器或传感器 32 中的每一个可以位于相应的不同操作环境中并且经由一个或多个无线通信信道而通信耦合在一起, 例如经由包括在过程工厂或控制环境 1 的无线通信网络中的无线通信信道。例如, 无线加速度计位置转换器 32 可以位于相对高温度和高湿度的环境 (例如, 90% 湿度和 180 华氏度 (°F)) 内, 而电动-气动控制器 20 位于被设定为 10% 湿度和 72 °F 的受控环境中。

[0066] 另外,在实施例中,无线通信信道 12 可以是无线加速度计位置转换器 32 与控制器 20 之间的专有连接。具体而言,不存在导线将无线加速度计位置转换器 32 与控制器 20 连接。照这样,无线加速度计位置转换器或传感器 32 不需要任何其它连接(除无线通信信道 12 之外)来接收功率或与控制器 20 通信。实际上,利用本公开内容的技术,电隔离器对于向无线加速度计位置传感器 32 提供功率而言是不需要的。相反,由于无线加速度计位置传感器 32 可以由本地电源 38(在一些实施例中,其包括在无线加速度计位置转换器 32 自身中)供电,所以不需要将累赘的导线路由到转换器 32(并且不需要保持)来为转换器 32 供电。此外,由于转换器 32 和控制器 20 由不同的、单独的并且独特的电源来供电,所以对用于将接地环路最小化的电隔离器的需要是无实际意义的。

[0067] 更进一步来说,利用本公开内容的技术,对于将由转换器 32 产生的反馈电流信号施加到电阻两端以为控制器 20 计算转换器 32 的执行器 31 的位置而言也不需要电隔离器。具体而言,控制器 20 仅在耦合至无线信道 12 的输入 24 处接收来自无线加速度计位置转换器 32 的信号(例如,数据包),而不需要位于控制器 20 处的两个输入来确定电压差,也不需要控制器 20 基于所确定的电压差来计算执行器 31 的位置。根据无线信号,控制器 20 从信号中的字段中提取填充值,其中填充值指示执行器 31 的位置。在实施例中,来自无线信号的填充值是从无线加速度计位置转换器 32 中接收的唯一输入或值,所述无线加速度计位置转换器 32 由控制器 20 使用来确定执行器 31 的位置;不需要来自无线加速度计位置转换器 32 的第二输入或值。因此,利用本公开内容的技术,不但不需要电隔离器和连接隔离器、阀门和控制器的导线,而且也不需要控制器为计算执行器 31 的位置所需的附加硬件、处理时间和存储器。

[0068] 在图 2 中示出了无线加速度计位置转换器或传感器 32 的详细框图。如前所述,无线加速度计位置传感器 32 可以包括耦合至阀门 30 的执行器 31 的位置加速度计 33。无线加速度计位置传感器 32 还可以包括耦合至加速度计 33 并且耦合至存储器 52 的处理器 50。存储器 52 可以是有形非暂态存储器,并且可以包括一个或多个计算机可读存储介质。例如,存储器 52 可以被实施为一个或多个半导体存储器、磁可读存储器、光可读存储器、和/或任何其它适合的有形非暂态计算机可读存储介质。存储器 52 可以将计算机可执行指令 53 存储于其上,计算机可执行指令 53 可以由处理器 50 执行,以将加速度计 33 的输出或由加速度计 33 产生的信号转换成指示阀门 30 的执行器 31 的位置的值,并且将该值填充到无线位置信号的字段中。计算机可执行指令 53 可以进一步被执行以使无线位置信号从转换器 32 经由无线接口 55 而被发射。无线接口 55 可以通信耦合至一个或多个无线通信信道 12,并且无线接口 55 可以包括收发器,或可以包括发射器与接收器。照这样,处理器 50、指令 53 和/无线接口 55 可以用作反馈位置信号发生器 58,其产生反馈位置信号并将其从传感器 32 发射至控制器 20 和/或其它过程控制系统的装置。在一些实施例中,无线加速度计位置传感器或执行器 32 可以包括在 2013 年 11 月 21 日提交的、题为“用于阀门的无线位置转换器”的上述美国专利申请 No. 14/086,102 中所述的无线位置转换器的实施例的一个或多个特征、方面、和/或技术。

[0069] 例如,在一些情景中,无线位置反馈信号是按照无线 HART 协议的一个或多个数据包,无线通信信道 12 包括在过程控制系统 1 的无线网状通信网络中,并且根据由无线网状通信网络的网络管理器产生的时间表来通过无线通信信道 12 对数据包进行发射和接收。

例如,网络管理器可以产生网络通信时间表(例如,“网络时间表”),其限定了用于由无线加速度计位置转换器 32 产生的数据包传输的传输时隙,以使数据包在控制器 20 处被接收,以准确且安全地控制阀门 30 和阀门 30 作为其部分的过程。在实施例中,有关无线网状转换器 32 的时间表的一个或多个部分可以被输送至转换器 32(例如,从网络管理器经由无线通信网络)并且被存储在存储器 52 中,以使处理器 50 可以使数据包或信号根据所存储的时间表来被发射至控制器 20。

[0070] 在一些情景中,无线位置信号是按照短程和 / 或近场无线通信协议的一个或多个数据包。例如,无线位置信号可以按照 ZigBee、Wi-Fi、或蓝牙协议。在一些实施例中,无线位置信号可以按照 IR 或 UWB 协议。通常,无线位置信号按照允许低功耗的无线通信协议。

[0071] 可以将无线位置信号经由无线接口 55 发射至电动 - 气动控制器 20 来控制阀门 30。在实施例中,出于位置监测或其它目的,可以另外或替代地将无线位置信号经由无线接口 55 发射至控制系统 2。例如,可以将无线位置信号发射至控制系统 2 的控制系统主机。在一些实施例中,用于将无线位置信号发射至控制器 20 并且发射至控制系统 2 的协议可能与无线协议相同,并且在一些实施例中,用于将无线位置信号发射至控制器 20 的协议可能是与用于将无线位置信号发射至控制系统 2 的协议不同的无线协议。可以将无线位置信号直接发射至控制系统 2,或者将无线位置信号经由包括在过程控制工厂或系统 1 的无线通信网络中的一个或多个中间节点来发射至控制系统 2。在实施例中,处理器可以根据存储器 52 中存储的时间表来使数据包或信号被发射至控制系统 2,其中时间表由耦合至无线接口 55 的无线通信网络的网络管理器产生。

[0072] 在图 2 所示的实施例中,无线加速度计位置传感器或执行器 32 包括能量采集装置 40。能量采集装置 40 可以从传感器 32 的一个或多个部分或元件(例如,从加速度计 32、处理器 50、和 / 或通信接口 55) 采集能量。例如,能量采集装置 40 可以采集局部热量、振动和 / 或运动,并且可以将所采集的能量提供给能量存储装置 38。在一些实施例中(未示出),传感器或转换器 32 中省略了能量采集装置 40。

[0073] 图 2 还包括图 1 的电动 - 气动控制器 20 的详细框图。如上所述,控制器 20 包括用于从控制系统 2 接收无线位置信号的第一输入或接口 22、以及用于从无线加速度计位置传感器或转换器 32 接收无线位置信号的第二输入或接口 24。无线接口 24 可以通信耦合至一个或多个无线通信信道 12,通过所述无线通信信道接收了由无线加速度计位置传感器 32 产生的无线位置信号。无线接口 24 可以包括收发器,或可以包括发射器与接收器。

[0074] 第一接口 22 可以是耦合至一个或多个通信信道 10 的有线接口、无线接口、或有线和无线接口。在第一接口 22 包括无线接口的实施例中,第一接口 22 和第二接口 24 可以是单个集成无线接口。在实施例中,一个或多个通信信道 10 和 / 或一个或多个通信信道 12 包括过程工厂或系统 1 的无线网状通信网络。

[0075] 电动 - 气动控制器 20 还包括耦合至存储器 62、耦合至输入 22、24、并且耦合至输出 25 的控制单元或处理器 60。存储器 62 可以是有形非暂态存储器,并且可以包括一个或多个计算机可读存储介质。例如,存储器 62 可以被实施为一个或多个半导体存储器、磁可读存储器、光可读存储器、和 / 或任何其它适合的有形非暂态计算机可读存储介质。存储器 62 可以存储计算机可执行指令,所述指令可由处理器 60 执行以基于从第二接口 24 接收的无线位置信号和从第一接口 22 接收的控制信号来确定要经由输出 25 发射以控制阀门 30

的驱动信号的值。例如,用于确定驱动信号的计算机可执行指令包括在构造期间和 / 或实时处理期间从控制系统 2 中下载的位置控制算法或过程。

[0076] 图 3 示出了示例性布置 68,其中无线位置加速度计传感器或转换器 32 经由无线通信信道 71a 而通信连接至配对或合作的装置 70,并且配对或合作的装置 70 经由另一个通信信道 71b 而通信连接至控制器 20。布置 68 可以包括图 1 和图 2 的无线加速度计位置传感器 32、阀门 30、和 / 或控制器 20。这种布置 68 例如在由于过程工厂拓扑、和 / 或其它原因而导致传感器 32 与控制器 20 之间的直接无线连接为次优时可能是有利的。

[0077] 例如,在一些过程工厂中,这种布置 68 对减少装备和安装成本可能是有利的。如图 3 中所示,配对或合作的装置 70 不但可以与加速度计传感器或转换器 32 配对,而且还可以与一个或多个其它传感器或转换器 72a-72n 配对,其它传感器或转换器 72a-72n 中的每一个都可以至少部分地安装在相应的控制装置 75a-75n 上,以提供相应控制装置 75a-75n 的位置反馈。其它传感器 72a-72n 的设定可以包括一个或多个其它加速度计无线位置传感器、一个或多个其它类型的无线位置传感器(例如,利用磁体、磁体阵列、电位计等的无线位置传感器)、和 / 或一个或多个传统无线位置传感器。因此,在一些实施例中,单个配对的装置 70 可以为多个传感器或转换器 32、72a-72n 服务,并且可以将所接收的反馈位置信号从所述多个传感器 32、72a-72n) 路由、发送或发射至相应的接收控制器 20、78a-78n。在一些情况下,配对的装置 70 可以另外将所接收的反馈位置信号中的一个或多个路由、发送或发射至过程控制系统内的一个或多个其它装置 80,例如,至主机、数据记录系统、用户接口等。

[0078] 在实施例中,配对或合作的装置 70 通过使用第一无线协议(例如,诸如蓝牙等的第一短程无线协议)来从传感器 32 接收无线位置反馈信号,并且配对或合作的装置 70 通过使用第二无线协议(例如,无线 HART 或诸如 Zigbee 等的第二短程无线协议)或通过使用有线协议(例如,HART)来发射所产生的位置反馈信号。在实施例中,配对或合作的装置 70 从传感器 32 接收无线位置反馈信号并且使用相同的无线协议来发射所产生的位置反馈信号。

[0079] 现在转到图 4,其描绘了图 3 的配对或合作的装置 70 的实施例 82。如图 4 中所示,配对或合作的装置 82 包括耦合至无线通信信道 71a 的无线接收通信接口 85,配对或合作的装置 82 经由无线通信信道 71a 来从无线加速度计位置传感器 32 接收通信。例如,配对 / 合作装置 82 经由无线通信信道 71a 和无线接收接口 85 来从加速度计位置传感器 32 接收反馈位置信号。另外,由于配对 / 合作装置 82 可以从与装置 82 配对的其它无线传感器或转换器 72a-72n 中的一个或多个接收通信,因而配对 / 合作装置 82 可以包括多种类型的无线接收通信接口 85(例如,Zigbee、蓝牙、Wi-Fi、无线 HART 等),以从不同类型的无线位置传感器或转换器 72a-72n 接收位置反馈信号。在一些情况下,配对或合作的装置 82 可以包括一个或多个有线接收通信接口 88,以从一个或多个传统有线传感器 72a-72n 接收位置反馈信号。

[0080] 此外,配对或合作装置 82 包括路由器或路由工具 90,以确定所接收的位置反馈信号的收方控制器或装置。在图 4 所示的示例中,路由器 90 包括处理器 90a 和将计算机可执行指令 92a 和路由数据 92b 存储于其上的非暂态有形存储器 90b。处理器 90a 可以执行所存储的指令 92a,以通过使用路由数据 92b 来确定特定反馈位置信号的(多个)特定收

方控制器或装置,并且使用适当的发射通信接口 95 来使特定反馈位置信号被发射至(多个)收方装置。例如,可以经由发射通信接口 95 和通信信道 71b 来将指示阀门执行器 31 的位置的反馈位置信号发射至控制器 20。发射通信接口 95 可以支持诸如 Zigbee、蓝牙、Wi-Fi、无线 HART 等的无线协议。在一些构造中,发射通信接口 95 可以支持诸如以太网、HART<sup>®</sup>、FOUNDATION<sup>®</sup> 现场总线、以太网、以太网 IP、DeviceNet、补偿网络、控制网络、Modbus、或过程控制专用的大数据协议等的有线通信协议。在一些实施例中,配对或合作的装置 82 包括通往多个不同类型的收方控制器和装置的多个发射通信接口 95。在一些情况下,(多个)发射通信接口 95 和接收通信接口 85、88 是相同的或整体的通信接口。

[0081] 图 5 示出了示例性过程控制网络 100,可以将图 1 的无线加速度计位置转换器 32、以及任选地反馈装置 70、82 到过程控制网络 100 中。在实施例中,过程控制网络 100 包括在图 1 的控制系统 1 中。具体而言,网络 100 可以包括工厂自动化网络 112 和通信网络 114。在图 1 所示的过程控制网络 100 的实施例中,通信网络 114 被示出为无线网状通信网络。在实施例中,通信网络 114 支持无线 HART(高速可寻址远程转换器)协议,例如“无线 HART 网络”。然而,在网络 100 的一些实施例中,通信网络 114 可以支持有线 HART 协议,例如“有线 HART 网络”。在一些实施例中,有线和无线 HART 网络 114 可以包括在网络 100 中。

[0082] 工厂自动化网络 112 可以包括通过通信中枢 120 连接的一个或多个固定工作站 116 和一个或多个便携式工作站 118。工作站 116、118 在本文中被可互换地称为过程控制网络 100 的“工作站”、“控制系统主机”、“控制主机”、或“主机”。中枢 120 可以通过以太网、RS-485、过程现场总线 DP 或其它适合的通信协议来实施。

[0083] 可以经由网关 122 来连接工厂自动化网络 112 和无线 HART 网络 114。具体而言,网关 122 可以以有线方式连接至中枢 120 并且可以通过使用任何适合的已知协议来与工厂自动化网络 112 通信。网关 122 可以被实施为独立的装置、被实施为能够插入到主机或工作站 116 或 118 的扩展槽中的卡、或者被实施为基于 PLC 或基于 DCS 的系统的 IO 子系统的部分、或者任何其它方式。网关 122 可以为在网络 112 上运行的应用程序提供对无线 HART 网络 114 的各种网络装置的接入。除了协议和命令转换之外,网关 122 可以提供由无线 HART 网络 114 的调度方案的时间间隙和超级帧(在时间上等距离分开的通信时间间隙的组)使用的同步时钟。

[0084] 在一些情况下,网络可以具有不止一个网关 122。这些多个网关可以用于通过为无线 HART 网络与工厂自动化网络 112 或外界之间的通信提供附加带宽来提升网络的有效吞吐量和可靠性。在另一方面,网关 122 装置可能根据无线 HART 网络内的网关通信需求来从适当网络服务请求带宽。网关 122 还可以在系统可操作时对所需带宽进行重新评估。例如,网关 122 可以从存在于无线 HART 网络 114 外的主机接收请求以检索大量数据。网关装置 122 然后可以从诸如网络管理器等的专用服务请求附加带宽,以适应该处理。网关 122 然后可以在处理完成时请求释放不需要的带宽。

[0085] 在一些实施例中,网关 122 在功能上被分成虚拟网关 124 和一个或多个网络接入点 125a、125b。为了增加无线 HART 网络 114 的带宽和整体可靠性,网络接入点 125a、125b 可以是与网关 122 进行有线通信的独立的物理装置。然而,尽管图 1 示出了物理独立网关 122 与接入点 125a、125b 之间的有线连接 26,但是要理解的是,元件 122-126 可以被提供作为整体装置。由于网络接入点 125a、125b 可以与网关装置 122 物理独立,因而接入点 125a、

125b 中的每一个可以被战略性地放置在若干不同位置。除了增加带宽,多个接入点 125a、125b 可以通过在一个或多个其它接入点处补偿一个接入点处的可能的差信号质量来增加网络的整体可靠性。在接入点 125a、125b 中的一个或多个处出现故障的情况下,具有多个接入点 125a、125b 还提供了冗余。

[0086] 网关装置 122 可以另外包含网络管理器软件模块 127(例如,“网络管理器”)和安全管理器软件模块 128(例如,“安全管理器”)。在另一个实施例中,网络管理器 127 和 / 或安全管理器可以在工厂自动化网络 112 的过程控制主机 116、118 的其中之一上运行。例如,网络管理器 127 可以在主机 116 上运行,并且安全管理器 128 可以在主机 118 上运行。网络管理器 127 可以对网络 114 的构造负责;调度包括在网络 114 中的诸如无线 HART 装置等的装置之间的通信(即,配置超帧);确定网络通信时间表并且使其至少部分被输送至收方装置和控制器;管理路由表;以及检测并报告无线 HART 网络 114 的健康状况。尽管支持冗余的网络管理器 27,但是可以预见的是,每个无线 HART 网络 114 应该仅有一个有源网络管理器 127。在一个可能的实施例中,网络管理器 127 对与网络的布局、每个网络装置的容量和更新速率、以及其它相关信息有关的信息进行分析。鉴于这些因素,网络管理器 127 然后可以定义往返于网络装置、以及网络装置之间的通信的路线和时间表。在实施例中,网络管理器 127 可以包括在控制主机 116、118 的其中之一中。

[0087] 再次参考图 5,无线 HART 网络 114 可以包括一个或多个现场装置或控制装置 130-140。通常,和用于化工、石油或其它过程工厂中的那些一样,过程控制系统包括诸如阀门、阀门定位器、开关、传感器(例如,温度、压力和流率传感器)、泵、风扇等的现场装置。现场装置可以在由过程控制网路 100 控制的过程内执行过程控制功能。例如,过程控制功能可以包括打开或闭合阀门和 / 或对过程参数进行监测或测量。在无线 HART 通信网络 114 中,现场装置 130-140 是无线 HART 数据包的生产者和消费者。

[0088] 可以将外部主机 141 连接至外部网络 143,外部网络 143 进而可以经由路由器 144 而连接至工厂自动化网络 112。例如,外部网络 143 可以是万维网(WWW)。尽管外部主机 141 不属于工厂自动化网络 112 或无线 HART 网络 114,但是外部主机 141 可以经由路由器 144 接入网络 112 和 114 两者上的装置。因此,过程控制系统 100 的通信网络 114 和工厂自动化网络 112 可以是专用网络,从而保证了网络 112、114 的接入。例如,可能需要对希望连接到网络 112 和 / 或网络 114 的装置进行授权。类似地,外部主机 141 可以控制用于通信的来自外部网络 143 的安全网络接入。

[0089] 无线 HART 网络 114 可以使用提供与有线 HART 装置所经历的类似的操作性能的协议。该协议的应用可以包括过程数据监测、关键数据监测(具有更严格的性能要求)、校准、装置状态和诊断监测、现场装置故障检修、调试、以及监督过程控制。这些应用需要无线 HART 网络 114 使用可以完成如下功能的协议:在必要时提供快速更新;在需要时移动大量数据;并且支持加入仅暂时用于调试和维护工作的无线 HART 网络 114 的网络装置。

[0090] 在一个实施例中,支持无线 HART 网络 114 的网络装置的无线协议是 HART 的拓展,其是维持有线环境的简单工作流程和实践的被广泛接受的工业标准。无线 HART 协议可以用于建立用于过程应用的无线通信标准,并且可以进一步扩展 HART 通信的应用、以及其通过增强 HART 技术而提供给工业以支持无线过程自动化应用的益处。

[0091] 再次参考图 5,现场或控制装置 130-136 可以是无线 HART 装置。换言之,现场装



置 130、132a、132b、134、或 136 可以被提供作为支持无线 HART 协议栈的所有层的整体单元。在网络 100 中,现场装置 130 可以是无线 HART 流量计,现场装置 132b 可以是无线 HART 压力传感器,并且现场装置 136 可以是无线 HART 压力传感器。

[0092] 具体而言,现场装置 134 可以是包括无线加速度计位置转换器(例如,图 1 的无线加速度计位置转换器 32)的阀门或阀门定位器,并且现场装置 132a 可以是现场装置 134 的无线加速度计位置转换器接收感测到的位置指示的控制器(例如,图 1 的控制器 20)。在实施例中,控制主机 116 和 / 或控制主机 118 均例如经由无线网状通信网络 114、网关 122、以及工厂自动化网络 120 而从现场装置 134 接收至少一些位置指示。

[0093] 另外,无线 HART 网络 114 可以包括路由装置 160。路由装置 160 可能是将数据包从一个网络装置发送到另一个的网络装置。用作路由装置的网络装置可以使用内部路由表来决定其应该将特定数据包发送至哪个网络装置。在无线 HART 网络 114 上的所有装置都支持路由的那些实施例中,可能不需要诸如路由器 160 等的独立路由器。然而,有益的是(例如,为扩展网络,或为节约网络中的现场装置的功率),将专用路由器 160 添加至网络。

[0094] 直接连接至无线 HART 网络 114 的所有装置都可以被称作网络装置。具体而言,出于路由和调度的目的,无线 HART 现场或控制装置 130-136、路由器 60、网关 122、以及接入点 125a、125b 是无线 HART 网络 114 的网络装置或节点。为了提供非常鲁棒并且易扩展的网络,可以预见的是,所有的网络装置都可以支持路由并且每个网络装置可以由其 HART 地址来进行全局标识。另外,每个网络装置可以存储与更新速率、连接会话、以及装置资源有关的信息。简言之,每个网络装置保持与路由和调度有关的最新信息。每当新的设备加入网络时,或每当网络管理器检测到或发起无线 HART 网络 114 的拓扑或调度中的改变时,网络管理器 127 在网络装置进行初始化或重新初始化时将该信息传送至网络装置。

[0095] 再次参考图 5,在由直接无线连接 165 连接的一对网络装置中,每个装置将彼此识别为邻居。因此,无线 HART 网络 114 的网络装置可以形成大量的连接 165。在两个网络装置之间建立直接无线连接 165 的可能性和期望是由诸如节点间的物理距离、节点间的障碍物、两个节点中的每一个处的信号强度等的多个因素确定的。此外,两个或更多直接无线连接 165 可以在不能形成直接无线连接 165 的节点之间形成路径。例如,无线 HART 手持装置 155 与无线 HART 装置 136 之间的直接无线连接 165、以及无线 HART 装置 136 与路由器 160 之间的第二直接无线连接 165 形成了装置 155 与 160 之间的通信路径。

[0096] 每个无线连接 165 的特征在于与传输的频率有关的大量参数、接入无线电资源的方法等。本领域普通技术人员将认识到,通常,无线通信协议可以在指定频率上进行操作,该指定频率例如是由美国联邦通信委员会 (FCC) 指定的频率、或无线电频谱 (2.4GHz) 的未许可部分中的频率。尽管本文中论述的系统和方法可以应用于在任何指定频率或频率范围上进行操作的无线网络,但是以下论述的实施例涉及以无线电频谱的未许可或共享部分进行操作的无线 HART 网络 114。根据该实施例,无线 HART 网络 114 可以容易地被激活并调整为根据需要以特定的未许可的频率范围进行操作。

[0097] 图 6 是用于向控制装置的控制器提供位置反馈的示例性方法 200 的流程图。在实施例中,方法 200 可以由无线加速度计位置传感器或转换器的处理器和 / 或其它元件,例如图 1 的无线加速度计位置传感器或转换器 32 的处理器 50 来执行,或由另一个位置传感器或转换器来执行。方法 200 可以结合示例性电动 - 气动控制器 20、图 1-5 中所示的任何数

量的示范性构造、和 / 或结合其它适合的控制器、控制装置、和 / 或构造来进行操作。

[0098] 方法 200 可以使用上述技术中的任何技术的任何组合来实施,例如,使用固件、软件、分立的逻辑和 / 或硬件来实施。此外,可以采用实施图 6 的示范性操作的许多其它方法。例如,可以改变执行方框的顺序,和 / 或可以改变、消除、细分或组合所述的方框中的一个或多个。另外,可以通过例如单独的处理线程、处理器、装置、分立的逻辑、电路等来按顺序执行和 / 或并行执行方法 200 中的任何部分或全部。要注意,为了便于讨论,在参考图 1-5 的同时对方法 200 进行描述,然而,该论述并非限制性的。

[0099] 在方框 202,方法 200 包括接收由耦合至控制装置或其部分的加速度计产生的信号(例如,输出信号)。在实施例中,加速度计被包括在安装在控制装置的执行器上的位置传感器或转换器中。例如,如图 1 中所描绘的,加速度计可以被包括在安装在阀门 30 的杆或执行器 31 上的无线加速度计位置传感器或转换器 32 中。在实施例中,可以在被包括在位置传感器中的处理器(例如,传感器 32 的处理器 50)处接收(方框 202)信号或信号的指示。在实施例中,处理器与加速度计可以被通信连接,但被包括在不同的装置中(未示出)。

[0100] 方法 200 还包括将所接收的加速度计信号转换成指示控制装置或其与加速度计耦合的部分的位置的值(方框 205)。在实施例中,转换是基于加速度计的校准或基于加速度计位置传感器的校准。例如,方法 200 可以任选地包括校准位置传感器或转换器(方框 208)。校准位置传感器或转换器(方框 208)可以包括:在控制装置或其与加速度计附接的部分的已知位置处确定由加速度计产生的值或信号(例如,与阀门状态相对应的阀门执行器 31 的初始或已知位置,例如阀门完全打开、阀门完全闭合、或一些其它已知位置);以及将指示初始或已校准的位置的初始或已校准的值存储到存储器中。随后,方法 200 的方框 205 可以从存储器获得所存储的、已校准的值,并且使用已校准的值来将所接收的加速度计信号转换成当前反馈位置值(方框 205)。在实施例中,校准是单次或唯一的校准。

[0101] 可以将指示执行器位置的反馈位置值填充到无线反馈位置信号的字段中。在实施例中,无线反馈位置信号是按照无线 HART 协议。在实施例中,无线反馈位置信号按照短程或 NFC 无线协议,例如 Zigbee、UWB、蓝牙等。

[0102] 方法 200 包括:使用无线协议使无线反馈位置信号被无线发射至阀门的电动-气动控制器以控制阀门(方框 210)。在实施例中,将无线反馈位置信号从无线加速度计位置传感器 32 直接发射至电动-气动控制器 20 以控制阀门 30。在实施例中,将无线反馈位置信号从无线加速度计位置传感器 32 发射至设置在控制装置 30 的无线加速度计位置传感器 32 与控制器 20 之间的配对或合作的装置 70。例如,可以将无线反馈位置信号从传感器 32 发射至配对的装置 70,并且配对的装置 70 可以使无线反馈位置信号或其等同物被发射至控制器 20。

[0103] 在实施例中,无线位置信号是从阀门 30 接收的唯一输入,控制器 20 需要所述输入来控制阀门 30。在实施例中,无线位置信号是按照无线 HART 通信协议。在实施例中,无线反馈位置信号是按照短程或 NFC 无线协议。在一些情况下,可以例如根据由无线网状通信网络的网络管理器产生的时间表通过无线网状通信网络的通信信道来将无线位置信号发射至电动-气动控制器。在实施例中,发射信号所用的无线通信信道是无线位置传感器与控制器之间的唯一连接。

[0104] 方法 200 可以任选地包括使信号被无线发射至包括阀门和电动-气动控制器的过

程工厂或过程控制系统的控制主机或另一个装置（方框 212）。例如，可以将无线位置信号发射至一个或多个其它控制器 78a-78n 或发射至另一个装置 80，例如过程控制系统 100 的控制主机 116、118。在实施例中，根据由无线网状通信网络的网络管理器产生的时间表来通过无线网状通信网络将无线位置信号发射至控制主机。

[0105] 方法 200 的一些实施例可以包括方框 210 和方框 212 中的仅一个，并且方法 200 的另一些实施例可以包括方框 210 和方框 212 两者。

[0106] 在实施例中，方法 200 包括由电源来为无线位置传感器或转换器供电（方框 215）。例如，可以由电源 38 来为无线加速度计位置转换器 32（例如，无线加速度计位置转换器 32 的处理器 50 和 / 或通信接口 55）供电。通常，电源是物理上与无线位置转换器邻近的本地电源，例如与电源、电池、电容器、或其它适合的本地电源、或感应电源的直接本地有线连接。在一些实施例中，本地电源作为整体单元被包括在无线位置转换器中。

[0107] 在一些实施例中，电源是可再充电的能量存储装置，并且方法 200 可以包括使用任何已知的再充电技术对可再充电的能量源进行再充电，所述技术例如是太阳能的收集和转换、电池替换、局部热量、振动和 / 或运动的能量回收、与诸如 DC 电源等的插入电源的临时连接、使用邻近充电器的感应、或任何其它适合的再充电工具或机制。例如，电源 38 可以由传感器 32 的能量采集器 40 来进行再充电。

[0108] 上述各种方框、操作、和技术中的至少一些可以以硬件、处理器执行固件和 / 或软件指令、或它们的任何组合来实施。例如，无线加速度计位置转换器 32 的至少部分可以以硬件、处理器执行固件和 / 或软件指令、或它们的任何组合来实施。另外，图 6 的方框的至少一部分可以以硬件、处理器执行固件和 / 或软件指令、或它们的任何组合来实施。

[0109] 当利用处理器执行软件或固件指令来实施时，可以将软件或固件指令存储在诸如磁盘、光盘、RAM 或 ROM 或闪存存储器、磁带执行器等任何非暂态有形计算机可读存储介质中。软件或固件指令可以包括存储在存储器或其它非暂态计算机可读存储介质上的机器可读指令，所述指令在由处理器执行时使处理器执行各种动作。

[0110] 当以硬件实施时，硬件可以包括分立部件、集成电路、特殊应用集成电路（ASIC）、可编程逻辑器件等中的一个或多个。

[0111] 此外，尽管上文阐述了许多不同实施例的具体实施方式，但是应该理解，本专利的范围是由在本专利末尾处阐述的权利要求中的文字及其等同物来限定。具体实施方式应被解释为仅是示例性的，而非描述每个可能的实施例，因为如果并非不可能的话，描述每个可能的实施例是不切实际的。可以使用当前技术或在本发明提交日之后开发的技术来实施许多替代的实施例，这些替代的实施例仍将落在权利要求的范围内。

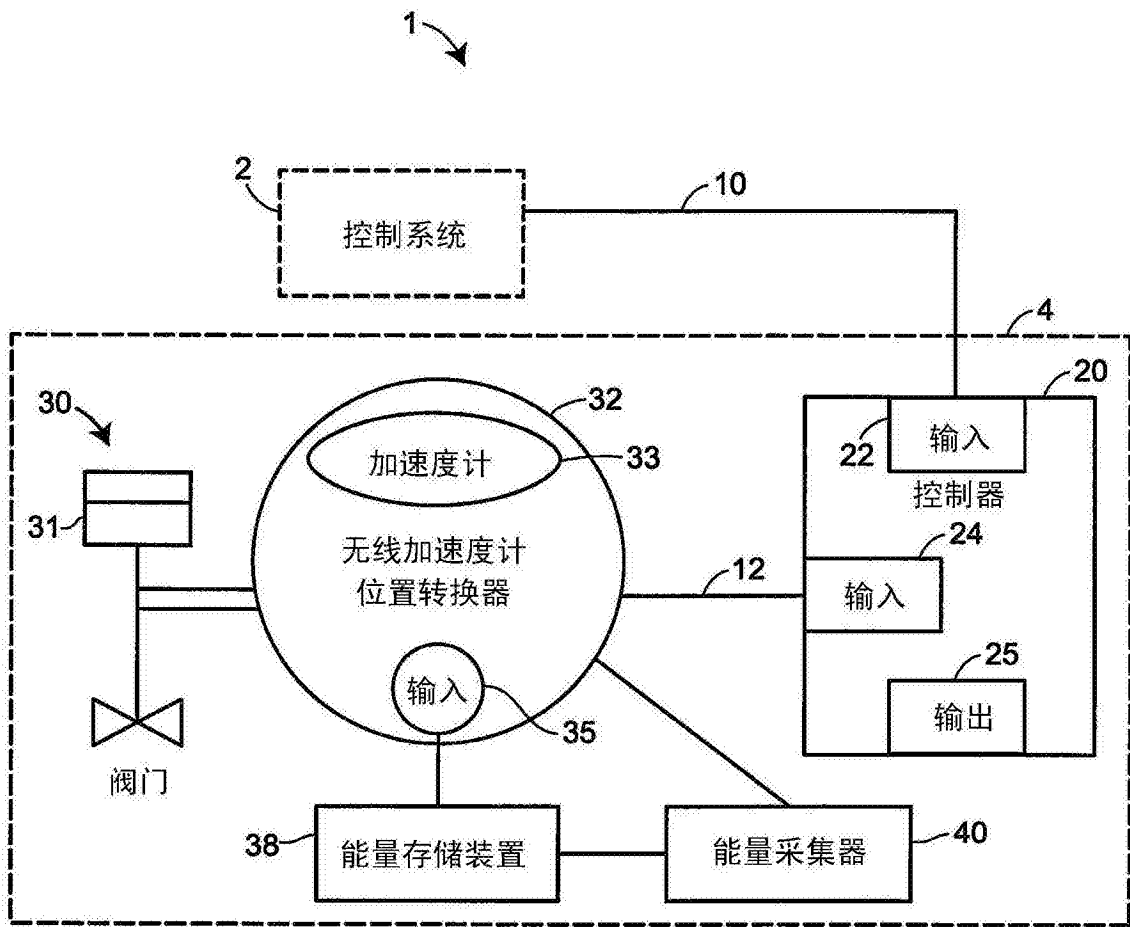


图 1

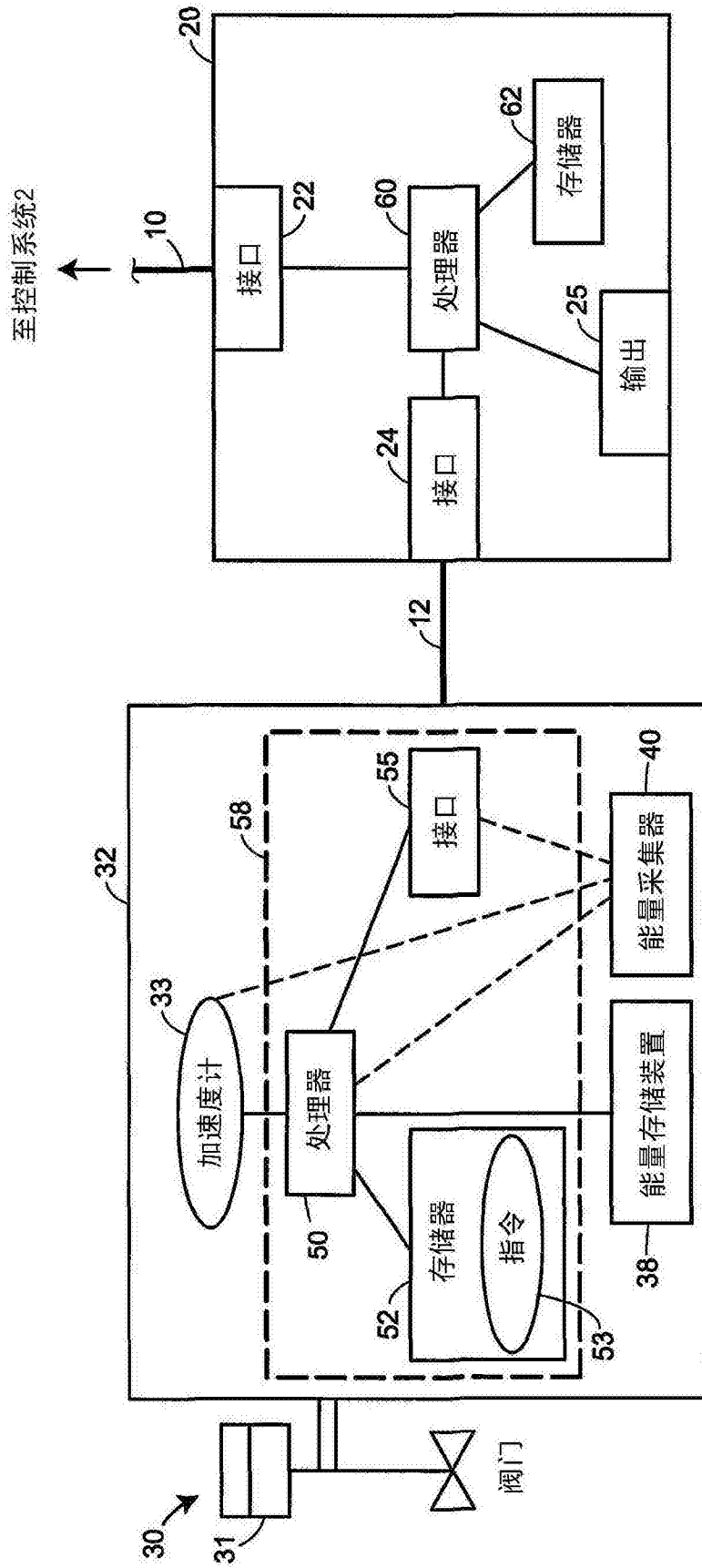


图 2

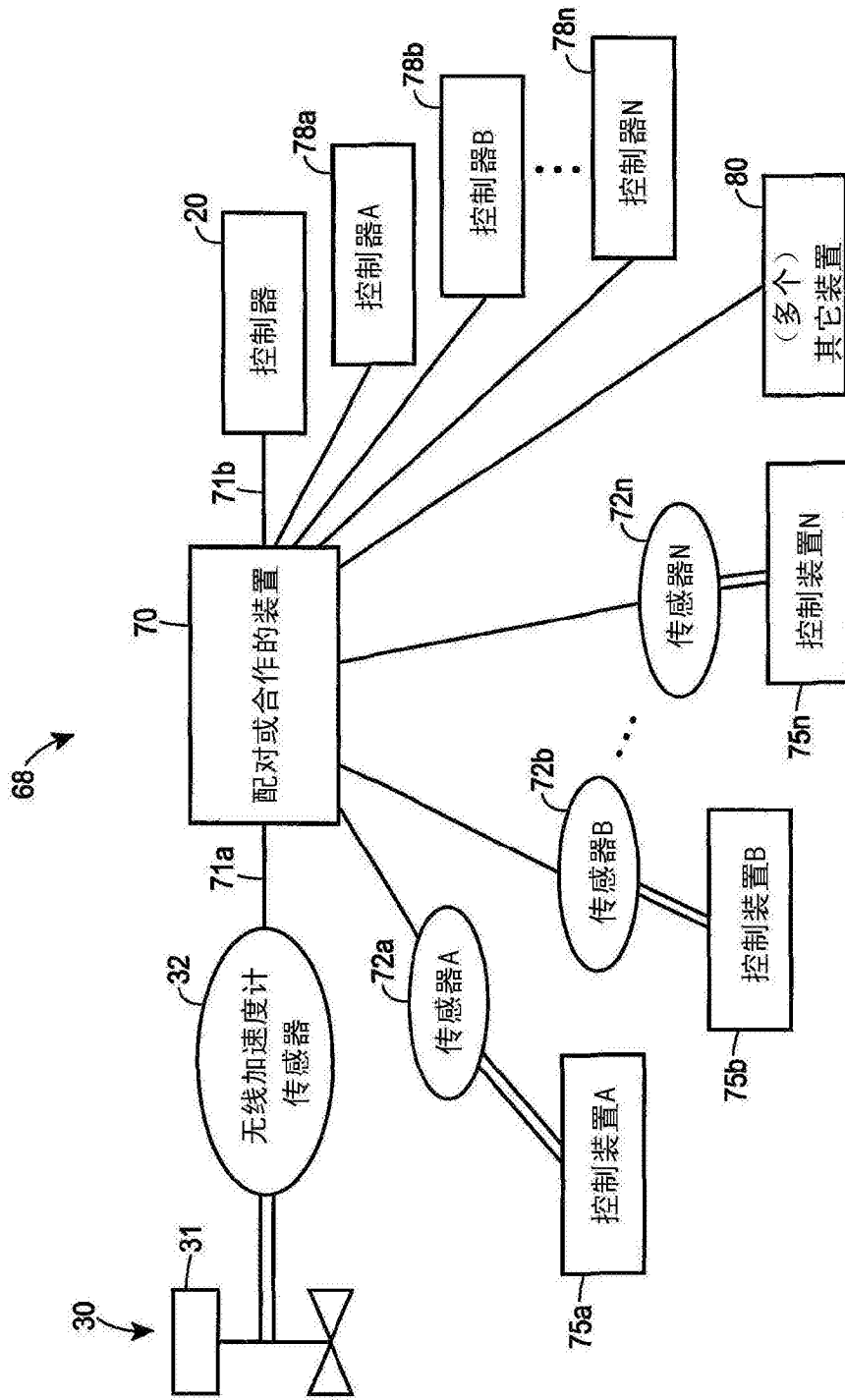


图 3

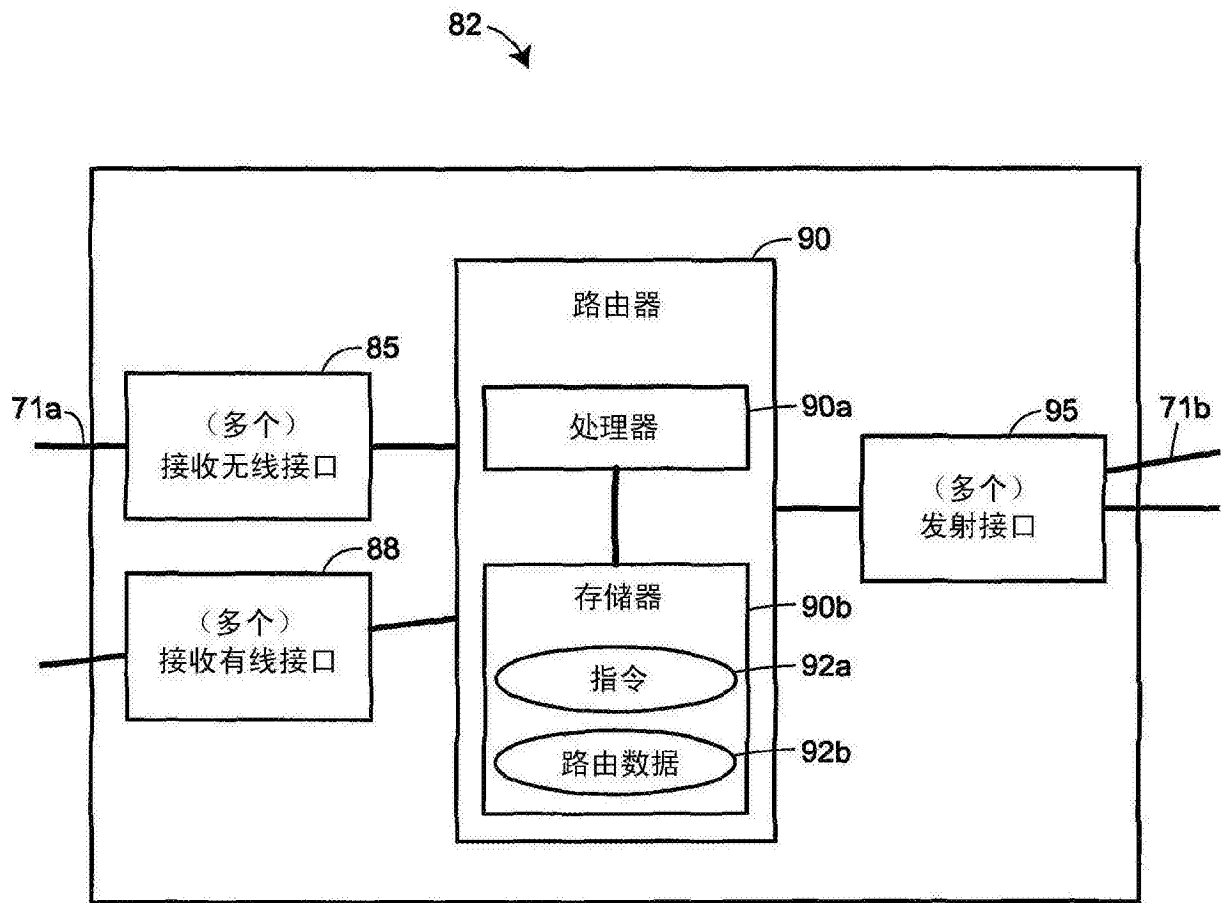


图 4

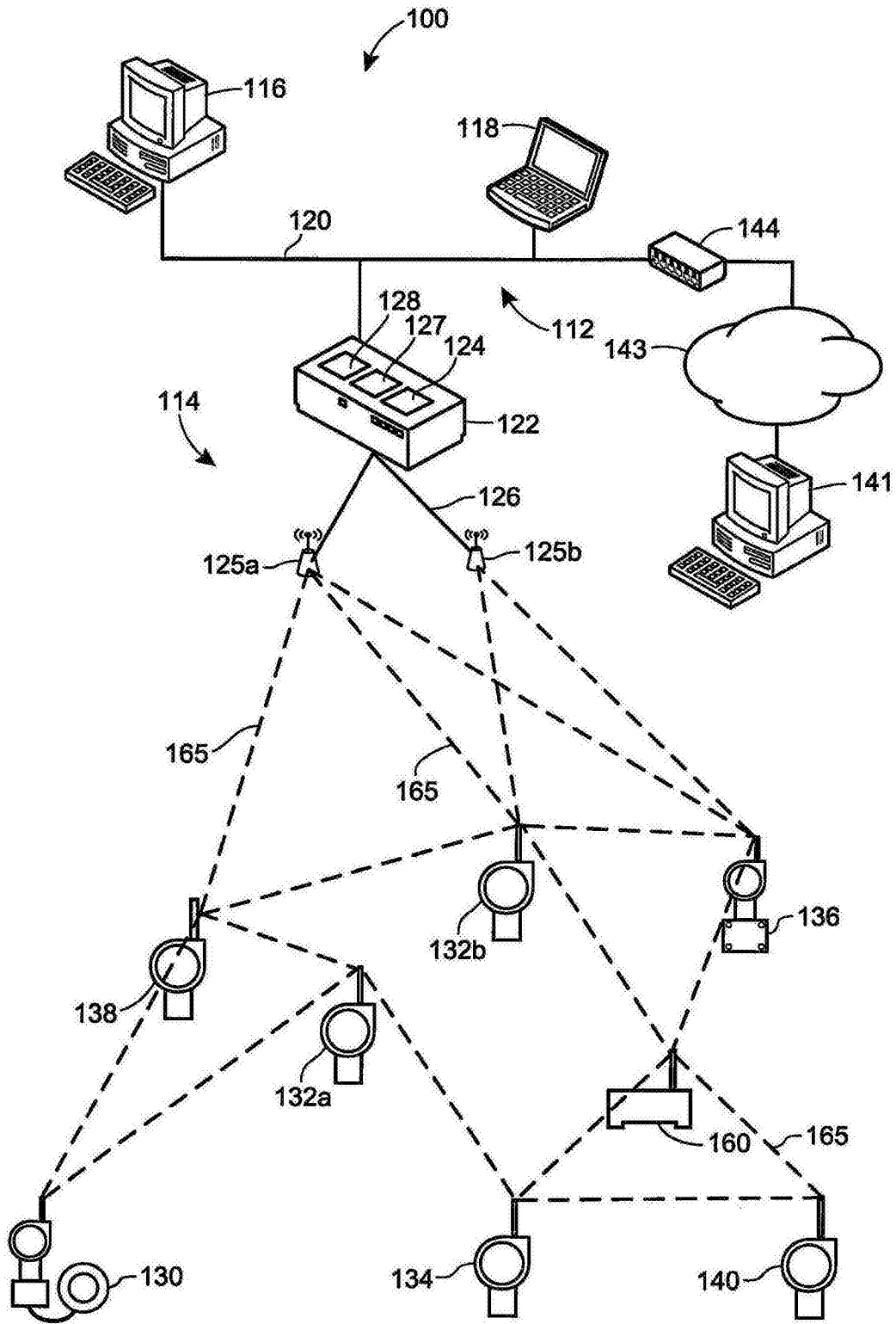


图 5



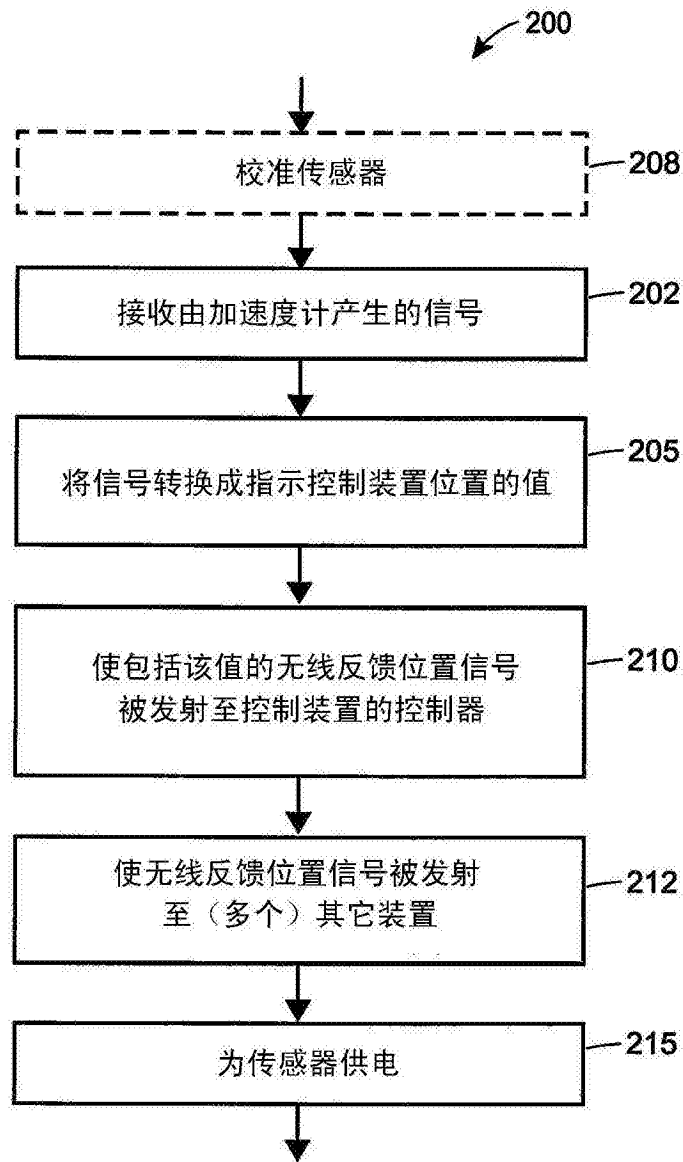


图 6