

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G05B 19/042 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580016146.4

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100527028C

[22] 申请日 2005.4.20

[21] 申请号 200580016146.4

[30] 优先权

[32] 2004.5.19 [33] US [31] 10/849,178

[86] 国际申请 PCT/US2005/013538 2005.4.20

[87] 国际公布 WO2005/116589 英 2005.12.8

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.20

[73] 专利权人 罗斯蒙德公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 荻奥多·H·施奈尔

阿曼达·理查森

[56] 参考文献

CN1350636A 2002.5.22

US5642301A 1997.6.24

CN1176693A 1998.3.18

US4200933A 1980.4.29

审查员 马 燕

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 朱进桂

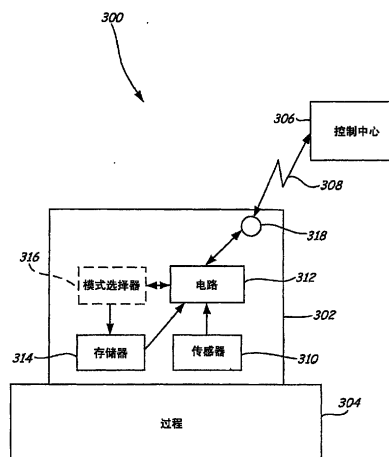
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称

具有多种工作模式的过程变送器

[57] 摘要

一种用于测量工业过程(304)的过程变量的变送器(300)，包括：传感器(310)，适用于测量过程变量，并产生传感器输出。模式选择器(316)适用于在工作模式之间进行选择。至少一种工作模式与传感器(310)的工作范围相关。电路(312)适用于根据所述至少一种工作模式，补偿传感器输出，并产生代表所测过程变量的变送器输出。



1. 一种用于测量工业过程的过程变量的变送器，所述变送器包括：
外罩，安装以用于工业过程；
传感器，适用于测量过程变量，并产生传感器输出；
模式选择器，适用于在工作模式之间进行选择，至少一种工作模式与工业过程的工作相关，并与传感器的工作范围相关；以及
所述外罩中的电路，适用于根据所述至少一种工作模式，补偿传感器输出，并产生代表所测过程变量的变送器输出。
2. 根据权利要求1所述的变送器，其中模式选择器是用软件实现的。
3. 根据权利要求1所述的变送器，其中模式选择器包括：
通信接口，适用于接收用户选择；以及
存储器，包含与每种工作模式相关联的特征化系数。
4. 根据权利要求3所述的变送器，其中，所述电路适用于接收与所选工作模式相关联的特征化系数，并使用特征化系数，处理传感器输出。
5. 根据权利要求1所述的变送器，其中，传感器是压力传感器。
6. 根据权利要求1所述的变送器，还包括：
无线收发器，适用于向控制中心传送变送器输出。
7. 根据权利要求1所述的变送器，还包括：
收发器，适用于向控制中心发送变送器输出信号，并从控制中心接收控制信号；
其中，接收的控制信号控制模式选择器以选择工作模式。
8. 根据权利要求1所述的变送器，还包括：
模式检测电路，适用于自动检测工业过程的工作条件，并根据检测到
的工作条件，选择变送器的工作模式。
9. 根据权利要求1所述的变送器，其中，工作模式包括注射用水模式或液相色谱模式。
10. 根据权利要求1所述的变送器，其中，工作模式包括就地灭菌模式。

11. 根据权利要求1所述的变送器, 其中, 在测量过程变量之前, 用户选择工作模式。

12. 根据权利要求1所述的变送器, 还包括:

显示器, 适用于示出工作模式。

13. 一种用于测量与工业过程相关联的过程变量的变送器, 所述变送器包括:

外罩, 安装以用于工业过程;

传感器, 适用于测量过程变量, 并产生传感器输出;

所述外罩中的电路, 适用于在特征化信息集之间进行选择, 每个特征化信息集将变送器输出与同工业过程的工作相关的工作条件范围相联系, 所述电路适用于根据所选特征化信息集, 补偿传感器输出, 并产生针对工作条件而补偿的变送器输出。

14. 根据权利要求13所述的变送器, 其中, 电路包括:

微处理器, 适用于根据多项式方程和所选特征化信息集, 补偿传感器输出; 以及

模式选择器, 适用于在特征化信息集之间进行选择。

15. 根据权利要求13所述的变送器, 其中, 在变送器中存储有至少两个特征化信息集, 以及所述至少两个特征化信息集的第一集代表特征化信息集的第二集的子集。

16. 根据权利要求13所述的变送器, 还包括:

收发器, 适用于向控制中心发送变送器信号, 并从控制中心接收控制信号。

17. 根据权利要求16所述的变送器, 其中, 收发器是无线收发器, 适用于向控制中心无线地发送信号, 并从控制中心无线地接收信号。

18. 一种用于测量工业过程的过程变量的过程传感器, 其特征在于, 针对两种或多种工作模式, 补偿所测的过程变量, 所述过程传感器包括:

外罩, 安装以用于工业过程;

传感元件, 适用于测量参数, 并产生传感器输出;

所述外罩中的微处理器, 适用于根据与工业过程的工作相关的所述两种或多种工作模式之一, 将传感器输出处理为变送器输出; 以及

所述外罩中的收发器，适用于向控制中心传送变送器输出。

19. 根据权利要求 18 所述的过程传感器，其中，微处理器包括：

模式选择器，适用于接收输入，并根据接收的输入，选择所述两种或多种工作模式之一；以及

电路，适用于根据与所选的一种工作模式相关联的系数，处理传感器输出。

20. 根据权利要求 18 所述的过程传感器，其中，每种工作模式与在温度和压力范围上传感元件的特征化系数集相对应。

21. 根据权利要求 20 所述的过程传感器，其中，工作模式中的至少一种与作为另一工作模式的温度范围的子集的温度范围相对应。

22. 根据权利要求 18 所述的过程传感器，其中，传感元件是压力传感器。

23. 根据权利要求 18 所述的过程传感器，其中，收发器在过程传感器与控制中心之间无线地传送信号。

24. 一种用于测量工业过程的过程变量的变送器，所述变送器包括：
外罩，安装以用于工业过程；

传感器，适用于测量过程变量，并产生传感器输出；

第一特征，用于将变送器输出与工业过程的第一工作条件范围相联系；

第二特征，用于将变送器输出与工业过程的第二工作条件范围相联系；

所述外罩中的电路，适用于在第一与第二特征之间进行选择，并根据所选特征，补偿传感器输出，以产生针对工作条件而补偿的变送器输出。

25. 根据权利要求 24 所述的变送器，其中，第一范围和第二范围部分地交迭。

26. 根据权利要求 24 所述的变送器，其中，第一范围和第二范围不交迭。

27. 根据权利要求 24 所述的变送器，还包括：

存储器，适用于存储特征。

28. 根据权利要求 24 所述的变送器, 其中, 特征存储在查找表中, 以及电路适用于根据需要, 查找特征。

29. 根据权利要求 24 所述的变送器, 其中, 电路包括:

模式选择器, 适用于根据对过程变量梯度的检测, 在特征之间进行自动选择。

30. 根据权利要求 29 所述的变送器, 其中, 过程变量是温度。

31. 根据权利要求 24 所述的变送器, 还包括:

通信接口, 适用于接收用户输入。

32. 根据权利要求 31 所述的变送器, 其中, 用户输入是特征选择。

33. 根据权利要求 24 所述的变送器, 其中, 第一特征和第二特征是通过通信链路, 从控制中心接收的。

34. 根据权利要求 24 所述的变送器, 其中, 第一特征与就地灭菌、注射用水和液相色谱集中的至少一种相关。

具有多种工作模式的过程变送器

技术领域

本发明涉及一种具有适用于在与特定过程(process)条件相对应的预定工作模式之间进行切换的高级功能的变送器(transmitter)。

背景技术

一般而言,过程变送器用于通过测量过程中使用的工艺材料的多种特征,来监视和控制工业过程。这些受监控的工艺材料典型地是液相或气相的流体或流体混合物。这里所用的术语“流体”和“工艺流体”包括液相和气相材料、以及这些材料的混合物。

经常受监控的工艺流体的一种特征是压力。压力可以是差压,或者可以是线压、表压、绝对压力或静压。在一些设施中,直接使用所测压力。在其它设施中,使用所测压力来推导其它过程变量。例如,在管内的限流器(flow restriction)截面上所测的差压与管内流体流动的速率相关。相似地,在箱槽中的两个垂直位置之间所测的差压与箱槽中容纳的液体水平相关。

过程变送器用于测量这些过程变量,并将所测的过程变量传送到远处地点,例如控制室。传送可以发生在多种通信介质上,例如二线式过程控制回路、无线通信链路等。

在待测过程变量是压力的设施中,典型地在过程变送器内使用压力传感器。压力传感器提供与所施加的压力相关的输出信号。众所周知,输出信号与所施加压力之间的关系在不同压力传感器之间会变化。一般而言,这些变化是所施加压力和压力传感器的函数,有时,这些变化是静态压力的函数。

为提高压力传感器进行的测量的精度,典型地是在制造期间,每个压力传感器经过特征化过程。特征化过程包括向压力传感器施加已

知压力，以及测量压力传感器的输出。典型地，还在不同温度下获取数据。例如，可以用在 25 英寸、50 英寸等的 10 个均匀相距间隔处获取的 0 和 250 英寸的压力，作为压力传感器的特征。可以在不同温度下获取多个数据集。接着，使用诸如最小平方曲线拟合技术之类的技术，将数据拟合为多项式曲线。然后将多项式的系数存储在变送器的存储器中，并用于补偿压力传感器获取的后续压力测量。通常，可以将特征化信息存储为查找表中的多项式系数或特征化值。

在制药、生物制药、食品和饮料应用中，典型地，必须在使用之前对工业系统及其部件灭菌，这表示必须时常用诸如蒸汽等彻底清洗系统。另外，在一些设施中，在过程内存在一些子系统，必须保持在比典型特征范围更窄的温度范围之内。

因为典型地是在一系列间隔和温度上对传感器进行特征化，所以，较窄温度范围内的多项式拟合可能导致整个工作范围中特定温度处的“残留”温度误差。

发明内容

在一个实施例中，变送器测量工业过程的过程变量。变送器包括：传感器，适用于测量过程变量，并产生传感器输出。模式选择器适用于在工作模式之间进行选择。至少一种工作模式与感应的过程变量的期望范围相关。电路适用于根据所述至少一种工作模式，补偿传感器输出，并产生代表所测过程变量的变送器输出。

在另一实施例中，用于测量与工业过程相关联的过程变量的变送器包括：传感器，适用于测量过程变量，并产生传感器输出。模式选择器适用于在压力传感器的工作模式之间进行选择。每种工作模式对应于与工作条件范围下的传感器输出相关联的特征系数。电路适用于补偿传感器输出，以产生代表压力的变送器输出信号。

在另一实施例中，用于测量工业过程的过程变量的过程传感器的特征在于，针对两种或多种工作模式，补偿所测的过程变量。传感元件适用于测量参数，并产生传感器输出。微处理器适用于根据所述两种或多种工作模式之一，将传感器输出处理为变送器输出。收发器适

用于向控制中心传送变送器输出。

附图说明

图 1 是过程控制或监控系统中的流量变送器的透视图。

图 2 是图 1 所示的流量变送器的横截面示意图。

图 3 是根据本发明实施例、具有多种工作模式的系统的简化方框图。

图 4 是具有适用于根据所检测的过程条件来自动改变工作模式的电路的系统的简化方框图。

图 5 是根据本发明实施例、具有模式显示器的系统的简化方框图。

具体实施方式

在详细描述本发明之前，描述可以使用本发明的环境的一个实施例。图 1 示出了在可以实现本发明的过程监视和控制应用中使用的过程变送器 100 的示例。图 1 示出了通过管子法兰 104 与管子 102 机械耦合的变送器 100。诸如天然气等的流体流过管子 102。变送器 100 测量差压、绝对压力和温度，并提供与流体的质量流量相关的输出信号。

在工作中，温度传感器 106 感应流量变送器 100 下游的过程温度。模拟感应温度在电缆 108 上传送，并通过变送器主体上的防爆轮毂 110，进入变送器 100。在可选实施例中，温度传感器可以在外罩内部，而不需要防爆轮毂 110。传感器 100 感应差压，并接收模拟过程温度输入。变送器主体优选地包括与传感器模块外罩 114 相连的电子电路外罩 112。变送器 100 通过标准的三阀或五阀歧管，与管子 102 相连。

图 2 是图 1 所示的变送器 100 的横截面示意图。在图 2 中，在管子 102 中，示出了称作主元件的限流器 116。过程联轴器 118 耦合在限流器 116 的两侧，用于向变送器 100 的压力输入端提供过程差压。例如，可以使用隔离膜片（未示出），将变送器 100 中载送的内部填充流体与过程联轴器 118 中载送的工艺流体隔离开来。差压传感器 120 接收过程压力，并向电子电路 122 提供输入信号。另外，温度传感器

124 向电子电路 122 提供与压力传感器 120 的温度相关的输入。温度传感器 124 可以在任何位置，但是优选地是要提供压力传感器 120 的温度的精确指示。典型地，除了图 1 所示的温度传感器 102 之外，还使用温度传感器 124。

根据本发明，电子电路 122 使用补偿公式，补偿压力测量中的误差。补偿公式可以包括多项式，该多项式的系数存储在变送器 100 的存储器 126 中。该多项式是感应的压力和所测的温度的函数。然后，计算的压力可以由变送器 130 直接在过程控制回路 128 上传送，或可以用于推导其它的过程变量，例如过程流量。诸如电子电路 122 中的微处理器之类的数字电路可以执行多项式计算和其它计算。可选地，电子电路 122 可以根据存储器 126 中存储的特征化查找表，确定适当的补偿。

虽然图 1 和图 2 示出了配置用于根据差压来测量流速的变送器，但是本发明可应用于其它类型的过程变送器。一般而言，本发明可应用于任何类型的变送器或过程设备，对于这些设备，传感元件的温度被包括在输出信号内。在一些设施中，本发明还可以应用于将工艺材料的温度热传导到电子外罩的情况。

典型地，用于过程变送器的现有技术的压力传感器在制造期间，经过试运转（commissioning）（或“特征化”）过程。这种试运转过程被称为 C/V（特征化和验证）。在 C/V 期间，将压力传感器暴露于跨越（across）传感器期望压力范围的多种压力下。在压力范围中均匀分布的多个固定压力下，进行测量。针对每个施加的压力，存储压力传感器或压力测量电路的输出。典型地在多个不同温度下，执行特征化过程。在针对每个施加的压力和温度而获得的每个数据点处，使用来自压力传感器的所存输出，用曲线拟合技术，产生多项式的系数。典型的多项式包括关于压力的 5 个系数和关于温度的 4 个系数。将系数存储在变送器的存储器中，并且在变送器的工作期间，将其用来纠正压力传感器的读出。

本发明包括如下认识：在一些应用中，希望在小于整个特征化温度范围的特定温度子范围上，提高压力传感器的测量精度。例如，在

食品和饮料以及在制药和生物制药应用中，有时，希望使用称作就地灭菌（SIP）过程的过程，对系统灭菌。SIP 过程包括在预设持续时间内，在预定压力下，用蒸汽填充系统，以对所有可能接触工艺流体的部件进行灭菌。在 SIP 过程期间，系统以及附属于系统的压力变送器的温度上升到水的沸点温度以上，并在预设时间段中，保持在较窄的温度带之内。在该 SIP 过程期间，希望能够继续使用压力传感器来监控系统的压力，以便不会过度压迫系统部件，并保证系统保持在所需细菌灭菌的正确的温度/压力范围之内。

本发明在特征化范围的特定子范围上，通过获取更多的数据点，或通过获取更加接近的数据点，提高了特征化多项式的精度。这些额外的（或更加紧密的）数据点提高了所选子范围上的特征化多项式的精度。本发明利用压力传感器的工作范围上的压力补偿点的不均匀间隔，以便在工作范围的所需子范围上，提供附加的补偿计算数据点。更具体地，本发明利用所选温度范围之内的压力补偿点的不均匀间隔，从而获取更多的补偿数据点，以在所选温度范围之内获得更好的多项式拟合。可选地，本发明利用两个特征化过程，一个涉及整个工作范围上的均匀间隔的压力补偿点，另一个涉及在工作范围的所需子范围上的更加紧密的压力补偿点。特征化数据点的分布一般是不均匀的，并且可以根据需要选择。例如，分布可以符合阶跃变化、斜坡或斜率变化，或者更复杂的函数，例如对数或指数变化。在 2003 年 9 月 30 日提交的、题为“CHARACTERIZATION OF PROCESS PRESSURE SENSOR”的待审的美国专利申请 10/675,214 中论述了可以在本发明的压力变送器中使用的特征化过程的示例，将其全部内容合并在此，以作参考。

通过理解在特定工作期间的主要条件（例如正常工作条件、SIP 工作条件等），可以针对这些已知条件下的最优性能，将过程变送器特征化。在改变工作条件之前，用户可以通过通信接口，改变过程变送器的模式。可选地，过程变送器可以通过检测与特定模式相关联的过程条件来改变其自身模式，并且改变自身模式以匹配过程条件。

本发明包括变送器或其它过程设备，这些设备适用于在正常工作

模式、SIP 模式、注射用水模式、液相色谱模式等模式之间切换。一般而言，在模式之间切换的过程包括在针对特定过程条件而优化的补偿多项式系数之间进行选择。理想情况下，将过程变送器切换到与适当的补偿多项式系数相关联的模式，从而可以针对特定工作模式，优化该补偿。

在过程变送器看来，模式一般是与预定特征化系数集相对应的状态。在过程看来，模式是以温度、压力、其它过程变量或其组合为特征的工作条件。理想情况下，将过程变送器的工作模式调整到过程的工作条件，从而使用特征化系数来优化感应参数的精度。换言之，如果过程变送器存储了与标准温度范围（正常模式）、以及与较窄温度范围（另一模式）相关联的特征化系数，则当过程温度上升到所述较窄范围时，应该将所述另一模式用于补偿过程。因此，可以针对较窄工作带，优化变送器性能（特别是温度效应）。

如上所述，为达到制药、生物制药、食品和饮料应用中要求的纯度水平，例如，要通过引入高压蒸汽，对管道、存储容器和反应容器进行例行灭菌。依靠与被清洗的容器相连的压力变送器来监视，并在一些情况下控制灭菌压力。虽然目前可用的基于微处理器的压力变送器能够针对温度变化，纠正其输出，但是可能出现严重的温度所致误差。所以，现在仍然需要改进的温度补偿。

如 3 示出了根据本发明的系统 300 的简化方框图。系统 300 具有变送器 302，变送器 302 与过程 304 机械耦合，并通过通信链路 308（可以是有线或无线的）与控制中心 306 连接。

传感器 310 被放置在变送器 302 之内，并适用于感应过程 304 的过程参数（例如压力）。传感器 310 还可以包括适用于测量另一传感器的温度（例如，压力传感器的温度）的温度传感器。传感器 310 产生与感应的参数相关联的输出，并将输出传递给电路 312，电路 312 利用补偿多项式方程，补偿感应的输出，然后通过通信链路 308，将感应的输出传送到控制中心 306。

存储器 314 存储针对普通工作范围和较窄工作带的、在特征化过程期间计算的特征化系数，以下将普通工作范围和较窄工作带称作“模

式”。无论何时电路 312 补偿了从传感器 310 接收的感应参数，电路 312 内的微处理器就利用所存系数，执行补偿。模式选择器 316 对存储器 314 向电路 312 提供的特征化系数集进行选择。电路 312 补偿感应的参数，并产生补偿（“修饰”）输出信号，补偿输出信号通过通信链路 308，被传递给收发器 318。

模式选择器 316 可以是高级的软件特征。可选地，模式选择器 316 可以以电路实现。在每种情况下，都可以通过从控制中心 306 传送来的信号，来控制模式选择器 316。

一般而言，在改变之前通常已知过程的工作模式。例如，批量执行一些工业过程。在批处理期间，使用普通工作模式。但是，在批之间或周期性地，必须对过程的管道和容器进行灭菌。当要进行灭菌时，控制中心 306 通过通信链路 308，向变送器 302 传送模式选择信号。收发器 318 接收模式选择信号，并向电路 312 内的控制器传递接收到的信号，这使得模式选择器 316 改变模式。然后，存储器 314 输出与所选模式相关联的特征化系数，电路 312 使用这些系数，产生调整到过程 304 的工作模式的输出。

模式选择器 316 可以是电路 312 的一部分，或者可以是分离的电路。可以将模式选择器 316 实现为电路 312 内的软件特征。一般，虚拟地示出模式选择器 316，以指示其不一定与电路 312 分离。

一般而言，在水的沸点以上的狭窄温度带之内，进行 SIP 过程。需要在更加狭窄的温度带之内进行精确的压力测量，以保证彻底灭菌，并防止对系统部件的过度加压。但是，SIP 过程只代表操作员希望维护系统所用的多种可能模式之一。

除了 SIP 模式，过程变送器可以具有注射用水（WFI）模式、液相色谱模式或以狭窄的温度或压力带为特征的其它任何模式。在食品和饮料工业、以及制药和生物制药工业中，取决于配置，可能需要诸如 SIP、WFI 或液相色谱之类的模式。

通常，如上所述的 WFI 系统是持续循环的超纯净水系统。在生物制药工业中，一些过程通常需要超纯净水源。超纯净水用于清洗，有时用作传输（transport）和水合媒体。在这些系统中，超纯净水必须

保持高温，以确保无菌度（自灭菌温度）。

液相色谱也用于生物制药过程，顾客可能希望传感器适用于在液相色谱模式中工作。例如，在生物制药过程中，必须从生长媒体中收获通过发酵或培养而生长的最终产物。有时使用的过程称为高纯度液相色谱，通常在非常寒冷的温度下进行，以获得最优过滤结果。顾客可能希望他们的过程变送器提供针对寒冷温度范围而特征化的可选模式。

另外，取决于实现方式，可能需要其它可选的工作模式，并可以由顾客定义。换言之，顾客可以定义温度和/或压力范围内的工作模式，这些工作模式需要附加的特征化数据点。制造商或供应商可以用顾客定义的范围上的附加数据点对设备进行特征化，从而提供针对可选模式的特征化系数。

在 SIP、WFI、液相色谱或其它顾客定义的工作模式中，一般在正常工作模式的较窄子集之内，测量压力和温度。通过提供高级特征在模式之间进行选择，可以针对过程条件，选择具有相关联的特征化系数的适当模式。由此，比起使用标准特征化系数，由电路 312 产生的补偿输出信号可以更加精确地表示感应参数。

图 4 示出了根据本发明可选实施例的过程变送器系统 400。过程变送器系统 400 包括变送器 402，变送器 402 与过程 404 机械耦合，并通过通信链路 408（可以是有线或无线的）与控制中心 406 连接。

传感器 410 被放置在变送器 402 之内，并适用于感应过程 404 的过程参数（例如压力）。传感器 410 还可以包括适用于测量另一传感器的温度（例如，压力传感器的温度）的温度传感器。传感器 410 产生与感应的参数相关联的输出，并将输出传递给电路 412，电路 412 利用补偿多项式方程，补偿感应的输出，然后通过通信链路 408，将感应的输出传送到控制中心 406。

存储器 414 存储针对一种或多种工作模式的特征化系数。模式选择器 416 对存储器 414 向电路 412 提供的特征化系数集进行选择，以补偿来自传感器 410 的感应参数。电路 412 产生补偿输出信号，并传递给收发器 418，以在通信链路 408 上进行传送。

模式选择器 416 可以是高级的软件特征。可选地，模式选择器 416 可以以电路实现。在每种情况下，都可以通过从控制中心 406 传送的信号，来控制模式选择器 416。另外，过程变送器 402 具有模式检测电路 420 和与过程 404 机械耦合的温度传感器 422。温度传感器 422 被示出在过程变送器 402 的外部，但是，它可以位于过程变送器 402 之内，只要它适用于监视过程 404 的温度。

温度传感器 422 测量过程温度，模式检测电路 420 处理该过程温度。在本实施例中，模式检测电路 420 可以是电路 412 的一部分，或者可以是分离元件。可选地，模式检测电路 420 可以是软件特征。不论何种特定的实现方式，模式检测电路 420 都根据温度传感器 422 的测量，监视过程 404 的温度。当过程温度落入与更狭窄的工作模式相关联的更狭窄范围之内，并且存储器存储有针对该更狭窄的工作模式的特征化系数集时，模式检测电路 420 使模式选择器 416 改变过程变送器 400 的工作模式。换言之，模式检测电路 420 监视过程 404，并通过模式选择器 416，自动改变变送器 400 的模式，以匹配过程条件。

通过自动检测过程 404 的工作模式，过程变送器 400 可以实时地 (on the fly) 改变工作模式，以产生更加精确地代表感应参数的输出。

一种用于自动检测过程的工作模式的技术是对预定时间段上或在分隔开的两个传感器之间的改变率或梯度进行监视。例如，与标准操作期间的流体内的温度改变相比，SIP 过程典型地快速改变测量的系统部件温度。此外，典型的是，与位于过程下游更远处的传感器相比，接近蒸汽注入位置的传感器首先检测到这种改变。因此，在一个实施例中，可以根据时间上或两个传感器之间的系统温度的梯度，对模式改变进行自动检测。

图 5 是根据本发明实施例、具有显示器的过程变送器 500 的简化方框图。过程变送器 500 包括与过程 504 机械耦合的变送器 502。如上所述，变送器 500 包括电路和传感器，这些部件适用于测量过程变量，使用变送器 502 内的存储器中所存的特征化系数，补偿所测变量，并通过通信链路 508 (有线或无线) 向控制中心 506 传送补偿变量。显示器 510 可以设置在变送器 502 的外罩上，以便在任何给定时间，

提供对变送器 502 的工作模式的可视指示符。换言之，变送器 502 内的电路适用于将指示变送器 502 的工作模式的信号引导到显示器 510。例如，显示器 510 可以是在要求时能够显示“MODE=SIP”等简单 ASCII 文本的 LCD 或其它简单的显示装置。可以在 LCD 上设置按钮(未示出)，以在要求时，激活显示器几秒钟，从而显示器 510 在不被需要时，不会浪费能量。

一般而言，通过针对在狭窄预定工作带使用来特征化变送器，可以针对狭窄的工作范围，使特征化系数更加精确。在制药和食品工业中，可以使用本发明的模式切换过程变送器，来监视灭菌过程（SIP 过程），然后切换到正常工作模式以在正常过程期间使用。因此，即使在设备监视灭菌过程以防止过度加压等时，也可以对该设备进行灭菌。

在可选实施例中，可以在控制中心，而不是附着于设备的存储器中，存储针对特定过程变送器的特征化系数。在本实施例中，变送器向控制中心传送原始测量数据，在控制中心，系统可以利用特征化系数和系统的工作模式，来补偿输出。

虽然相对于压力传感器描述了本发明，但是本发明可应用于其中温度可能影响输出精度的多种过程变送器。此外，设置具有与更窄工作带相对应的高级特征的附属设备的构想可以延伸到其它应用。

除了上述增强的温度性能之外，当将变送器置于特定工作模式时，过程变送器电路还可以实施其它预设配置参数。例如，过程变送器可以具有与不同工作模式相关联的不同压力和温度警戒水平。这样，如果变送器在特定工作模式时，超过了警戒水平，则可以产生警报，并传送给控制中心。

虽然参考优选实施例描述了本发明，但是本领域技术人员将理解，在不背离本发明的精神和范围的前提下，可以进行形式和细节上的修改。

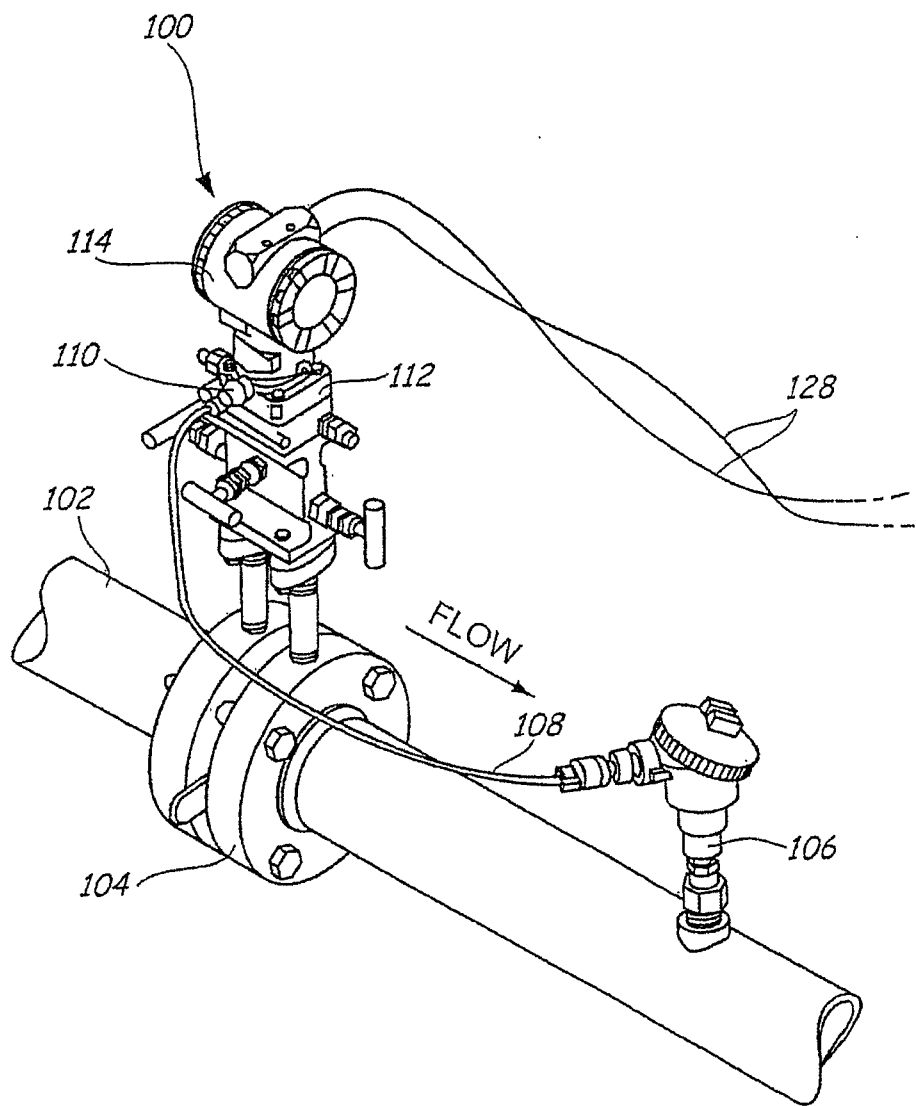


图 1

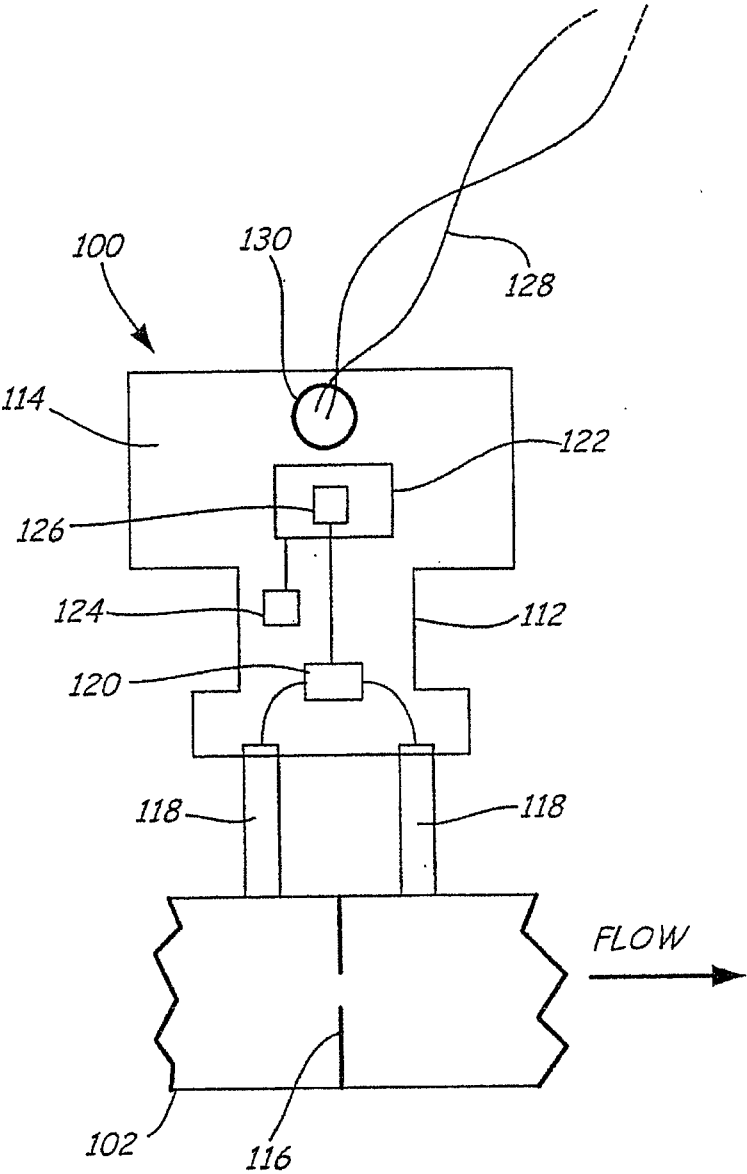


图 2

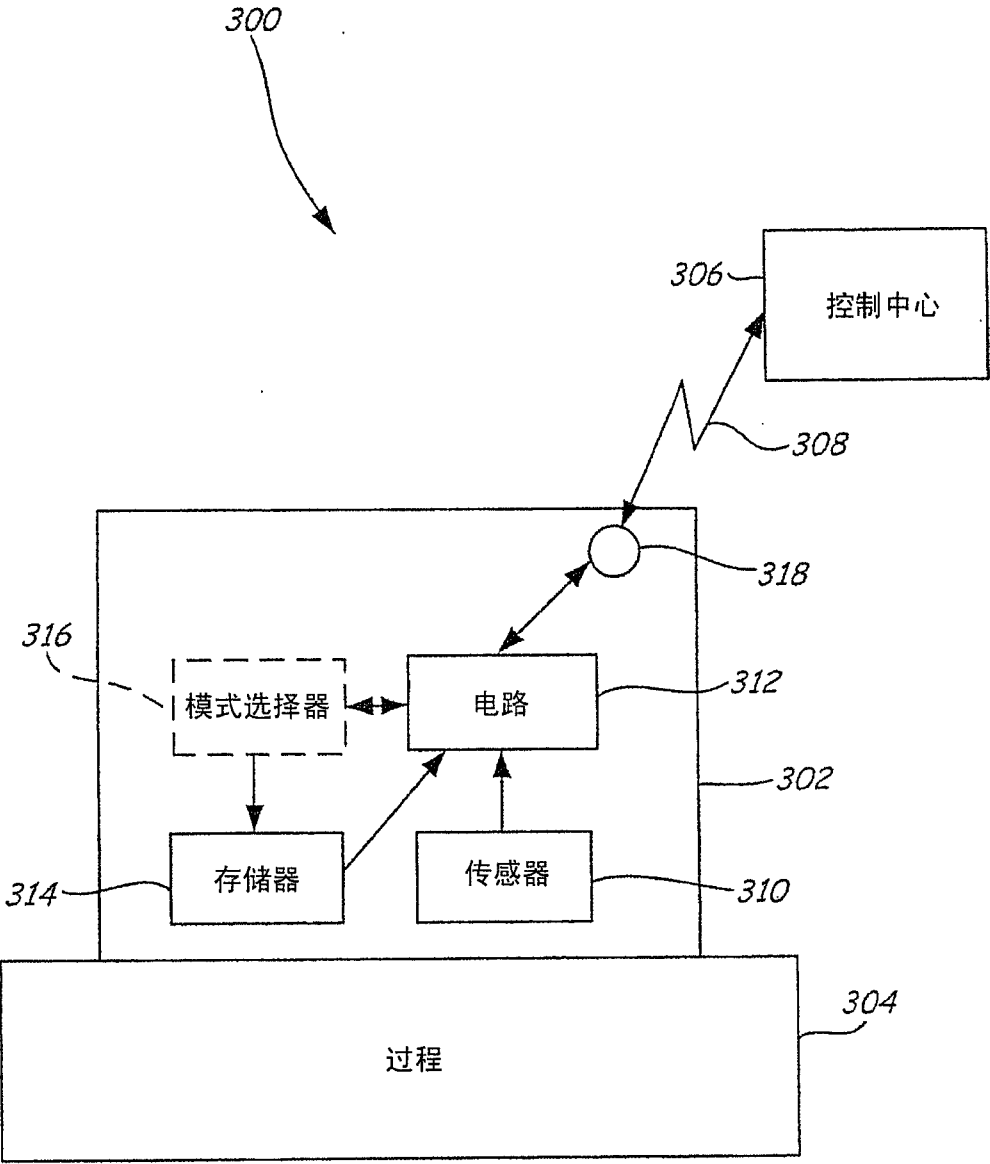


图 3

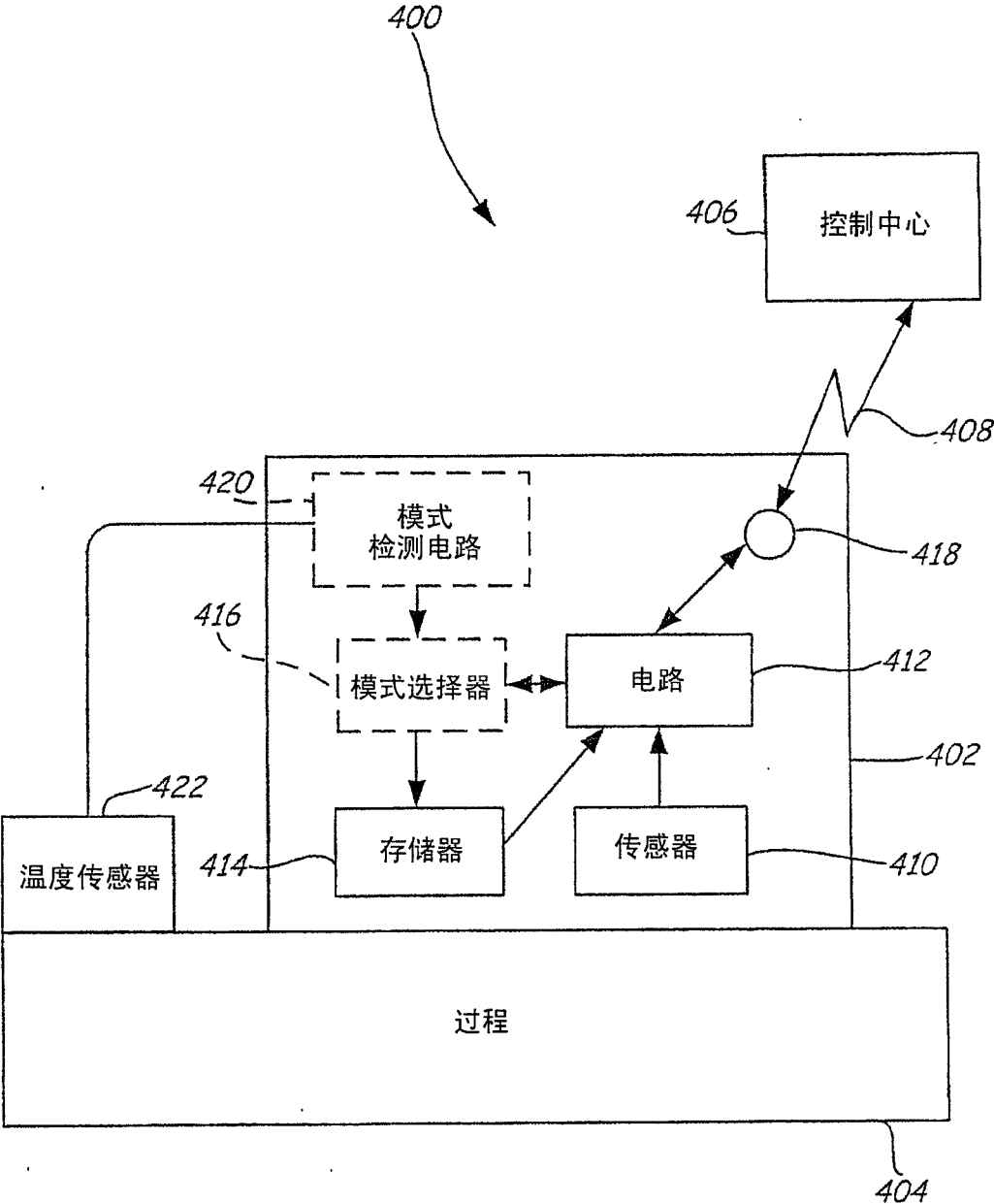


图 4

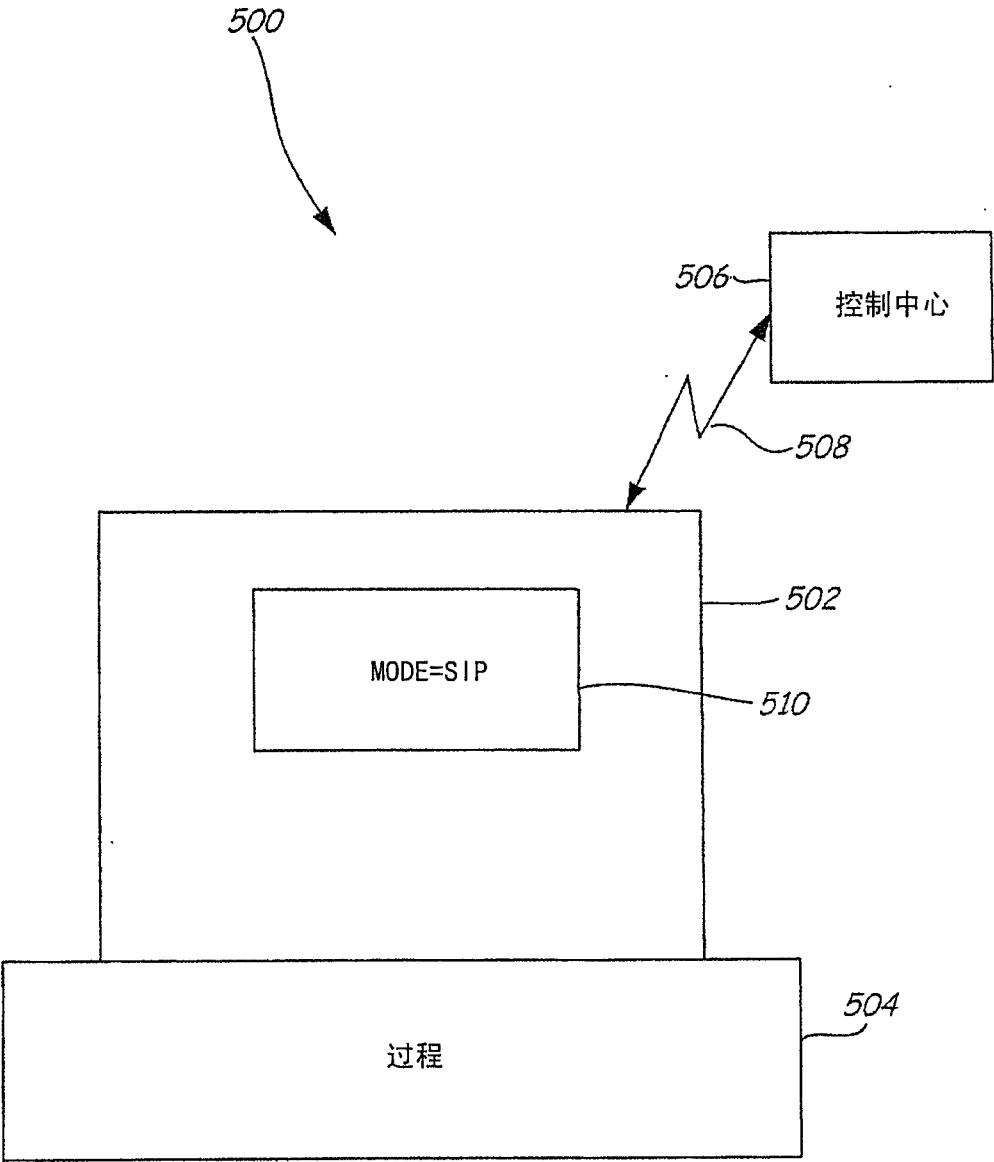


图 5