



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480022540.4

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 100465976C

[22] 申请日 2004.8.6

CN1205771A 1999.1.20

[21] 申请号 200480022540.4

WO03/049430A2 2003.6.12

[30] 优先权

审查员 俞立文

[32] 2003.8.6 [33] US [31] 10/635,057

[86] 国际申请 PCT/US2004/025499 2004.8.6

[87] 国际公布 WO2005/015130 英 2005.2.17

[85] 进入国家阶段日期 2006.2.6

[73] 专利权人 水星传感器公司

地址 美国威斯康星

[72] 发明人 布鲁斯·M·巴瑟斯特

格雷戈里·S·雷茨拉夫

[56] 参考文献

CN2370428Y 2000.3.22

US5475384A 1995.12.12

WO03/052410A1 2003.6.26

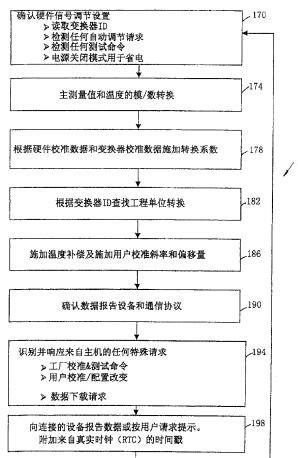
权利要求书 6 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

通用传感器适配器

[57] 摘要

一种传感器组件。所述传感器组件包括：变换器；存储器元件，用于存储多个变换器标记；以及处理器，其使用所述变换器标记来识别变换器，使用所识别的变换器标记和自适应算法来处理环境特征，并输出所处理的环境特征。



1. 一种传感器组件，包括：
变换器，配置用于检测环境特征；
存储器元件，耦合到所述变换器，并配置用于存储多个变换器标记，所述变换器标记包括变换器标识和校准参数；以及
处理器，耦合到所述存储器元件，并配置用于存储自适应算法，以便使用所述变换器标识来识别所述变换器，使用所述校准参数来配置至少一种信号调节组件，使用所述信号调节组件和所述自适应算法来处理环境特征，并输出所处理的环境特征。
2. 如权利要求 1 所述的传感器组件，其中所述校准参数包括变换器温度补偿参数。
3. 如权利要求 1 所述的传感器组件，还包括报告设备，所述报告设备耦合到所述处理器，并配置用于接收和报告由所述处理器所处理的环境特征。
4. 如权利要求 3 所述的传感器组件，其中所述处理器自动识别所述报告设备，并根据所识别的报告设备自动调整所处理的环境特征。
5. 如权利要求 3 所述的传感器组件，其中所述报告设备包括本地显示器、个人计算机（PC）、工业可编程逻辑控制器（PLC）、遥测系统以及数据记录系统中的至少一个。
6. 如权利要求 1 所述的传感器组件，还包括变换器前置放大器，所述变换器前置放大器耦合到所述变换器，并配置用于放大所检测的环境特征。
7. 如权利要求 1 所述的传感器组件，其中所述处理器重复并自动

地检测，以识别所述变换器。

8. 如权利要求 1 所述的传感器组件，其中所述处理器根据所识别变换器来选择自适应算法。

9. 如权利要求 1 所述的传感器组件，还包括至少一个信号转换器，所述至少一个信号转换器耦合到所述变换器，并配置用于把所检测的环境特征转换到所希望的输出格式。

10. 如权利要求 9 所述的传感器组件，其中所述至少一个信号转换器包括 $\Sigma - \Delta$ 模拟到数字转换器，并且其中所述希望的输出格式包括数字数据。

11. 如权利要求 1 所述的传感器组件，其中所述处理器利用所述校准参数和所述自适应算法来校准所述环境特征。

12. 如权利要求 1 所述的传感器组件，其中所述变换器包括本地数据显示器和键盘、个人计算机(PC)通信线、可编程逻辑控制器(PLC)通信线、遥测设备、多传感器适配器设备以及数据存储设备中的至少一个。

13. 如权利要求 1 所述的传感器组件，还包括：变换器外壳，配置该变换器外壳以容纳所述变换器和存储器元件；以及主体外壳，配置该主体外壳以容纳所述处理器并耦合到所述变换器外壳。

14. 如权利要求 1 所述的传感器组件，还包括外壳，配置该外壳以容纳所述变换器、存储器元件和处理器。

15. 一种传感器组件，包括：

传感头，其具有被配置用来检测环境特征的变换器以及耦合到该

变换器并被配置用来存储多个变换器标记的存储器元件；以及

自适应主体，耦合到所述传感头，用于从所述传感头接收所述变换器标记和所述环境特征，所述自适应主体具有被配置用来存储自适应算法的处理器，以便使用所述变换器标记识别所述变换器，以及使用所识别的变换器标记和所述自适应算法来处理环境特征，从而产生表示所述环境特征的输出。

16. 如权利要求 15 所述的传感器组件，其中所述变换器标记包括变换器校准参数。

17. 如权利要求 15 所述的传感器组件，其中所述变换器标记包括变换器温度补偿参数。

18. 如权利要求 15 所述的传感器组件，还包括报告设备，所述报告设备耦合到所述处理器，并配置用于接收和报告来自所述处理器的输出。

19. 如权利要求 18 所述的传感器组件，其中所述处理器自动识别所述报告设备，并根据所识别的报告设备自动调整所述输出。

20. 如权利要求 18 所述的传感器组件，其中所述报告设备包括本地显示器、个人计算机（PC）、工业可编程逻辑控制器（PLC）、遥测系统以及数据记录系统中的至少一个。

21. 如权利要求 15 所述的传感器组件，还包括变换器前置放大器，所述变换器前置放大器耦合到所述变换器，并配置用于放大所检测的环境特征。

22. 如权利要求 15 所述的传感器组件，其中所述处理器重复并自动地检测，以识别所述变换器。

23. 如权利要求 15 所述的传感器组件，其中所述处理器根据所识别变换器的变换器标记来选择自适应算法。

24. 如权利要求 15 所述的传感器组件，还包括至少一个信号转换器，所述至少一个信号转换器耦合到所述变换器，并配置用于把所检测的环境特征转换到所希望的输出格式。

25. 如权利要求 24 所述的传感器组件，其中所述至少一个信号转换器包括 $\Sigma - \Delta$ 模拟到数字转换器，并且其中所述希望的输出格式包括数字数据。

26. 如权利要求 15 所述的传感器组件，其中所述处理器利用所识别的变换器标记和所述自适应算法来校准所述环境特征。

27. 如权利要求 15 所述的传感器组件，其中所述变换器包括本地数据显示器和键盘、个人计算机(PC)通信线、可编程逻辑控制器(PLC)通信线、遥测设备、多传感器适配器设备以及数据存储设备中的至少一个。

28. 一种利用变换器组件检测环境特征的方法，其中，变换器头耦合到变换器主体，所述变换器头具有存储器，并且所述变换器主体具有处理器，所述方法包括：

从所述存储器检索多个变换器标记；

在所述处理器处理所述变换器标记以识别所述变换器；

利用所述变换器检测环境特征；

使用所述处理器通过包含在所述变换器主体中的自适应固件来调节所述环境特征；以及

输出经调节的环境特征。

29. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述变换器标记包括变换器校准参数。

30. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述变换器标记包括变换器温度补偿参数。

31. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述输出经调节的环境特征还包括：

把所述变换器主体耦合到报告设备；以及
在所述报告设备上报告所述经调节的环境特征。

32. 如权利要求 31 所述的方法，还包括：

自动识别所述报告设备；以及
根据所识别的报告设备自动调整所述经调节的环境特征。

33. 如权利要求 31 所述的方法，其中所述报告设备包括本地显示器、个人计算机（PC）、工业可编程逻辑控制器（PLC）、遥测系统以及数据记录系统中的至少一个。

34. 如权利要求 28 所述的方法，还包括放大所述环境特征。

35. 如权利要求 28 所述的方法，其中在所述处理器处理所述变换器标记以识别所述变换器还包括重复和自动地检测以识别所述变换器。

36. 如权利要求 28 所述的方法，还包括根据所识别变换器的变换器标记来选择自适应算法。

37. 如权利要求 28 所述的方法，其中输出经调节的环境特征还包括格式化所述环境特征。

38. 如权利要求 37 所述的方法，还包括按 $\Sigma - \Delta$ 模拟到数字转换的方式转换所述环境特征。

39. 如权利要求 28 所述的方法，其中使用所述处理器调节所述环境特征还包括校准所述环境特征。

40. 如权利要求 28 所述的方法，其中，所述变换器主体包括本地数据显示器和键盘、个人计算机(PC)通信线、可编程逻辑控制器(PLC)通信线、遥测设备、多传感器适配器设备以及数据存储设备中的至少一个。

通用传感器适配器

技术领域

本发明涉及测量装置，特别涉及电子测量设备。

背景技术

诸如变换器的测量装置通常被用来测量物理和化学现象。一旦测量了现象，该现象通常被转换成用户可读的形式。在变换器的例子中，会使用不同的物理变换器电极来检测不同的环境。特别是，不同的环境可能具有不同的物理和化学组成，因此需要不同的变换器或检测电极来执行测量。在另外的应用中，腐蚀性的或酸性的环境中需要经常更换变换器。在任何情况下，变换器的更换通常需要手工调整和校准所连接的执行变换和校准的硬件。

发明内容

手工调整和校准可能是非常困难的，尤其是在恶劣的环境中。因此，如果传感器组件可以自动辨识校准的变换器参数、对多个变换器中的特定变换器设置变换器专用硬件、适当配置以测量电流或电压、调节激励的振幅和频率、以及调整生成电信号的振幅和频率，这种传感器将会受到用户的欢迎。

因此，本发明提供一种传感器组件。该传感器组件包括：变换器，配置该变换器以检测环境特征；存储器元件，耦合到所述变换器，配置该存储器元件用来存储多个变换器标记；以及处理器，耦合到所述存储器。还配置该处理器以存储自适应算法，以便使用所述变换器标记来识别变换器，使用所识别的变换器标记和所述自适应算法来处理环境特征，以及输出经处理的环境特征。

本发明还提供一种传感器组件，包括传感头和自适应主体。该传感头具有：变换器，其被配置用来检测环境特征；以及存储器元件，耦合到所述变换器并被配置用来存储多个变换器标记。该自适应主体耦合到所述传感头，用以从所述传感头接收所述变换器标记和所述环境特征。所述自适应主体还具有被配置用来存储自适应算法的处理器，以便使用所述变换器标记识别所述变换器，以及使用所识别的变换器标记和所述自适应算法来处理环境特征，从而产生表示所述环境特征的输出。

另外，本发明还提供一种利用变换器组件检测环境特征的方法。该变换器组件具有变换器头，变换器头具有存储器并耦合到包含有处理器的变换器主体。所述方法包括步骤：从所述存储器检索多个变换器标记；并在所述处理器处理所述变换器标记以识别所述变换器。然后该方法包括步骤：利用所述变换器检测环境特征；并使用所述处理器利用包含在所述变换器主体中的自适应固件来调节所述环境特征。该方法还涉及输出经调节的环境特征。

本领域的普通技术人员通过阅读下述的说明书、权利要求书和附图会理解本发明的其他特征和优点。

附图说明

图 1 是本发明实施例的变换器组件的示意图。

图 2 示出了本发明实施例的变换器头的框图。

图 3 示出了本发明实施例的变换器主体的框图。

图 4 示出了本发明实施例的系统流程图。

在详细解释本发明的任何实施例之前，应该理解，本发明的应用不限于说明书所述或附图所示的详细构造和组件设置。本发明还可有其他的实施例，并且按照不同的方式来实施和运行。还应该理解，这里使用的词汇和术语是为了说明的目的，而不应该被看作是限制。这

里使用的“包括”、“包含”、“具有”及其变体是指包含了其后列出的项目和等价物以及附加的项目。除非另外限定，术语“连接”、“耦合”和“安装”及其变体用宽泛的含义并包含直接和间接连接、耦合和安装。另外，术语“连接”和“耦合”及其变体不限于物理的或机械的连接或耦合。

具体实施方式

图 1 示出了本发明实施例的传感器组件，或变换器组件 100。该变换器组件 100 包括变换器外壳、传感头或变换器头 104、主体外壳、自适应主体或变换器主体 108、按可移除方式连接的传感器通信适配器 110 以及报告设备 112。同一产品系列的变换器头 104 可互换地耦合到变换器主体 108。为了适应头 104 的可互换性，变换器头 104 包含标准的连接器 118（图 2 中示出），其可耦合到任何变换器主体 108。因此，标准连接器 118 通常具有标准化的尺寸和接头。

在图 2 的框图中详细示出了变换器头 104。变换器头 104 通常包括电极模块 120，其容纳至少一个变换器专用电极。在头 104 中使用不同的变换器电极来测量或传感不同的环境特征，如周围的液体或气体的物理特征。例如，当连接了传导性传感器时，变换器主体 108 将从该传导性变换器头读取变换器校准变量，并使用新的变换器校准变量把所读取的内容转换成适当的工程单位，如代替 pH 变成微西门子 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)。示例性的变换器类型包括：pH、氧化还原电势 (ORP)、溶解氧、臭氧、氯、液体的接触电导率、液体的非接触电导率、大气气体、使用美国环保署批准的光学技术的混浊度、使用光学技术的悬浮颗粒、光谱、生物传感器等等。这些变换器类型的每种都装配有测量专用电极 120。

每个变换器头 104 还装配有前置放大器电路 124 和多个存储在存储器模块 128 的电子标记。这些电子标记例如用于帮助识别测量的类型和变换器的类型。示例性的标记包括变换器标识、为精确而要求的

特定的校准参数、为唯一识别变换器头 104 所需要的工厂组装信息、配置指令以及变换器校准标度数据。另外，变换器头密封起来以同环境隔绝，并且通常包括温度变换器 129 以检测该变换器的温度，从而精确地适应因内部和外部温度改变而造成的变换器中的改变。

图 3 示出了图 1 的本发明实施例的变换器主体 108 的框图。类似于变换器头 104，该变换器主体也密封起来与环境隔绝，并且还包括主体存储器模块 140，用来存储表示多个校准参数的系数。一旦变换器主体 108 经由连接器 118 耦合到变换器头 104，变换器主体 108 将使用处理单元或处理器 144 与变换器头 104 通信，并经由传感器通信适配器 110 与报告设备 112 通信。构造变换器主体 108 和变换器头 104 使得组件 100 能够完全沉浸在测量环境中。（示例性的处理器包括 Analog Devices 公司的 AduC834 微处理器和英特尔的 Intel 8051C。）这样构造变换器主体 108，使得当变换器头或报告设备损坏时，可以对它进行替换而不必重新布线和手工重配置组件 100。

当新的变换器头 104 插接到组件 100 中时，变换器主体 108 从存储器 128 读取变换器 ID、一组配置指令和一组变换器校准标度数据。处理器 144 然后使用多个输入/输出（I/O）受控模拟开关来设置信号调节器件，以满足变换器 104 的激励和传感要求。然后把该信号由模拟信号转换成数字信号，并利用存储的校准参数将其标度成校准工程单位。例如，如果用户从组件 100 拔出了变换器头 104，处理器 144 首先识别该变换器头 104 已经移除。这样，没有初始可用的有效变换器标识，并且报告设备 112 将报告或显示报错消息。同时，在处理器 144 和信号调节器件中保持与该移除的变换器头 104 有关的硬件设置。当新的变换器头 104 插入到组件 100 中时，处理器 144 在短时间内，如在一秒内，从新插入的头 104 检索变换器头标识。然后，重新配置信号调节器件的硬件设置，并且该组件将开始报告新的测量。例如，当 pH 传感器头从变换器主体 108 取下以便清洗时，变换器主体 108 将检测该传感器已经被取下，并停止报告 pH 和温度读数，而是变换

器主体 108 发送消息以报告没有连接传感器。如果连接了新的 pH 传感器，变换器主体 108 要检测传感器头已经被连接。变换器主体 108 还要检测多个变换器校准变量，并更新为提供精确的 pH 和温度读数所需要的多个工程单位转换因子。但是，如果连接了不同类型的变换器，变换器主体 108 将重新配置模拟信号调节器件，如 148、152 和 156，以便把所连接的传感器类型转换成校准工程单位。

特别地，变换器主体 108 包括多个自适应器件或电路。例如，变换器主体 108 包括自适应激励电路 148、自适应信号调节模块 152 和温度信号调节器 156。当配置处理器 144 以读取不同的通信协议时，处理器 144 重复检测或检索变换器标识和连接到该变换器主体 108 的变换器头 104 的多个相应的校准系数。一旦检测了变换器标识和相应的校准系数，处理器 144 调整某些耦合到自适应激励电路 148、自适应信号调节模块 152 以及温度信号调节器 156 的开关。特别是，调整这些开关以优化和重新配置自适应器件或电路，从而读取由变换器头 104 发送的传感信号。另外，变换器头 104 还可以通过诸如 PT1000 的温度传感元件来测量温度。

另外，配置处理器 144 以调整连接到自适应激励电路 148 的开关。然后自适应激励电路 148 提供如以不同频率激发的不同电压和电流组合的变换器激励信号，例如，以 $1\mu V$ 或 $1pA$ 的分辨率，以 DC 和 6000Hz 之间的频率，从 0 至 2 伏以及从 0 至 100mA。同时处理器 144 调整自适应信号调节模块 152，使得自适应信号调节模块 152 产生一组自适应信号调节系数，这些系数与来自变换器头 104 的激励信号一同处理。类似地，调整温度信号调节器 156 以提供一组温度信号调节系数。然后使用一对 $\Sigma - \Delta$ (sigma-delta) 模拟到数字转换器 160 把这些模拟信号转换成数字格式。

根据所读取的标识和校准系数，处理器 144 还选择相应的校准或转换算法来处理信号，并对变换器头 104 所检测的信号提供一组适当

的校准工程单位。处理器 144 还通过传感器通信适配器 110 把校准的信号和单位输出或报告给所连接的可移除的报告设备 112。还特别配置处理器 144 以实时报告信号。例如，可以实现实时日历时钟以便对输出信号加时间戳。如果传感器组件 100 是由电池供电的，可以以用户可定义的报告速度来报告校准的信号。例如，可以配置传感器组件 100，使得按 2Hz（每秒两次）、0.0167Hz（每分钟一次）或 0.0033Hz（每五分钟一次）的报告速度来报告校准的信号。在电源受限的情况下，可以使用唤醒计时器来唤醒处理器 144 按特定的速率来继续检测。

类似于变换器头 104，还可以配置按可移除方式连接的通信适配器 110，使其模块化或是可互换耦合的，并密封起来与周围环境隔绝。特别地，本发明提供不同的按可移除方式连接的通信适配器 110，可耦合到变换器主体 108，与不同的报告设备 112 通信。由于处理器 144 按数字格式输出校准的信号，报告设备 112 通常也按数字格式报告校准的信号。但是，如果希望报告设备 112 按模拟格式来报告，可使用数字到模拟转换器来转换数字信号，并使用报告设备的模拟报告元件来报告模拟格式的校准信号。类似于如前所述的替换变换器头 104，报告设备 112 可以连接到变换器主体 108 并且可以从变换器主体 108 移除。变换器主体 108 也可以类似地检测报告设备 112 是否被连接或移除，并进行类似的自适应处理，如替换变换器头那样。

一般来说，一旦通过传感器通信适配器 110 耦合到变换器主体 108，则自动检测报告设备 112 所使用的通信协议。特别地，传感器通信适配器 110 可以耦合到各种报告设备 112，如经由 USB 端口或 RS-232 串行端口耦合到 PC，工业 PLC，遥测系统，使用电池的数据记录系统，本地数据显示器和键盘，如 Palm Pilot® 品牌 PDA 的个人数字助理（PDA），或者多传感器适配器模块。配置报告设备 112 以使用通信协议，如 TCP/IP、MODBUS、PC-ASCII 等。报告设备 112 有时候也用作记录设备。按这种方式，可以通过传感器通信适配器 110 把记录设备，如个人计算机、工业 PLC、数据记录系统等，耦合或者

硬连接到变换器主体 108，以报告和连续地记录。

组件 100 连续验证变换器头 104 的标识，并施加适当的信号调节控制，以获得校准的工程单位测量。组件 100 还可在任何时候允许变换器头 104 改变，并且配置处理器以快速适应任何变化。通过连续检查变换器头 104 的状态，组件 100 可以自动调整，以便在测量周期内改变。

图 4 示出了说明组件 100 操作的系统操作流程图 166。在步骤 170，组件 100 验证变换器状态。例如，组件 100 将验证是否连接了变换器头。如果没有连接变换器头 104，或已经移除，组件 100 如前所述报告无传感器连接。根据最后的测量，组件 100 将执行自动调节（auto-ranging）处理，调整所检测各信号的增益。特别是，如果最后读取的测量在低测量阈值的范围内，则调整增益，或者在本例中增加增益。

在步骤 170，组件 100 还将确定是否主计算机已经使组件 100 离线（off-line），并使组件 100 进入配置模式。一旦该组件进入配置模式，可以通过样本校准、单位改变、或滤波改变等来测试或改变组件 100 的参数。在配置模式下，暂停常规的变换器读取，并且组件 100 等待指令。组件 100 还可以配置有若干计算机通信设备，例如标准的个人计算机、如 Palm Pilot® 品牌 PDA 的个人数字助理（PDA）、可编程逻辑控制器、或定制的嵌入式控制器，以便显示和记录来自组件 100 的数据。

特别地，主计算机是能够使用诸如 PROFIBUS、MODBUS 和 DEVICENET 等几种数字通信协议中的一个与组件 100 通信的任何设备。另外，可以配置主计算机以显示和记录来自变换器的测量数据。当主计算机用于配置、校准或诊断错误时，使组件 100 离线，并响应各种请求。配置组件 100 以响应的请求包括调整数据过滤设置、校准

温度、校准变换器参数（如 pH、ORP、DO、电导率、混浊度、臭氧）、改变测量单位、或把新软件加载到变换器主体 108（如升级等）。

再参见图 4，组件 100 在步骤 170 还验证记录设备 112 的类型。例如，如果组件 100 是电池供电的，组件 100 将以较低的速率采样，并且在不读数的时候关闭以节省电源。一旦验证了组件 100 的状态，在步骤 174 自动进行主测量类型（pH、ORP、电导率、溶解氧等）和温度的读取。所测量的模拟数据和温度然后在单一的调节器件上做调节。然后经调节的测量数据和温度分别转换成数字等价物。

在步骤 178、182 和 186，数字测量数据和温度被转换成校准的工程单位，如 pH、 μ/cm 、 $^{\circ}\text{C}$ 、 $^{\circ}\text{F}$ 等。特别地，数字测量值和温度是利用查找表和预编程的公式转换成一组未经补偿的工程单位的数据。更特别地，在模拟到数字转换处理期间，对测量数据和温度产生两个单位计数。所述查找表和公式把该计数关联到一组未经补偿的工程单位。

在步骤 182，把测量数据和温度存储在变换器主体 108。根据所读取的变换器标识，处理器 144 还将取出一组温度补偿参数。温度补偿参数通常包括斜率和偏移量。然后在步骤 186 利用该斜率和偏移量对未经补偿的工程单位做温度补偿。

在步骤 190，变换器主体 108 要向报告设备 112 报告经补偿的工程单位。在这一点，处理器 144 还要检查来自主计算机的任何特殊指令。特别地，可以按不同的方式报告经补偿的工程单位。例如，可以配置组件 100 以几种速度来报告，包括按秒周期性地报告和根据请求报告。当配置组件 100 周期性地报告时，报告周期可以从按每秒到按每小时来设置。当报告设备是电池供电的时，如上所述，可以配置组件 100 每 5 分钟报告数据，以节省电能。

处理器 144 还确认报告设备 112 的状态以及所使用的通信协议。如果报告设备 112 是断开的，变换器主体 108 按照与变换器主体 108 检测变换器头 104 断开同样的方式检测分离或移除。如果报告设备 112 已经断开，组件 100 将进入监听模式并等待命令以启动报告。如果协议改变，则变换器主体 108 检测该改变并按正确的格式/协议发送数据。

存在工厂测试命令，主计算机可使用该工厂测试命令来校准变换器主体 108 的器件，以便变换器头 108 以相同的方式响应每个变换器组件。所有的变换器都由工厂校准。在步骤 194，组件 100 识别来自所连接的报告设备的任何特殊命令。一旦识别，将执行该特殊命令。示例性的命令包括工厂校准和测试命令、用户校准和配置改变、以及数据下载请求。特别地，用户通常具有一列命令，可用于测量值的场校准。这些命令可由计算机、PLC、或远程显示器/键盘接口来发送。可以按不同的格式和以不同的采样速度来请求数据。还可以使用用户转换表、可编程滤波器和其他选择。

一旦根据变换器信息、用户请求的动作和记录设备的状态调整了所有的硬件，则在步骤 198 报告数据。在常规的操作中，经校准的测量数据按照报告设备 112 要求的格式发送。如果启动了工厂或用户命令，组件 100 将适当地响应。然后重复该流程图。在组件 100 发送了数据或响应了查询之后，它将再检查变换器的状态、以前的测量值、用户/工厂请求和所连接的记录设备。组件 100 将采取适当的动作。

一般来说，组件 100 以预定的周期性速率报告测量数据。但是，还可以编程组件 100 来报告变换器配置或变换器状态而不是测量读数。例如，可配置组件 100 报告校准斜率和校准偏移量或变换器标识。

在权利要求书中叙述本发明的特征和优点。

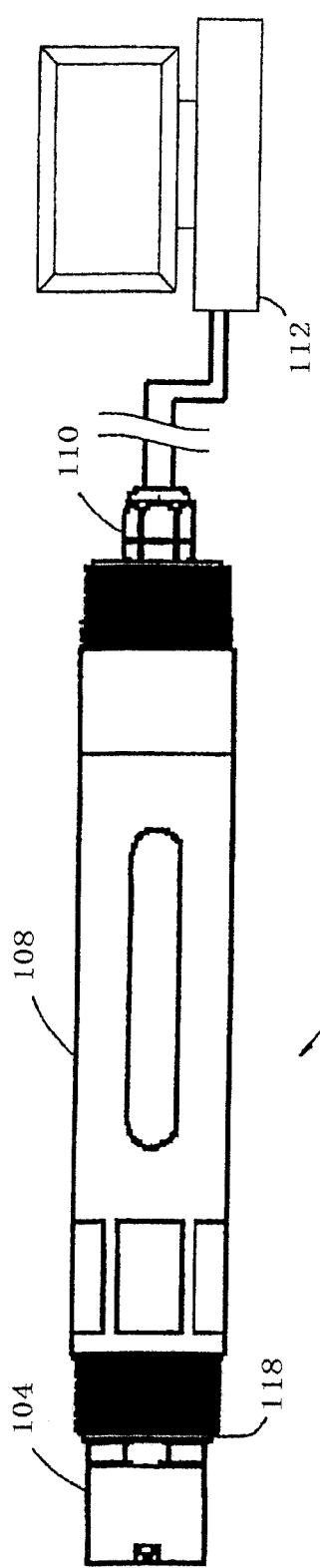


图1

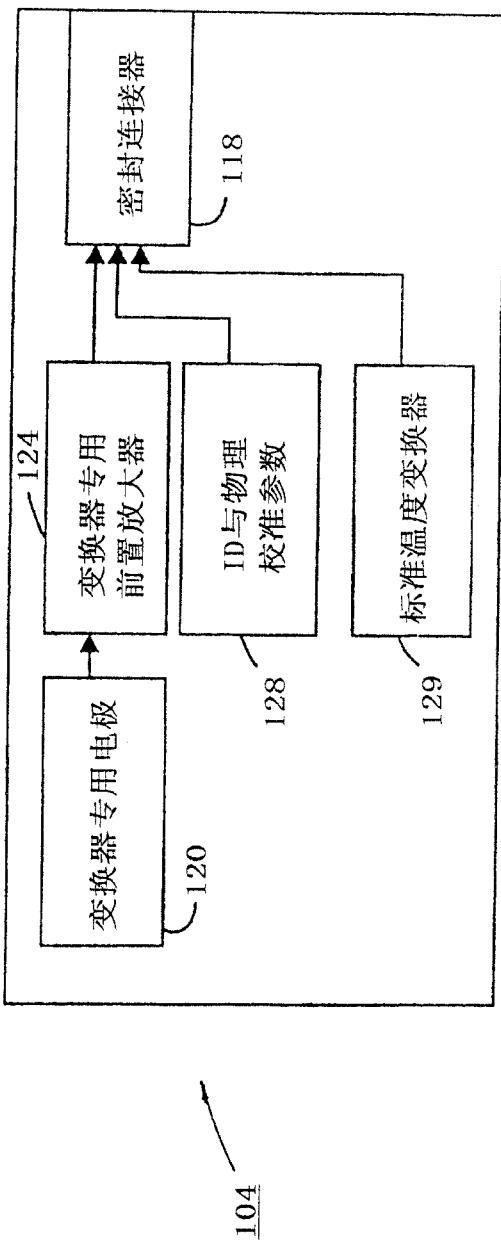


图2

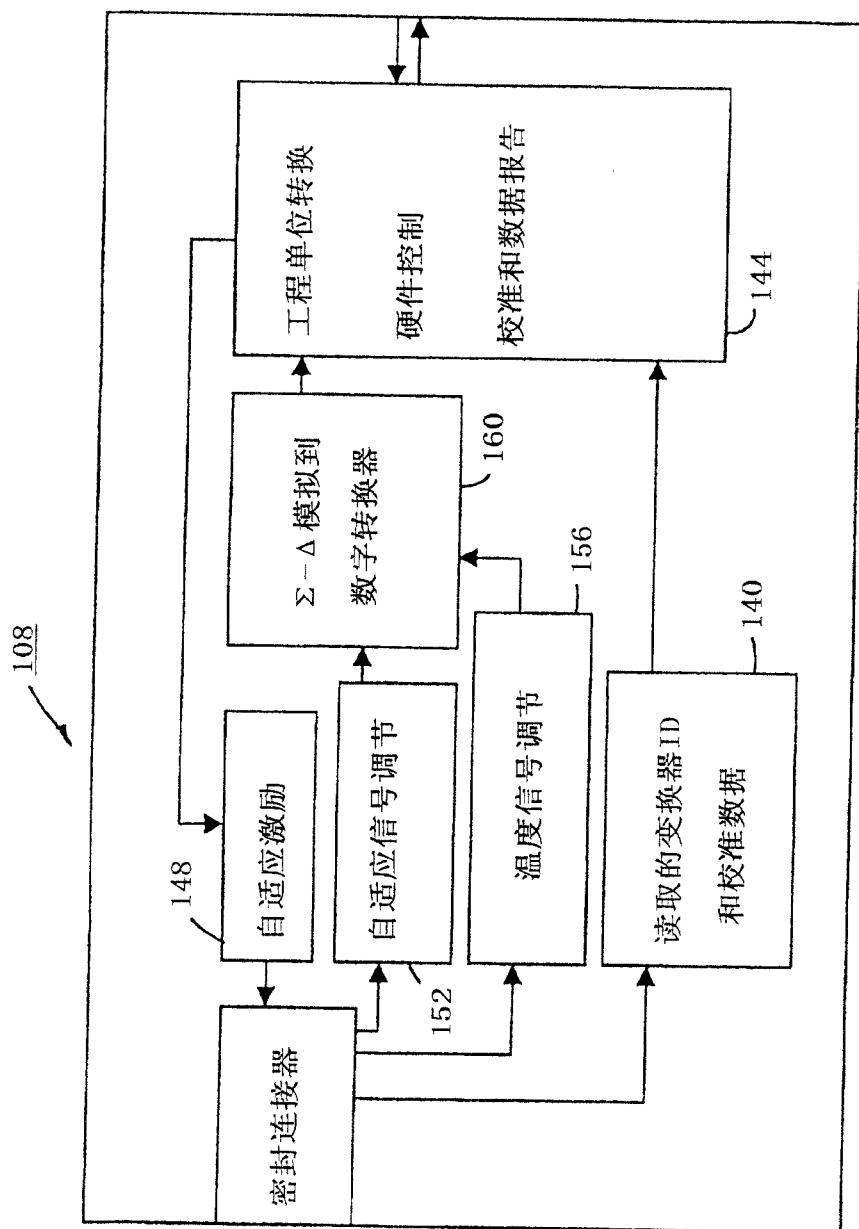


图3

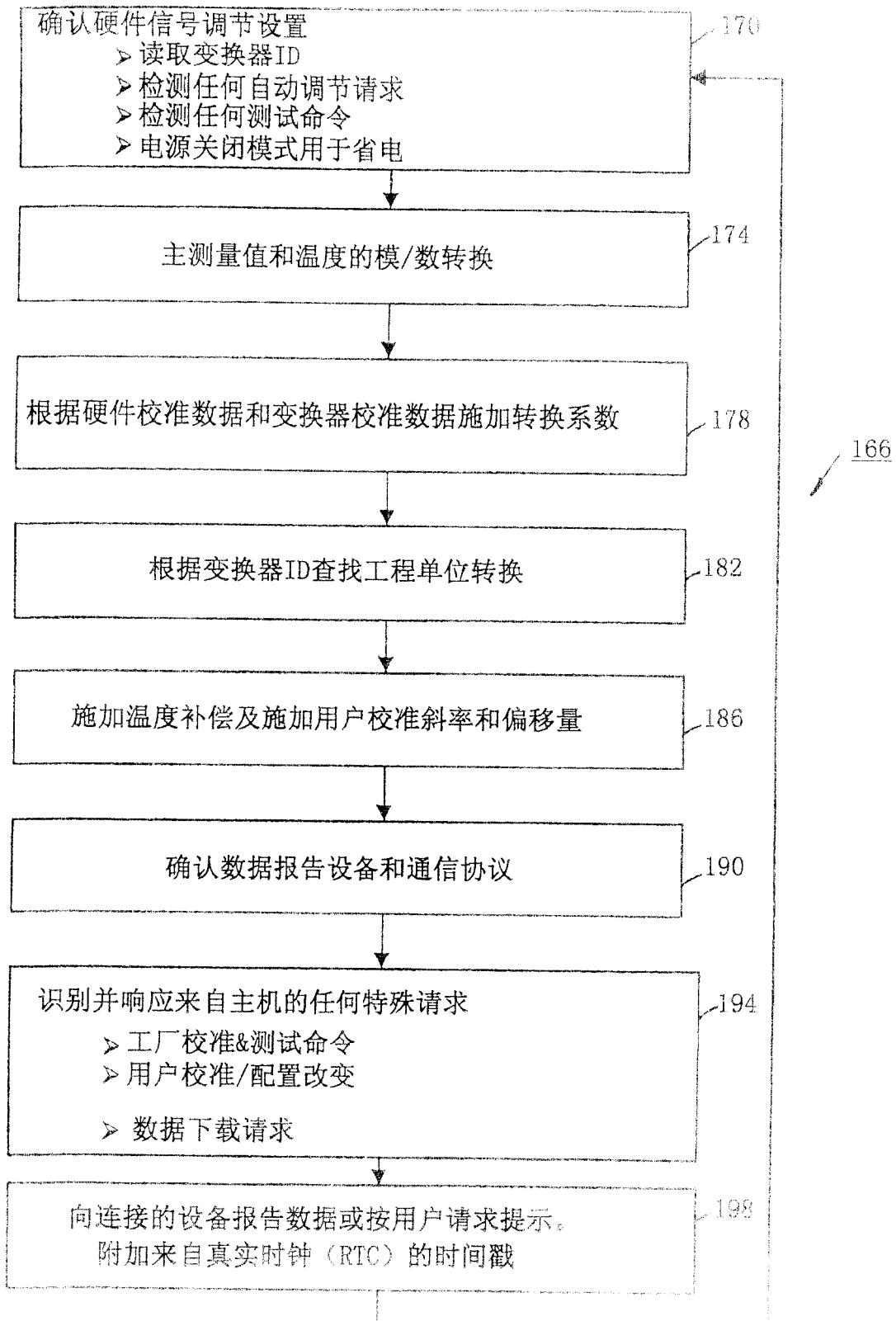


图4