[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
C01B 13/02
A61M 16/10
B01D 53/04
G01N 29/18

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02804264.6

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1223510C

[22] 申请日 2002.10.29 [21] 申请号 02804264.6
[30] 优先权
[32] 2001.10.30 [33] JP [31] 332329/01
[32] 2001.11. 6 [33] JP [31] 340367/01
[86] 国际申请 PCT/JP2002/011238 2002.10.29
[87] 国际公布 WO2003/037786 日 2003.5.8
[85] 进入国家阶段日期 2003.7.29
[71] 专利权人 帝人株式会社
地址 日本大阪府大阪市
[72] 发明人 藤本直登志
审查员 史卫良

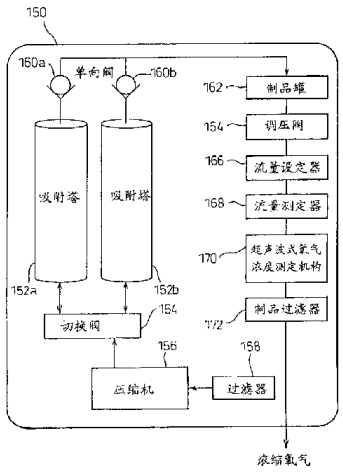
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 张天安 郑建晖

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 4 页

[54] 发明名称 氧气浓缩装置

[57] 摘要

从空气中去除氮气而生成浓缩氧气的氧气浓缩装置(150)具备：压缩机(156)，从来自压缩机(156)的加压空气中去除氮气的吸附筒(152a、152b)，配置于吸附筒(152a、152b)的下游的流量测定器(168)，以及配置于流量测定器(168)的下游的超声波式氧气浓度测定机构(170)，超声波式氧气浓度测定机构(170)具备基于浓缩氧气的流量生成浓缩氧气中的氧气、氩气比用的修正系数的机构，以便基于修正系数生成机构生成的修正值修正浓缩氧气的氧气浓度。



ISSN1008-4274

1．一种氧气浓缩装置，它是从空气中去除氮气而生成浓缩氧气的氧气浓缩装置，具备：加压空气源，从来自所述加压空气源的加压空气中去除氮气的吸附筒，配置于所述吸附筒的下游的流量测定器，以及配置于所述流量测定器的下游的超声波式氧气浓度测定机构，所述超声波式氧气浓度测定机构具备基于所述流量测定器所测定的浓缩氧气的流量生成导出由氧气、氮气和氩气构成的浓缩氧气的氧气浓度用的修正系数的机构。

2．根据权利要求1所述的氧气浓缩装置，其中，所述超声波式氧气浓度测定机构具备：

使将要测定浓度的测定对象气体流通的管路，

固定于所述管路内的超声波发送接收件，

对峙于所述超声波发送接收件而固定于所述管路内的反射板，

把所述超声波发送接收件的动作模式在所述超声波发送接收件发送超声波的发送模式与接收超声波的接收模式之间切换的发送接收切换器，

设在所述管路内，测定在所述管路中流通的校正用气体的温度的温度传感器，以及

根据所述超声波发送接收件发送超声波的时刻和该超声波发送接收件接收由所述反射板所反射的超声波的时刻，运算所述超声波在所述管路内的校正用气体中传播的时间的传播时间运算机构。

3．根据权利要求2所述的氧气浓缩装置，其中，所述超声波式氧气浓度测定机构具备：

向所述管路供给成分和构成比为已知的校正用气体的校正用气体源，

根据使来自所述校正用气体源的校正用气体向所述管路流通时的所述传播时间运算机构的运算结果校正所述超声波发送接收件与所述反射板之间的基准距离的校正机构。

4．一种氧气浓缩装置，它是从空气中去除氮气而生成浓缩氧气的氧气浓缩装置，具备：加压空气源，从来自所述加压空气源的加压空气中去除氮气的吸附筒，以及配置于一个流量测定器的下游的超声波式氧气浓度流量测定机构，所述超声波式氧气浓度流量测定机构具备

基于浓缩氧气的流量生成导出由氧气、氮气和氩气构成的浓缩氧气的氧气浓度用的修正系数的机构。

5. 根据权利要求 4 所述的氧气浓缩装置，其中，所述超声波式氧气浓度流量测定机构具备:

使将要测定浓度的测定对象气体流通的管路，

固定于所述管路内的第 1 超声波发送接收件，

对峙于所述第 1 超声波发送接收件而固定于所述管路内的第 2 超声波发送接收件，

把所述第 1 与第 2 超声波发送接收件的动作模式在所述超声波发送接收件发送超声波的发送模式和接收超声波的接收模式之间切换的发送接收切换器，

配置于所述管路内，测定在所述管路中流通的校正用气体的温度的温度传感器，以及

根据所述第 1 超声波发送接收件发送超声波的时刻和所述第 2 超声波发送接收件接收的时刻，运算所述超声波在所述管路内的校正用气体中传播的第 1 传播时间，根据所述第 2 超声波发送接收件发送超声波的时刻和所述第 1 超声波发送接收件接收的时刻，运算所述超声波在所述管路内的校正用气体中沿相反方向传播的第 2 传播时间的传播时间运算机构。

6. 根据权利要求 5 所述的氧气浓缩装置，所述超声波式氧气浓度流量测定机构具备:

向所述管路供给成分和构成比为已知的校正用气体的校正用气体源，

根据使来自所述校正用气体源的校正用气体向所述管路流通时的所述传播时间运算机构的运算结果校正所述第 1 和第 2 超声波发送接收件之间的基准距离、以及所述管路的基准内径的校正机构。

氧气浓缩装置

技术领域

本发明涉及生成例如为医疗目的而使用的浓缩氧气的氧气浓缩装置，特别是涉及能够用超声波来测定氧气浓度和／或流量的氧气浓缩装置。

背景技术

在气体中传播的超声波的传播速度可以表达成气体的浓度、温度的函数是众所周知的。如令气体的平均分子量为M，令温度为T（K），则气体中的超声波传播速度C（m／sec）可以用以下式（1）来表达。

$$C = (\kappa RT / M)^{1/2} \quad \cdots (1)$$

式中，

κ：定容摩尔比热与定压比热之比

R：气体常数。

也就是说，如果测定了气体中的超声波传播速度C（m／sec）与气体的温度T（K），则可以通过运算求出气体的平均分子量M。例如由于如令氧气的分子量为M_{O2}，令氮气的分子量为M_{N2}，则由氧气与氮气的混合比为P:（1－P）（0＜P＜1）的混合气体组成的试样气体的平均分子量M成为$M = M_{O2}P + M_{N2}(1-P)$，所以可以根据所测定的平均分子量M通过运算求出氧气浓度P。这里，如果该试样气体是氧气与氮气的混合气体，则在氧气与氮气的混合比的很宽的范围内可以估计大约κ＝1.4。

此外，在气体中的超声波传播速度为C（m／sec），气体的流速为V（m／sec）时，在沿相对气体的流动顺方向发送超声波时所测定的超声波传播速度V_1（m／sec）为V_1=C+V，在沿逆方向发送超声波时所测定的超声波传播速度V_2（m／sec）为V_2＝C-V，所以气体的流速V（m／sec）可以从以下的式（2）求出。

$$V = (V_1 - V_2) / 2 \quad \cdots (2)$$

通过将该值乘以气体流动的管路的断面积（m^2），可以求出气体的流量（m^3／sec）。

利用此一原理，提出了根据在试样气体中传播的超声波传播速度

或者传播时间来测定试样气体中的特定气体的浓度，或试样气体的流量的方法和装置。例如，在特开平 6－213877 号公报中，描述了在试样气体通过的管路中对峙地配置两个超声波转换器，通过检测在该超声波转换器间传播的超声波的传播时间来测定试样气体的浓度和流量的装置。此外，在特开平 7－209265 号公报或特开平 8－233718 号公报中，描述了使用一个超声波转换器，和与该超声波转换器对峙设置的反射板的以声波反射方式来测定在检查体积内传播的超声波的传播速度或者传播时间，借此来测定试样气体中的特定气体的浓度的装置。进而，在美国专利第 5,060,506 号中，描述了通过测定超声波的声速变化，来测定由两种分子所构成的抽样气体的浓度的装置。

这种基于超声波传播速度来测定从氧气浓缩装置发生的浓缩氧气中的氧气浓度的方法中存在着问题。在上述方法中，虽然假定了氧气与氮气的 2 成分气体，但是实际上在从氧气浓缩装置所输出的浓缩氧气中，除了氧气与氮气以外还含有实质浓度的氩气。进而，因为氩气的浓度并不始终恒定，随着氧气浓缩装置生成的浓缩氧气的流量而变化，故在历来的超声波式氧气浓度测定装置中，无法正确地测定氧气浓度。

发明内容

本发明以解决这样的现有技术的问题为技术课题，目的在于提供一种即使氧气浓缩装置生成的浓缩氧气的流量变化，也能够正确地测定氧气浓度的氧气浓缩装置。

根据本发明，提供一种从空气中去除氮气而生成浓缩氧气的氧气浓缩装置，该氧气浓缩装置具备：加压空气源，从来自所述加压空气源的加压空气中去除氮气的吸附筒，配置于所述吸附筒的下游的流量测定器，配置于所述流量测定器的下游的超声波式氧气浓度测定机构，所述超声波式氧气浓度测定机构具备基于前述流量测定器所测定的浓缩氧气的流量生成导出由氧气、氩气和氮气构成的浓缩氧气的氧气浓度用的修正系数的机构。

在本发明的氧气浓缩装置中，所述超声波式氧气浓度测定机构具备：使将要测定浓度的测定对象气体流通的管路，固定于所述管路内的超声波发送接收件，对峙于所述超声波发送接收件而固定于所述管路内的反射板，把所述超声波发送接收件的动作模式在所述超声波发

送接收件发送超声波的发送模式与接收超声波的接收模式之间切换的发送接收切换器，设在所述管路内，测定在所述管路中流通的校正用气体的温度的温度传感器，以及根据所述超声波发送接收件发送超声波的时刻和该超声波发送接收件接收由所述反射板所反射的超声波的时刻，运算所述超声波在所述管路内的校正用气体中传播的时间的传播时间运算机构。

在根据本发明的氧气浓缩装置中，所述超声波式氧气浓度测定机构具备：向所述管路供给成分和构成比为已知的校正用气体的校正用气体源，根据使来自所述校正用气体源的校正用气体向所述管路流通时的所述传播时间运算机构的运算结果校正所述超声波发送接收件与所述反射板之间的基准距离的校正机构。

根据本发明的另一方面，提供一种从空气中去除氮气而生成浓缩氧气的氧气浓缩装置，该氧气浓缩装置具备加压空气源、从来自前述加压空气源的加压空气中去除氮气的吸附筒和配置于一个流量测定器的下游的超声波式氧气浓度测定机构，所述超声波式氧气浓度测定机构具备基于浓缩氧气的流量生成导出由氧气、氩气和氮气构成的浓缩氧气的氧气浓度用的修正系数的机构。

在上述氧气浓缩装置中，所述超声波式氧气浓度流量测定机构具备：使将要测定浓度的测定对象气体流通的管路，固定于所述管路内的第 1 超声波发送接收件，对峙于所述第 1 超声波发送接收件而固定于所述管路内的第 2 超声波发送接收件，把所述第 1 与第 2 超声波发送接收件的动作模式在所述超声波发送接收件发送超声波的发送模式和接收超声波的接收模式之间切换的发送接收切换器，配置于所述管路内，测定在所述管路中流通的校正用气体的温度的温度传感器，以及根据所述第 1 超声波发送接收件发送超声波的时刻和所述第 2 超声波发送接收件接收的时刻，运算所述超声波在所述管路内的校正用气体中传播的第 1 传播时间，根据所述第 2 超声波发送接收件发送超声波的时刻和所述第 1 超声波发送接收件接收的时刻，运算所述超声波在所述管路内的校正用气体中沿相反方向传播的第 2 传播时间的传播时间运算机构。

在上述氧气浓缩装置中，所述超声波式氧气浓度流量测定机构具备：向所述管路供给成分和构成比为已知的校正用气体的校正用气体

源，根据使来自所述校正用气体源的校正用气体向所述管路流通时的所述传播时间运算机构的运算结果校正所述第 1 和第 2 超声波发送接收件之间的基准距离、以及所述管路的基准内径的校正机构。

附图说明

图 1 是根据本发明的第 1 实施例的氧气浓缩装置的概略方框图。

图 2 是图 1 的氧气浓缩装置中所用的超声波式氧气浓度测定装置的概略方框图。

图 3 是根据本发明的第 2 实施例的氧气浓缩装置的概略方框图。

图 4 是图 2 的氧气浓缩装置中所用的超声波式氧气浓度测定装置的概略方框图。

具体实施方式

下面说明本发明的优选实施例。

首先，参照图 1，本发明的氧气浓缩装置 150 备有作为吸附剂填充了高性能的 Li－X 型沸石的两个吸附筒 152a、152b，经由切换阀 154 连接于吸附筒 152a、152b 上、并向该吸附筒 152a、152b 供给加压空气的压缩机 156，以及配置于吸附筒 152a、152b 的下游的超声波式氧气浓度测定机构 170。

通过切换阀 154 选择吸附筒 152a、152b 的某一方与压缩机 156 连通。经由过滤器 158 吸入压缩机 156 的空气被压缩机 156 所压缩，加压空气向由切换阀 154 所选择的吸附筒 152a、152b 供给。由切换阀 154 与压缩机 156 阻断的吸附筒 152a、152b 通向大气，进行吸附的氮气的放出，进行吸附剂的再生。

在吸附筒 152a 或 152b 中，去除了氮气的浓缩氧气经由单向阀 160a、160b 向制品罐 162 供给。浓缩氧气从制品罐 162 经由调压阀 164、流量设定器 166、流量测定器 168 向超声波式氧气浓度测定机构 170 供给。在超声波式氧气浓度测定机构 170 中测定了氧气浓度的浓缩氧气经由制品过滤器 172 从浓缩氧气中去除固体颗粒后向用户或患者供给。

接下来，参照图 2 说明构成超声波式氧气浓度测定机构 170 的超声波式氧气浓度测定装置的优选实施例。

超声波式氧气浓度测定装置 100 具备使浓缩氧气或校正用气体流通的管路 102，管路 102 包括直线部分 108 和连接于该直线部分的两

端部上的垂直部分 104、106。在直线部分 108 内部的一方的端部上，作为超声波发送接收件固定着超声波转换器 118，在该直线部分 108 的内部的另一方的端部上，与超声波转换器 118 对峙地固定着反射板 122。再者，在本实施例中，把超声波转换器 118 与反射板 122 之间的距离定义为检查距离。

在超声波转换器 118 上连接着发送接收切换器 124，发送接收切换器 124 把超声波转换器 118 的动作模式在超声波转换器 118 发送超声波的发送模式和超声波转换器 118 接收超声波的接收模式之间切换。发送接收切换器 124 连接于微计算机 126 上，发送接收切换器 124 的切换动作由微计算机 126 来控制。

在管路 10 内流通的气体的流动方向的上游侧的垂直部分 104 具有入口气口 104a，浓缩氧气源 112 与校正用气体源 114 经由供给管路 110 连接于该入口气口 104a 上。浓缩氧气源 112 可以由图 1 的压缩机 156，吸附筒 152a、152b 等来形成。

校正用气体源 114 可以包括储存成分和构成比预先正确地了解的校正用气体、例如含有 20％的氧气与 80％的氮气的混合气体的容器（未画出），以及设在该容器与供给管路 110 之间的减压阀（未画出）等。此外校正用气体源 114 还可以作为改变装置 100、特别是管路 102 的温度的机构而具备调节向管路 102 供给的校正用气体的温度用的温度调节装置 113。在图 1 的例子中，温度调节装置 113 包括电热丝 113a 与向电热丝 113a 供给电力的电源装置 113b。

在管路 102 中流通的气体的流动方向下游侧的垂直部分 106 具有出口气口 106a，在图 1 的实施例中，制品过滤器 172 连接于该出口气口 106a 上。用于校正的校正用气体从制品过滤器 172、或者从出口气口 106a 直接向外界排气。

测定在管路 102 内流通的浓缩氧气或校正用气体的温度用的温度传感器 116、120 最好是配置于垂直部分 104、106，以便不扰动直线部分 108 内的流动。温度传感器 116、120 连接于微计算机 126 上。再者，在浓缩氧气的温度变化不大的场合，也可以用温度传感器 116、120 的某一方。

此外，驱动超声波转换器 118 用的驱动器 128，对来自超声波转换器 118 的信号进行 A／D 转换的接收器 130，显示装置 100 的动作状态

或测定结果的显示装置 134，储存微计算机 126 的操作系统或种种参数等用的由不易失存储装置或存储盘装置组成的存储器 132 连接于微计算机 126 上。

下面，说明超声波式氧气浓度测定装置 100 的作用。

首先，在开始浓缩氧气中的特定气体的浓度测定用的通常的测定过程前，通过以下说明的顺序，校正超声波发送接收件 118 与反射板 122 之间的检查距离，预先求出基准距离 L_0。

从校正用气体源 114 向管路 102 供给例如氧气与氮气的混合比为 P:（1－P）（0＜P＜1）的混合气体作为成分和构成比已知的校正用气体。此时，以靠两个温度传感器 116、120 所测定的校正用气体的温度的平均值为基准温度 T_0（K）储存于存储器 132 中。如果基准温度 T_0（K）不脱离装置的使用温度范围则也可以是任意度（K）。

在供给校正用气体期间，从微计算机 126 向驱动器 128 发送超声波生成用脉冲，从驱动器 128 经由发送接收切换器 124 向超声波转换器 118 施加脉冲电压。超声波转换器 118 发送与此一脉冲电压对应的超声波。从超声波转换器 118 发送的超声波在管路 102 的直线部分 108 内流通的浓缩氧气中传播，被反射板 122 所反射，再次返回超声波转换器 118。发送接收切换器 124 在向超声波转换器 118 施加脉冲电压后立即把该超声波转换器 118 的动作模式从发送模式切换成接收模式，以便用超声波转换器 118 接收此一返回的超声波。超声波转换器 118 经由发送接收切换器 124、接收器 130 向微计算机 126 发送与接收的超声波对应的电气信号。微计算机 126 根据最初向第 1 转换器 118 发送发送脉冲的时刻，和接着接收来自超声波转换器 118 的电气信号的时刻，运算传播时间 t_0（sec）。

这里，温度 T_0（K）下的该校正用气体的超声波传播速度 C_0（m/sec）根据前述式（1）可由以下的式（3）表达。

$$C_0 = ((\kappa R T_0)/(M_{O_2}P + M_{N_2}(1-P)))^{1/2} \quad \cdots (3)$$

另一方面，由于

$$C_0 = 2L_0/t_0 \quad \cdots (4)$$

所以可以得到

$$L_0 = ((\kappa R T_0)/(M_{O_2}P + M_{N_2}(1-P)))^{1/2} \times t_0/2 \quad \cdots (5)$$

再者，在图 2 的实施例中，如果静止的校正用气体或浓缩氧气中

的超声波传播速度为 C（m／sec），则从超声波转换器 118 向反射板 122 方向的浓缩氧气的流速为 V（m／sec）时，从超声波转换器 118 向反射板 122 的超声波传播速度成为 C＋V，由反射板 122 所反射的超声波在返回超声波转换器 118 方向上的超声波传播速度成为 C－V。因为像这样由根据第 1 实施例的装置 100 所测定的超声波传播速度成为往返超声波的平均速度，故浓缩氧气的流速 V 被抵消，成为静止的浓缩氧气中的超声波传播速度 C 被测定。

这些运算在微计算机 126 中实施。这样运算的基准温度 T_0 下的检查距离 L_0（m）作为基准距离储存于存储器 132 中。

根据以上的方法，通过向装置 100 供给已知成分和构成比的校正用气体并测定从超声波转换器 118 所发送的超声波的传播时间 t_0（sec），借此校正温度 T_0（K）下的超声波转换器 118 与反射板 122 之间的基准距离 L_0（m）。此一方法可通过简单的操作、例如在向装置 100 供给校正用气体期间，仅靠一次按压设在装置 100 上的按钮（未画出）就由微计算机 126 自动地完成校正处理。此外，由于运算本身也简便，所以可瞬间完成处理。此外，即使在因装置 100 的历年变化等，超声波转换器 118 与反射板 122 的位置关系发生变化，超声波的传播距离发生了变化的场合，也可以简单地校正装置，更新储存于存储器 132 中的基准温度和基准距离。

像已述那样，在从氧气浓缩装置输出的浓缩氧气中，除了氧气与氮气以外还含有实质浓度的氩气。此外，氩气的浓度并不始终恒定，而是随着氧气浓缩装置生成的浓缩氧气的流量而变化。

在从氧气浓缩装置输出的浓缩氧气的各流量中进行了成分分析的结果示于表 1。气体成分分析用气体色谱法来进行。

表 1

流量（升／分钟）	氧气浓度（％）	氩气浓度（％）	氮气浓度（％）
1.00	93.5	6.4	0.1
2.00	94.0	5.2	0.8
3.00	93.5	5.4	1.1

如表 1 中所示，氧气、氩气的比率因流量而异。虽然在表 1 中，示出测定由氧气浓缩装置 150 生成的浓缩氧气的结果，但是即使在同一种类的氧气浓缩装置中，在所输出的氧气浓度上也多少有些离散，然而氧气／氩气浓度的比率是相同的。另一方面，如果吸附剂的种类或数量，吸附筒的形状等机台的种类不同，则氧气／氩气比不同。

下面，说明基于浓缩氧气的流量生成导出由氧气、氩气、氮气所构成的浓缩氧气的氧气浓度用的修正系数的修正系数生成机构。

修正随着流量变化而产生的氩气浓度的变化的一种方法是根据表 1 用氧气与氩气的存在比率，直接地描述式（1）中的平均分子量 M 的方法。

也就是说，如果分别令氧气、氮气、氩气的分子量为 32、28、40，用 100×P（%）来表示氧气浓度，则来自氧气浓缩装置的输出流量为 1.00 升／分钟时，平均分子量 M 可由以下的式（6）来表达。

$$M = 32P + 40(6.4/93.5)P + 28(1 - P - (6.4/93.5)P) \quad \cdots(6)$$

进而，关于比热比 k，也可以采用氧气和氮气的混合气体的比热比为 1.4，氩气的比热比为 1.67，像下式这样表示。

$$k = 1.4(1 - (6.4/93.5)P) + 1.67(6.4/93.5)P \quad \cdots(7)$$

因而，如果可以测定浓缩氧气中的声速和温度，则可以根据式（1）、（6）、（7）求出氧气浓度 100×P（%）。

上述的例子是浓缩氧气浓度为 1.00 升／分钟的场合，在其他流量时，只要把作为式（6）、式（7）中的（6.4／93.5）的氧气／氩气浓度比换成其他流量下的氧气／氩气浓度比就可以了。在此一场合，氧气／氩气浓度比成为氩气浓度的修正系数，基于浓缩氧气流量对该氩气浓度修正系数参照表，或者，用近似式求出氧气／氩气浓度比相对预先测定的流量的关系，作为流量的函数导出该氩气浓度修正系数的话，可以测定正确的氧气浓度。

为了简单地进行计算，也可以考虑如下的方法。首先，将浓缩氧气的成分假定成仅由氧气与氮气构成，用式（2）来计算氧气浓度。因为这里所得到的氧气浓度是忽视了氩气的存在的值，故成为与实际的氧气浓度不同的值。然而，因为知道特定流量下的氧气与氩气的浓度比，故如后所述，可通过把特定的系数乘以预先计算的氧气浓度的值近似出氧气浓度。

例如，在浓缩氧气的流量为 1.00 升／分钟的场合，采用式（2），令比热比 k = 1.4 而忽视氩气的存在来计算氧气浓度时，氧气浓度计算成 102.8（%）。然而，如果预先知道实际的氧气浓度为 93.5（%），则可以作为 1.00 升／分钟之际的浓度修正系数求出（93.5／102.8），在浓缩氧气流量为 1.00 升／分钟时通过把浓度修正系数（93.5／102.8）乘以用式（2）求出的氧气浓度，可以正确地测定氧气浓度。

对于 1.00 升／分钟以外的场合，只要预先求出同样的浓度修正系数，根据浓缩氧气流量对该浓度修正系数参照表，或者，用近似式预先求出相对流量的浓度修正系数的话，则可确定各流量下的浓度修正系数，可以测定正确的氧气浓度。修正系数生成机构可通过把此一修正系数用的表或近似式和上述修正系数生成算法储存于存储器 132 中，并由微计算机 126 实行来实现。

接下来，参照图 3 说明本发明的第 2 实施例。

第 2 实施例除了用超声波式氧气浓度流量测定机构 268 来置换第 1 实施例中的流量测定器 168 这一点外，基本上与第 1 实施例同样地构成。

参照图 3，氧气浓缩装置 250 备有作为吸附剂填充了高性能的 Li－X 型沸石的两个吸附筒 252a、252b，经由切换阀 254 连接于吸附筒 252a、252b 上并向该吸附筒 252a、252b 供给加压空气的压缩机 256，配置于吸附筒 252a、252b 的下游的超声波式氧气浓度流量测定机构 268。

由切换阀 254 选择吸附筒 252a、252b 的某一方与压缩机 256 连通。经由过滤器 258 吸入压缩机 256 的空气被压缩机 256 所压缩，加压空气向由切换阀 254 所选择的吸附筒 252a、252b 供给。由切换阀 254 与压缩机 256 阻断的吸附筒 252a、252b 通向大气，进行吸附的氮气的放出，进行吸附剂的再生。

在吸附筒 252a 或 252b 中去除了氮气的浓缩氧气经由单向阀 260a、260b 向制品罐 262 供给。浓缩氧气从制品罐 262 经由调压阀 264、流量设定器 266 向超声波式氧气浓度流量测定机构 268 供给。在超声波式氧气浓度流量测定机构 268 中测定了氧气浓度和流量的浓缩氧气经由制品过滤器 270 从浓缩氧气中去除固体颗粒后向用户或患者供给。

接下来，参照图 4 说明构成超声波式氧气浓度流量测定机构 268 的超声波式氧气浓度流量测定装置的优选实施例。

图 4 的实施例除了图 2 的实施例中的反射板 122 被与作为第 1 超声波发送接收件的第 1 超声波转换器 218 对峙设置的作为第 2 超声波发送接收件的第 2 超声波转换器 222 所置换这一点外与图 2 的实施例基本上同样地构成。

根据图 4 的实施例的超声波式氧气浓度流量测定装置 200 具备使浓缩氧气或校正用气体流通的管路 202，管路 202 包括直线部分 208，和连接于该直线部分的两端部上的垂直部分 204、206。直线部分 208 在本实施例中特别是由沿纵长方向内径不变化的断面圆形的管构件组成，在其内部的上游侧的端部，作为第 1 超声波发送接收件固定着第 1 超声波转换器 218，在该直线部分 208 的内部的下游侧的端部，作为第 2 超声波发送接收件的第 2 超声波转换器 222 与第 1 超声波转换器 218 对峙地固定着。再者，在本实施例中，把第 1 超声波转换器 218 与第 2 超声波转换器 222 之间的距离定义成检查距离。

第 1 与第 2 超声波转换器 218、222 连接于发送接收切换器 224 上，发送接收切换器 224 分别独立地把第 1 与第 2 超声波转换器 218、222 的动作模式在第 1 与第 2 超声波转换器 118、222 发送超声波的发送模式和第 1 与第 2 超声波转换器 118、222 接收超声波的接收模式之间切换。发送接收切换器 224 连接于微计算机 226 上，发送接收切换器 224 的切换动作由微计算机 226 来控制。

管路 202 的上游侧的垂直部分 204 具有入口气口 204a，浓缩氧气源 212 与校正用气体源 214 经由供给管路 210 连接于该入口气口 204a 上。浓缩氧气源 212 可以由图 3 的压缩机 256 或吸附筒 252a、252b 等来形成。

校正用气体源 214 可以包括储存成分和构成比正确地了解的校正用气体的容器（未画出），以及设在该容器与供给管路 210 之间的减压阀（未画出）等。此外校正用气体源 214 还可以作为改变装置 200，特别是管路 202 的温度的机构具备温度调节装置 213。在图 1 的例子中，温度调节装置 213 包括电热丝 213a 与向电热丝 213a 供给电力的电源装置 213b。

管路 202 的下游侧的垂直部分 206 具有出口气口 206a，用于浓度

测定或校正的浓缩氧气或校正用气体从出口气口 206a 向外界排气。在这些气体不宜向外界直接排气的场合，可以在出口气口 206a 的下游侧适当地配置气体处理装置（未画出），这一点与第 1 实施例是同样的。

测定在管路 202 内流通的浓缩氧气或校正用气体的温度用的温度传感器 216、220 最好是配置于垂直部分 204、206 上，以便不扰动直线部分 208 内的流动。温度传感器 216、220 连接于微计算机 226 上。再者，在浓缩氧气的温度变化不大的场合，也可以用温度传感器 216、220 的某一方。

此外，驱动第 1 超声波转换器 218 用的驱动器 228，对来自第 1 超声波转换器 218 的信号进行 A／D 转换的接收器 230，显示装置 200 的动作状态或测定结果的显示装置 234，储存微计算机 226 的操作系统或种种参数等用的由不易失存储装置或存储盘装置组成的存储器 232 连接于微计算机 226 上。

下面，说明图 4 的实施例的作用。

首先，在开始浓缩氧气中的特定气体的浓度测定用的通常的测定过程前，校正第 1 与第 2 超声波转换器 218、222 之间的检查距离和管路 202 的直线部分 208 的内径 D，预先求出基准距离 L_0 和基准内径 D_0。

在本实施例中，特别是由校正用气体源 214 的前述流量调整阀以规定流量 Q_0 将与第 1 实施例相同的校正用气体从校正用气体源 214 供给到管路 202。此时，由两个温度传感器 216、220 所测定的校正用气体的温度的平均值作为基准温度 T_0（K）储存于存储器 232 中。

在供给校正用气体期间，从微计算机 226 向驱动器 228 发送超声波生成用脉冲，经由发送接收切换器 224 向第 1 超声波转换器 218 施加脉冲电压。第 1 超声波转换器 218 发送与此一脉冲电压对应的超声波，从第 1 超声波转换器 218 发送的超声波在管路 202 的直线部分 208 内流通的浓缩氧气中传播，被第 2 超声波转换器 222 所接收。第 2 超声波转换器 222 经由发送接收切换器 224，接收器 230 向微计算机 226 发送与接收的超声波对应的电气信号。微计算机 226 根据最初向驱动器 228 发送发送脉冲的时刻和接收来自第 2 超声波转换器 222 的电气信号的时刻，运算顺向的传播时间 t_1（sec）。

在发送接收切换器 224 接收到来自第 2 超声波转换器 222 的电气信号后，立即把第 1 超声波转换器 218 的动作模式从发送模式切换成

接收模式，并且把第 2 超声波转换器 222 的动作模式从接收模式切换成发送模式。然后，从微计算机 226 向驱动器 228 发送超声波生成用脉冲，经由发送接收切换器 224 向第 2 超声波转换器 222 施加脉冲电压。第 2 超声波转换器 222 发送与此一脉冲电压对应的超声波，该超声波由第 1 超声波转换器 218 来接收。第 1 超声波转换器 218 经由发送接收切换器 224，接收器 230 向微计算机 226 发送与接收的超声波对应的电气信号。微计算机 226 根据最初向第 2 超声波转换器 222 发送发送脉冲的时刻和接收来自第 1 超声波转换器 218 的电气信号的时刻，运算逆向的传播时间 t_2（sec）。

这里，通过求出 t_1 与 t_2 的平均值，可除去管路 202 内的校正用气体的流动的影响，由以下的式（8）来定义超声波的传播时间 t_0。

$$t_0 = (t_1 + t_2) / 2 \quad \cdots (8)$$

此外，温度 T_0（K）的气体中的超声波传播速度 C_0（m／sec）可以由前述式（3）求出。

另一方面，由于

$$C_0 = L_0 / t_0 \quad \cdots (9)$$

所以可以得到

$$L_0 = ((\kappa R T_0) / (M_{O2} P + M_{N2}(1-P)))^{1/2} \times t_0 \quad \cdots (10)$$

这些计算在微计算机 226 中实施。这样所运算的基准温度 T_0 下的检查距离 L_0（m）作为基准距离储存于存储器 232 中。

进而，由于利用此一基准距离 L_0，将相对校正用气体的流动顺方向的传播速度 V_{01}（m／sec）和逆方向的传播速度 V_{02}（m／sec）分别由 $V_{01} = L_0 / t_1$，$V_{02} = L_0 / t_2$ 来表达，所以在管路 202 中流动的校正用气体的流速 V_0（m／sec）可以用前述式（2），由以下的式（11）求出。

$$V_0 = (V_{01} - V_{02}) / 2 \quad \cdots (11)$$

在把流速（m／sec）换算成流量（m^3／sec）之际，把用垂直于管路 202 的直线部分 208 的中心线的平面切断时的直线部分 208 的断面积（m^2）乘以流速 V 就可以了。也就是说，如令基准温度 T_0（K）下的直线部分 208 的基准内径为 D_0（m），则以下的关系成立。

$$V_0 \pi (D_0 / 2)^2 = Q_0 \quad \cdots (12)$$

也就是说，基准温度 T_0（K）下的基准内径 D_0（m）可以由以下的式（13）求出。

$$D_0 = 2\left(Q_0 / \left(D_0 / 2\right)\right)^{1/2} \quad \cdots (13)$$

上述运算在微计算机 226 中实施。这里求出的基准内径 D_0（m）储存于存储器 232 中。

通过以上的方法，向装置 200 供给已知成分、浓度的校正用气体，从第 1 与第 2 超声波转换器 218、222，测定相对校正用气体的流动顺方向和逆方向的传播时间 t_1、t_2，借此校正第 1 与第 2 超声波转换器 218、222 间的基准距离 L_0（m）。特别是，像本实施例这样，通过以规定流量向装置 200 供给校正用气体，可同时校正基准内径 D_0（m）。

虽然在第 1 实施例中，氧气浓度的修正系数基于流量测定器 168 所测定的浓缩氧气的流量来生成，但是在第 2 实施例中，氧气浓度的修正系数基于超声波式氧气浓度流量测定装置 200 所测定的浓缩氧气的流量来生成。关于其余的作用，与第 1 实施例是同样的。

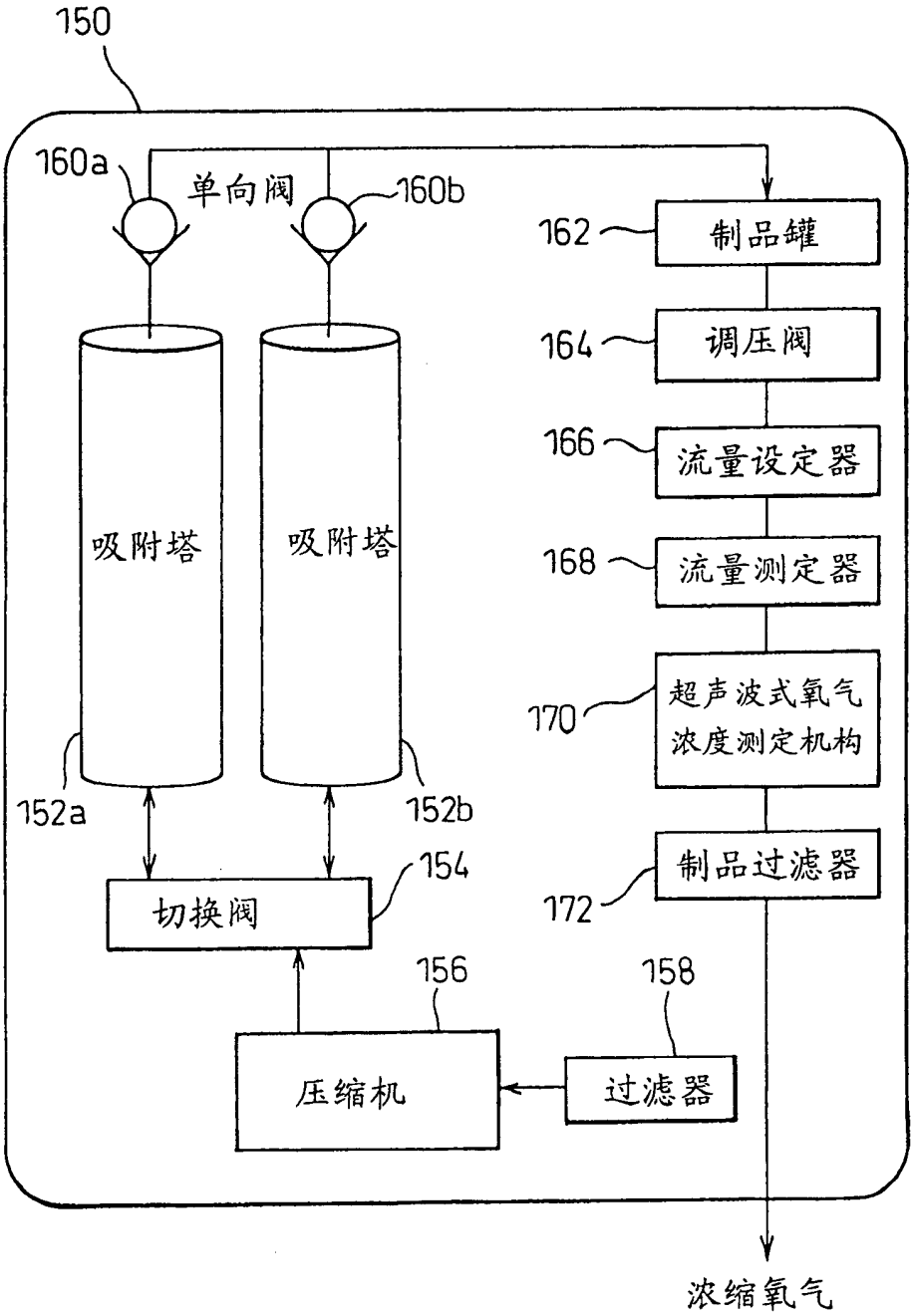

150
160a
单向阀
160b
162
制品罐
164
调压阀
166
流量设定器
168
流量测定器
170
超声波式氧气
浓度测定机构
172
制品过滤器
吸附塔
吸附塔
152a
152b
154
切换阀
156
压缩机
158
过滤器
浓缩氧气

图 1

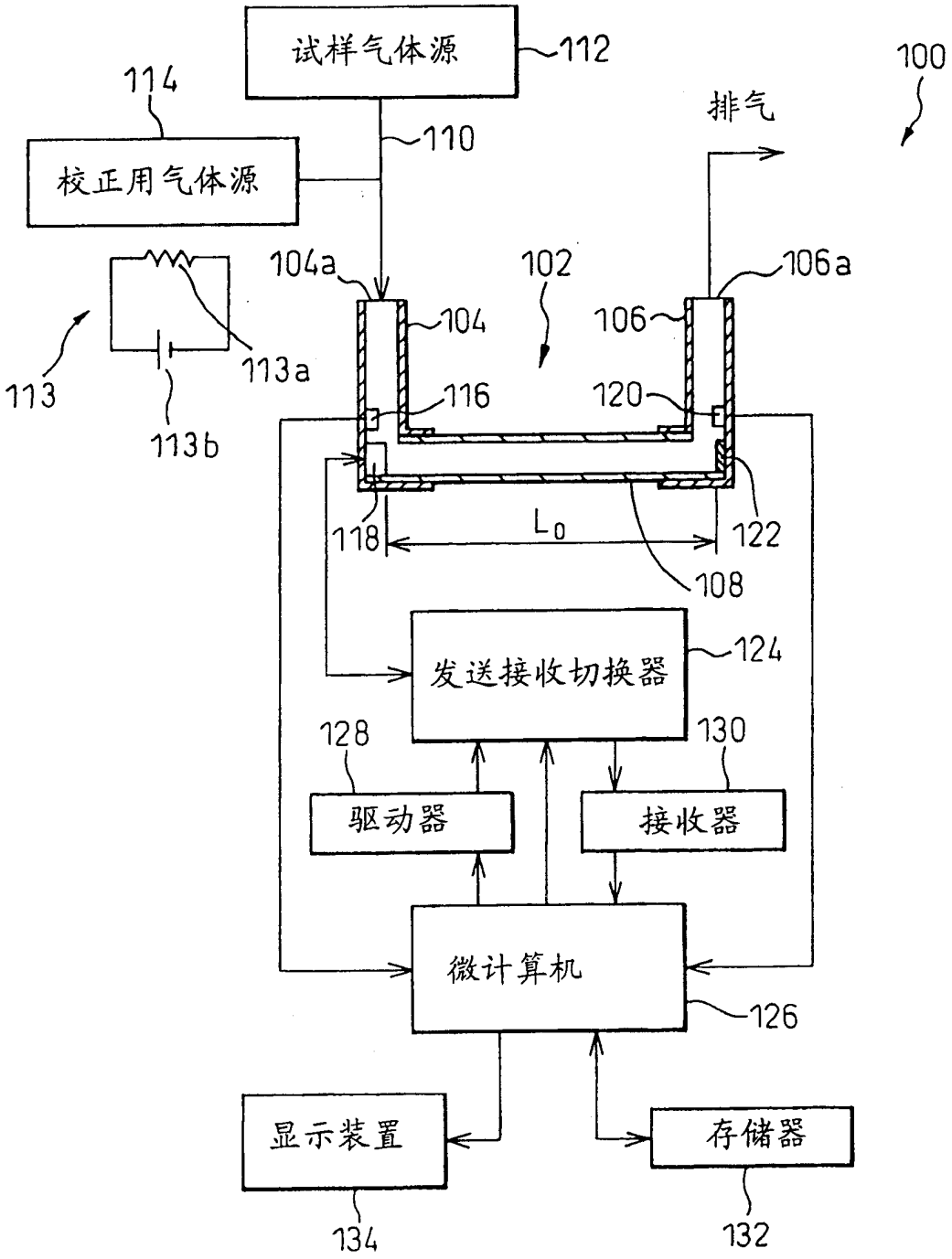

试样气体源
112
100
114
排气
110
校正用气体源
104a
102
106a
104
106
113
113a
116
120
113b
118
L_0
122
108
发送接收切换器
124
128
130
驱动器
接收器
微计算机
126
显示装置
存储器
134
132

图 2

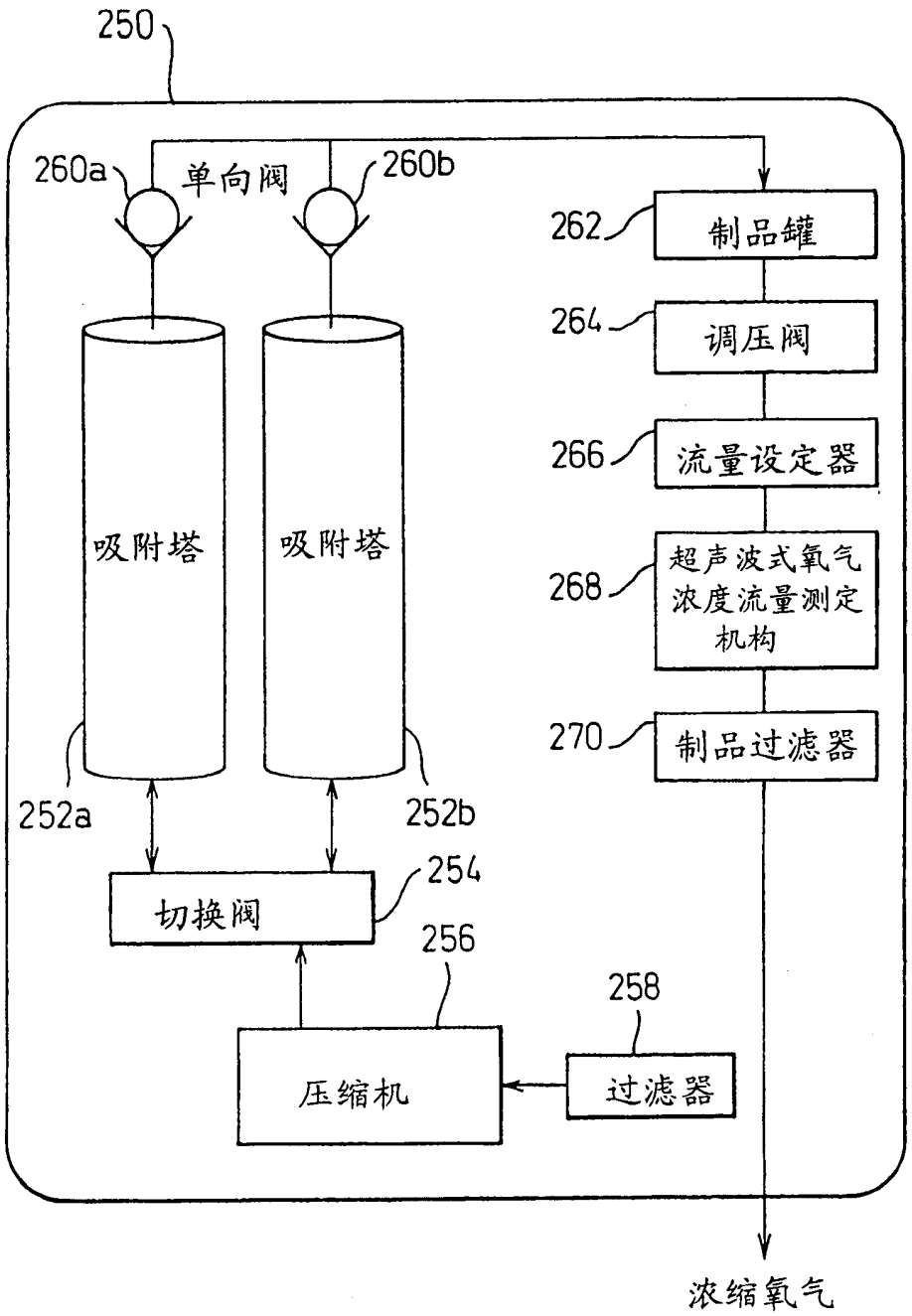

250
260a
单向阀
260b
262
制品罐
264
调压阀
266
流量设定器
268
超声波式氧气浓度流量测定机构
270
制品过滤器
吸附塔
吸附塔
252a
252b
254
切换阀
256
258
压缩机
过滤器
浓缩氧气

图 3

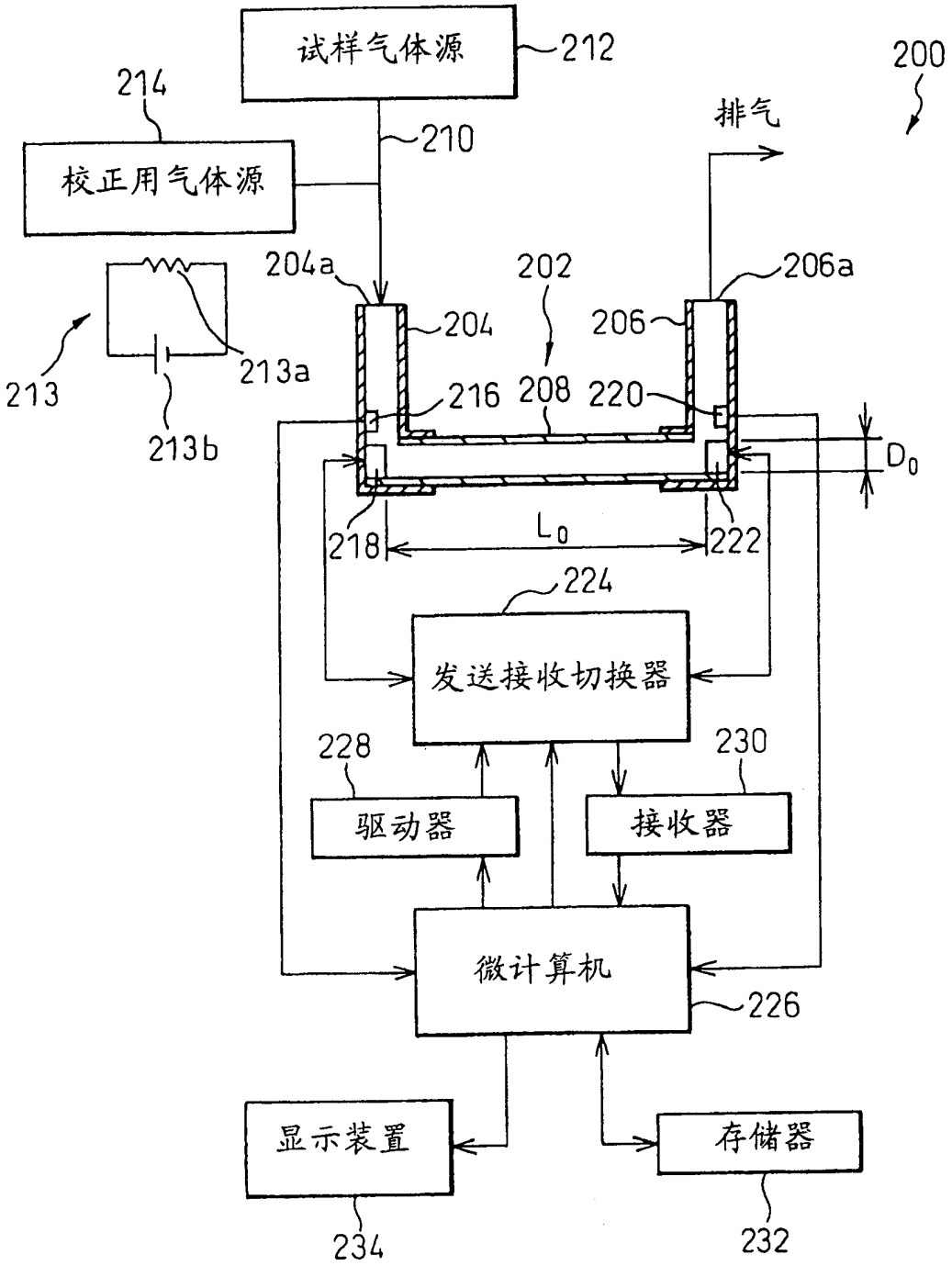

试样气体源
212
200
214
排气
210
校正用气体源
204a
202
206a
204
206
213
213a
216
208
220
213b
D_0
218
L_0
222
224
发送接收切换器
228
230
驱动器
接收器
微计算机
226
显示装置
存储器
234
232

图 4