



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101256106 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 09

(21) 申请号 200710151662. 9

G01L 13/00(2006. 01)

(22) 申请日 2007. 09. 25

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

JP 2006-329847 A, 2006. 12. 07, 全文.

2007-045294 2007. 02. 26 JP

US 5680109 A, 1997. 10. 21, 全文.

(73) 专利权人 横河电机株式会社

JP 2004-132817 A, 2004. 04. 30, 全文.

地址 日本东京

US 2006/0278006 A1, 2006. 12. 14, 全文.

专利权人 桥诘匠

审查员 雒晓明

涌井彻也

荣野隼一

(72) 发明人 桥诘匠 涌井彻也 荣野隼一

宫地宣夫 结城义敬

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 何立波 张天舒

(51) Int. Cl.

G01L 27/00(2006. 01)

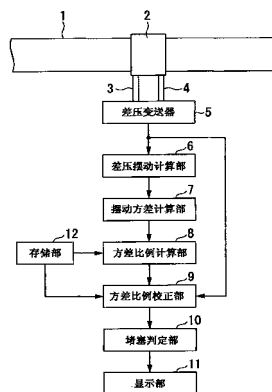
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

导管堵塞检测装置及导管堵塞检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种导管堵塞检测装置,具有:差压检测单元,基于经由高压侧导管传递的高压侧压力、和经由低压侧导管传递的低压侧压力,检测流体的差压;差压摆动计算单元,基于差压的时间序列数据计算差压摆动;摆动方差计算单元,计算差压摆动的方差;方差比例计算单元,计算差压摆动的方差、和预先在正常时求出的差压摆动方差之间的方差比例;方差比例校正单元,基于差压的时间序列数据、和预先在正常时求出的差压的时间序列数据,计算用于抑制由流体的流量变化引起的方差比例的变化的校正系数,并利用该校正系数校正方差比例;及堵塞判定单元,通过对由该方差比例校正单元校正后的方差比例与规定阈值进行比较,判定高压侧导管及低压侧导管的堵塞。



1. 一种导管堵塞检测装置,其特征在于,具有:

差压检测单元,其基于经由高压侧导管传递的高压侧压力、和经由低压侧导管传递的低压侧压力,检测流体的差压,并输出该差压的时间序列数据;

差压摆动计算单元,其基于上述差压的时间序列数据,计算差压摆动;

摆动方差计算单元,其计算上述差压摆动的方差;

方差比例计算单元,其计算由该摆动方差计算单元计算出的上述差压摆动的方差、和预先在上述高压侧导管及低压侧导管正常时求出的前述差压摆动方差之间的方差比例;

方差比例校正单元,其基于从上述差压检测单元输出的差压的时间序列数据、和预先在上述正常时求出的上述差压的时间序列数据,计算用于抑制由上述流体的流量变化引起的上述方差比例的变化值的校正值,并利用该校正值校正上述方差比例;以及

堵塞判定单元,其通过对由该方差比例校正单元校正后的上述方差比例与规定阈值进行比较,判定上述高压侧导管及上述低压侧导管的堵塞情况。

2. 根据权利要求1所述的导管堵塞检测装置,其特征在于,

上述方差比例校正单元,计算上述在正常时预先求出的差压的时间序列数据平均值 $Adps$ 、和从上述差压检测单元输出的上述差压的时间序列数据平均值 Adp 之间的比例 $Adps/Adp$,作为校正值,并通过将该校正值与上述方差比例相乘,校正该方差比例。

3. 根据权利要求1所述的导管堵塞检测装置,其特征在于,

上述差压检测单元将检测出的上述差压与规定的阈值进行比较,输出大于该阈值的差压的时间序列数据,

上述在正常时预先求出的差压的时间序列数据,是大于上述规定阈值的值,

在上述正常时预先求出的上述差压摆动的方差,是基于上述正常时预先求出的大于上述规定阈值的差压的时间序列数据而计算出的。

4. 根据权利要求1所述的导管堵塞检测装置,其特征在于,

上述差压摆动计算单元基于上述差压的时间序列数据中的当前值 $Dp(i)$ 、上次值 $Dp(i-1)$ 、上上次值 $Dp(i-2)$,通过下述计算式

$$Fd_p(i) = [Dp(i)-2 \cdot Dp(i-1)+Dp(i-2)]/Dp(i)$$

$$Fd_p(i) = [Dp(i)-2 \cdot Dp(i-1)+Dp(i-2)]/Dp(i-1)$$

$$Fd_p(i) = [Dp(i)-2 \cdot Dp(i-1)+Dp(i-2)]/Dp(i-2)$$

中的任意一个,计算差压摆动 $Fd_p(i)$ 。

5. 一种导管堵塞检测方法,其特征在于,具有:

第1步骤,其基于经由高压侧导管传递的高压侧压力、和经由低压侧导管传递的低压侧压力,检测流体的差压,并取得该差压的时间序列数据;

第2步骤,其基于上述差压的时间序列数据,计算差压摆动;

第3步骤,其计算上述差压摆动的方差;

第4步骤,其计算由该第3步骤计算出的上述差压摆动的方差、和预先在上述高压侧导管及低压侧导管正常时求出的上述差压摆动方差之间的方差比例;

第5步骤,其基于从上述第1步骤取得的上述差压的时间序列数据、和预先在正常时求出的上述差压的时间序列数据,计算用于抑制由上述流体的流量变化引起的上述方差比例的变化值的校正值;

第 6 步骤,其基于上述校正值得校正上述方差比例;以及

第 7 步骤,其通过对由该第 6 步骤校正后的上述方差比例与规定阈值进行比较,判定上述高压侧导管及上述低压侧导管的堵塞情况。

导管堵塞检测装置及导管堵塞检测方法

[0001] 本申请要求申请日为 2007 年 2 月 26 日的日本专利申请第 2007-045294 号的优先权,其内容以引用方式并入本文。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种导管堵塞检测装置及导管堵塞检测方法,其检测导管的堵塞,特别是检测对流过管路的流体的差压进行测量的差压变送器中的导管的堵塞。

背景技术

[0003] 众所周知,所谓差压变送器,其基于经由配置在测流孔的前段及后段的导管传递的压力,测量配置在流体配管中的该测流孔的前段(高压侧)和后段(低压侧)之间的差压。在上述差压变送器中,在导管中产生堵塞的情况下,难以正确地测量差压。由此,从流体管理的观点考虑,检测导管的堵塞非常重要(例如,参照特开 2004-132817 号公报)。下面,说明当前进行的检测导管堵塞的方法的一个例子。

[0004] 在正常时(即导管没有堵塞的状态下),如果从差压变送器按时间序列得到的差压数据为 $Dps(i)$,则由下述计算式(1)表示差压摆动 $Fdps(i)$ 。此外,在下述计算式(1)中, $Dps(i)$ 是差压数据的当前值, $Dps(i-1)$ 是差压数据的上次值。另一方面,差压摆动 $Fdps(i)$ 的方差(方均值) Vas 由下述计算式(2)表示。 N 是差压数据 $Dps(i)$ 的所有采样数。以下,将该 Vas 称为基准摆动方差。在实际运行的初始阶段,预先求出该正常时的基准摆动方差 Vas 。

$$[0005] \quad Fdps(i) = Dps(i) - Dps(i-1) \quad \dots (1)$$

$$[0006] \quad Vas = \sum \{Fdps(i)^2\} / N \quad \dots (2)$$

$$[0007] \quad Fdps(i) = Dps(i) - 2Dps(i-1) + Dps(i-2) \quad \dots (3)$$

[0008] 并且,在工厂设备(plant)的实际运行时,在每次导管的诊断定时到来时,使用从差压变送器按时间序列得到的差压数据 $Dp(i)$,与上述相同地求出差压摆动 $Fdp(i)$ 及差压摆动的方差 Va 。此外,实际运行时的差压摆动 $Fdp(i)$ 和差压摆动的方差 Va 的计算式,与上述计算式(1)及(2)相同。

[0009] 并且,计算在上述导管诊断定时求出的差压摆动的方差 Va 、和上述预先求出的基准摆动方差 Vas 之间的比例 $D = \sqrt{Va/Vas}$ 。由于差压摆动的方差 Va 与导管堵塞状态对应而变化,所以可以根据上述比例 D 的变化检测导管的堵塞。例如,在高压侧及低压侧导管这两处堵塞的情况下,差压摆动的方差 Va 变小(比例 D 也变小)。另外,在高压侧或低压侧导管的一处堵塞的情况下,差压摆动的方差 Va 变大(比例 D 也变大)。此外,由于在导管正常的情况下,差压摆动方差 Va 成为接近基准摆动方差 Vas 的值,所以比例 D 成为接近“1”的值。由此,通过比较比例 D 和规定阈值,能够判定是高压侧及低压侧导管这两处都堵塞、还是一处堵塞、还是正常。

[0010] 另外,在求取差压摆动的情况下,也可以使用上述计算式(3)取代上述计算式(1)。例如,如果使用计算式(1),则在差压产生过渡性变化(上升或下降)的情况下,产生

该过渡性变化成分被当作为摆动而表现出来的问题。由此,通过使用计算式(3),即使在如上述差压中产生过渡性变化的情况下,也能够去除该过渡性变化成分,能够仅捕捉真正的摆动成分(例如,参照特开2004-294175号公报)。

[0011] 差压摆动方差不仅与导管的堵塞状态对应而变化,也受流体的流量的影响而变化。因此,由于上述基准摆动方差 V_{as} 是在某个固定的流量条件下的试验值,所以在实际运行时流量增减的情况下,即使导管的堵塞状态相同,比例 D 的值也会产生变化。即,由于需要与流体的流量对应而变更阈值或基准摆动方差 V_{as} 的设定值,所以操作者的工作负担增大,另外,在例如使上述的设定值自动变更的情况下,产生导致装置成本增大的问题。

[0012] 本发明就是为了解决上述问题而提出的其目的在于,不受流体流量的影响,正确地检测导管的堵塞状态。

发明内容

[0013] 为了解决上述问题,本发明采用下述方法。

[0014] 即,本发明的导管堵塞检测装置具有:差压检测单元,其基于经由高压侧导管传递的高压侧压力、和经由低压侧导管传递的低压侧压力,检测流体的差压,并输出该差压的时间序列数据;差压摆动计算单元,其基于上述差压的时间序列数据,计算差压摆动;摆动方差计算单元,其计算上述差压摆动的方差;方差比例计算单元,其计算由该摆动方差计算单元计算出的上述差压摆动的方差、和预先在上述高压侧导管及低压侧导管正常时求出的前述差压摆动方差之间的方差比例;方差比例校正单元,其基于从上述差压检测单元输出的上述差压的时间序列数据、和预先在上述正常时求出的上述差压的时间序列数据,计算用于抑制由上述流体的流量变化引起的上述方差比例的变化的校正值,并利用该校正值校正上述方差比例;以及堵塞判定单元,其通过对由该方差比例校正单元校正后的上述方差比例与规定阈值进行比较,判定上述高压侧导管及上述低压侧导管的堵塞情况。

[0015] 上述方差比例校正单元,计算上述在正常时预先求出的差压的时间序列数据平均值 $Adps$ 、和从上述差压检测单元输出的上述差压的时间序列数据平均值 Adp 之间的比例 $Adps/Adp$,作为校正值,并通过将该校正值与上述方差比例相乘,校正该方差比例。

[0016] 也可以是上述差压检测单元将检测出的上述差压与规定的阈值进行比较,输出大于该阈值的差压的时间序列数据,在正常时预先求出的差压的时间序列数据,是大于上述规定阈值的值,在上述正常时预先求出的上述差压摆动的方差,是基于上述正常时预先求出的大于上述规定阈值的差压的时间序列数据而计算出的。

[0017] 上述差压摆动计算单元也可以基于上述差压的时间序列数据中的当前值 $Dp(i)$ 、上次值 $Dp(i-1)$ 、上上次值 $Dp(i-2)$,通过下述计算式(11)、计算式(12)、或计算式(13)中的任意一个,计算差压摆动 $Fdp(i)$ 。

$$[0018] \quad Fdp(i) = [Dp(i) - 2 \cdot Dp(i-1) + Dp(i-2)] / Dp(i) \quad \cdots (11)$$

$$[0019] \quad Fdp(i) = [Dp(i) - 2 \cdot Dp(i-1) + Dp(i-2)] / Dp(i-1) \quad \cdots (12)$$

$$[0020] \quad Fdp(i) = [Dp(i) - 2 \cdot Dp(i-1) + Dp(i-2)] / Dp(i-2) \quad \cdots (13)$$

[0021] 另外,本发明的导管堵塞检测方法具有:第1步骤,其基于经由高压侧导管传递的高压侧压力、和经由低压侧导管传递的低压侧压力,检测流体的差压,并取得该差压的时间序列数据;第2步骤,其基于上述差压的时间序列数据,计算差压摆动;第3步骤,其计算

上述差压摆动的方差;第4步骤,其计算由该第3步骤计算的上述差压摆动的方差、和预先在上述高压侧导管及低压侧导管正常时求出的上述差压摆动方差之间的方差比例;第5步骤,其基于从上述第1步骤取得的上述差压的时间序列数据、和预先在正常时求出的上述差压的时间序列数据,计算用于抑制由上述流体的流量变化引起的上述方差比例的变化的校正值;第6步骤,其基于上述校正值校正上述方差比例;及第7步骤,其通过对由该第6步骤校正后的上述方差比例与规定阈值进行比较,判定高压侧导管及低压侧导管的堵塞情况。

[0022] 根据本发明,通过求出用于抑制由流体流量变化引起的方差比例的变化的校正值,并使用该校正值校正方差比例,能够不受流体流量的影响,正确地检测导管堵塞状态。

[0023] 附图说明

[0024] 图1是本发明的实施方式1所涉及的导管堵塞检测装置的构成概略图。

[0025] 图2是该导管堵塞检测装置的动作流程图。

[0026] 图3是表示在断续流动的条件下的差压数据 $D_p(i)$ 随时间变化的示意图。

[0027] 图4是本发明的实施方式2所涉及的导管堵塞检测装置的动作流程图。

[0028] 具体实施方式

[0029] 下面,参照附图说明本发明的各个实施方式。

[0030] (实施方式1)

[0031] 图1是本发明的实施方式1中的导管堵塞检测装置的构成概略图。此外,本导管堵塞检测装置,检测配置在测流孔2的前段(高压侧)的高压侧导管3和配置在后段(低压侧)的低压侧导管4的堵塞,该测流孔2设置在工厂设备等的流体的配管1中。

[0032] 如图1所示,该导管堵塞检测装置构成为,具有差压变送器(差压检测单元)5、差压摆动计算部6、摆动方差计算部7、方差比例计算部8、方差比例校正部9、堵塞判定部10、显示部11及存储部12。

[0033] 差压变送器5基于经由高压侧导管3传递的高压侧压力、和经由低压侧导管4传递的低压侧压力,检测流体的差压,向差压摆动计算部6及方差比例校正部9输出表示该差压的时间序列数据即差压数据 $D_p(i)$ 。差压摆动计算部6基于从上述差压变送器5按时间序列得到的差压数据 $D_p(i)$,根据下述计算式(4)计算差压摆动 $F_{dp}(i)$,向摆动方差计算部7输出该差压摆动 $F_{dp}(i)$ 。此外,在下述计算式(4)中, $D_p(i)$ 是差压数据的当前值, $D_p(i-1)$ 是差压数据的上次值。

[0034]
$$F_{dp}(i) = D_p(i) - D_p(i-1) \quad \cdots (4)$$

[0035] 摆动方差计算部7基于下述计算式(5),计算由上述差压摆动计算部6得到的差压摆动 $F_{dp}(i)$ 的方差 V_a (方均值),向方差比例计算部8输出该差压摆动方差 V_a 。此外, N 是差压数据 $D_p(i)$ 的全部采样数。方差比例计算部8根据下述计算式(6),计算从上述摆动方差计算部7得到的差压摆动方差 V_a 、和高压侧导管3及低压侧导管4正常时的基准摆动方差 V_{as} 之间的方差比例 D ,该基准摆动方差 V_{as} 预先存储在存储部12中,并且,向方差比例校正部9输出该方差比例 D 。

[0036]
$$V_a = \sum \{F_{dp}(i)^2\} / N \quad \cdots (5)$$

[0037]
$$D = \sqrt{V_a / V_{as}} \quad \cdots (6)$$

[0038] 方差比例校正部9基于从该差压变送器5按时间序列得到的差压数据 $D_p(i)$,根据

下述计算式 (7) 计算差压数据平均值 Adp , 另一方面, 计算预先存储在存储部 12 中的、高压侧导管 3 及低压侧 导管 4 正常时的差压数据平均值 (基准差压平均值) $Adps$ 、和如上所述计算出的差压数据平均值 Apd 之间的比例, 作为校正值 $k (= Adps/Adp)$ 。此外, 该校正值 k 是用于抑制由流过配管 1 的流体的流量变化引起的方差比例 D 的变化的校正值。方差比例校正部 9 如下述计算式 (8) 所示, 通过将由方差比例校正部 9 得到的方差比例 D 乘以上述校正值 k , 计算校正方差比例 D_{comp} , 向堵塞判定部 10 输出该校正方差比例 D_{comp} 。

$$[0039] \quad Adp = \sum \{Dp(i)\} / N \quad \dots (7)$$

$$[0040] \quad D_{comp} = k \cdot D = (Adps/Adp) \cdot D \quad \dots (8)$$

[0041] 堵塞判定部 10 通过将上述校正方差比例 D_{comp} 与规定的阈值进行比较, 判定高压侧导管 3 及低压侧导管 4 的堵塞状态, 向显示部 11 输出该判定结果。显示部 11 例如是液晶显示装置, 显示由上述堵塞判定部 10 得到的判定结果。存储部 12 预先存储高压侧导管 3 及低压侧导管 4 正常时的基准摆动方差 Vas 和基准差压平均值 $Adps$ 。

[0042] 下面, 说明上述构成的本导管堵塞检测装置的动作。

[0043] (基准摆动方差 Vas 及基准差压平均值 $Adps$ 的设定)

[0044] 首先, 需要在高压侧导管 3 及低压侧导管 4 正常时 (即导管没有堵塞的状态) 下, 基于从差压变送器 5 按时间序列得到的差压数据, 在实际运行的开始阶段预先求出基准摆动方差 Vas 和基准差压平均值 $Adps$, 存储在存储部 12 中。具体地说, 在正常时, 在固定流量条件下, 如果从差压变送器 5 按时间序列得到的差压数据为 $Dps(i)$, 则根据上述计算式 (1) 求出差压摆动 $Fdps(i)$ 。另一方面, 根据上述计算式 (2) 求出差压摆动 $Fdps(i)$ 的方差 (基准摆动方差) Vas 。另外, 根据下述计算式 (9) 求出基准差压平均值 $Adps$ 。基于这些计算式 (1)、(2)、(9), 求出基准摆动方差 Vas 及基准差压平均值 $Adps$, 预先存储在存储部 12 中。

$$[0045] \quad Adps = \sum \{Dps(i)\} / N \quad \dots (9)$$

[0046] (实际运行时的堵塞判定动作)

[0047] 图 2 是工厂设备实际运行时的导管堵塞判定动作的流程图。此外, 图 2 所示的动作流程, 在每次导管诊断定时到来时运行。首先, 差压变送器 5 基于经由高压侧导管 3 传递的高压侧压力、和经由低压侧导管 4 传递的低压侧压力, 检测流体的差压, 向差压摆动计算部 6 及方差比例校正部 9 输出表示该差压的差压数据 $Dp(i)$ (步骤 S1)。然后, 差压摆动计算部 6 基于从上述差压变送器 5 按时间序列得到的差压数据 $Dp(i)$, 根据上述计算式 (4) 计算差压摆动 $Fdp(i)$, 向摆动方差计算部 7 输出该差压摆动 $Fdp(i)$ (步骤 S2)。

[0048] 然后, 摆动方差计算部 7 基于上述计算式 (5), 计算从上述差压摆动计算部 6 得到的差压摆动 $Fdp(i)$ 的方差 Va , 向方差比例计算部 8 输出该差压摆动方差 Va (步骤 S3)。然后, 方差比例计算部 8 根据上述计算式 (6), 计算从上述摆动方差计算部 7 得到的差压摆动方差 Va 、和高压侧导管 3 及低压侧导管 4 正常时的基准摆动方差 Vas 之间的方差比例 D , 向方差比例校正部 9 输出该方差比例 D (步骤 S4), 该基准摆动方差 Vas 预先存储在存储部 12 中。

[0049] 然后, 方差比例校正部 9 基于从差压变送器 5 按时间序列得到的差压数据 $Dp(i)$, 根据上述计算式 (7) 计算差压数据平均值 Adp (步骤 S5)。并且, 方差比例校正部 9 计算高压侧导管 3 及低压侧导管 4 正常时的基准差压平均值 $Adps$ 和上述差压数据平均值 Adp 之间的比例, 作为校正值 $k (= Adps/Adp)$ (步骤 S6), 该基准差压平均值 $Adps$ 预先存储在存储

部 12 中。然后,方差比例校正部 9 如上述计算式 (8) 所示,通过将方差比例校正部 9 得到的方差比例 D 乘以上述校正值 k ,计算校正方差比例 D_{comp} ,向堵塞判定部 10 输出该校正方差比例 D_{comp} (步骤 S7)。

[0050] 如上述所示,差压摆动的方差不仅与导管堵塞状态对应而变化,也受流体流量的影响而变化。例如,由于如果流量增大,则差压摆动方差 V_a 变大,所以方差比例 D 也变大。另一方面,由于如果流量增大,则差压变大,即差压数据平均值 A_{dp} 也变大,所以校正值 k 变小。由此,校正值 k 成为抑制由流过配管 1 的流体的流量变化引起的方差比例 D 的变化的值。由此,根据上述计算式 (8) 得到的校正方差比例 D_{comp} ,成为校正流量变化对方差比例 D 的影响的值。

[0051] 然后,堵塞判定部 10 通过对上述校正方差比例 D_{comp} 与规定 阈值进行比较,判定高压侧导管 3 及低压侧导管 4 的堵塞状态,向显示部 11 输出该判定结果 (步骤 S8)。对于判定方法,由于与现有技术相同,所以省略详细的说明,但例如将上述校正方差比例 D_{comp} 与第 1 阈值 (例如为 3) 及第 2 阈值 (例如为 0.3) 进行比较,在校正方差比例 $D_{comp} \geq$ 第 1 阈值的情况下,判定高压侧导管 3 或低压侧导管 4 的一处堵塞,另外,在校正方差比例 $D_{comp} \leq$ 第 2 阈值的情况下,判定高压侧导管 3 及低压侧导管 4 这两处都堵塞,另外,在第 2 阈值 $<$ 校正方差比例 $D_{comp} <$ 第 1 阈值的情况下,判定为正常。并且,显示部 11 基于由上述堵塞判定部 10 产生的堵塞判定结果,显示高压侧导管 3 及低压侧导管 4 的堵塞状态。

[0052] 如上述说明所示,根据本实施方式 1 的导管堵塞检测装置,求出用于抑制由流过配管 1 的流体的流量变化引起的方差比例 D 的变化的校正值 k ,通过利用该校正值 k 校正方差比例 D ,能够不受流体流量的影响,正确地检测导管堵塞状态。由此,由于不需要与流体的流量对应而变更阈值或基准摆动方差 V_a 的设定值,所以能够防止操作者的工作负担增大,另外,由于不需要使上述的设定值的变更自动进行,所以能够防止装置成本增大。

[0053] 另外,在本实施方式中,作为校正值 k ,求出高压侧导管 3 及低压侧导管 4 正常时的基准差压平均值 A_{dps} 、和诊断时的差压数据平均值 A_{dp} 之间的比例 ($= A_{dps}/A_{dp}$),但并不限于此,例如也可以求出正常时同样地求出的规定采样数的差压数据 $D_{ps}(i)$ 的合计值 T_{dps} 、和在实际运行时 (诊断时) 按时间序列得到的规定采样数的差压数据 $D_p(i)$ 的合计值 T_{dp} 之间的比例 ($= T_{dps}/T_{dp}$),作为校正值 k 。

[0054] 如上述所示,在本实施方式的导管堵塞检测装置中,将预先在正常时求出的基准差压平均值 A_{dps} 、和在诊断时求出的差压数据平均值 A_{dp} 之间的比例,作为校正值 k ($= A_{dps}/A_{dp}$),通过使用该校正值 k ,校正由流量变化引起的方差比例 D 的变化。但是,在通常的工厂设备中,差压数据 $D_p(i)$ 在诊断期间未必始终恒定。例如,在一次诊断中,有可能出现流量产生从 0 至大于或等于平均流量的数 倍的变动的情况,或者由于工厂设备的原因而断续地流过流体的情况。

[0055] 图 3 是表示在断续地流过流体的条件下 (下面称为“断续流动的条件下”),差压数据 $D_p(i)$ 的随时间变化的图。在图 3 中,例示在期间 T_1 及 T_2 中流体不流动 (即流量为 0),差压数据 $D_p(i)$ 为 0 的情况。

[0056] 由于在这样的断续流动的条件下,在流体不流动的期间 T_1 及 T_2 、和除此之外的流体流动的期间,进行差压数据 $D_p(i)$ 的采样,所以在差压摆动方差 V_a 和差压数据平均值 A_{dp} 的计算时会产生误差。例如,如果在流体不流动的期间 T_1 及 T_2 的采样数为 n ,在其他的流

体流动的期间的采样数为 m , 则在断续流动的条件下使用本实施方式的导管堵塞检测装置的情况下, 校正方差比例 D_{comp} 由下述计算式 (10) 表示。从该计算式 (10) 可知, 在断续流动的条件下, 具有差压摆动方差 V_a 越小, 方差比例 D 越被过度校正的倾向。

$$[0057] \quad D_{comp} = 1 / \sqrt{\{m / (m+n)\}} \cdot k \cdot D \quad \cdots (10)$$

[0058] 如上述所示, 在如断续流动的条件下这样流量剧烈变化的情况下, 难以正确地检测导管的堵塞状态。在这种情况下, 通过使用下述说明的实施方式 2 的导管堵塞检测装置, 能够正确地检测导管的堵塞状态。

[0059] (实施方式 2)

[0060] 对于实施方式 2 中的导管堵塞检测装置的装置构成, 由于其与图 1 所示的实施方式 1 的导管堵塞检测装置比较, 仅在差压变送器 5 中添加了下述说明的功能, 其他的构成要素相同, 所以省略附图及说明。另外, 为了便于说明, 与实施方式 1 的差压变送器 5 进行区别, 在本实施方式中表示为差压变送器 5a。

[0061] 本实施方式中的导管检测装置的差压变送器 5a, 基于经由高压侧导管 3 传递的高压侧压力、和经由低压侧导管 4 传递的低压侧压力, 检测流体的差压, 将该差压与规定阈值 LT 进行比较, 仅将大于阈值 LT 的差压的时间序列数据即差压数据 $D_p(i)$ 输出至差压摆动计算部 6 及方差比例校正部 9。在这里, 阈值 LT 设定为平均差压数据 $D_p(i)$ 值的 5% 左右。

[0062] 下面, 说明本实施方式中的导管堵塞检测装置的动作。

[0063] (基准摆动方差 V_{as} 及基准差压平均值 $Adps$ 的设定)

[0064] 首先, 与实施方式 1 相同地, 需要在高压侧导管 3 及低压侧导管 4 正常时 (即导管没有堵塞的状态), 基于从差压变送器 5a 按时间序列得到的差压数据 $D_p(i)$, 在实际运行的开始阶段预先求出基准摆动方差 V_{as} 和基准差压平均值 $Adps$, 存储在存储部 12 中。在这里, 本实施方式与上述实施方式 1 的不同点在于, 从差压变送器 5a 按时间序列得到的差压数据 $D_p(i)$, 如上述所示, 是大于阈值 LT 的值的差压数据 $D_p(i)$ 。即, 从图 3 可知, 根据差压变送器 5a 得到除了流体不流动的期间 $T1$ 及 $T2$ 之外的、仅流体流动的期间的差压数据 $D_p(i)$ 。

[0065] 具体地说, 在正常时, 即在如图 3 所示的断续流动的条件下, 如果从差压变送器 5a 按时间序列得到的、大于阈值 LT 的差压数据为 $D_{ps}(i)$, 则根据上述计算式 (1) 计算差压摆动 $F_{dps}(i)$ 。另一方面, 根据上述计算式 (2) 计算差压摆动 $F_{dps}(i)$ 的方差 (基准摆动方差) V_{as} 。另外, 在计算式 (2) 中, N 是差压数据 $D_{ps}(i)$ 的所有采样数, 但该所有采样数当然是大于阈值 LT 的差压数据 $D_{ps}(i)$ 的采样数。另外, 根据上述计算式 (9) 计算基准差压平均值 $Adps$ 。基于这些计算式 (1)、(2)、(9), 求出基准摆动方差 V_{as} 及基准差压平均值 $Adps$, 预先存储在存储部 12 中。

[0066] (实际运行时的堵塞判定动作)

[0067] 图 4 是实施方式 2 中的工厂设备实际运行时 (断续流动的条件下) 的导管堵塞判定动作的流程图。此外, 图 4 所示的动作流程, 在每次导管诊断定时到来时运行。首先, 差压变送器 5a 基于经由高压侧导管 3 传递的高压侧压力、和经由低压侧导管 4 传递的低压侧压力, 检测流体的差压, 将该差压与阈值 LT 比较, 仅将大于阈值 LT 的差压时间序列数据即差压数据 $D_p(i)$ 向差压摆动计算部 6 及方差比例校正部 9 输出 (步骤 S10)。在这里, 从差压变送器 5a 输出除了流体不流动的期间 $T1$ 及 $T2$ 之外的、仅流体流动的期间的差压数据 $D_p(i)$ 。

[0068] 并且,差压摆动计算部 6 基于从上述差压变送器 5a 按时间序列得到的、大于阈值 LT 的差压数据 $D_p(i)$,根据上述计算式 (4) 计算差压摆动 $F_{dp}(i)$,向摆动方差计算部 7 输出该差压摆动 $F_{dp}(i)$ (步骤 S11)。

[0069] 然后,摆动方差计算部 7 基于上述计算式 (5),计算从上述差压摆动计算部 6 得到的差压摆动 $F_{dp}(i)$ 的方差 V_a ,向方差比例计算部 8 输出该差压摆动方差 V_a (步骤 S12)。然后,方差比例计算部 8 根据上述计算式 (6) 计算从上述摆动方差计算部 7 得到的差压摆动方差 V_a 、和高压侧导管 3 及低压侧导管 4 正常时的基准摆动方差 V_{as} 之间的方差比例 D ,向方差比例校正部 9 输出该方差比例 D (步骤 S13),该基准摆动方差 V_{as} 预先存储在存储部 12 中。

[0070] 然后,方差比例校正部 9 基于从差压变送器 5a 按时间序列得到的、大于阈值 LT 的差压数据 $D_p(i)$,根据上述计算式 (7) 计算差压数据平均值 Ad_p (步骤 S14)。然后,方差比例校正部 9 计算高压侧导管 3 及低压侧导管 4 正常时的基准差压平均值 Ad_{ps} 、和上述差压数据平均值 Ad_p 之间的比例,作为校正值 $k (= Ad_{ps}/Ad_p)$ (步骤 S15),该基准差压平均值 Ad_{ps} 预先存储在存储部 12 中。

[0071] 然后,方差比例校正部 9 如上述计算式 (8) 所示,通过将从方差比例校正部 9 得到的方差比例 D 乘以上述校正值 k ,计算校正方差比例 D_{comp} ,向堵塞判定部 10 输出该校正方差比例 D_{comp} (步骤 S16)。然后,堵塞判定部 10 与实施方式 1 相同地,通过将上述校正方差比例 D_{comp} 与规定阈值比较,判定高压侧导管 3 及低压侧导管 4 的堵塞状态,向显示部 11 输出该判定结果 (步骤 S17)。

[0072] 如上述说明所示,由于根据本实施方式的导管堵塞检测装置,仅对大于阈值 LT 的差压数据 $D_p(i)$ 进行采样,所以即使如在断续流动的条件下这样流量剧烈变化,也能够不受流体不流动期间的的影响,正确地判定导管堵塞状态。

[0073] 另外,在上述实施方式 1 及 2 中,使用计算式 (4) 作为计算差压摆动 $F_{dp}(i)$ 的计算式,但也可以使用计算式 (3) 取代该计算式 (4) (仅改变下标)。通过使用该计算式 (3),即使在差压中发生过渡性变化的情况下,也能够去除该过渡性变化的成分,能够仅捕捉真正的摆动成分。

[0074] 此外,作为计算差压摆动 $F_{dp}(i)$ 的计算式,也可以使用下述计算式 (11) 至 (13) 中的任意一个。这些计算式 (11) 至 (13),是将上述计算式 (3) 进一步除以差压数据的当前值 $D_p(i)$ 、或上次值 $D_p(i-1)$ 或上上次值 $D_p(i-2)$ 。通过使用这些计算式,能够不受差压的过渡性变化成分或流量变化影响,正确地得到差压摆动 $F_{dp}(i)$ 。

$$[0075] \quad F_{dp}(i) = [D_p(i) - 2 \cdot D_p(i-1) + D_p(i-2)] / D_p(i) \quad \dots (11)$$

$$[0076] \quad F_{dp}(i) = [D_p(i) - 2 \cdot D_p(i-1) + D_p(i-2)] / D_p(i-1) \quad \dots (12)$$

$$[0077] \quad F_{dp}(i) = [D_p(i) - 2 \cdot D_p(i-1) + D_p(i-2)] / D_p(i-2) \quad \dots (13)$$

[0078] 尽管上述内容描述和说明了本发明的优选实施方式,但应该理解这些只是本发明的例子,而不应该理解成对本发明的限定。在不脱离本发明的主旨范围的条件下,可以进行增加、删除、替换和其他修改。因此,不应该认为本发明受限于上述描述,本发明仅由所附的权利要求书所涉及的范围限定。

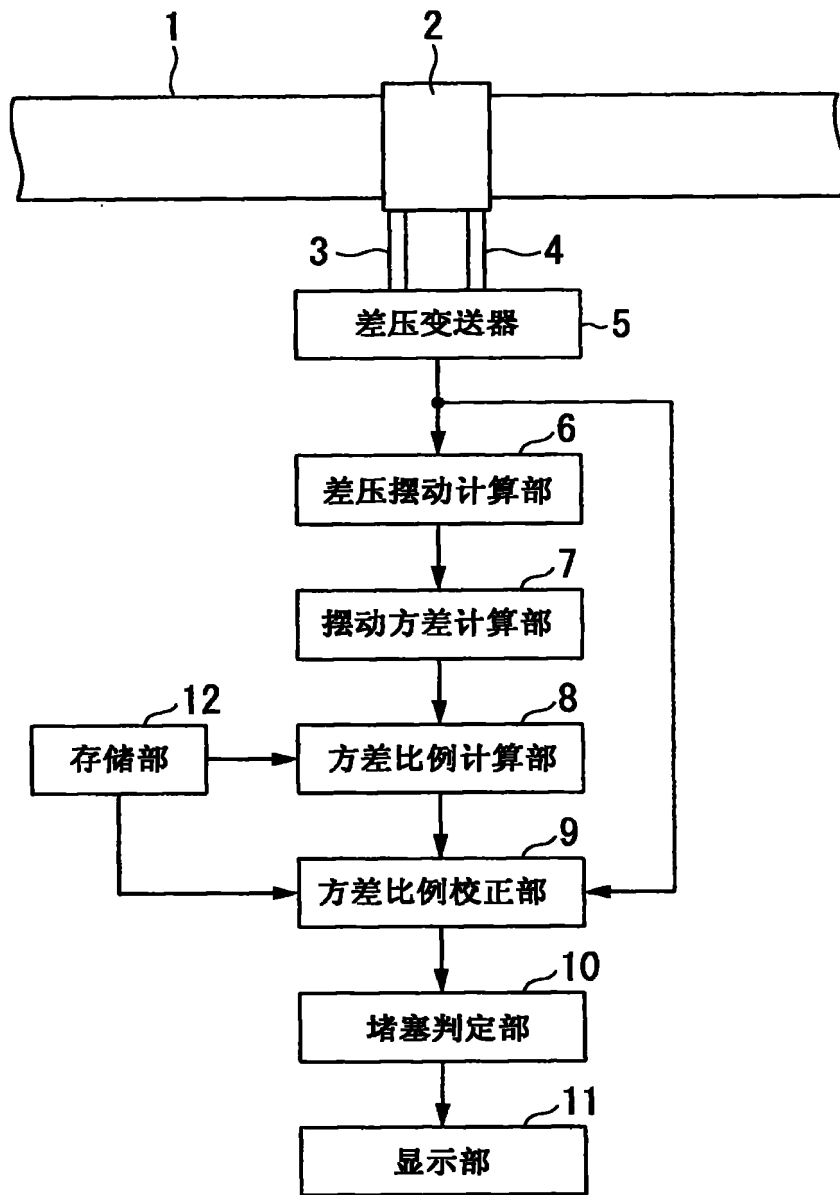


图 1

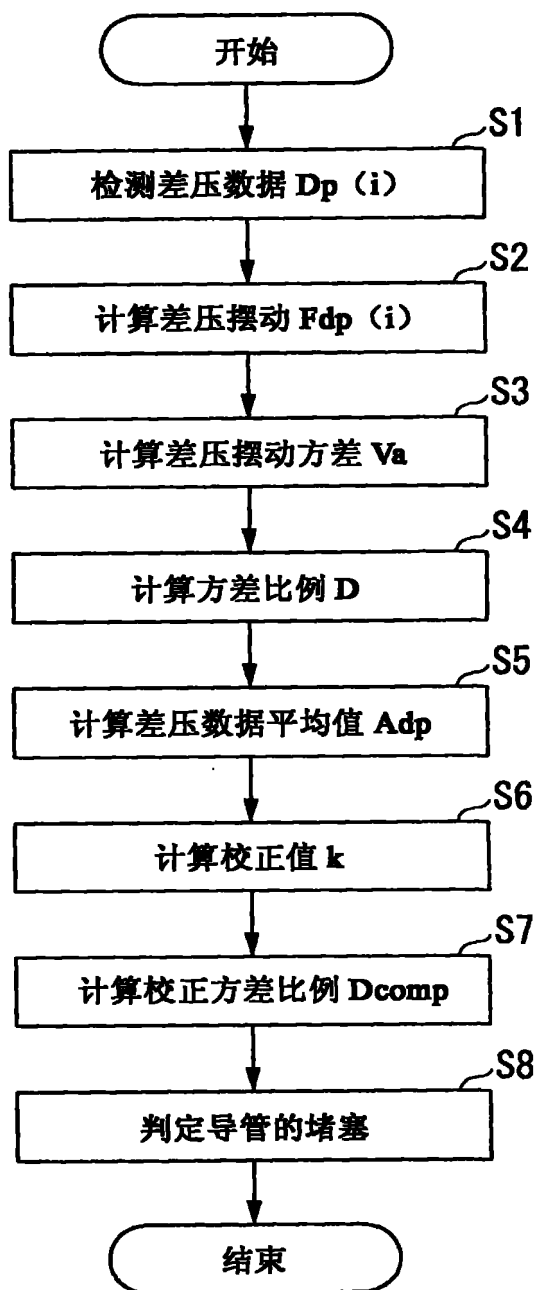


图 2

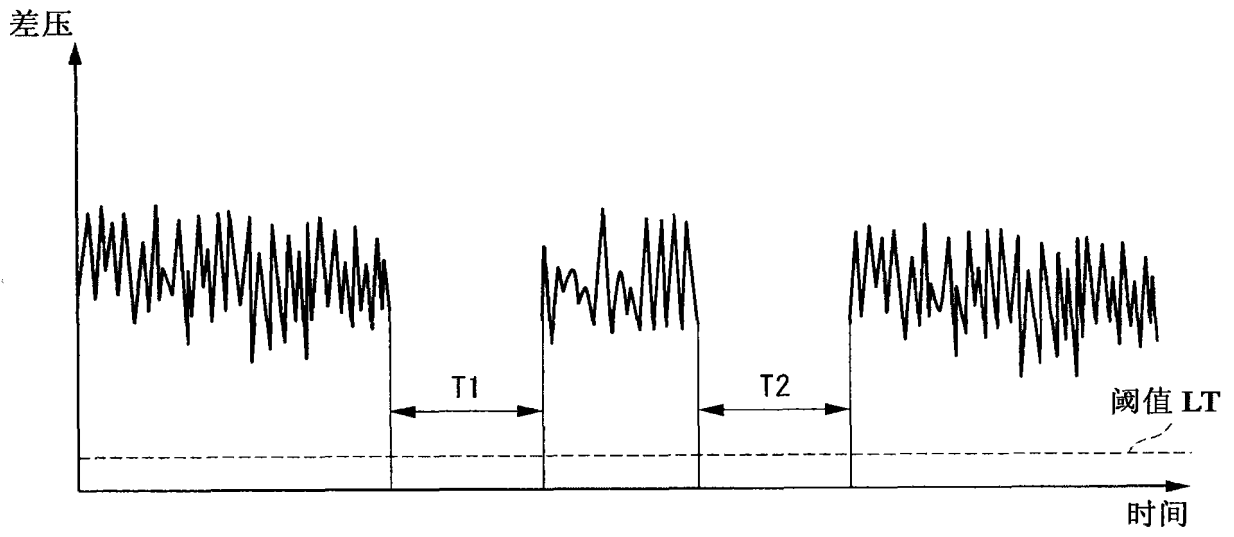


图 3

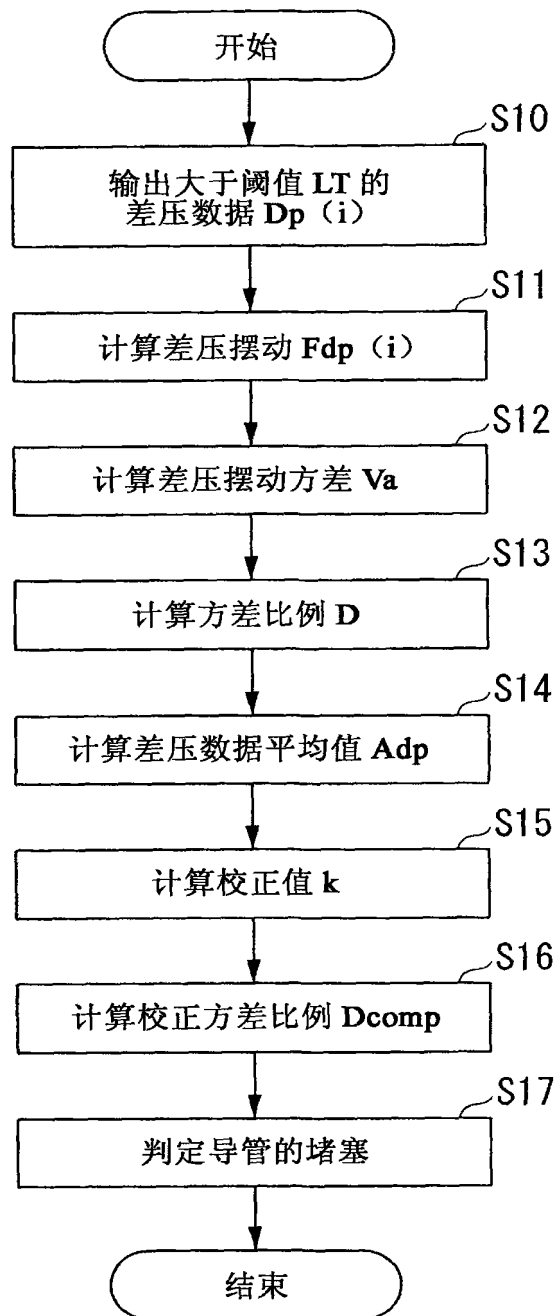


图 4