

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-214642

(P2005-214642A)

(43) 公開日 平成17年8月11日(2005.8.11)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 M 3/28	GO 1 M 3/28 A	2 F O 3 O
F 1 7 D 5/06	F 1 7 D 5/06	2 F O 3 5
GO 1 F 1/00	GO 1 F 1/00 T	2 G O 6 7
GO 1 F 1/696	GO 1 F 1/68 2 O 1	3 J O 7 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-18074 (P2004-18074)
 (22) 出願日 平成16年1月27日 (2004.1.27)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
 (74) 代理人 100089233
 弁理士 吉田 茂明
 (74) 代理人 100088672
 弁理士 吉竹 英俊
 (74) 代理人 100088845
 弁理士 有田 貴弘
 (72) 発明者 有吉 雄二
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内
 Fターム(参考) 2F030 CB02 CB07 CE04
 2F035 EA04 EA08 EA09

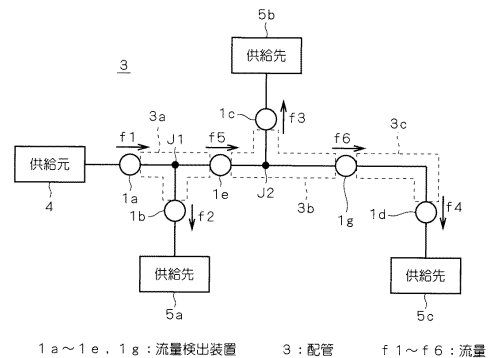
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体の漏洩検出方法及び流量検出装置

(57) 【要約】

【課題】 配管内を流れる流体の状態に依らずに漏洩箇所と漏洩量とを精度良くかつ簡便に検出する。

【解決手段】 流体を搬送する配管3において漏洩検出を希望する箇所(ブロック3a, 3b, 3c)の前記配管の各々に、順方向及び順方向とは反対の逆方向とに流れる流体について符号を変えて流量を測定する流量検出装置1a~1e, 1gが設けられる。まず順方向に対して流れる流体の方向と符号との対応関係を全ての流量検出装置で同一にする。このとき、例えばブロック3aにおいては、少なくとも一つの流量検出装置1aにおいて順方向は前記箇所に向かい、他の少なくとも一つの流量検出装置1b, 1eにおいて逆方向は前記箇所に向かう。流量検出装置1aが測定した流量f1と、流量検出装置1b, 1eが測定した流量f2, f5の総和との差の絶対値が所定値を超える場合に漏洩を検出したと判断する。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体を搬送する配管での漏洩を、流量検出装置を用いて検出する漏洩検出方法において、
漏洩検出を希望する箇所の前記配管の各々に、順方向及び前記順方向とは反対の逆方向とに流れる前記流体について符号を変えて流量を測定する前記流量検出装置を設け、
順方向に対して流れる流体の方向と前記符号との対応関係を全ての前記流量検出装置で同一にし、
少なくとも一つの前記流量検出装置において前記順方向は前記箇所に向かい、他の少なくとも一つの前記流量検出装置において前記逆方向は前記箇所に向かい、
前記順方向が前記箇所に向かう前記流量検出装置が測定した流量の総和と、前記逆方向が前記箇所に向かう前記流量検出装置が測定した流量の総和との差の絶対値が所定値を超える場合に漏洩を検出したと判断する、流体の漏洩検出方法。

10

【請求項 2】

流体を搬送する配管での漏洩を検出する方法において用いられる流量検出装置であって、
第 1 接続点を介して直列に接続される第 1 発熱抵抗体及び第 2 発熱抵抗体と、
前記第 1 発熱抵抗体及び前記第 2 発熱抵抗体の直列接続に並列に接続され、第 2 接続点を介して直列に接続される第 1 抵抗体と第 2 抵抗体と、
前記第 1 発熱抵抗体及び前記第 2 発熱抵抗体の直列接続の両端に接続される一対の入力端と、
前記第 1 接続点と前記第 2 接続点に接続される一対の出力端と
を有する抵抗ブリッジと、
前記一対の入力端の一方に接続される出力端子と、
前記一対の入力端の他方に接続される第 1 入力端子と、
第 1 の固定電位が与えられる第 2 入力端子と
を有する加算回路と、
入力側が前記一対の出力端の間に接続される帰還回路と、
前記一対の入力端の他方と第 2 の固定電位との間に接続される第 3 抵抗体と
を備える、流量検出装置。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体の漏洩検出方法及び流量検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来は、流体が流れる配管のうち流入口と流出口とのそれぞれの近傍にのみ流量検出装置を設けて、流体の漏洩を検出していた。つまり、流入量の総和と流出量の総和とを比較することにより、流体の漏洩を検出する。例えば、流入量の総和と流出量の総和とがほぼ等しい場合には流体の漏洩がなく、それぞれの総和が異なる場合には流体の漏洩が生じていると判断できる。

40

【0003】

なお、供給者側から需要者側へガス管を介してガスを送る場合において、供給者側と需要者側とに流量検出器を設け、ガスの供給量と需要量とを比較することでガスの漏れを検出する技術が特許文献 1 に開示されている。開閉可能なバルブが設けられた分岐部分を複数含む空気回路において、バルブの開閉により空気圧の異常を検出する技術が特許文献 2 に開示されている。

【0004】

流量検出装置としては、容量式流量計と呼ばれる積算流量計が用いられることが多く、一般に使用されているガスメータのほとんどはこれである。

50

【0005】

また、用途によってはマイクロフローセンサ等の熱式流量計が用いられることもある。しかし、一つの熱式流量計では精度良く流量を計測できる流量域が狭かった。例えば、低流量域用の熱式流量計を高流量域で使用すると流量に対する出力電圧の変化が小さくなって精度良く流量を計測できない等の問題があった。このため、特許文献3に開示されている技術のように、高流量域用の熱式流量計と低流量域用の熱式流量計とを備え、流量によって前記2種類の熱式流量計を使い分けていた。

【0006】

【特許文献1】特開平8-303700号公報

【特許文献2】特開昭63-163134号公報

10

【特許文献3】特開2003-121232号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、従来から一般に用いられている容量式流量計を使った、流体の漏洩検出方法では、漏洩が生じた場合において、流体が正常時に流れる方向に流体が流れているときは漏洩を検出できる。しかし、逆方向に流体が流れたときには漏洩を検出することが困難である。また、計測できる流量範囲が狭いため、微小な漏洩量から通常の最大使用流量までの計測を一つの流量検出装置で行うことが困難である。

【0008】

20

また、特許文献3に開示されている熱式流量計によれば、逆方向に流れる流体の流量を計測することが可能になるとともに、流量を計測できる流量域が広がる。しかし、二種類の熱式流量計を使い分けるための制御が複雑化する。

【0009】

本発明は、上述の事情に鑑みてなされたものであり、配管内を流れる流体の状態に依らずに漏洩箇所と漏洩量とを精度良くかつ簡便に検出する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明にかかる流量の漏洩検出方法は、流体を搬送する配管での漏洩を、流量検出装置を用いて検出する場合に用いられる。まず、漏洩検出を希望する箇所の前記配管の各々に、順方向及び前記順方向とは反対の逆方向とに流れる前記流体について符号を変えて流量を測定する前記流量検出装置を設ける。順方向に対して流れる流体の方向と前記符号との対応関係を全ての前記流量検出装置で同一にする。このとき、少なくとも一つの前記流量検出装置において前記順方向は前記箇所に向かい、他の少なくとも一つの前記流量検出装置において前記逆方向は前記箇所に向かう。そして、前記順方向が前記箇所に向かう前記流量検出装置が測定した流量の総和と、前記逆方向が前記箇所に向かう前記流量検出装置が測定した流量の総和との差の絶対値が所定値を超える場合に漏洩を検出したと判断する。

30

【0011】

この発明にかかる流量検出装置は、流体を搬送する配管での漏洩を検出する方法において用いられる流量検出装置であり、抵抗ブリッジと、加算回路と、帰還回路と、第3抵抗体とを備える。前記抵抗ブリッジは、第1接続点を介して直列に接続される第1発熱抵抗体及び第2発熱抵抗体と、前記第1発熱抵抗体及び前記第2発熱抵抗体の直列接続に並列に接続され、第2接続点を介して直列に接続される第1抵抗体と第2抵抗体と、前記第1発熱抵抗体及び前記第2発熱抵抗体の直列接続の両端に接続される一对の入力端と、前記第1接続点と前記第2接続点に接続される一对の出力端とを有する。前記加算回路は、前記一对の入力端の一方に接続される出力端子と、前記一对の入力端の他方に接続される第1入力端子と、第1の固定電位が与えられる第2入力端子とを有する。前記帰還回路は、入力側が前記一对の出力端の間に接続される。前記第3抵抗体は、前記一对の入力端の他方と第2の固定電位との間に接続される。

40

50

【発明の効果】

【0012】

この発明にかかる流量の漏洩検出方法によれば、流体が順方向に対して逆方向に流れた場合であっても、符号を含めた流量を検出することができるので、漏洩検出を希望する箇所への流体の流入量と流出量とを精度良く検出することができる。よって、流入量と流出量の比較により漏洩箇所と漏洩量を正確に検出することができる。また、漏洩箇所を特定するための労力が低減できる。

【0013】

この発明にかかる流量検出装置によれば、第3抵抗体により一对の入力端の他方に発生した電圧が、加算回路に入力される。そして、その電圧と、第1の固定電位とが加算されて、一对の入力端の一方に出力される。これにより、一对の入力端の他方の電圧上昇に伴って、一对の入力端の一方の電圧も上昇する。よって、流量に基づいて帰還回路から出力される電圧が大流量領域においても飽和せず、広範囲に亘る流量領域で流量を精度良く測定できる。また、流体が流れる方向に依らず流量を測定することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

実施の形態1.

図1及び図2は、本実施の形態にかかる流体搬送系を概念的に示す図であり、配管において漏洩がない場合が図1に、配管において漏洩がある場合が図2にそれぞれ示されている。流体は気体、液体のいずれでもよい。

20

【0015】

流体搬送系は、流体の供給元4と流体の供給先5a, 5b, 5c、流体を搬送する配管3、流量検出装置1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1gとを備える。配管3は、供給元4と供給先5a, 5b, 5cとを接続する。具体的には、供給先5cは、接続点J2, J1をこの順に介して供給元4に接続される。供給先5aは接続点J1に、供給先5bは接続点J2にそれぞれ接続される。

【0016】

流量検出装置1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1gは、順方向及び順方向とは反対の逆方向とに流れる流体について符号を変えて流量f1, f2, f3, f4, f5, f6を測定する。順方向の決め方は後述する。流量検出装置1aは供給元4と接続点J1の間に、流量検出装置1bは供給先5aと接続点J1との間に、流量検出装置1cは供給先5bと接続点J2の間に、流量検出装置1d, 1gは供給先5cと接続点J2の間に、流量検出装置1eは接続点J1, J2の間にそれぞれ設けられる。

30

【0017】

配管3は、漏洩検出を希望する箇所ごとにブロック3a, 3b, 3cを含む。ブロック3aは、流量検出装置1a, 1b, 1eに囲まれた配管である。流量検出装置1a, 1b, 1eに対して接続点J1側の配管が漏洩検出を希望する箇所であり、この箇所の配管の各々に流量検出装置1a, 1b, 1eが設けられると把握できる。ブロック3bは、流量検出装置1c, 1e, 1gに囲まれた配管である。流量検出装置1c, 1e, 1gに対して接続点J2側の配管が漏洩検出を希望する箇所であり、この箇所の配管の各々に流量検出装置1c, 1e, 1gが設けられると把握できる。ブロック3cは、流量検出装置1g, 1dに囲まれた配管である。流量検出装置1g, 1dを接続する配管が漏洩検出を希望する箇所であり、この箇所の配管の各々に流量検出装置1g, 1dが設けられると把握できる。ブロック3a, 3bは流量検出装置1eを介して隣接し、ブロック3b, 3cは流量検出装置1gを介して隣接する。

40

【0018】

順方向は、例えば図1において流量検出装置1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1gの近傍に示される矢印の方向に設定する。このとき、ブロック3aでは、少なくとも一つの流量検出装置1aにおいて順方向が漏洩検出を希望する箇所に向かい、他の少なくとも一つの流量検出装置1b, 1eにおいて逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう。ブロック

50

3 bでは、少なくとも一つの流量検出装置 1 e において順方向が漏洩検出を希望する箇所に向かい、他の少なくとも一つの流量検出装置 1 c , 1 g において逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう。ブロック 3 c では、少なくとも一つの流量検出装置 1 g において順方向が漏洩検出を希望する箇所に向かい、他の少なくとも一つの流量検出装置 1 d において逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう。

【0019】

流量検出装置 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 g は、流体が順方向に流れた場合に流量 f_1 , f_2 , f_3 , f_4 , f_5 , f_6 が正の値となり、逆方向に流れた場合に負の値となるように、それぞれ設けられる。流量 f_1 , f_2 , f_3 , f_4 , f_5 , f_6 が、流体が順方向に流れた場合に負の値、逆方向に流れた場合に正の値となるようにしてもよい。つまり、順方向に流れる流体の方向と流量の符号との対応関係が全ての流量検出装置で同一とする。

10

【0020】

上述において順方向に対する流量 f_1 , f_2 , f_3 , f_4 , f_5 , f_6 の符号を全て同一にしたが、少なくともブロック 3 a においてはブロック 3 a を囲む流量検出装置 1 a , 1 b , 1 e について、ブロック 3 b においてはブロック 3 b を囲む流量検出装置 1 c , 1 e , 1 g について、ブロック 3 c においてはブロック 3 c を囲む流量検出装置 1 g , 1 d について、それぞれ順方向に対する流量の符号を同一にしておけばよい。

【0021】

ブロック 3 a において、順方向が接続点 J 1 に向かう流量検出装置 1 a が測定した流量 f_1 と、逆方向が接続点 J 1 に向かう流量検出装置 1 b , 1 e が測定した流量 f_2 , f_5 の総和との差の絶対値 f_1 を式 (1) により求める。

20

【0022】

【数 1】

$$\Delta f_1 = | (f_2 - f_5) - f_1 | \quad \dots (1)$$

【0023】

同様にして、ブロック 3 b においては、流量検出装置 1 e が測定した流量 f_5 と、流量検出装置 1 c , 1 g が測定した流量 f_3 , f_6 の総和との差の絶対値 f_2 を式 (2) により求める。またブロック 3 c においては、流量検出装置 1 g が測定した流量 f_6 と、流量検出装置 1 d が測定した流量 f_4 との差の絶対値 f_3 を式 (3) により求める。

30

【0024】

【数 2】

$$\Delta f_2 = | (f_3 + f_6) - f_5 | \quad \dots (2)$$

【0025】

【数 3】

$$\Delta f_3 = | f_4 - f_6 | \quad \dots (3)$$

【0026】

絶対値 f_1 , f_2 , f_3 が、所定値 p より小さい場合にはそれぞれブロック 3 a , 3 b , 3 c での漏洩がない。絶対値 f_1 , f_2 , f_3 が、所定値 p より大きい場合にはそれぞれブロック 3 a , 3 b , 3 c で漏洩が生じていると判断し、絶対値 f_1 , f_2 , f_3 が漏洩量に相当する。所定値 p は例えば測定誤差である。所定値 p は、ブロック 3 a , 3 b , 3 c のそれぞれに異なる値を設定してもよい。絶対値 f_1 , f_2 , f_3 と漏洩の有無との関係は、流体が順方向に対して逆方向に流れた場合にも適用することができる。

40

【0027】

図 1 では、ブロック 3 a , 3 b , 3 c のいずれにおいても漏洩がない場合が示されており、式 (4) を満たす。

50

【 0 0 2 8 】

【 数 4 】

$$\Delta f 1 < p, \Delta f 2 < p, \Delta f 3 < p \quad \dots (4)$$

【 0 0 2 9 】

図 2 では、ブロック 3 b , 3 c において漏洩 2 b , 2 c が生じた場合が示されており、式 (5) を満たす。ここで、L 2 , L 3 は漏洩量を示す。

【 0 0 3 0 】

【 数 5 】

$$\Delta f 1 < p, \Delta f 2 = L 2 > p, \Delta f 3 = L 3 > p \quad \dots (5)$$

10

【 0 0 3 1 】

上述の漏洩を検出する方法は、次のように把握することができる。つまり、ブロック 3 a においては、順方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう流量検出装置 1 a が測定した流量 f 1 と、逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう流量検出装置 1 b , 1 e が測定した流量 f 2 , f 5 の総和との差の絶対値 f 1 が所定値 p を超える場合に漏洩を検出したと判断する。ブロック 3 b , 3 c についても同様に把握することができる。

【 0 0 3 2 】

上述の把握において、順方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう流量検出装置は二つ以上あってもよい。この場合、それぞれの流量検出装置で測定される流量の総和が求められる。また、逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう流量検出装置は一つであってもよい。この場合、流量の総和は、その流量検出装置で測定される流量と把握される。

20

【 0 0 3 3 】

上述した流体の漏洩検出方法によれば、流体が順方向に対して逆方向に流れた場合であっても、符号を含めた流量を検出することができるので、漏洩検出を希望する箇所への流体の流入量と流出量とを精度良く検出することができる。よって、流入量と流出量の比較により漏洩箇所と漏洩量を正確に検出することができる。また、漏洩箇所を特定するための労力が低減できる。

【 0 0 3 4 】

実施の形態 2 .

実施の形態では、実施の形態 1 で説明された流体の漏洩検出方法を、例えば図 3 で示されるループ配管を備える流体搬送系において適用する。

30

【 0 0 3 5 】

流体搬送系は、流体の供給元 4 と流体の供給先 5 a , 5 b、流体を搬送する配管 3、流量検出装置 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 g とを備える。配管 3 は、ループ配管を介して供給元 4 と供給先 5 a , 5 b とを接続する。具体的には、ループ配管は接続点 J 3 , J 4 , J 5 を有し、供給元 4 は接続点 J 3 に、供給先 5 a は接続点 J 4 に、供給先 5 b は接続点 J 5 にそれぞれ接続される。

【 0 0 3 6 】

流量検出装置 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 g は、順方向及び順方向とは反対の逆方向とに流れる流体について符号を変えて流量 f 1 , f 2 , f 3 , f 4 , f 5 , f 6 を測定する。順方向の決め方は後述する。流量検出装置 1 a は供給元 4 と接続点 J 3 の間に、流量検出装置 1 b は接続点 J 3 , J 4 との間に、流量検出装置 1 c は接続点 J 4 , J 5 の間に、流量検出装置 1 d は接続点 J 5 , J 3 の間に、流量検出装置 1 e は接続点 J 4 と供給先 5 a の間に、流量検出装置 1 g は供給先 5 b と接続点 J 5 の間にそれぞれ設けられる。

40

【 0 0 3 7 】

配管 3 は、漏洩検出を希望する箇所ごとにブロック 3 d , 3 e , 3 g を含む。ブロック 3 d は、流量検出装置 1 a , 1 b , 1 d に囲まれた配管である。流量検出装置 1 a , 1 b , 1 d に対して接続点 J 3 側の配管が漏洩検出を希望する箇所であり、この箇所の配管の

50

各々に流量検出装置 1 a , 1 b , 1 d が設けられると把握できる。ブロック 3 e は、流量検出装置 1 b , 1 c , 1 e で囲まれた配管である。流量検出装置 1 b , 1 c , 1 e に対して接続点 J 4 側の配管が漏洩検出を希望する箇所であり、この箇所の配管の各々に流量検出装置 1 b , 1 c , 1 e が設けられると把握できる。ブロック 3 g は、流量検出装置 1 c , 1 d , 1 g で囲まれた配管である。流量検出装置 1 c , 1 d , 1 g に対して接続点 J 5 側の配管が漏洩検出を希望する箇所であり、この箇所の配管の各々に流量検出装置 1 c , 1 d , 1 g が設けられると把握できる。ブロック 3 d , 3 e は流量検出装置 1 b を介して隣接し、ブロック 3 e , 3 g は流量検出装置 1 c を介して隣接し、ブロック 3 g , 3 d は流量検出装置 1 d を介して隣接する。

【0038】

10

順方向は、例えば図 3 において流量検出装置 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 g の近傍に示される矢印の方向に設定する。このとき、ブロック 3 d では、少なくとも一つの流量検出装置 1 a , 1 d において順方向が漏洩検出を希望する箇所に向かい、他の少なくとも一つの流量検出装置 1 b において逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう。ブロック 3 e では、少なくとも一つの流量検出装置 1 b において順方向が漏洩検出を希望する箇所に向かい、他の少なくとも一つの流量検出装置 1 c , 1 e において逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう。ブロック 3 g では、少なくとも一つの流量検出装置 1 c において順方向は漏洩検出を希望する箇所に向かい、他の少なくとも一つの流量検出装置 1 d , 1 g において逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう。

【0039】

20

そして、順方向に流れる流体の方向と流量 f_1 , f_2 , f_3 , f_4 , f_5 , f_6 の符号との対応関係が全ての流量検出装置 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 g で同一とする。

【0040】

実施の形態 1 と同様にして、ブロック 3 d , 3 e , 3 g のそれぞれにおいて、順方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう流量検出装置が測定した流量の総和と、逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう流量検出装置が測定した流量の総和との差の絶対値 f_4 , f_5 , f_6 を式 (6) ~ (8) により求める。順方向若しくは逆方向が漏洩検出を希望する箇所に向かう流量検出装置が一つの場合には、流量の総和は、その流量検出装置で測定される流量と把握する。

【0041】

30

【数 6】

$$\Delta f_4 = | f_2 - (f_1 + f_4) | \quad \dots (6)$$

【0042】

【数 7】

$$\Delta f_5 = | (f_3 + f_5) - f_2 | \quad \dots (7)$$

【0043】

【数 8】

$$\Delta f_6 = | (f_4 + f_6) - f_3 | \quad \dots (8)$$

40

【0044】

絶対値 f_4 , f_5 , f_6 が所定値 p を超える場合に漏洩を検出したと判断する。所定値 p は例えば測定誤差である。所定値 p は、ブロック 3 d , 3 e , 3 g のそれぞれに異なる値を設定してもよい。絶対値 f_4 , f_5 , f_6 と漏洩の有無との関係は、流体が順方向に対して逆方向に流れた場合にも適用することができる。

【0045】

上述で説明した流体の漏洩検出方法によれば、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

【0046】

50

実施の形態 3 .

図 4 は、実施の形態 1 又は実施の形態 2 で説明される漏洩検出方法において用いられる流量検出装置を概念的に示す回路図である。流量検出装置は、抵抗ブリッジ 1 3 と加算回路 1 1、帰還回路 1 2、固定抵抗 r_5 とを備える。

【0047】

抵抗ブリッジ 1 3 は発熱抵抗体 r_1 , r_2 及び固定抵抗 r_3 , r_4 を有する。発熱抵抗体 r_1 , r_2 は接続点 2 1 を介して直列に接続される。固定抵抗 r_3 , r_4 は、接続点 2 2 を介して直列に接続され、発熱抵抗体 r_1 , r_2 の直列接続に接続点 2 3 , 2 4 を介して並列に接続される。接続点 2 3 , 2 4 は一対の入力端、接続点 2 1 , 2 2 は一対の出力端と把握できる。

10

【0048】

発熱抵抗体 r_1 , r_2 は、例えば図 5 に示されるように流体が流れる方向 1 0 0 に対して発熱抵抗体 r_2 , r_1 の順に配置され、例えば白金やニッケル等を材料とする。図 5 では、発熱抵抗体 r_1 , r_2 がダイヤモンド 1 0 2 上に形成されている。ダイヤモンド 1 0 2 は、シリコン基板 1 0 1 上に形成されており、例えば絶縁体を材料とする。

【0049】

加算回路 1 1 はオペアンプ OP 1 及び固定抵抗 r_7 , r_8 , r_9 , r_{10} , r_{11} を有する。固定抵抗 r_7 , r_8 は接続点 2 5 を介して直列に接続され、固定抵抗 r_7 側の一端は基準電位、ここではグラウンドに、固定抵抗 r_8 側の他端はオペアンプ OP 1 の出力端に、接続点 2 5 はオペアンプ OP 1 の反転入力端にそれぞれ接続される。固定抵抗 r_9 の一端には第 1 の固定電位、ここでは電源電圧 V_c が与えられ、抵抗 r_9 の他端はオペアンプ OP 1 の非反転入力端に接続される。固定抵抗 r_{10} , r_{11} は接続点 2 6 を介して直列に接続され、固定抵抗 r_{10} 側の一端は抵抗ブリッジ 1 3 の接続点 2 4 に、固定抵抗 r_{11} 側の他端は他の基準電位、ここではグラウンドに、接続点 2 6 はオペアンプ OP 1 の非反転入力端にそれぞれ接続される。オペアンプ OP 1 の出力端は抵抗ブリッジ 1 3 の接続点 2 3 に接続される。

20

【0050】

固定抵抗 r_{10} の一端、固定抵抗 r_9 の一端は、それぞれ加算回路 1 1 の二つの入力端子として機能し、第 1 入力端子、第 2 入力端子と把握できる。オペアンプ OP 1 の出力端は加算回路 1 1 の出力端子として機能する。

30

【0051】

帰還回路 1 2 はオペアンプ OP 2 及び固定抵抗 r_6 を有する。固定抵抗 r_6 はオペアンプ OP 2 の出力端と反転入力端との間に接続される。オペアンプ OP 2 は、反転入力端が抵抗ブリッジ 1 3 の接続点 2 1 に、非反転入力端が抵抗ブリッジ 1 3 の接続点 2 2 にそれぞれ接続される。

【0052】

固定抵抗 r_5 は抵抗ブリッジ 1 3 の接続点 2 4 と第 2 の固定電位、ここではグラウンドとの間に接続される。

【0053】

上述の流量検出装置において、発熱抵抗体 r_1 , r_2 は第 1、第 2 発熱抵抗体、固定抵抗 r_3 , r_4 は第 1、第 2 抵抗体、固定抵抗 r_5 は第 3 抵抗体と、接続点 2 1 , 2 2 は第 1、第 2 接続点とそれぞれ把握すれば、流量検出装置は次のように把握できる。

40

【0054】

つまり、流量検出装置は、抵抗ブリッジ 1 3 と加算回路 1 1、帰還回路 1 2、第 3 抵抗体 r_5 とを備える。抵抗ブリッジ 1 3 は、第 1 接続点 2 1 を介して接続される第 1 発熱抵抗体 r_1 及び第 2 発熱抵抗体 r_2 と、第 1 発熱抵抗体 r_1 及び第 2 発熱抵抗体 r_2 の直列接続に並列に接続され、第 2 接続点 2 2 を介して直列に接続される第 1 抵抗体 r_3 と第 2 抵抗体 r_4 と、第 1 発熱抵抗体 r_1 及び第 2 発熱抵抗体 r_2 の直列接続の両端に接続される一対の入力端と、第 1 接続点 2 1 と第 2 接続点 2 2 に接続される一対の出力端とを有する。

50

【 0 0 5 5 】

加算回路 1 1 の出力端子は、抵抗ブリッジ 1 3 の一対の入力端の一方（接続点 2 3）に接続される。またその第 1 入力端子は抵抗ブリッジ 1 3 の一対の入力端の他方（接続点 2 4）に接続され、その第 2 入力端子は第 1 の固定電位、例えば電源電圧 V_c が与えられる。帰還回路 1 2 は、入力側が抵抗ブリッジ 1 3 の一対の出力端（第 1 接続点 2 1、第 2 接続点 2 2）の間に接続される。第 3 抵抗体は抵抗ブリッジ 1 3 の一対の入力端の他方（接続点 2 4）と第 2 の固定電位、例えばグランドとの間に接続される。

【 0 0 5 6 】

図 5 で示される方向 1 0 0 へ流体が流れると、発熱抵抗体 r_2 は冷却されて発熱抵抗体の抵抗 R_2 が低下する。帰還回路 1 2 では、接続点 2 1、2 2 での電圧 V_{21} 、 V_{22} が等しくなるように、固定抵抗 r_6 に電流 I_6 がオペアンプ OP 2 の出力端側から反転入力端側へと流れる。よって、発熱抵抗体 r_2 に流れる電流 I_2 は増加する。電流 I_6 は、発熱抵抗体 r_1 、 r_2 に流れる電流 I_1 、 I_2 を用いて式 (9) で表されるので、帰還回路 1 2 から出力される電圧 V_{out} は式 (10) で表される。式 (10) では $V_{21} = V_{22}$ を考慮している。また R_6 は固定抵抗 r_6 の抵抗値であり、その他の固定抵抗 $r_1 \sim r_5$ 、 $r_7 \sim r_{12}$ の抵抗値についても同様に $R_1 \sim R_5$ 、 $R_7 \sim R_{12}$ とする。

10

【 0 0 5 7 】

【数 9】

$$I_6 = I_2 - I_1 \quad \dots(9)$$

20

【 0 0 5 8 】

【数 10】

$$V_{out} = V_{22} + R_6 \cdot (I_2 - I_1) \quad \dots(10)$$

【 0 0 5 9 】

式 (10) の第 1 項目は、接続点 2 3、2 4 での電圧 V_{23} 、 V_{24} を用いて式 (11) で表される。電圧 V_{24} は加算回路 1 1 へ入力されて、電圧 V_{23} は加算回路 1 1 から出力される。このとき電圧 V_{23} は式 (12) で表される。式 (12) では、オペアンプ OP 1 の増幅倍率が 1 に比べて大きいとして近似を用いている。電圧 V_{23} は、電圧 V_{24} が増加 / 減少するとそれに伴って増加 / 減少する。よって、電圧 V_{22} は電圧 V_{24} に依存して、電圧 V_{24} が増加 / 減少するとそれに伴って電圧 V_{22} も増加 / 減少する。

30

【 0 0 6 0 】

【数 11】

$$V_{22} = \frac{R_4 V_{23} + R_3 V_{24}}{R_3 + R_4} \quad \dots(11)$$

【 0 0 6 1 】

【数 12】

$$V_{23} = \frac{R_7 + R_8}{R_7} \cdot V_m$$

40

$$V_m = \frac{\frac{V_c}{R_9} + \frac{V_{24}}{R_{10}}}{\frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{10}} + \frac{1}{R_{11}}} \quad \dots(12)$$

【 0 0 6 2 】

電圧 V_{24} は式 (13) で表される。電圧 V_{24} は、発熱抵抗体 r_2 に流れる電流 I_2 に依存し、電流 I_2 の増加 / 減少に伴って増加 / 減少する。

50

【 0 0 6 3 】

【 数 1 3 】

$$V_{24} = R_5 \cdot I_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_4} \right) \quad \dots (13)$$

【 0 0 6 4 】

式 (1 0) の第 2 項目は電流 I_1 , I_2 の差に依存する。この差は、流体の流量によって生じる発熱抵抗体 r_1 , r_2 の抵抗 R_1 , R_2 の差に依存する。

【 0 0 6 5 】

従来では、電圧 V_{23} , V_{24} が固定されていたため、つまり電圧 V_{22} が固定されていたため、出力電圧 V_{out} の流量に対する変化には式 (1 0) の第 2 項目が主に依存していた。このため、出力電圧 V_{out} は流量の増加とともに収束していた。図 6 は、流量と出力電圧 V_{out} との関係を示す図であり、従来の出力電圧 V_{out} の流量に対する変化が曲線 2 0 1 により示される。そして、曲線 2 0 1 に基づいて流量を求めていたので、大流量域では流量を精度良く得ることができなかった。

10

【 0 0 6 6 】

しかし、本実施の形態にかかる流量検出装置においては、流量の増加に対して電圧 V_{23} , V_{24} が増加するので式 (1 0) の第 1 項目が収束せずに単調増加する。このため、電圧 V_{out} は大流量域においても収束しない。本実施の形態にかかる出力電圧 V_{out} の流量に対する変化が曲線 2 0 2 により示されている (図 6) 。よって、大流量域においても流量を精度良く得ることができる。

20

【 0 0 6 7 】

上述した流量検出装置は、流体が図 5 で示される方向 1 0 0 と反対方向に流れた場合にも同様に適用することができる。この場合の流量と出力電圧 V_{out} との関係は、流体が方向 1 0 0 と同方向に流れた場合には、流体が流れていない場合の電圧 V_{22} の値を基準にして流量の増加に伴い電圧 V_{out} が増加し、流体が方向 1 0 0 と反対方向に流れた場合には、流体が流れていない場合の電圧 V_{22} の値を基準にして流量の増加に伴い電圧 V_{out} が減少する。

【 0 0 6 8 】

実施の形態 4 .

図 7 は、本実施の形態にかかる流量検出装置を概念的に示す回路図であり、図 4 と同じ内容の要素には同符号を付している。図 7 で示される流量検出装置は、図 4 で示される流量検出装置に更に固定抵抗 r_{12} がオペアンプ OP 2 の出力端と非反転入力端との間に接続される。

30

【 0 0 6 9 】

図 5 で示される方向 1 0 0 へ流体が流れると、実施の形態 3 と同様に、帰還回路 1 2 から出力される電圧 V_{out} は式 (1 0) で表される。しかし、本実施の形態では、式 (1 0) の第 1 項目 (V_{22}) が式 (1 1) とは異なる。つまり、以下のように動作する。

【 0 0 7 0 】

固定抵抗 r_{12} には電流 I_{12} が流れる。固定抵抗 r_3 , r_4 に流れる電流 I_3 , I_4 を用いて、電流 I_{12} は式 (1 4) で表される。このとき、電圧 V_{22} は式 (1 5) で表される。比較のため式 (1 1) を式 (1 5) と同様の形式で表すと式 (1 6) になる。

40

【 0 0 7 1 】

【 数 1 4 】

$$I_{12} = I_4 - I_3 \quad \dots (14)$$

【 0 0 7 2 】

【数 15】

$$\begin{aligned} V_{22} &= V_{24} + R_4 \cdot I_4 \\ &= V_{24} + R_4 (I_3 + I_{12}) \quad \dots (15) \end{aligned}$$

【0073】

【数 16】

$$\begin{aligned} V_{22} &= V_{24} + R_4 \cdot I_4 \\ &= V_{24} + R_4 \cdot I_3 \quad \dots (16) \end{aligned}$$

【0074】

10

式(15)と式(16)とを比較すると、電圧 V_{22} は本実施の形態の方が大きくなる。そして、電圧 V_{22} が大きくなると、電圧 V_{21} を電圧 V_{22} に等しくするために発熱抵抗体 r_2 に流れる電流 I_2 が更に大きくなる。よって、電圧 V_{out} の流量に対する変化率が大きくなる。本実施の形態にかかる出力電圧 V_{out} の流量に対する変化が曲線203により示されている(図6)。

【0075】

よって、より精度良く大流量域における流量を検出することができる。また、流体が図5で示される方向100と反対方向に流れた場合にも実施の形態3と同様に流量を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0076】

【図1】実施の形態1で説明される、流体搬送系を概念的に示す図である。

【図2】実施の形態1で説明される、流体搬送系を概念的に示す図である。

【図3】実施の形態2で説明される、流体搬送系を概念的に示す図である。

【図4】実施の形態3で説明される、流量検出装置を概念的に示す回路図である。

【図5】発熱抵抗体の配置と流体の流れる方向を概念的に示す平面図である。

【図6】流量と出力電圧の関係を示す図である。

【図7】実施の形態4で説明される、流量検出装置を概念的に示す回路図である。

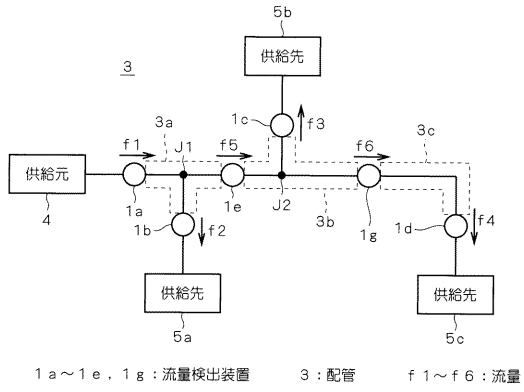
【符号の説明】

【0077】

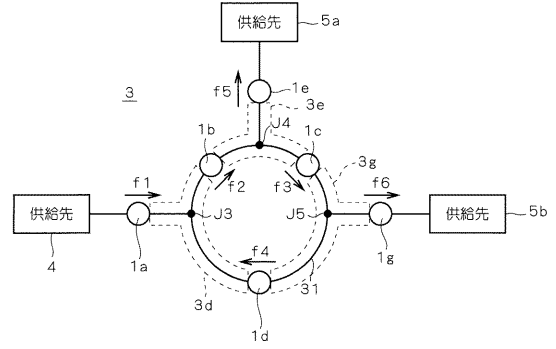
30

1a ~ 1e, 1g 流量検出装置、3 配管、11 加算回路、12 帰還回路、13 抵抗ブリッジ、21, 22 接続点、f1 ~ f6 流量、r1, r2 発熱抵抗体、r3 ~ r5 固定抵抗、Vc 第1の固定電位。

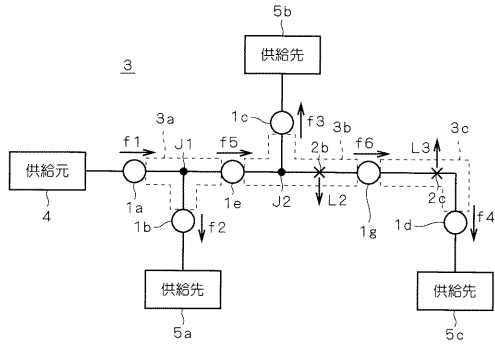
【 図 1 】



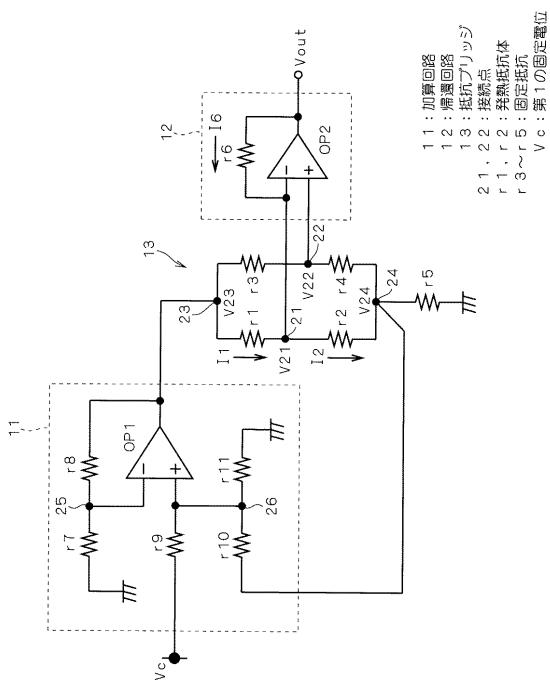
【 図 3 】



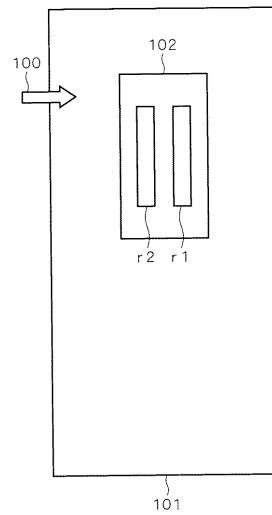
【 図 2 】



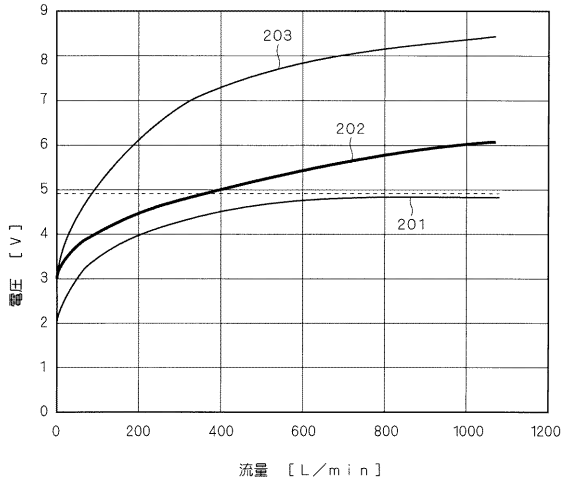
【 図 4 】



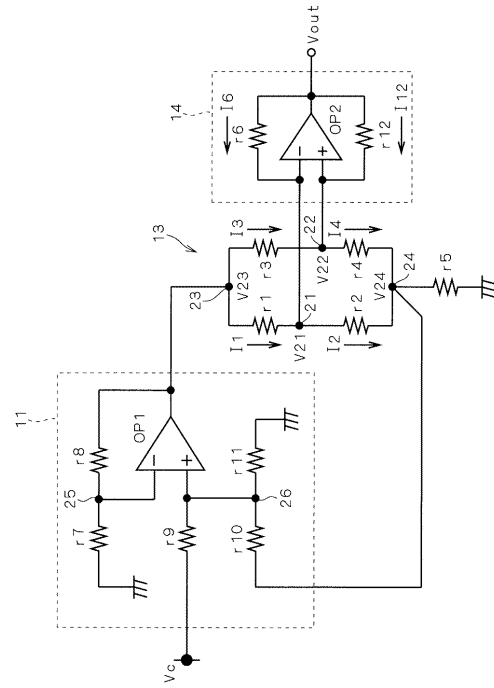
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G067 AA14 BB11 CC04 DD04 DD23 EE08
3J071 AA01 AA11 EE08 EE25 EE32 EE37 EE38