

(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2007-51913

(P2007-51913A)

(43) 公開日 平成19年3月1日(2007.3.1)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 F 1/66 (2006.01)	GO 1 F 1/66 1 O 1	2 F O 3 O
GO 1 F 1/00 (2006.01)	GO 1 F 1/00 W	2 F O 3 1
GO 1 F 15/02 (2006.01)	GO 1 F 15/02	2 F O 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2005-236737 (P2005-236737)	(71) 出願人	390026996 東京計装株式会社 東京都港区芝公園1丁目7番24号
(22) 出願日	平成17年8月17日 (2005.8.17)	(71) 出願人	305000482 株式会社アツデン 東京都葛飾区宝町1-1-21
		(74) 代理人	100075948 弁理士 日比谷 征彦
		(72) 発明者	仲里 敏 東京都港区芝公園1丁目7番24号 東京 計装株式会社内
		Fターム(参考)	2F030 CA03 CC01 CD15 CD20 2F031 AA08 AC01 AC20 AD03 2F035 DA15 DA19

(54) 【発明の名称】 超音波流量計の補正方法

(57) 【要約】

【課題】 演算により音速、温度を求めて動粘度による流量の補正をする。

【解決手段】 S1で超音波送受波器により受信したそれぞれの超音波パルスの伝播時間を求め、S2でそれぞれの伝播時間から音速Cを求める。S3で記憶手段に記憶している音速C対温度Tのテーブルから、S2で求めた音速Cを基に流体の温度T()を求める。S4で温度T()を基に記憶手段に記憶している温度T対動粘度のテーブルから動粘度(mm²/s)を得る。S5でそれぞれの伝播時間から流体の流速Vを求める。S6において、流速Vに対して動粘度の補正を行う。記憶手段は各動粘度及び各流速Vにおける補正係数表を記憶しており、対応する補正係数を求め、流速Vに補正係数を乗じて流速V'を演算する。S7で流速V'から流量Qを演算し、S8でこの流量Qを出力する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定用流体が流れる管体の上流側及び下流側にそれぞれ配置した超音波送受波器により相互に超音波パルスを発信し、下流側及び上流側の前記超音波送受波器により前記超音波パルスを受信し、上流側から下流側にまた下流側から上流側に伝播する前記超音波パルスの伝播時間の差を基に前記流体の流量を測定する超音波流量計において、前記 2 つの伝播時間の和を基に前記流体中の超音波パルスの伝達速度である音速を演算する工程と、該音速を基に前記流体の温度を求める工程と、該温度を基に前記流体の動粘度を求める工程と、該動粘度を基に測定した前記流量を補正する工程とを備えたことを特徴とする超音波流量計の補正方法。

10

【請求項 2】

前記温度を求める工程及び前記動粘度を求める工程は、記憶した数値を用いて算出することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波流量計の補正方法。

【請求項 3】

前記流量を補正する工程は、前記得られた動粘度を基に流速ごとに記憶した補正係数を乗じて流速を補正し、該補正した流速を基に流量を演算することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波流量計の補正方法。

【請求項 4】

前記補正係数は予め実験により求めた値としたことを特徴とする請求項 3 に記載の超音波流量計の補正方法。

20

【請求項 5】

前記各工程は 1 個の CPU の演算により実行することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波流量計の補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波の伝播時間差方式により流量を測定する超音波流量計の補正方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波流量計は使用流体の動粘度ごとの各流速における補正値を記憶したテーブルを有しており、流量を使用する流体の動粘度補正テーブルを用いて決定している。

30

【0003】

例えば、補正テーブルは各動粘度及び各流速における補正値が記憶され、計測する流体ごとに使用する動粘度を決定し、使用する補正テーブルの列を決定する。決定されたテーブルの列は固定値として補正手段に入力され、計測された流速と、補正テーブルの流速値との照合により補正値が決定し、補正手段において補正される。

【0004】

なお、流速ごとに動粘度による補正を行うのは、流路径が一定の場合に、動粘度と流速によって、流れの状態を示すレイノルズ数 Re が次式のように決定されるからである。

40

$$Re = v d / \quad (\text{ただし、} v \text{ は流速、} d \text{ は管路内径、} \quad \text{は動粘度})$$

【0005】

同一管路であれば、レイノルズ数 Re が等しければ、流れの状態が類似していることになり、それに伴い実流量と流量計測値との誤差も、レイノルズ数 Re によって類似したものとなると考えられているためである。

【0006】

しかし、流体の動粘度は流体温度によって変化し、単に流速に対する動粘度の補正テーブルを用いるだけでは、補正が正しく行われなことがある。

【0007】

また、別の従来方式としては、特許文献 1 のように温度信号を使用することによって、

50

温度に対応した動粘度を求め、流体温度の変化に伴う動粘度の変化を補正する流量計も知られている。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開平 7 - 2 6 0 5 3 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

このように、従来行われてきた動粘度用の補正テーブルを使用することによる補正では、温度変化に伴う動粘度の変化によって、使用すべき補正テーブルが誤差を含むことになり、正しい補正が行われれないという問題がある。

10

【 0 0 1 0 】

また、特許文献 1 のように、或いは温度補正を行う場合には、管体中に温度計を設置するなど、何らかの手段により温度情報を求める必要があるが、温度計を設けると圧力損失が生じたり、乱流発生の原因となる。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、上述の課題を解消し、温度変化に対応した動粘度により正しく補正し得る超音波流量計の補正方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上述の目的を達成する本発明に係る超音波流量計の補正方法の技術的特徴は、測定用流体が流れる管体の上流側及び下流側にそれぞれ配置した超音波送受波器により相互に超音波パルスを発信し、下流側及び上流側の前記超音波送受波器により前記超音波パルスを受信し、上流側から下流側にまた下流側から上流側に伝播する前記超音波パルスの伝播時間の差を基に前記流体の流量を測定する超音波流量計において、前記 2 つの伝播時間の和を基に前記流体中の超音波パルスの伝達速度である音速を演算する工程と、該音速を基に前記流体の温度を求める工程と、該温度を基に前記流体の動粘度を求める工程と、該動粘度を基に測定した前記流量を補正する工程とを備えたことにある。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明に係る超音波流量計の補正方法によれば、温度測定を実施することなく、流体温度に対応した動粘度を用いた補正が可能となり、正確な流量測定ができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

以下に、本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

図 1 はブロック回路構成図であり、測定用流体が流れる管体 1 の上流及び下流に超音波送受波器 2 u、2 d が設けられている。これらの送受波器 2 u、2 d から出力される超音波パルスは相手側の送受波器 2 d、2 u に管体 1 内の流体を通過して到達する。送受波器 2 d、2 u の出力は伝播時間検出手段 3 に接続され、伝播時間検出手段 3 の出力は音速算出手段 4 及び流速算出手段 5 に接続されている。

【 0 0 1 5 】

40

音速算出手段 4 の出力は温度算出手段 6 を介して動粘度算出手段 7 に接続されている。そして、温度算出手段 6 には流体の種類ごとの音速 C 対温度 T の対応データテーブルを記憶した記憶手段 8、動粘度算出手段 7 には温度 T 対動粘度 の対応データテーブルを記憶した記憶手段 9 が接続されている。

【 0 0 1 6 】

動粘度算出手段 7 の出力は流速算出手段 5 の出力と共に、流速補正演算手段 10 に接続され、流速補正演算手段 10 には動粘度 対流速 V の補正係数テーブルを記憶した記憶手段 11 が接続されており、流速補正演算手段 10 の出力は流量演算手段 12 を経て流量出力手段 13 を介して外部の表示器等に出力されている。

【 0 0 1 7 】

50

なお、これらの検出手段、算出手段、演算手段は１個のＣＰＵにより演算可能であり、記憶手段はＣＰＵに付設したハードディスクなどの記憶装置に代替できる。

【００１８】

図２はこの補正演算動作のフローチャート図である。先ずステップＳ１において、伝播時間検出手段３により超音波送受波器２ｕ、２ｄにより受信したそれぞれの超音波パルスの伝播時間を求める。

【００１９】

理解を容易にするために、図３に示す超音波伝播経路を基に説明する。伝播時間検出手段３で得られた超音波送受波器２ｕから２ｄへの超音波パルスの伝播時間 t_u 、送受波器２ｄから２ｕへの伝播時間 t_d は、超音波伝播距離を L 、流体中の超音波パルスの伝播速度である音速を C 、流体の流速を V とすると、次式から成立している。なお、 θ は管体１に対する伝播経路の傾斜角であり、距離 L と共に既知である。

$$t_u = L / (C + V \cos \theta) \quad \dots (1)$$

$$t_d = L / (C - V \cos \theta) \quad \dots (2)$$

【００２０】

次のステップＳ２で、音速算出手段４において流体の音速 C を求める。式（１）、（２）から伝播時間 t_u 、 t_d の平均伝播時間は次式となる。

$$(t_u + t_d) / 2 = L \cdot C / (C^2 - V^2 \cos^2 \theta) \quad \dots (3)$$

【００２１】

通常では、水中の音速 C は１０００ｍ／ｓ以上、気体中の音速 C は３００ｍ／ｓ以上であって、流速 V は高々数ｍ／ｓであり、 $\cos \theta < 1$ であるから、 $C^2 - V^2 \cos^2 \theta \approx C^2$ となり、音速 C は次式のように伝播時間 t_u 、 t_d から求めることができる。

$$C = 2L / (t_u + t_d) \quad \dots (4)$$

【００２２】

この音速 C は未知の温度における音速ではあるが、流体の種類は既知なので、ステップＳ３において、温度算出手段６は記憶手段８に記憶している図４に示す例えば水の場合の音速 C 対温度 T のグラフ図を数値化したテーブルから、ステップＳ２で求めた音速 C を基に流体の温度 T （ $^{\circ}\text{C}$ ）を求めることができる。

なお、図４は流体が水の場合のグラフ図であるが、温度 T が７４ $^{\circ}\text{C}$ のときに音速 C が最高となり、それ以上の温度 T では音速が減少するため、水の場合には同じ音速で２つの温度 T が得られることがある。従って、０ $^{\circ}\text{C}$ ～７４ $^{\circ}\text{C}$ までの範囲、又は７４ $^{\circ}\text{C}$ ～１００ $^{\circ}\text{C}$ の何れかの温度範囲に限定することにより、流体温度 T が流体音速 C によって一意的に決めることができる。

【００２３】

ステップＳ３で流体の温度 T （ $^{\circ}\text{C}$ ）が求めれば、ステップＳ４において動粘度算出手段７により、記憶手段９に記憶している図５に示す温度 T 対動粘度 η のグラフ図のテーブルから動粘度 η （ mm^2/s ）が得られる。

【００２４】

続いて、ステップＳ５で流速算出手段５により流体の流速 V を求める。流体の流速 V は、良く知られているように、式（１）、（２）による時間差 $t = t_d - t_u$ から次式により求め得る。

$$t = t_d - t_u = 2L \cdot V \cos \theta / (C^2 - V^2 \cos^2 \theta) \quad \dots (5)$$

【００２５】

前述したように $C^2 - V^2 \cos^2 \theta \approx C^2$ であるから、 $t = 2L \cdot V \cos \theta / C^2$ となり、音速 C はステップＳ２で算出されているので、流速 V は次式により算出できる。

$$V = C^2 \cdot t / (2L \cdot \cos \theta) \quad \dots (6)$$

【００２６】

次に、ステップＳ６において、流速補正演算手段１０は流速 V に対して動粘度 η の補正を行う。記憶手段１１は実験によって得られた各動粘度 η 及び各流速 V における補正係数

を表 1 に示すように補正係数表として記憶しており、動粘度、流速 V から対応する補正係数を求める。

【0027】

表 1
動粘度 (mm^2/s)

流速 V (m/s)	1.79	1.80	1.81	1.82	...
1.20	1.1259	1.1261	1.1278	1.1284	
1.19	1.1265	1.1275	1.1281	1.1297	
1.18	1.1272	1.1284	1.1299	1.1312	
1.17	1.1289	1.1295	1.1312	1.1331	
1.16	1.1295	1.1310	1.1323	1.1341	
1.15	1.1310	1.1322	1.1334	1.1352	
...					

10

【0028】

流速補正演算手段 10 は流速算出手段 5 で求めた流速 V と、動粘度算出手段 7 で算出した動粘度による補正係数を用いて補正する。例えば、求めた動粘度が 1.80、流速 V が 1.19 であれば、補正係数は 1.1275 となり、流速 V' を次式によって流速補正演算手段 10 により演算する。

$$V' = 1.1275 \cdot V$$

20

【0029】

更にステップ S7 において流量演算手段 12 で、得られた流速 V' から流量 Q を演算する。流量 Q は管体 1 の断面積を A とすれば、 $Q = V' \cdot A$ として求めることができる。

【0030】

ステップ S8 において、流量出力手段 13 はこの流量 Q を表示器や記憶手段に出力する。

【0031】

なお実施例では、流量 Q を演算する前に動粘度による流速補正を行ったが、流量 Q を演算した後に動粘度による流量補正を行ってもよい。

【0032】

このように本願発明では、超音波送受波器 2u、2d によって計測した超音波の伝播時間差から音速 C を、音速 C から温度 T を、温度 T から動粘度をそれぞれ求めているため、動粘度の温度 T による変化に応じた補正を行うことができる。また、温度計などを使用せずに動粘度を求めることができるため、温度測定に伴う諸問題を解決することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】実施例のブロック回路構成図である。

【図 2】補正演算動作のフローチャート図である。

【図 3】超音波伝播経路の説明図である。

40

【図 4】流体が水の場合の音速対温度のグラフ図である。

【図 5】流体が水の場合の温度対動粘度のグラフ図である。

【符号の説明】

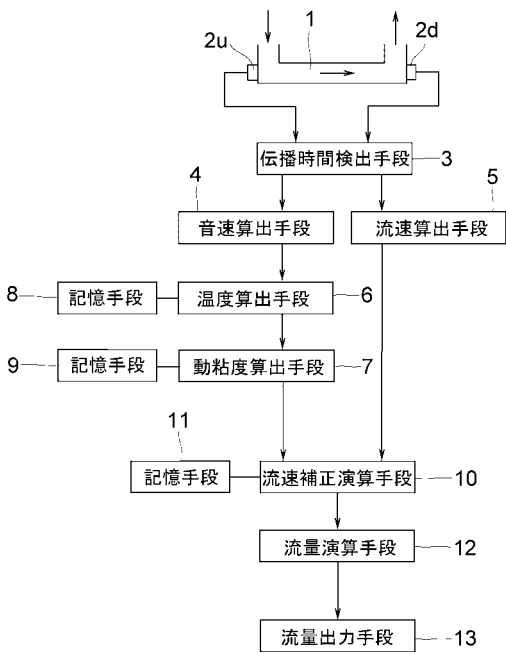
【0034】

- 1 管体
- 2u、2d 超音波送受波器
- 3 伝播時間検出手段
- 4 音速算出手段
- 5 流速算出手段
- 6 温度算出手段

50

- 7 動粘度算出手段
- 1 1 記憶手段
- 1 0 流速補正演算手段
- 1 2 流量演算手段
- 1 3 流量出力手段

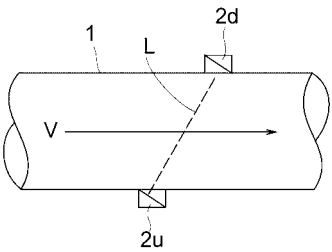
【 図 1 】



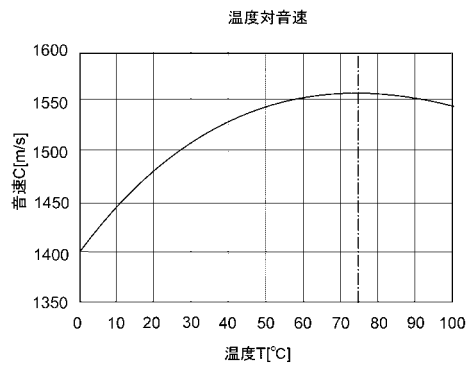
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

