

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第1区分
 【発行日】令和7年6月3日(2025.6.3)

【国際公開番号】WO2023/274476
 【公表番号】特表2024-527312(P2024-527312A)
 【公表日】令和6年7月24日(2024.7.24)
 【年通号数】公開公報(特許)2024-137
 【出願番号】特願2023-580381(P2023-580381)
 【国際特許分類】

10

G 0 1 F 1 / 6 6 (2 0 2 2 . 0 1)

【 F I 】

G 0 1 F 1 / 6 6 1 0 1

【手続補正書】

【提出日】令和7年5月23日(2025.5.23)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

20

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

管状構造物(2)を流れ抜ける流体(26)の流量(Q)を測定するよう構成された、超音波流量センサ(1)であって、

少なくとも1つの超音波トランスデューサ(4、4')を使用することで、超音波(6、8)を送信及び受信するよう配置された、第1の検出ユニット(34)と、

流体(26)の温度(T_f)を検出するよう配置及び構成された、温度センサ(14)と、

周りの温度(周囲温度)(T_s)を検出するよう配置及び構成された、温度センサ(12)と、

少なくとも1つの前記超音波トランスデューサ(4、4')及び前記温度センサ(12、14)によって検出されたデータを受信するよう構成された、データプロセッサ(10)と、を備え、

ここで前記流量センサ(1)は、

超音波(6、8)のタイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)を判断して、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて音速の変化を計算するよう、

検出された流体(26)の温度(T_f)の関数として、予想された音速(c)の変化を計算するよう、

予想された音速(c)の変化が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応するかどうかを判断するよう、

40

以下の規準すなわち、

A) 予想された音速(c)の変化が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応すること、及び

B) 周りと流体(26)との間の温度差(T_{sf})が、0.01~0.5の間で固定されたレベルで予め設定された所定のレベルを下回ること、

を満したとき、流体(26)の流量がない、無流量状態を識別するよう、構成されることを特徴とする、流量センサ(1)。

【請求項2】

無流量状態は、前記流量センサ(1)の安定かつ正確な超音波流量測定を保証するため

50

に、前記流量センサ(1)の超音波流量測定計算を較正するために使用される、請求項1に記載の流量センサ(1)。

【請求項3】

予想された音速(c)が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応しない場合、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に基づき、流体(26)の密度()における変化の補正値を計算するよう構成される、請求項1に記載の流量センサ(1)。

【請求項4】

予想された音速の変化(c)が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応しない場合、密度()の補正値に基づき、流体(26)における特定の熱容量(c_p)の補正値を計算するよう構成される、請求項3に記載の流量センサ(1)。

10

【請求項5】

予想された音速(c)の変化が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応しない場合、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に基づき、流体(26)の流量(Q)における変化の補正値を計算するよう構成される、請求項3に記載の流量センサ(1)。

【請求項6】

前記第1の検出ユニット(34)は、前記第1の検出ユニット(34)を使用して測定できる低い流量(Q_A)を表わす、所定の低い流量レベル(Q_A)、を上回る流量(Q)を検出するよう構成され、前記流量センサ(1)は第2の検出ユニット(36)を備え、前記第2の検出ユニット(36)は

20

周りの温度(周囲温度)(T_s)を検出するよう配置及び構成された、第1の温度センサ(12)と、

前記温度センサ(12、14)に接続された、データプロセッサ(10)と、を備え、前記第2の検出ユニット(36)は、周りと流体(26)との間の温度差(T_{sf})に基づいて、前記低い流量レベル(Q_A)を下回る流量(Q)を推定するよう構成され、前記温度差(T_{sf})は、前記第1の温度センサ(12)及び前記第2の温度センサ(14)によって測定され、前記第2の検出ユニット(36)は、流量較正領域(B_2)で成された1回または複数回の測定(M_1 、 M_2)に基づいて、前記低い流量レベル(Q_A)を下回る流量(Q)を推定するよう構成され、前記流量較正領域(B_2)において、前記流量センサ(1)は、温度差(T_{sf})に依存して流量(Q)を検出することができ、前記流量較正領域(B_2)で成された1回または複数回の前記測定(M_1 、 M_2)は、いかにして流量(Q)が、前記流量較正領域(B_2)、及び前記流量較正領域(B_2)を下回る流量領域(B_1)、における温度差(T_{sf})に依存するかを判断するために必要とされる、1つまたは複数のパラメータを判断するために使用される、請求項1に記載の流量センサ(1)。

30

【請求項7】

前記第2の検出ユニット(36)は、単一の測定(M_1 、 M_2)、ならびに、流体(26)の密度()及び特定の熱容量(C_p)を含んだ所定のデータに基づいて、前記低いレベル(Q_A)を下回る流量(Q)を推定するよう構成される、請求項6に記載の流量センサ(1)。

40

【請求項8】

前記第2の検出ユニット(36)は、流量較正領域(B_2)で成される2回以上の測定(M_1 、 M_2)に基づいて、前記低い流量レベル(Q_A)を下回る流量(Q)を推定するよう構成される、請求項6に記載の流量センサ(1)。

【請求項9】

規則的または継続的に、

流量較正領域(B_2)で1回または複数回の測定(M_1 、 M_2)を行うよう、及び

いかにして流量(Q)が、前記流量較正領域(B_2)、及び前記流量較正領域(B_2)

50

を下回る前記流量領域（ B_1 ）、における温度差（ T_{sf} ）に依存するかを判断するために必要とされる、さらなるパラメータを更新するよう、構成される、請求項 6 に記載の流量センサ（1）。

【請求項 10】

流量（ Q ）と温度差（ T_{sf} ）との間の依存関係は、以下の数式で定義され、

【数 1】

$$\Delta T_{sf}(Q) = \Delta T_B \left(1 - e^{-C_1 Q} \right)$$

10

または

【数 2】

$$Q(\Delta T_{sf}) = \frac{-1}{C_1} \ln \left(1 - \frac{\Delta T_{sf}}{\Delta T_B} \right)$$

ここで、 C_1 は定数、及び T_B は基本流量レベルに対応する温度差である、請求項 6 に記載の流量センサ（1）。

20

【請求項 11】

（第 2 の）温度センサ（14）は、前記管状構造物（2）の外側における温度を測定することによって、流体（26）の温度（ T_f ）を検出するよう、配置及び構成される、請求項 1 に記載の流量センサ（1）。

【請求項 12】

前記データプロセッサ（10）及び前記第 2 の温度センサ（14）は、ハウジング（20）の内側に配置される、請求項 1 に記載の流量センサ（1）。

【請求項 13】

前記第 1 の温度センサ（12）は、前記ハウジング（20）の中に配置される、請求項 12 に記載の流量センサ（1）。

30

【請求項 14】

前記第 1 の温度センサ（12）は、前記ハウジング（20）の外側に配置される、請求項 12 に記載の流量センサ（1）。

【請求項 15】

前記第 2 の検出ユニット（36）は、

前記ハウジング（20）の内側位置における中間温度（ T_i ）を検出するよう配置及び構成された、中間温度センサ（16）を備え、前記ハウジング（20）の内側位置は、周囲温度（ T_s ）と流体（26）の温度（ T_f ）との間の温度を有することが想定される、請求項 1 に記載の流量センサ（1）。

【請求項 16】

40

前記管状構造物（2）の外側から流体（26）の流量（ Q ）を測定するよう構成された、クランプオン式流量センサ（1）である、請求項 1 に記載の流量センサ（1）。

【請求項 17】

検出された音速（ c ）の値に基づいて、送信される超音波（6）及び受信される超音波（8）が、流体（26）を移動する距離（ L ）を自動で計算するよう構成される、請求項 1 に記載の流量センサ（1）。

【請求項 18】

請求項 1 に記載の流量センサ（1）を備える、熱エネルギー計（5）。

【請求項 19】

超音波流量センサ（1）によって、管状構造物（2）を流れ抜ける流体（26）の流量

50

(Q)を測定するための方法であって、第1の検出ユニット(34)を備え、前記第1の検出ユニット(34)には、

少なくとも1つの超音波トランスデューサ(4、4')であって、少なくとも1つの前記超音波トランスデューサ(4、4')を使用することによって、超音波(6、8)を送信及び受信するよう配置され、前記超音波流量センサ(1)は、流体(26)の温度(T_f)を検出するよう配置及び構成された温度センサ(14)を備えた、少なくとも1つの超音波トランスデューサ(4、4')が設けられ、

ここで前記方法は、

超音波(6、8)のタイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)を判断するステップと、

前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて音速の変化を計算するステップと、

検出された流体(26)の温度(T_f)の関数として、予想された音速(c)の変化を計算するステップと、

前記予想された音速(c)の変化が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応するかどうかを判断するステップと、

以下の基準、

A)前記予想された音速(c)の変化が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応すること、及び

B)周りと流体(26)との間の温度差(T_{sf})が、0.01~0.5の間で固定されたレベルにおいて、予め設定された所定のレベルを下回ること、

を満たしたとき、流体(26)が流量がない無流量状態を識別するステップと、を含む、方法。

【請求項20】

前記無流量状態は、前記流量センサ(1)の安定かつ正確な超音波流量測定を保証するために、前記流量センサ(1)の超音波流量測定計算を較正するために使用される、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

予想された音速(c)が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応しない場合、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化の基づき、流体(26)の密度(ρ)における変化の補正値を計算するステップを含む、請求項19に記載の方法。

【請求項22】

予想された音速の変化(c)が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応しない場合、密度(ρ)の補正値に基づいて、流体(26)における特定の熱容量(c_p)の補正値を計算するステップを含む、請求項19に記載の方法。

【請求項23】

予想された音速(c)の変化が、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に対応しない場合、前記タイムオブフライト(t 、 t_1 、 t_2)に基づいて計算された音速の変化に基づき、流体(26)の流量(Q)の補正値を計算するステップを含む、請求項19に記載の方法。

【請求項24】

前記第1の検出ユニット(34)は、前記第1の検出ユニット(34)を使用して測定できる最も低い流量(Q_A)を表わす、所定の低い流量レベル(Q_A)、を上回る流量(Q)を検出するよう構成され、前記方法は、第2の検出ユニット(36)を、

温度センサ(12)によって、周りの温度(周囲温度)(T_s)を検出するため、

流体(26)の温度(T_f)を検出するよう配置及び構成された温度センサ(14)によって、流体(26)の温度(T_f)を検出するため、

前記温度センサ(12、14)によって測定された、周りと流体(26)との間の温度差(T_{sf})に基づいて、前記低い流量レベル(Q_A)を下回る流量(Q)を推定する

10

20

30

40

50

ため、

に適用するステップを備え、

ここで前記方法は、

a) 流量較正領域 (B₂) において、前記第 1 の検出ユニット (3 4) によって 1 回または複数回の測定 (M₁、M₂) を実施するステップであって、前記流量較正領域 (B₂) において、前記流量センサ (1) は、温度差異 (T_{sf}) に依存して流量 (Q) を検出できる、実施するステップと、

b) いかにして流量 (Q) が、前記流量較正領域 (B₂)、及び前記流量較正領域 (B₂) を下回る流量領域 (B₁)、における温度差に依存するかを判断するために必要とされる、1 つまたは複数のパラメータを判断するために、前記流量較正領域 (B₂) で成された 1 回または複数回の前記測定 (M₁、M₂) を適用するステップと、

c) 前記流量較正領域 (B₂) で成された 1 回または複数回の前記測定 (M₁、M₂) に基づいて、前記低い流量レベル (Q_A) を下回る流量 (Q) を推定するステップと、を含む、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記流量較正領域 (B₂) において 2 回以上の流量測定を実施するステップを含む、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

規則的または継続的に、

流量較正領域 (B₂) で 1 回または複数回の前記測定 (M₁、M₂) を実施するステップと、

いかにして流量 (Q) が、前記流量較正領域 (B₂)、及び前記流量較正領域 (B₂) を下回る前記流量領域 (B₁)、における温度差 (T_{sf}) に依存するかを判断するために必要とされる、さらなるパラメータを更新するステップと、を含む、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 7】

流量 (Q) と温度差 (T_{sf}) との間の依存関係は、以下の数式で定義され、

【数 3】

$$\Delta T_{sf}(Q) = \Delta T_B \left(1 - e^{-C_1 Q} \right)$$

または、

【数 4】

$$Q(\Delta T_{sf}) = \frac{-1}{C_1} \ln \left(1 - \frac{\Delta T_{sf}}{\Delta T_B} \right)$$

ここで、C₁ は定数、及び T_B は基本流量レベルに対応する温度差である、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 8】

流体 (2 6) 温度 (T_f) は、前記管状構造物 (2) の外側に配置された温度センサによって測定される、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 9】

ハウジング (2 0) の内側位置に配置された中間温度センサ (1 6) によって、中間温度 (T_i) を検出するステップであって、前記ハウジング (2 0) は、流体 (2 6) の温度 (T_f) を検出するために使用される前記温度センサ (1 4)、及び前記中間温度センサ (1 6) を収容し、前記中間温度 (T_i) は、前記周囲温度 (T_s) と流体 (2 6) の

温度 (T_f) との間における値を有することが想定される、検出するステップを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 30】

流量 (Q) を測定する前に、密度及び/または、推定される流体 (26) の不均質性を測定するステップを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 31】

前記管状構造物 (2) の外側から流体 (26) の流量 (Q) を測定するよう構成された、クランプオン式流量センサ (1) を使用することによって実施される、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 32】

送信される超音波 (6) 及び受信される超音波 (8) が流体 (26) を移動する距離 (L) を、検出された音速 (c) の値に基づいて、自動的に計算するステップを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 33】

流体の流量 (Q) を検出するために、請求項 19 に記載の方法を適用する、流体 (26) の熱エネルギーを測定する方法。

10

20

30

40

50