

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-516853

(P2009-516853A)

(43) 公表日 平成21年4月23日(2009.4.23)

(51) Int.Cl.

G O 1 F 1 / 684 (2006.01)

F 1

G O 1 F 1 / 68

1 O 1 A

テーマコード(参考)

2 F O 3 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-542329 (P2008-542329)  
 (86) (22) 出願日 平成18年11月3日 (2006.11.3)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年5月21日 (2008.5.21)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2006/043013  
 (87) 國際公開番号 WO2007/061608  
 (87) 國際公開日 平成19年5月31日 (2007.5.31)  
 (31) 優先権主張番号 11/284,452  
 (32) 優先日 平成17年11月22日 (2005.11.22)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

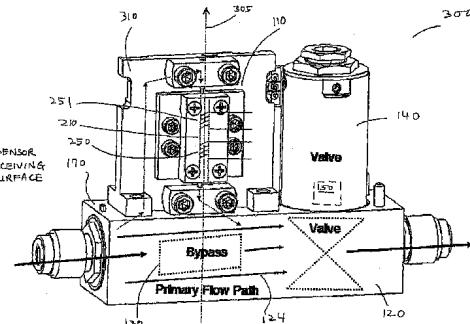
(71) 出願人 592053963  
 エム ケー エス インストルメンツ インコーポレーテッド  
 M K S I N S T R U M E N T S, I N C  
 O R P O R A T E D  
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州018  
 10, アンドーバー, テック・ドライブ  
 2, スイート 201  
 (74) 代理人 100140109  
 弁理士 小野 新次郎  
 (74) 代理人 100089705  
 弁理士 社本 一夫  
 (74) 代理人 100075270  
 弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】垂直取り付け式質量流量センサ

## (57) 【要約】

流体の流量を測定する熱式質量流量計は、流体を受け入れ且つ、導管の入口と出口との間の主流路を画成する形態とされた導管を含む。導管は、少なくとも一部分、センサを受け入れる面との境を画成する。熱センサ管は、主流路及びセンサ受け入れ面の双方に対し実質的に垂直方向に向けてセンサ受け入れ面に対して取り付けられた熱感知部分を有する。熱式質量流量計が垂直方向に向けて取り付けられ、導管内の流体が主流路に沿って垂直方向に流れるととき、センサ管内の流体は、水平方向に流れ、センサ管が加熱されたとき、熱サイフォンを実質的に防止する。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

流体の流量を測定する熱式質量流量計において、

流体を受け入れ且つ、導管の入口と出口との間の主流路を画成する形態とされた導管であって、少なくとも一部分、センサを受け入れる面との境を画成する前記導管と、

主流路及びセンサ受け入れ面の双方に対し実質的に垂直方向に向けてセンサ受け入れ面に対して取り付けられた熱感知部分を有する熱センサ管と、を備え、

熱式質量流量計が垂直方向に向けて取り付けられ、導管内の流体が主流路に沿って垂直方向に流れるとき、センサ管の熱感知部分内の流体は、水平方向に流れて、センサ管が加熱されたとき、熱サイフォンを実質的に防止する、流体の流量を測定する熱式質量流量計。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の熱式質量流量計において、導管内のバイパスであって、導管の入口に入る流体の流れを制限し、流体の一部分をセンサ管の入口端部に偏向する形態とされた前記バイパスを更に備える、熱式質量流量計。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の熱式質量流量計において、バイパスは、センサ管を渡る圧力差を発生させる形態とされた圧力降下バイパスである、熱式質量流量計。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の熱式質量流量計において、導管の入口における圧力は、約 0 . 533 kPa (4 トル) ないし 159 . 986 kPa (1200 トル) の範囲にある、熱式質量流量計。

20

**【請求項 5】**

請求項 2 に記載の熱式質量流量計において、センサ管を、センサを受け入れる面に対して実質的に垂直な方向に向けて支持し且つ、センサ管を導管上に固定する形態とされた支持要素を更に備える、熱式質量流量計。

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の熱式質量流量計において、

支持要素は、1 つ又はより多くの開口を含み、該開口は、流体がセンサ管を通過し且つバイパスに対して下流の位置にて主流路に再度入るのを許容する形態とされた、熱式質量流量計。

30

**【請求項 7】**

請求項 1 に記載の熱式質量流量計において、センサ管が加熱され、流体がその加熱されたセンサ管内を流れるとき、センサ管の熱感知部分に沿った少なくとも 2 つの位置間の温度差を測定する形態とされた温度測定システムを更に備える、熱式質量流量計。

**【請求項 8】**

請求項 7 に記載の熱式質量流量計において、温度測定システムは、

各々が要素の温度の関数として変化する抵抗を有する 1 対の熱感受性抵抗要素と、

要素の各々の抵抗を測定することにより要素の各々の温度を決定する形態とされた装置とを備える、熱式質量流量計。

40

**【請求項 9】**

請求項 1 に記載の熱式質量流量計において、センサ管の少なくとも一部分を加熱する形態とされたヒータを更に備える、熱式質量流量計。

**【請求項 10】**

請求項 9 に記載の熱式質量流量計において、ヒータは、電流が供給されたとき、センサ管の熱感知部分を抵抗加熱する形態とされた 1 対の加熱コイルを備える、熱式質量流量計。

。

**【請求項 11】**

流体の流量を制御する熱式質量流量制御器において、

流体を受け入れ且つ、導管の入口と出口との間の主流路を画成する形態とされた導管で

50

あって、少なくとも一部分、センサを受け入れる面との境を画成する前記導管と、

主流路及びセンサ受け入れ面の双方に対し実質的に垂直方向に向けてセンサ受け入れ面に対して取り付けられた熱感知部分を有する熱センサ管と、

センサ管が加熱され、流体がその加熱されたセンサ管内を流れるととき、センサ管の熱感知部分に沿った少なくとも2つの位置間の温度差を測定する形態とされた温度測定システムと、

導管の入口に入り且つその出口から出る流体の流れを調節し、流体が出口から所望の流量にて流れるようにする形態とされた制御弁と、を備え、

熱式質量流量計が実質的に垂直方向に向けて取り付けられ、導管内の流体が主流路に沿って垂直方向に流れるとき、センサ管の熱感知部分内の流体は、水平方向に流れて、センサ管が加熱されたとき、熱サイフォンを実質的に防止する、流体の流量を制御する熱式質量流量制御器。

#### 【請求項12】

請求項11に記載の質量流量制御器において、導管内のバイパスであって、導管の入口に入る流体の流れを制限し、流体の一部分をセンサ管の入口端部に偏向する形態とされた前記バイパスを更に備える、質量流量制御器。

#### 【請求項13】

請求項12に記載の質量流量制御器において、バイパスは、センサ管を渡る圧力差を発生させる形態とされた圧力低下バイパスである、質量流量制御器。

#### 【請求項14】

請求項13に記載の質量流量制御器において、導管の入口における圧力は、約0.533 kPa(4トル)ないし159.986 kPa(1200トル)の範囲にある、質量流量制御器。

#### 【請求項15】

請求項11に記載の質量流量制御器において、質量流量制御器の幅は、約30.5mm(1.2インチ)未満である、質量流量制御器。

#### 【請求項16】

請求項12に記載の質量流量制御器において、センサ管を、センサを受け入れる面に対して且つ主流路に対して実質的に垂直な方向に向けて支持する形態とされた支持要素を更に備える、質量流量制御器。

#### 【請求項17】

請求項16に記載の質量流量制御器において、支持要素は、1つ又はより多くの開口を含み、該開口は、流体がセンサ管を通過し且つバイパスに対して下流の位置にて主流路に再度入るのを許容する形態とされた、質量流量制御器。

#### 【請求項18】

流体の流量を制御する質量流量制御器であって、熱感知部分を有する熱センサ管を含み、流体を受け入れる形態とされた導管を更に含み、導管は、導管の入口と出口との間に主流路を画成し、また、少なくとも一部分、センサ受け入れ面により境が画成される、前記質量流量制御器内の熱サイフォンを防止する方法において、

熱センサ管の熱感知部分を主流路及びセンサ受け入れ面の双方に対して実質的に垂直な方向に向けてセンサ受け入れ面に対して取り付けるステップを備え、

質量流量制御器が垂直方向に取り付けられ、導管内の流体が主流路に沿って垂直方向に向けて流れるようにするとき、センサ管の熱感知部分内の流体は、水平方向に沿って流れ、センサ管が加熱されたとき、熱サイフォンを実質的に防止する、質量流量制御器内の熱サイフォンを防止する方法。

#### 【請求項19】

請求項18に記載の方法において、センサ管を支持要素に対して実質的に垂直な方向に向けて支持するステップを更に備える、方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

10

20

30

40

50

**【0001】**

質量流量制御器（MFC）内の熱サイフォンは、加熱された熱流れセンサとバイパスとの間に自由対流に起因する気体の連続的な循環を意味する。熱サイフォンの結果、実際の排出流量が零のときでさえ、零点の変動に類似する流量に対する非零の出力信号が生ずる。一部のMFCの設計において、熱サイフォン効果は、質量流量制御器が垂直に据え付けられた場合に生じ、また、熱サイフォン効果は、その流量が制御される流体の分子量及び圧力に比例して変化するであろう。

**【背景技術】****【0002】**

質量流量制御器内にて零点較正の変位を引き起すことに加えて、熱サイフォンは、質量流量制御器内の質量流量計のスパンすなわち動的範囲の較正変位をも引き起すことがある。

10

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

熱式質量流量制御器が垂直に取り付けられたとき、熱サイフォン効果を防止し又は減少させることができると共に、垂直流れ熱式質量流量計に対する零変位の熱式質量流量センサを提供することができる方法及びシステムが必要とされている。

**【課題を解決するための手段】****【0004】**

流体の流量を測定する熱式質量流量計は、流体を受け入れ且つ、導管の入口と出口との間の主流路を画成する形態とされた導管を含む。導管は、少なくとも一部分、センサを受け入れる面との境を画成する。熱センサ管の熱感知部分は、主流路及びセンサ受け入れ面の双方に対し実質的に垂直方向に向けてセンサ受け入れ面に対して取り付けられている。熱式質量流量計が垂直方向に向けて取り付けられ、導管内の流体が主流路に沿って垂直方向に流れるとき、センサ管内の流体は、水平方向に流れ、センサ管が加熱されたとき、熱サイフォンを実質的に防止する。

20

**【0005】**

流体の流量を制御する熱式質量流量制御器は、流体を受け入れると共に、導管の入口と出口との間に主流路を画成する形態とされた導管を含むことができる。導管は、少なくとも一部分、センサの受け入れ面により境が画成されるようにすることができる。熱式質量流量制御器は、主流路及びセンサ受け入れ面の双方に対して実質的に垂直な方向に向けてセンサ受け入れ面に対して取り付けられた熱感知部分を有する熱センサ管を更に含むことができる。熱式質量流量制御器は、センサ管が加熱され、流体がその加熱されたセンサ管内を流れるとき、センサ管の熱感知部分に沿った少なくとも2つの位置間の温度差を測定する形態とされた温度測定システムを更に含むことができる。熱式質量流量制御器は、導管の入口に入り且つその出口から出る流体の流量を調節し、流体が出口から所望の流量にて流れるようにする形態とされた制御弁を更に含むことができる。

30

**【0006】**

熱式質量流量計が実質的に垂直方向に取り付けられ、導管内の流体が主流路に沿って垂直方向に流れるとき、センサ管内の熱感知部分内の流体は、水平方向に流れ、センサ管が加熱されたとき、熱サイフォンを実質的に防止することができる。

40

**【0007】**

流体の流量を制御する質量流量制御器内の熱サイフォンを防止する方法が記載されている。質量流量制御器は、熱感知部分を有する熱センサ管を含み、また、流体を受け入れる形態とされた導管を更に含む。導管は、導管の入口と出口との間に主流路を画成し、また、少なくとも一部分、センサ受け入れ面により境が画成されている。該方法は、センサ管の熱感知部分を主流路及びセンサ受け入れ面の双方に対して実質的に垂直な方向に向けて取り付けるステップを含む。質量流量制御器が垂直方向に取り付けられ、導管内の流体が主流路に沿って垂直方向に向けて流れると、センサ管の熱感知部分内の流体は、水平方

50

向に沿って流れ、センサ管が加熱されたとき、熱サイフォンを実質的に防止することができる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0008】**

質量流量制御器が垂直に取り付けられたとき、熱式質量流量制御器内の熱サイフォンを実質的に防止するシステム及び方法が記載されている。

**【0009】**

図1A及び図1Bには、流体の質量流量を測定し且つ制御する典型的な熱式MFCの作用が概略図にて示され、また、MFCが図1Bに示したように、垂直に取り付けられたとき、生じるであろう熱サイフォンも示されている。図1Aには、水平に取り付けた熱式MFCが示される一方、図1Bには、図1Aに示したMFCと同一であるが、垂直に取り付けられた熱式MFCが示されている。概説すれば、熱式MFCは、流体の熱的性質を使用し且つ、流体が貫通して流れるときの加熱されたセンサ管の温度変化を監視することにより、流体の質量流量を測定することができる。熱式MFCは、典型的に、実際に、流体の質量流量を測定する熱式質量流量計と、測定された流れが所望の流れ設定点と等しいよう、流体の流量を調節する制御組立体（弁と、弁の作動を制御する電子式制御回路とを含む）を含む。典型的に、熱式MFCは、気体及び蒸気の質量流量を測定することができるが、気体及び蒸気以外の流体の流量を測定することもできる。

10

**【0010】**

図1Aを参照すると、熱式MFC100は、熱式質量流量センサ組立体110と、その流量が測定され／制御される流体を入口122にて受け入れる形態とされた導管120又は流れ本体と、導管120内のバイパス130とを含むことができる。熱式MFC100は、弁140と、導管120の出口123から流体の制御された流れを提供する仕方にて弁140の作動を制御する制御器150とを更に含むことができる。

20

**【0011】**

導管120又は流れ本体は、主流路又は通路124を画成することができ、また、少なくとも一部分、センサを受け入れる壁又はセンサを受け入れる面170により境が画成される。図示した実施の形態において、センサを受け入れる面170は、主流路124に対して実質的に平行であるとして示されている。導管120の入口122を通ってMFCに導入された流体の大部分は、主流路124を通って進むことができる。比較的少量の流体をバイパス130より熱式質量流量センサ組立体110を通して偏向させ、また、バイパス130の下流にて主流路124に再度、入るようにすることができます。バイパス130は、熱質量流量組立体を通って入り来る流体の比較的僅かな部分を流し得るよう主流路通路124にわたって圧力降下させる圧力降下バイパスとすることができる。センサ管200の入口及び出口は、主流路通路124の入口及び出口と一致し、このため、バイパス130にわたる圧力降下は、センサ管200にわたる圧力降下と同一とすることができる。

30

**【0012】**

熱質量流れセンサ組立体110は、導管120の境の少なくとも一部分を形成するセンサを受け入れる面170に装着することができる。熱質量流れセンサ組立体110は、入り来る流体の偏向された部分が管200の入口230と出口240との間にて管内を流れのを許容する形態とされた熱センサ管200と、センサ管を加熱する形態とされたセンサ管ヒータと、管に沿った2つ又はより多くの位置間の温度差を測定する形態とされた温度測定システムとを含むことができる。センサ管200は、薄肉厚、小径の毛管とすることができます、また、ステンレススチールにて出来たものとすることができますが、異なる寸法、形態及び材料をセンサ管200に対し使用することも可能である。

40

**【0013】**

センサ管200は、図1Aにて、主流路に対して平行に水平に配設されたものとして示した熱感知部分210と、図1Aにて、垂直であるとして示した2つの脚部212とを含むことができる。1対の抵抗要素250、251は、熱感知部分210に沿った異なる位置にて管200の熱感知部分210と熱接触する状態に配設することができ、また、セン

50

サ管ヒータとして、また、温度測定システムの一部としての双方として機能することができる。図1Aに示したように、抵抗要素250、251は、管の熱感知部分210に沿った2つの位置にて管200の回りに巻かれた抵抗コイル、すなわち一方の上流のコイル(250)及び他方の下流のコイル(251)とすることができる。センサ管200は、抵抗要素に電流を印加することにより加熱することができ、従って、抵抗要素は、管のヒータとして機能することができる。

#### 【0014】

センサ管の入口内に導入された流体が加熱されたセンサ管を通って実質的に一定の量にて流れるととき、上流の要素250と比較して、より多くの熱を下流の抵抗要素251に伝達することができる。上流のコイル250は、流体の流れにより冷却され、その熱の一部を流れる流体に与え、また、下流のコイル251は、加熱されて、流れる流体に与えられたこの熱の一部分を回収する。その結果、このため、2つの要素の間に温度差 $T$ を生じさせることができ、また、この温度差は、センサ管を通って流れる流体の分子数(すなわち、流体の質量)の測定値を提供することができる。温度差に起因する抵抗要素の各々の抵抗の変化を測定して、流体の質量流量の関数として質量流量計からの出力信号となる温度差を決定することができる。

10

#### 【0015】

熱センサ管が特定の向きにて取り付けられるとき、特に、より多くの熱感知部分210のセンサ管が水平方向以外の方向に向き決めされたとき、センサ管の加熱に伴ってセンサ管の内部に表れる熱勾配に起因して熱サイフォンが生じるであろう。以下に説明するように、制御弁が図1Bにて示したように完全に閉じられたときでさえ、垂直に取り付けたMFC内にて熱サイフォンが生じるであろう。

20

#### 【0016】

熱が加熱したセンサ管の表面から気体に伝達されると、加熱したセンサ管内の気体の温度は上昇し、気体の密度は低下するであろう。バイパス内の冷間の高密度の気体は、重力により強制的に下降される。一方、このことは、加熱したセンサ管内の熱間の軽い気体を強制的に上昇させる。この現象は、自由対流と称することができる。バイパス領域が十分に冷間であるならば、加熱したセンサ管から上昇する熱間気体は、冷却し且つ、再度、下降するであろう。このため、排出流れが零であるように制御弁が完全に閉じられたときでさえ、一般に熱サイフォンと称される、連続的な気体の循環がMFC内で生じるであろう。

30

#### 【0017】

熱サイフォンは、零に変位を生じさせる、すなわち、零信号を非零信号に変位させる。熱サイフォンは、また、スパンすなわち動的範囲、つまり質量流量計の該当する測定範囲の対象とされる流量が最大の所期の流量まで変化する。その結果、実際の流量の測定値は、流体の入口圧力及び性質の関数となる。零及びスパン(動的範囲)に対する、熱サイフォン効果は、入口圧力及び気体の密度の増大と共に増大するであろう。

#### 【0018】

熱サイフォンに影響する主要な因子は、気体の密度、センサ管の直径、及び加熱されたセンサ管の姿勢を含む。気体の密度は、気体の本来的な性質であり、このため、熱サイフォン効果を減少させるべく操作することはできない。MFC内のセンサ管の小さい内径は、全体として、熱サイフォン効果を減少させるが、かかる小径の管を製造することは困難で且つ実際的でなく、また、MFC設計の動的範囲を制限することになるであろう。このため、加熱したセンサ管の姿勢は、MFC内での熱サイフォンを減少させるため調節すべき基準の1つのよい選択肢であろう。

40

#### 【0019】

MFCが図1Aに示したように、水平に取り付けられたとき、自由対流の合計力は零となるから、熱サイフォンを見ることはないであろう。センサ管の水平部分210は、対流力を全く発生させず、また、2つの垂直脚部212により発生された対流力は打消すことができ、このため、浮力の合計値を零に加算することができる。

50

## 【0020】

MFCが図1Bに示したように90°回転し且つ垂直に取り付けられたとき、センサ脚部212は、最早、対流力も発生させることはない。しかし、熱感知部分210は、このとき、水平ではなくて、垂直に向き決めされているから、ヒータコイルを保持する熱感知部分210は、このとき、対流力を発生させるであろう。バイパス部は加熱されないから、対流に対する抵抗は存在せず、このため熱サイフォンが生じるであろう。

## 【0021】

図2には、垂直に取り付けられたとき、熱サイフォンを実質的に解消する設計とされた熱式質量流量制御器300の1つの実施の形態が示されている。熱センサ管がその主流路に対し且つバイパス部を保持する流れ本体に対して取り付けられ又は向き決めされる方向を除いて、図1A及び図1Bに示したMFC100と同一であるMFC300の二次的部品の全てに対して図1A及び図1Bにおけるのと同一の参照番号が使用されている。以下に更に説明するように、図2において、熱センサ管は、実質的に垂直に又は主流路及びセンサ受け入れ面に対して垂直な方向に向けて取り付けられ又は向き決めされている。

10

## 【0022】

MFC300の図示した実施の形態において、熱センサ管は、方向305に向けて導管（主流路を画成する）に対して取り付けられ、このため、熱感知部分210は、主流路124及びセンサ受け入れ面170（後者は、図示した実施の形態にて主流路124に対して実質的に平行である）の双方に対して実質的に垂直である。以下に図3に関して説明するように、この熱センサ管の取り付け形態は、MFCが垂直に取り付けられたとき、加熱したセンサ管内での流体の自由対流に起因する熱サイフォンを最小にし又は実質的に解消する。

20

## 【0023】

図2に示した実施の形態において、センサ管を主流路124及びセンサの受け入れ面170に対して実質的に垂直な方向305に向けて支持する支持要素310が提供される。支持要素310は、例えば、支持ブラケットとし、また、センサ管組立体を導管上に固定する形態とすることができます。支持要素310は、流体がセンサ管を通過し且つ、バイパス130の下流にて主流路124に再度入るようにする開口を有することができる。

20

## 【0024】

図3には、図2に示したものと同一であるが、垂直に取り付けられた熱式質量流量制御器400が示されている、すなわち、垂直流れ熱MFCが示されている。図示した垂直流れ熱MFCにおいて、入り来る流体（その流量が測定される）は、導管の上方部分から導管の下方部分まで、流れ本体又は導管内にて垂直に流れる。

30

## 【0025】

図3に示したように、熱式MFCは、垂直方向に向けて取り付けられ、このため、導管内の流体は主流路に沿って垂直方向に流れ、センサ管の熱感知部分210内の流体の流れは水平のままである。このとき、センサ管の熱感知部分210（すなわち、ヒータコイルを有する部分）は、水平に向き決めされ、このため、対流力を発生させない一方、センサ管の2つの脚部により発生された対流力は打消される。このように、対流に起因する熱サイフォンを最小とし又は実質的に解消することができる。

40

## 【0026】

図3に示した熱MFCは、センサ管が主流路に対して横方向に且つ流れ本体又は導管のセンサ受け入れ面に対して平行に取り付けられたMFCと比較して設置面積を小さくすることができる。この理由のため、図1A、図1B、図2及び図3に示した実施の形態の導管120は、全て互換可能であり、明確な製造上の利点を提供する。1つの実施の形態において、熱式MFCは、約30.5mm(1.2インチ)未満の幅を有することができる。

## 【0027】

図3に示した熱式MFCは、周囲圧力以下の気体を送り出すため必要な低い圧力降下を実現するため要求される、大きいボアの流れセンサ内の熱サイフォン効果を最小にし又は

50

減少させるため使用することができる。例えば、約1.333 kPa(10トル)の容器圧力未満にて気体を送り出し、また、133.322 kPa(1000トル)にて満杯の容器にて同一の流量を正確に送り出すことは、典型的に、幅の広いボアのセンサを必要とするであろう。幅の広いボアのセンサは一般に良好に作用するが、熱サイフォン効果のため、取り付け姿勢に対して敏感である。主流路及びセンサの受け入れ面の双方に対して垂直の方向に向けてセンサ管を垂直に取り付けることは、かかる熱式MFCが垂直に取り付けられるとき、設置面積を増大させることを必要とせずに、熱サイフォンの問題を最小にすることができる。

#### 【0028】

要するに、熱式MFCが垂直に取り付けられたとき、設置面積を増大させることを必要とせずに、熱サイフォン効果を著しく減少させるシステム及び方法について説明した。 10

#### 【0029】

垂直に取り付けたMFCにおける熱サイフォンを実質的に解消する装置及び方法の特定の実施の形態について説明したが、これらの実施の形態に内在する着想は、その他の実施の形態にても同様に使用可能であることを理解すべきである。本発明の保護は、特許請求の範囲によってのみ限定されるものである。

#### 【0030】

これら特許請求の範囲において、単数にて1つの要素に言及することは、そのように特に指定がない限り、「1つで且つ唯一のもの」を意味するのではなく、「1つ以上」のものを意味することを意図するものである。当該技術の当業者に既知であり又は後で既知となるこの開示の全体を通じて説明した色々な実施の形態に対する構造上及び機能上等価的なものは、全て特許請求の範囲に包含することを意図するものである。更に、本明細書に開示した何れのものもかかる開示が明示的に請求項に記載されているかどうかを問わず、公に開放することを意図するものではない。 20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0031】

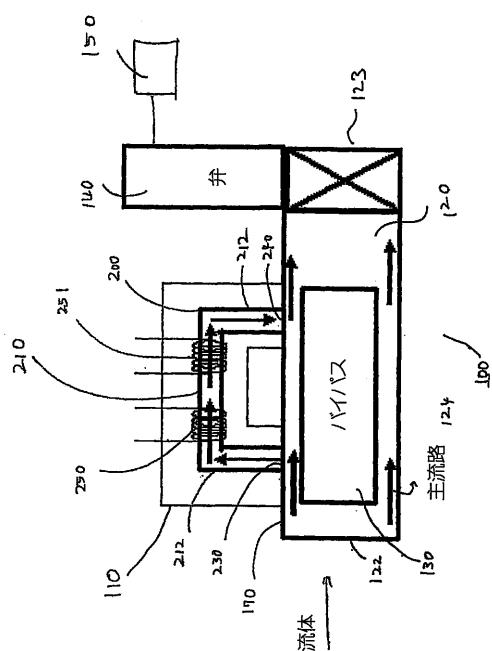
【図1A】質量流量制御器の作用及び熱サイフォン現象を概略図的に示す図である。

【図1B】質量流量制御器の作用及び熱サイフォン現象を概略図的に示す図である。

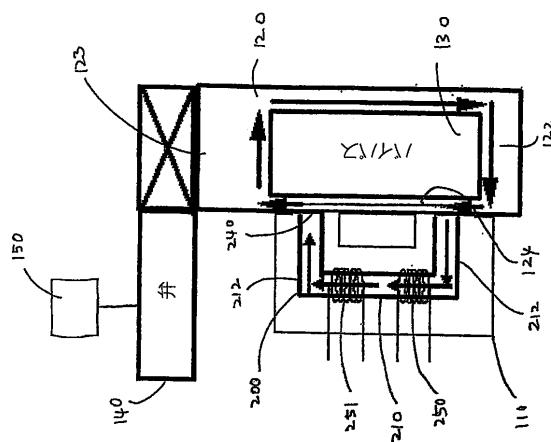
【図2】熱センサ管が主流れ方向に対して且つ、MFC内にて熱式質量流量計の主流れ本体に対して垂直方向に取り付けられた状態を示す概略図である。 30

【図3】流体が流れ本体内にて垂直に且つセンサ管を通って水平に流れるよう垂直に取り付けられた図2の熱式MFCを示す図である。

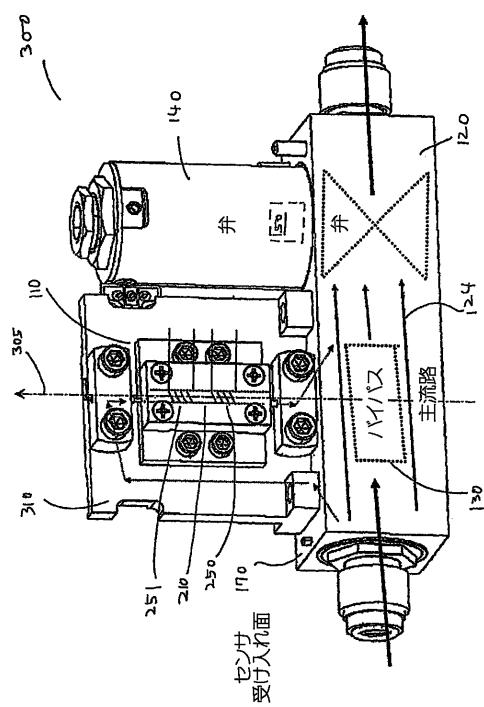
【図1A】



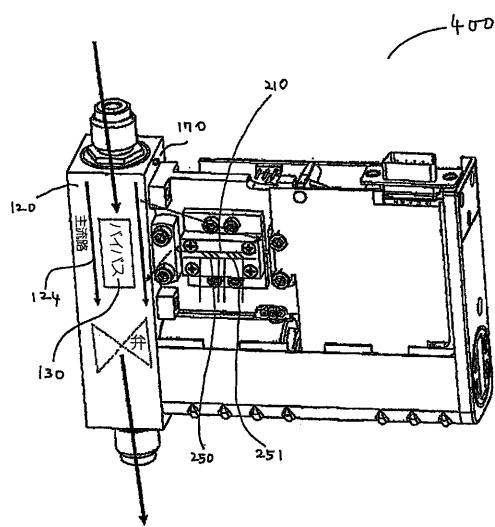
【図1B】



【図2】



【図3】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2006/043013
---

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01F1/684
---

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC
---

B. FIELDS SEARCHED
--------------------

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01F G05D
--

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
---

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)
--

EPO-Internal
--------------

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 279 154 A (VAVRA RANDALL J [US] ET AL) 18 January 1994 (1994-01-18)  column 2, line 44 – line 64 column 7, line 1 – column 8, line 65; claim 10; figure 8	1-3, 5-13, 16-19
X	US 6 044 701 A (DOYLE MICHAEL J [US] ET AL) 4 April 2000 (2000-04-04)  column 6, line 50 – column 7, line 44; figure 16	1-3, 5-13, 16-19
A	US 5 763 774 A (HA DON DONGCHO [US] ET AL) 9 June 1998 (1998-06-09)  column 1, line 38 – line 65 column 3, line 38 – column 4, line 63 column 8, line 54 – column 9, line 60; figures 2,7	1-19

<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.
---

<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
--

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search  4 May 2007	Date of mailing of the International search report  16/05/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer  PAPANTONIOU, E

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/US2006/043013

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5279154	A 18-01-1994	NONE	
US 6044701	A 04-04-2000	NONE	
US 5763774	A 09-06-1998	JP 10148554 A	02-06-1998

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,L,A,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100080137

弁理士 千葉 昭男

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100093713

弁理士 神田 藤博

(72)発明者 ディン, ジュンファ

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 01876, チューカスベリ, オーチャード・ストリート 4  
1

(72)発明者 ラバッシ,マイケル

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 01564, スターリング, ケンダル・ヒル・ロード 113

(72)発明者 ザーカー, カヴェ・エイチ

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 01810, アンドーバー, ダスコーム・ロード 96

F ターム(参考) 2F035 EA01