

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4545365号  
(P4545365)

(45) 発行日 平成22年9月15日(2010.9.15)

(24) 登録日 平成22年7月9日(2010.7.9)

(51) Int.Cl.

G O 1 F 1/84 (2006.01)

F 1

G O 1 F 1/84

請求項の数 11 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-535011 (P2001-535011)  
 (86) (22) 出願日 平成12年10月17日 (2000.10.17)  
 (65) 公表番号 特表2003-513264 (P2003-513264A)  
 (43) 公表日 平成15年4月8日 (2003.4.8)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/028739  
 (87) 國際公開番号 WO2001/033174  
 (87) 國際公開日 平成13年5月10日 (2001.5.10)  
 審査請求日 平成18年8月1日 (2006.8.1)  
 (31) 優先権主張番号 09/430,052  
 (32) 優先日 平成11年10月29日 (1999.10.29)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 592225504  
 マイクロ・モーション・インコーポレーテッド  
 Micro Motion Incorporated  
 アメリカ合衆国コロラド州80301, ボルダー, ウィンチエスター・サークル  
 7070  
 (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】寸法を減少させた大きい流量のためのコリオリ流量計

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

入口側端部と出口側端部を有し、上記入口側端部に始まり上記出口側端部で終わるほぼ半円形をなしている第1の流管(103A)と、

入口側端部と出口側端部を有し、上記入口側端部に始まり上記出口側端部で終わるほぼ半円形をなしている第2の流管(103B)と、

上記第1の流管の曲げ軸にほぼ垂直な上記第1の流管(103A)上の点において該第1の流管(103A)に取り付けられ、上記第2の流管の曲げ軸にほぼ垂直な上記第2の流管上の点において該第2の流管に取り付けられ、上記第1の流管及び上記第2の流管を相互に反対の方向に振動させるようにした駆動源(104)と、

上記第1の流管(103A)の上記入口側端部に近接しての該第1の流管に取り付けられるとともに上記第2の流管(103B)の入口側端部に近接して該第2の流管に取り付けられた第1の受けバー(120)と、

上記第1の流管(103A)の上記出口側端部に近接して該第1の流管に取り付けられるとともに上記第2の流管の出口側端部に近接して該第2の流管に取り付けられた第2の受けバー(121)であって、上記第1の受けバー(120)と第2の受けバー(121)とが上記半円形をなしている流管(103A, 103B)上の点においてほぼ180°離れて配置されている第2の受けバー(121)と、

上記駆動源(104)を上記受けバー(120, 121)との間で上記第1の流管(103A)及び上記第2の流管(103B)に、小さい振幅の振動で所望の大きさのコリオ

10

20

リ力を検出できるようにする位置に取り付けられた複数のピックオフと、からなることを特徴とする減少したフラッグ寸法を有するコリオリ流量計。

**【請求項 2】**

上記第1の流管(103A)及び第2の流管(103B)を配管に取り付けるため上記第1の流管(103A)の入口側端部及び第2の流管(103B)の入口側端部に取り付けられた入口側マニホールド(102)をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のコリオリ流量計。

**【請求項 3】**

上記入口側マニホールドを通る流路におけるほぼ90°の屈曲部をさらに含むことを特徴とする請求項2に記載のコリオリ流量計。 10

**【請求項 4】**

上記第1の流管(103A)及び第2の流管(103B)を配管に連結するため上記第1の流管(103A)の上記出口側端部及び第2の流管(103B)の出口側端部に取り付けられた出口側マニホールド(102)をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のコリオリ流量計。

**【請求項 5】**

上記出口側マニホールドを通る流路におけるほぼ90°の屈曲部をさらに含むことを特徴とする請求項4に記載のコリオリ流量計。

**【請求項 6】**

上記第1の流管(103A)及び第2の流管(103B)を配管に取り付けるため上記第1の流管(103A)の入口側端部及び第2の流管(103B)の入口側端部に取り付けられた入口側マニホールド(102)と、 20

上記第1の流管(103A)及び第2の流管(103B)を上記配管に連結するため上記第1の流管(103A)の上記出口側端部及び第2の流管(103B)の出口側端部に取り付けられた出口側マニホールド(102)と、

上記入口側マニホールドと出口側マニホールドとの間の一定の間隔を維持するため上記入口側マニホールド及び出口側マニホールドに取り付けられたスペーサ(200)と、をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のコリオリ流量計。

**【請求項 7】**

上記スペーサが 30

上記入口側マニホールド(102)に取り付けられた入口側端部(190)と、

上記出口側マニホールド(102)に取り付けられた出口側端部(191)と、

上記スペーサの上記入口側端部と該スペーサの出口側端部との間にそれぞれ延在して矩形体を形成する上側の辺(202)、底側の辺(204)、前側の辺(201)及び後側の辺(203)と、

上記第1の流管(103A)及び第2の流管(103B)が上記入口側マニホールド及び上記出口側マニホールドに取り付けられる際に通り抜ける上記スペーサ(200)の上側の辺(202)の開口(210)と、

からなることを特徴とする請求項6に記載のコリオリ流量計。

**【請求項 8】**

上記スペーサの上側の辺に取り付けられた上記第1の流管及び第2の流管を包囲するケーシング(300)をさらに含むことを特徴とする請求項7に記載のコリオリ流量計。 40

**【請求項 9】**

上記ケーシングが

前側の壁部と、

後側の壁部と、

上記ケーシングの振動モードを変化させるように上記前側の壁部及び後側壁部に取り付けられた重りと、

からなることを特徴とする請求項8に記載のコリオリ流量計。

**【請求項 10】**

上記複数のピックオフの位置が上記第1及び第2の流管の曲げ軸からほぼ25°～50°になつてゐることを特徴とする請求項1に記載のコリオリ流量計。

【請求項11】

上記複数のピックオフの位置が上記第1及び第2の流管の曲げ軸から30°になつてゐることを特徴とする請求項10に記載のコリオリ流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】

本発明はコリオリ流量計に関する。より詳細には、本発明は実質的に半円形の弧を有する流管と1組の受けバーとを用いることによってコリオリ流量計のフラッグ寸法を小さくすることに関する。さらに詳細には、本発明はゼロ安定性を維持し振動する流管の振幅を減少させて受けバーに加わる応力を減少さる構成部分の形状に関する。

10

【0002】

【技術的問題】

1985年1月1日にJ.E.スミスらに対して発行された米国特許第4491025号及び1982年2月11日のJ.E.スミスへの再発行特許第31450号に開示されるように、配管を通って流れる物質の質量流量及び他の情報を測定するためにコリオリ効果の質量流量計を用いることが知られている。これらの流量計は曲線状の1本またはそれより多くの流管を有する。コリオリ質量流量計における各々の流管の形状は、単純な曲げ捩れの型あるいは結合型の1組の固有振動モードを有する。物質を充填された振動系の固有振動モードは部分的には流管と流管内の物質との併せた質量によって決定される。物質は連結された配管から流量計の入口側に流入する。それから物質は1本または複数本の流管を通って流れ、出口側で流量計から連結された配管に出てゆく。

20

【0003】

流管を所望の振動モードで振動させるため駆動源が流管に力を加える。典型的には所望の振動モードは第1の位相が外れた曲げモードである。流管を通って物質が流れないと、流管上の全ての点は一致した位相で振動する。物質が流れ始めると、コリオリ加速度により流管上の各点が流管上の他の点に対して異なる位相を有するようになる。流管の入口側の位相は駆動源より遅れるが、出口側の位相は駆動源より進む。流管の運動を表す正弦波信号を生ずるように流管に検出器が配置される。2つの検出器の信号の間の位相差は1本または複数本の流管を通って流れる物質の質量流量に比例する。そのから検出器に連結された電子回路部分は物質の質量流量及び他の特性を決定するため信号の振動数及び位相差を用いる。

30

【0004】

コリオリ流量計が他の質量流量計に対して有する利点は、流量計が典型的には計算された物質の質量流量における誤差が0.1%より小さくなることである。オリフィス流量計、タービン流量計、渦流量計等の他の従来の型の質量流量測定装置は、典型的には流量測定において0.5%またはそれ以上の誤差を有する。コリオリ質量流量計は他の型の質量流量測定装置より精度が高いけれども、コリオリ流量計はまた製造により多くの経費がかかる。流量計の利用者は精度より経費の節約を選んでより経費の少ない型の流量計を選択することが多い。それゆえコリオリ流量計の製造者は、他の質量流量測定装置に匹敵する製品を製造するため、製造の経費が少なく、実際の質量流量の0.5%以内の精度で質量流量を決定するコリオリ流量計を望んでいる。

40

【0005】

コリオリ流量計が他の装置より経費を要する1つの理由は、流管に加わる多くの望ましくない振動を減少させる部品が必要なことである。1つのこのような部品として流管を配管に取り付けるマニホールドがある。2本管式コリオリ流量計において、マニホールドはまた配管から受け入れた物質の流れを2つの別個の流れに分割しその流れを別個の流管に向ける。配管に連結されたポンプ等の外的要因によって生ずる振動を減少させるために、マニホールドは振動を吸収するのに十分な剛性を有していなければならない。多くの従来のマニホ

50

ルドは十分な質量を有するように鋳造金属で形成されている。さらに入口側マニホールドと出口側マニホールドとの間隔を維持するマニホールド間のスペーサがある。このスペーサはまた外部の力が流管を振動させないようにするために金属あるいは他の剛性の材料で形成される。これらの鋳造物を形成するために用いられる多量の金属のため流量計の製造経費が増大する。しかしながら望ましくない振動をなくすことにより流量計の精度が非常に高まる。

#### 【0006】

コリオリ流量計の当業者にとって第2の問題は、流量計がある種の用途に用いられるのに大きすぎるフラッグ寸法を有することである。これを論ずる場合、フラッグ寸法は流管が配管から外方に延びる長さである。空間が制限されたり高価になる環境がある。典型的な10  
フラッグ寸法を有する流量計はこの制限された面積には適合しないであろう。

#### 【0007】

大きい流量を扱うコリオリ流量計においてフラッグ寸法を減少させることが特に問題になる。これを論ずる場合、大きい流量は318 kg / 分 (7001 b s . / 分) またはそれ以上である。より大きい流量を扱う流量計においてフラッグ寸法を減少させることが問題になる1つの理由は、流管がより大きい径にならなければならないことである。より大きい径の流管はより小さい径の流管より高い駆動振動数を有し、フラッグ寸法を減少させると設計がより難しくなる。より大きい径の流管はまたより小さいフラッグ寸法になった時にゼロ安定性の問題を生ずる。これらの理由により、大きい流量を扱うことができる2本管式コリオリ流量計を製造することは特に問題になる。

20

#### 【0008】

#### 【解決手段】

前述した、また他の問題は、本発明において減少したフラッグ寸法を有するコリオリ流量計を提供することにより解決され、技術的進歩がなされる。本発明のコリオリ流量計は大きい質量流量を扱うことができる流管を有する。本発明のコリオリ流量計は従来のマニホールド及びスペーサを有していない、その代りにスペーサが実質的にマニホールドを取り囲んでいる。この形状は流量計の製造経費を減少させる。本発明のコリオリ流量計はまた減少したフラッグ寸法を有するが、それにより空間が高価になり従来のフラッグ寸法を有するコリオリ流量計を用いることができない領域で本発明のコリオリ流量計が用いられるようになる。

30

#### 【0009】

流管を入口側端部と出口側端部との間で実質的に半円形の弧となるように形成することによって流管のフラッグ寸法が減少する。半円形の弧により流管の隆起が減少しフラッグの高さが減少する。流量計の精度を高めるため、半円形の弧の全長が振動しなければならない。

#### 【0010】

流管の入口側端部と出口側端部とを含む平面に実質的に垂直な各々の流管の半円形の弧上の位置で流管に駆動源が取り付けられる。駆動源は流管を振動させるように駆動源によって流管に加わるエネルギーの量を最大にするためこの位置に配置される。駆動源が流管を低い振幅で振動させて流管に取り付けられた受けバーに加わる応力を減少させるようするため駆動源に駆動信号が供給される。

40

#### 【0011】

流管が振動する際に流管の振動モードを分離するため、第1の受けバーが流管の入口側端部近くに取り付けられ、第2の受けバーが流管の出口側端部近くに取り付けられる。受けバーは流管の実質的に同じ位置で各々の流管に取り付けられた金属製の部分である。

#### 【0012】

振動する流管におけるコリオリ力を検出するため、ピックオフセンサーが低い振幅の振動での最大のコリオリ力の大きさを検出できるようにする位置で流管に取り付けられなければならない。これにより受けバーに加わる応力を減少させるために低い振幅の振動が用いられるようになる。

50

**【 0 0 1 3 】**

流管を配管に連結するように入口側のマニホールド及び出口側のマニホールドが流管の入口側及び出口側の端部に取り付けられよう。各々のマニホールドは材料の経費を減少させるため別個に鋳造された別個の部分である。各々のマニホールドは半円形の弧状の入口側及び出口側の端部を配管に連結するように実質的に 90° 屈曲する流路を有するであろう。

**【 0 0 1 4 】**

マニホールドの間の距離を維持するために各々のマニホールドにスペーサが取り付けられる。このスペーサは 4 つの辺を有していて対向する端側が入口側及び出口側のマニホールドに取り付けられる。スペーサは中空の空所を包囲している。これによりマニホールドとスペーサーとの両方の鋳造に用いられる材料の量が減少する。スペーサの上側の開口によりマニホールドがスペーサから外方に突出する半円形弧状の流管に連結させられるようになる。10

**【 0 0 1 5 】**

流管を包囲するようにスペーサの上側にケーシングが取り付けられよう。このケーシングが振動する流管の振動数に近い振動数で共振することが問題になる。これは流管を通って流れる物質の特性の読み取りに誤差を与えることになる。ケーシングの共振振動数を変えるために、ケーシングに質量体が取り付けられてケーシングの共振振動数を変化させることになる。

前述の、また他の特徴は、以下の詳細な説明及び添付の図面から理解される。

**【 0 0 1 6 】****【図 1 のコリオリ流量計全体】**

20

図 1 は流量計 10 及び流量計電子回路 20 からなるコリオリ流量計 5 を示している。流量計電子回路 20 は線路 26 を通じて密度、質量流量、全質量、温度及び他の情報を与えるようにリード線 100 を介して流量計センサー 10 に連結されている。本発明は駆動源の数、ピックオフセンサーの数、振動の動作モードにかかわらずいずれの型のコリオリ流量計にも用いられることが当業者にわかるであろう。さらに本発明は、物質が流管を通って流れる際にコリオリ効果を測定するため 2 本の流管 103A - 103B を振動させ、それから物質の特性を測定するためコリオリ効果を用いるいすれのシステムにも用いられよう。

**【 0 0 1 7 】**

流量計センサー 10 は 1 対のフランジ 101 及び 101' 、マニホールド 102 、 102' 、流管 103A 及び 103B 、受けバー 120 - 121 、駆動源 104 、及びピックオフセンサー 105 及び 105' を含む。フランジ 101 - 101' はマニホールド 102 - 102' に取り付けられている。マニホールド 102 - 102' は流管 103A - 103B の対向する端部に取り付けられている。後述するように流管 103A - 103B に受けバー 120 - 121 が取り付けられている。駆動源 104 は流管 103A - 103B を相互に反対の方向に振動させられる位置で流管 103A - 103B に取り付けられている。流管 103A - 103B の対向する端部に、その位置での振動の位相差を検出するようにピックオフセンサー 105 - 105' が取り付けられている。30

**【 0 0 1 8 】**

フランジ 101 及び 101' がマニホールド 102 - 102' に取り付けられ流管 103A 及び 103B を配管（図示せず）に連結している。流量計センサー 10 が測定される物質を移送する配管系（図示せず）に挿入されると、物質が入口側フランジ 101 を通って流量計センサー 10 に入り、全体の量の物質が入口側マニホールド 102 によって 2 つの流れに分割され、等量ずつ流管 103A 及び 103B に入るように向かわれる。それから物質は出口側フランジ 101' を通って流れ、ここで流量計センサー 10 を出てゆく。マニホールド 102 及び 102' は最少の量の材料で形成される。40

**【 0 0 1 9 】**

流管 103A 及び 103B はそれぞれの曲げ軸 W - W' 及び曲げ軸 W'' - W''' を中心として実質的に同じ質量分布、慣性モーメント、弾性計数を有するように選択されて入口側マニホールド 102 及び出口側マニホールド 102' に適切に装着されている。流管は実質的に50

平行になってマニホールドから外方に突出する。

#### 【0020】

流管 103A - 103B はそれぞれの曲げ軸 W-W 及び曲げ軸 W'-W' を中心として位相が逆になって、流量計の第 1 の位相の外れた曲げモードという状態になるようにして駆動源 104 によって駆動される。駆動源 104 は流管 103A に装着されたマグネット及び流管 103B に装着された対向するコイルのような多くの周知の装置の 1 つからなるものでもよい。両方の流管 103A - 103B を振動させるように対向するコイルに交流電流が流れる。流量計の電子回路 20 によってリード線 130A - 130B を介して駆動源 104 に適当な駆動信号が供給される。図 1 の説明は単にコリオリ流量計の動作の一例としてなされたものであり、本発明の考え方を制限するものではない。

10

#### 【0021】

流量計電子回路 20 はそれぞれリード線 111 及び 111' に生ずる右及び左の速度信号を受け取る。流量計電子回路 20 はまた駆動源 104 に流管 103A 及び 103B を振動させる駆動信号をリード線 110 に与える。本発明はここに説明したように複数の駆動源に対して複数の駆動信号を与えることができる。流量計電子回路 20 は左及び右の速度信号を処理して質量流量を計算する。線路 26 は流量計電子回路 20 が操作者とのインターフェースをとれるようにする入出力手段を与える。流量計電子回路 20 の内部構成部分は従来のものである。それゆえ簡略にするため、流量計電子回路の完全な説明は省略される。

#### 【0022】

コリオリ流量計センサー 10 の形状により実際の質量流量の 5 % 以内の読み取り精度を維持しながら流管 103A - 103B がより小さいフラッグ寸法を有することができるようになる。フラッグ寸法は流管のループがそのループに垂直で連結されている配管を含む面から外方に突出する長さである。コリオリ流量計センサ 10 の形状の第 2 の利点はより経費の少ないマニホールド及びスペーサが用いられることである。

20

#### 【0023】

フラッグ寸法を減少させるために、流管 103A - 103B は入口端部 151 - 151' と出口側端部 152 - 152' との間に実質的に半円形の弧 150 - 150' を有する。実質的に半円形の弧 150 - 150' は流管 103A - 103B に連続的な曲線を形成することによってフラッグ寸法を減少させる。流管 103A - 103B がコリオリ流量計 5 を通って大きい流量の物質を流れ易くするのに十分な直径とすることができるよう実質的に半円形の弧 150 を用いなければならない。流管 103A - 103B を配管に直列状に連結するために、入口側マニホールド 102 及び出口側マニホールド 102' は流れを配管から実質的に半円形の弧 150 - 150' に向けるように流路内で実質的に 90° の屈曲部を有するであろう。

30

#### 【0024】

ゼロ安定性を達成し流管 103A - 103B の振動モードを分離するために、流管 103A 及び 103B に第 1 の受けバー 120 及び第 2 の受けバー 121 が取り付けられる。第 1 の受けバー 120 は流管 103A - 103B の振動を制御するように流管 103A 及び 103B を連結するため流管 103A - 103B にその入口側端部の近くで取り付けられる。第 2 の受けバー 121 は流管 103A - 103B の振動を制御するように流管 103A 及び 103B を連結するため流管 103A - 103B にその出口側端部の近くで取り付けられる。好ましい実施例において、第 1 の受けバー 120 及び第 2 の受けバー 121 は流管 103A - 103B に、実質的に半円形の弧 150 上で相互に実質的に 180° 離れて取り付けられる。

40

#### 【0025】

駆動源 104 は流管 103A - 103B の入口側 151 と出口側 152 との実質的に中心点となる半円形の弧 150 上の位置で流管 103A - 103B に取り付けられる。この位置は駆動源 104 が最小量の電力を用いて流管 103A - 103B に最大の力を与えられるようにするものである。駆動源 104 は所望の振幅及び振動数で振動できるようにする流量計電子回路 20 からの信号を線路 110 を介して受け取る。好ましい実施例において

50

て、振動の振動数は従来のコリオリ流量計より高い振動数となる流管 103A - 103B の第1の位相の外れた曲げモードと実質的に同等である。より高い振動数からの応力を減少させるために、好ましい実施例において小さい振動振幅を維持するのが望ましい。

#### 【0026】

流管 103A - 103B を高い振動数及び及び小さい振幅で振動させるために、ピックオフセンサー 105 - 105 が流管 103A - 103B に、その最大量の振動が検出される位置に取り付けられなければならない。これによりピックオフセンサー 105 - 105 が流れる物質によって生ずる最大量のコリオリ力の効果を検出することができるようになる。好ましい実施例において、ピックオフセンサーは軸 W - W、軸 W - W から実質的に 30° の位置に配置されよう。しかしながら、流量計を駆動するために従来の電子回路が用いられる時にピックオフセンサーは軸 W - W から 25° と 50° の間のいずれの位置に配置されてもよい。

#### 【0027】

##### 【図2のマニホールド 102 及び 102 に取り付けられたスペーサ】

図2は流量計センサー 10 に取り付けられたスペーサ 200 を示している。スペーサ 200 は入口側マニホールド 102 と出口側マニホールド 102 との間に一定の間隔を維持する。コリオリ流量計における従来のスペーサと異なって、スペーサは最少の材料で形成される。スペーサ 200 は対向する側に方形の端部 190 - 191 を有する。好ましい実施例において、方形の端部 190 - 191 はマニホールド 102 - 102 における方形の板として鋳造される。壁部 201 - 202 によって表される4つの壁部が方形の台部 190 - 191 の各々の縁部を連結して包囲体を形成する。開口 210 により流管 103A - 103B の実質的に半円形の弧 150 - 150 がスペーサ 200 から突出できるようになる。

#### 【0028】

##### 【図3の流管 103A - 103B のケーシング】

図3は流管 103A - 103B (図1に示される) を包囲するケーシング 300 を示している。ケーシング 300 は流管 103A - 103B 上に嵌合して溶接あるいはボルト及びナット等の手段によってスペーサ 200 に取り付けられた中空の内側になった構造体である。

#### 【0029】

ケーシング 300 は流管 103A - 103B の所望の振動モードの振動数に実質的に等しい振動数で共振するであろう。この場合には、流管 103A - 103B の振動の読み違いを防止するためにケーシング 300 の共振振動数を変えるのが望ましい。1つの解決策はケーシング 300 の実質的に平坦な部分 302 に重り 301 を取り付けることである。重りはケーシング 300 の一部として付加されることが当業者にはわかるであろう。

#### 【0030】

前述したのは最少のフラッグ寸法を有するコリオリ流量計についての説明である。本発明の範囲に文言上、あるいは均等的に他の形のコリオリ流量計とすることができるのが当業者にはわかるであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 減少したフラッグ寸法を有するコリオリ流量計を示す部である。

【図2】 スペーサに取り付けられた本発明のコリオリ流量計を示す図である。

【図3】 スペーサに取り付けられケーシングに包囲されたコリオリ流量計を示す図である。

10

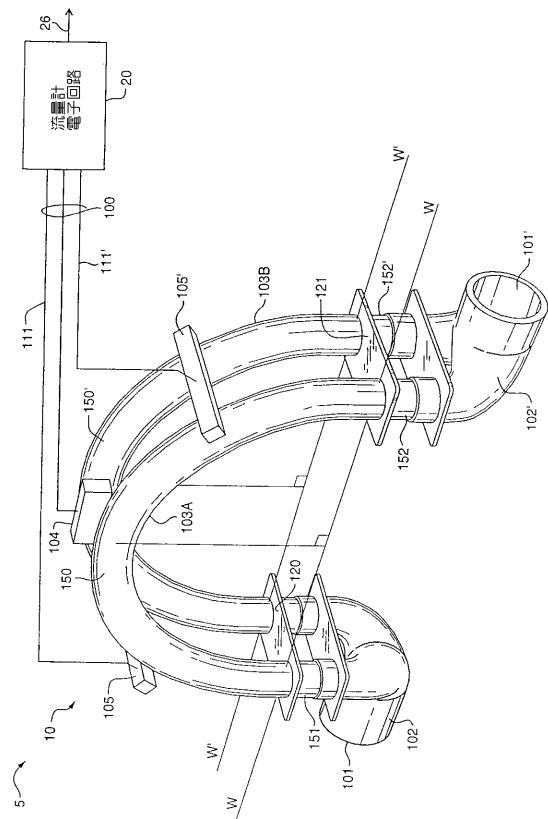
20

20

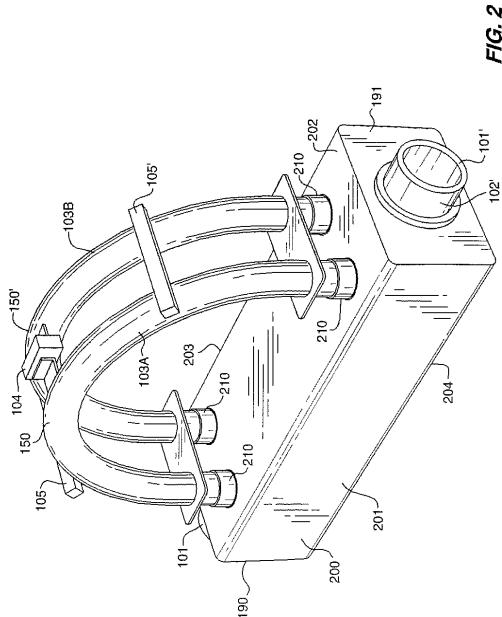
30

40

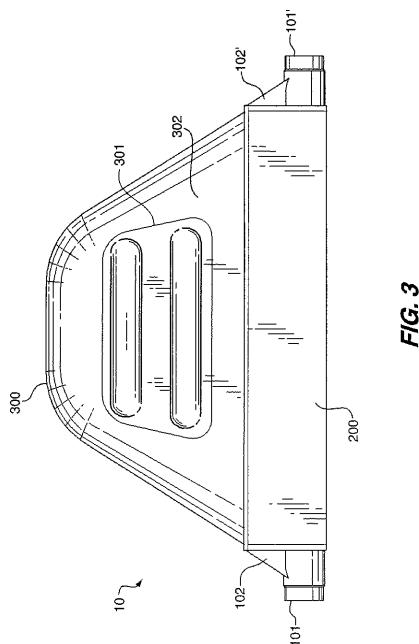
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(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 100076691

弁理士 増井 忠式

(72)発明者 クリスフィールド, マシュー・ティー

アメリカ合衆国コロラド州80301, ボルダー, ホワイト・ロック 4837ピー

(72)発明者 マッカーシー, ジョン・リチャード

アメリカ合衆国コロラド州80303, ボルダー, サーティーフィフス・ストリート 865

審査官 岸 智史

(56)参考文献 特許第2939242(JP, B2)

特開平07-139986(JP, A)

特開平04-256812(JP, A)

特開平06-213697(JP, A)

特開平06-160148(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/84