

(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2007-298400

(P2007-298400A)

(43) 公開日 平成19年11月15日(2007.11.15)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 F 15/075 (2006.01)	GO 1 F 15/075	2 F 0 3 0
GO 1 F 1/00 (2006.01)	GO 1 F 1/00	2 F 0 3 1
GO 1 F 1/60 (2006.01)	GO 1 F 1/60	2 F 0 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2006-126763 (P2006-126763)	(71) 出願人	000129253
(22) 出願日	平成18年4月28日 (2006.4.28)		株式会社キーエンス
			大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番14号
		(74) 代理人	100104949
			弁理士 豊栖 康司
		(74) 代理人	100074354
			弁理士 豊栖 康弘
		(72) 発明者	福村 孝二
			大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番14号 株式会社キーエンス内
		Fターム(参考)	2F030 CE01
			2F031 AF04
			2F035 CB10

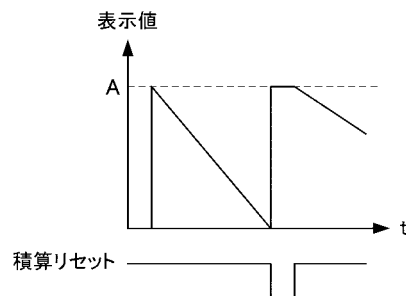
(54) 【発明の名称】 流量センサ

(57) 【要約】

【課題】用途に応じて種々の態様で積算流量を表示可能にする。

【解決手段】流量センサは、被検出流体の流量を検出するための流量センサであって、本体ケースと、本体ケース内に配設されて、被検出流体を通過させるための管状の測定管と、測定管を流れる被検出流体の流量を検出可能な流量検出手段と、流量検出手段で検出された被検出流体の流量に基づき、積算流量を演算可能な流量演算部と、流量演算部で演算された積算流量を表示可能な表示部とを備え、予め設定された所定値から積算流量を減算した減算値を、表示部に表示可能に構成している。

【選択図】 図2 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検出流体の流量を検出するための流量センサであって、
本体ケースと、
前記本体ケース内に配設されて、被検出流体を通過させるための管状の測定管と、
前記測定管を流れる被検出流体の流量を検出可能な流量検出手段と、
前記流量検出手段で検出された被検出流体の流量に基づき、積算流量を演算可能な流量演算部と、
前記流量演算部で演算された積算流量を表示可能な表示部と、
前記流量演算値で演算された積算流量を保持するためのメモリ部と、
リセット信号を受信すると、前記メモリ部に保持された積算流量を所定のリセット値にリセットするリセット信号入力部と、
前記所定のリセット値を設定するためのリセット設定部と、
を備え、
予め設定された所定値から積算流量を減算した減算値を、前記表示部に表示可能に構成してなることを特徴とする流量センサ。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の流量センサであって、
前記リセット信号が、外部入力若しくはユーザの指定により入力可能に構成されてなることを特徴とする流量センサ。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の流量センサであって、
前記流量演算値で演算された積算流量を、前記所定のリセット値から減算した減算値を、前記表示部に表示可能に構成してなることを特徴とする流量センサ。

【請求項 4】

被検出流体の流量を検出するための流量センサであって、
本体ケースと、
前記本体ケース内に配設されて、被検出流体を通過させるための管状の測定管と、
前記測定管を流れる被検出流体の流量を検出可能な流量検出手段と、
前記流量検出手段で検出された被検出流体の流量に基づき、積算流量を演算可能な流量演算部と、
前記積算流量が所定値に達した際に所定の積算値出力を変更可能な積算値出力部と、
予め設定された所定の時間内に前記積算値出力部が積算値出力を変更しない場合に、所定のタイムアウト出力を出力可能なタイムアウト出力部と、
を備えることを特徴とする流量センサ。

30

【請求項 5】

被検出流体の流量を検出するための流量センサであって、
本体ケースと、
前記本体ケース内に配設されて、被検出流体を通過させるための管状の測定管と、
前記測定管を流れる被検出流体の流量を検出可能な流量検出手段と、
前記流量検出手段で検出された被検出流体の流量に基づき、積算流量を演算可能な流量演算部と、
予め設定された所定値から積算流量を減算した減算値を表示可能な表示部と、
前記積算流量が所定値に達した際に所定の積算値出力を出力可能な積算値出力部と、
予め設定された所定の時間内に前記積算値出力部が積算値出力を出力しない場合に、所定のタイムアウト出力を出力可能なタイムアウト出力部と、
を備えることを特徴とする流量センサ。

40

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかーに記載の流量センサであって、
前記流量検出手段が、

50

被検出流体に交番磁場を印加するための磁場印加手段と、
被検出流体と非接触となるよう前記測定管と結合される電極と、
前記測定管を通過する被検出流体の流量を演算する演算手段と、
を備えることを特徴とする流量センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検出流体の流量を検出する流量センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、液体や気体等の流体の流量を検出するために種々の流量センサが用いられている。例えば被検出流体を羽根車に当てて、その回転数を流量値に換算する羽根車式や、鉛直方向に設置されたパイプ中に浮きを配置し、この浮きの上昇度合いで流量を検出する浮き子式、ファラデーの電磁誘導の原理を使用して、流路内に可動部や障害物を配置することなく流量を測定可能な電磁式等がある。この内、電磁流量計には大別して接液電極形と非接液電極形の２種類が存在する。接液電極形の電磁流量計（接液式あるいは電極式電磁流量計等と呼ばれる）は、電極が被検出流体と直接接触し、被検出流体に発生する起電力を直接検出する。一方、非接液電極形の電磁流量計（（静電）容量式電磁流量計等と呼ばれる）は、電極が被検出流体と直接接触せず、被検出流体に発生する起電力を被検出流体と電極間の静電容量を介して検出する。このような電磁流量計では被検出流体の経路が貫通構造であり、メンテナンス性に優れる。特に容量式電磁流量計では、測定管内面に電極が露出しないので、電極表面に付着するスケールの掃除等の作業を無くし、維持管理の手間を大幅に省力化できる利点が得られる。

【0003】

このような流量センサの一例として、接液式電磁流量計 900 の構成を図 26 に示す。この図に示す電磁流量計 900 は、測定管 911、電極 903 および励磁コイル 922 等からなる流量検出手段 901、交流増幅器 902、励磁回路 924、同期整流回路 904、タイミングパルス発生回路 905、A/D 変換器 906、演算処理を行うマイクロコンピュータ等の制御部 940、出力部 908、表示部 951 および交流電源 910 等より構成される。図 26 の構成において、被測定流体は測定管 911 内を流れるが、この流体の流れる方向に対して垂直に励磁回路 924 および励磁コイル 922 を介して交番磁界を印加する。励磁回路 924 は、タイミングパルス発生回路 905 からの励振パルスにより駆動される。これにより、１対の電極 903 間に起電力が発生するので、この起電力を交流増幅器 902 で増幅し、同期整流回路 904 において同期整流する。この同期は、タイミングパルス発生回路 905 から与えられるタイミングパルスによって行われる。同期整流回路 904 の出力は A/D 変換器 906 でデジタル量に変換され、制御部 940 に与えられる。制御部 940 では所定の処理を実行し、出力部 908 を介して流量の瞬時出力又は積算出力を出力し、表示部 951 に瞬時流量、積算流量等を表示する。

【0004】

このように流量センサは、使用目的に従って瞬時流量、積算流量等の測定値を表示部に表示する機能を備えている。ここで積算流量とは、単純に流量の積算値をカウントし、累積値として表示するものであった。また積算値の初期値は 0 であり、順次加算されて表示される方式が採用されていた。

【特許文献 1】特開平 5 - 322622 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一方、流量センサが使用される用途によっては、所定の目的値まであとどのくらい余裕があるのかを知りたいような場合も存在する。例えば図 27 に示すように、貯水タンク 810 内の液体の残量を、排水パイプ 820 に接続した流量計 800 で検出したい場合は、

10

20

30

40

50

排水パイプ 820 を通過する液体の流量を流量計 800 で測定して、表示部に積算流量を表示させ、貯水タンク 810 内の当初の水量から積算流量を減算することで計算できる。図 27 の例では、容量 100 リットルの貯水タンク 810 が満水の状態から、排水パイプ 820 から液体を排出しており、ある時点で表示部に表示された積算流量が 20 リットルとすれば、貯水タンク 810 内の残量は (100 リットル) - (20 リットル) = 80 リットルと計算できる。

【0006】

しかしながら、この方法では残量をリアルタイムで把握するために一々計算する必要があり、面倒であった。一方で従来の流量センサでは、検出・表示すべき流量として、瞬時流量、若しくは積算値をカウントするという概念しかなく、貯水タンク内の残量といった所定値までの余裕量を直接表示することができず、数値表示の柔軟性に欠けるものであった。

10

【0007】

また一方で、流量センサには積算流量をリセットするためのリセット信号を入力する機能を備えるものがある。リセット機能の概要を図 21 に示す。この図に示すように、外部からあるいはユーザ操作によりリセット信号を受けると、積算流量がリセットされて、再び 0 からカウントアップする。この仕様は固定されているため、例えばリセット後の積算値を所望の値に変更することは従来の流量センサではできなかった。特に上述の通り、従来は積算値を減算するという概念がなかったため、リセット信号に対しては 0 にすることしかできず、種々の用途や要求に対して柔軟性に欠けるものであった。

20

【0008】

加えて、流量センサでは積算値とタイムアウト機能を組み合わせた制御を行うこともできなかった。タイムアウト機能とは、入力待ち状態が一定時間経過しても継続するような場合に、処理を中断する機能である。例えば一定時間経過しても所定の積算値に達しないような場合に異常を検出して、処理を中断するような動作を、流量センサのみで実現することはできず、PLC 等を用いたシーケンスの設定が必要となり、機構が煩雑になるという問題があった。

【0009】

本発明は、従来のこのような課題に鑑みてなされたものである。本発明の一の目的は、用途に応じて種々の態様で積算値を表示可能とした流量センサを提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

以上の目的を達成するために、第 1 発明に係る流量センサは、被検出流体の流量を検出するための流量センサであって、本体ケースと、前記本体ケース内に配設されて、被検出流体を通過させるための管状の測定管と、前記測定管を流れる被検出流体の流量を検出可能な流量検出手段と、前記流量検出手段で検出された被検出流体の流量に基づき、積算流量を演算可能な流量演算部と、前記流量演算部で演算された積算流量を表示可能な表示部と、前記流量演算値で演算された積算流量を保持するためのメモリ部と、リセット信号を受信すると、前記メモリ部に保持された積算流量を所定のリセット値にリセットするリセット信号入力部と、前記所定のリセット値を設定するためのリセット設定部とを備え、予め設定された所定値から積算流量を減算した減算値を、前記表示部に表示可能に構成している。

40

【0011】

第 2 発明に係る流量センサは、リセット信号が、外部入力若しくはユーザの指定により入力可能に構成されている。

【0012】

第 3 発明に係る流量センサは、流量演算値で演算された積算流量を、所定のリセット値から減算した減算値を、表示部に表示可能に構成している。

【0013】

第 4 発明に係る流量センサは、被検出流体の流量を検出するための流量センサであって

50

、本体ケースと、本体ケース内に配設されて、被検出流体を通過させるための管状の測定管と、測定管を流れる被検出流体の流量を検出可能な流量検出手段と、流量検出手段で検出された被検出流体の流量に基づき、積算流量を演算可能な流量演算部と、積算流量が所定値に達した際に所定の積算値出力を変更可能な積算値出力部と、予め設定された所定の時間内に積算値出力部が積算値出力を変更しない場合に、所定のタイムアウト出力を出力可能なタイムアウト出力部とを備える。

【0014】

第5発明に係る流量センサは、被検出流体の流量を検出するための流量センサであって、本体ケースと、本体ケース内に配設されて、被検出流体を通過させるための管状の測定管と、測定管を流れる被検出流体の流量を検出可能な流量検出手段と、流量検出手段で検出された被検出流体の流量に基づき、積算流量を演算可能な流量演算部と、予め設定された所定値から積算流量を減算した減算値を表示可能な表示部と、積算流量が所定値に達した際に所定の積算値出力を出力可能な積算値出力部と、予め設定された所定の時間内に積算値出力部が積算値出力を出力しない場合に、所定のタイムアウト出力を出力可能なタイムアウト出力部とを備える。

10

【0015】

第6発明に係る流量センサは、流量検出手段が、被検出流体に交番磁場を印加するための磁場印加手段と、被検出流体と非接触となるよう測定管と結合される電極と、測定管を通過する被検出流体の流量を演算する演算手段とを備える。

【発明の効果】

20

【0016】

第1発明によれば、所定値までの余裕量を表示部に直接表示させることができ、ユーザは計算等をすることなく知りたい値を表示部で直視して確認できる。また第1発明及び第2発明によれば、リセット信号を受信した後の積算流量を、0に限られず任意の値に設定できるので、より柔軟な数値表示が可能となる。

【0017】

第3発明によれば、リセット値までの余裕量を表示部に直接表示させることができ、ユーザは計算等をすることなく知りたい値を表示部で直視して確認できる。例えば貯水タンク内の残水量を直読したり、容器に液体を充填する用途においては、あとどれだけ充填すればよいかを判定したりする用途に好適に利用できる。

30

【0018】

第4発明によれば、所定の時間内に積算値出力の変化がない場合は、タイムアウト出力を出力することにより、流量センサのみで異常を判別できる。例えば貯水タンクに水を補充する用途において、所定時間内に補充することができないことを検出して、貯水タンクの破損等の異常を、流量センサ単体で検出できる。

【0019】

第5発明によれば、所定の時間内に積算値出力がない場合は、タイムアウト出力を出力することにより、流量センサのみで異常を判別できる。例えば貯水タンクに水を補充する用途において、所定時間内に補充することができないことを検出して、貯水タンクの破損等の異常を、流量センサ単体で検出できる。

40

【0020】

第6発明によれば、容量式電磁流量計で積算流量を測定する際の柔軟性を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施の形態は、本発明の技術思想を具体化するための流量センサを例示するものであって、本発明は流量センサを以下のものに特定しない。また、本明細書は特許請求の範囲に示される部材を、実施の形態の部材に特定するものでは決してない。特に実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。なお、各図面が

50

示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。さらに以下の説明において、同一の名称、符号については同一もしくは同質の部材を示しており、詳細説明を適宜省略する。さらに、本発明を構成する各要素は、複数の要素を同一の部材で構成して一の部材で複数の要素を兼用する態様としてもよいし、逆に一の部材の機能を複数の部材で分担して実現することもできる。

(実施の形態 1)

【0022】

以下、流量センサとして容量式電磁流量計に適用した例を説明する。図 1 ~ 図 19 に、本発明の実施の形態 1 に係る容量式電磁流量計 100 を示す。これらの図において、図 1 は容量式電磁流量計 100 の構成を示すブロック図、図 2 は本体ケースの断面図、図 3 は容量式電磁流量計 100 の回路構成のさらに詳細なブロック図、図 4 は容量式電磁流量計の斜視図、図 5 は図 4 の容量式電磁流量計の表示ユニットを外した分解斜視図、図 6 は図 5 の本体ケースから口金と補強板を外した分解斜視図、図 7 はサイドカバーを本体カバーで固定する状態の分解斜視図、図 8 はハウジングを本体カバーで保持する状態の断面図、図 9 は測定管の斜視図及び電極を外した分解斜視図、図 10 は図 6 の本体ケースの分解斜視図、図 11 はプリアンプモジュールの分解斜視図、図 12 は励磁モジュールの斜視図、図 13 は励磁プレートの斜視図、図 14 は励磁コイルの分解斜視図、図 15 は一体型表示ユニットの分解斜視図、図 16 は本体ケースに、表示ユニットを固定する様子を示す斜視図、図 17 は分離型表示ユニットを使用した容量式電磁流量計の斜視図、図 18 は、この電磁流量計のブロック図、図 19 は分離型表示ユニットの分解斜視図を、それぞれ示している。

(ブロック図)

【0023】

図 1 のブロック図及び図 2 の本体ケース断面図に示すように、容量式電磁流量計 100 は、被検出流体を通過させる測定管 10 と、ポールピース 178 の周囲に巻回され、測定管 10 の外部から被検出流体に磁場を印加する励磁コイル 22 と、励磁コイル 22 で交番磁界を発生させるための励磁回路 24 と、励磁コイル 22 で発生される磁界中を被検出流体が通過して発生される起電力を検出するための電極 30 と、電極 30 を介して起電力を検出する検出回路 34 と、励磁回路 24 及び検出回路 34 を駆動制御し、さらに検出された信号から流量を演算するための制御部 40 と、制御部 40 で演算された流量を表示する表示部 51 とを備える。この制御部 40 は、流量検出手段を構成する本体ケース 110 で検出された被検出流体の流量に基づき、積算流量を演算可能な流量演算部として機能する。また必要に応じて、出力信号を出力するための出力部 60 や、外部からのリセット信号等の各種入力信号を入力するための入力部 70、各種設定を行うための設定部 80 等も設けてもよい。これら制御部 40、表示部 51、出力部 60、入力部 70、設定部 80 等は、表示ユニット 50 として、本体ケース 110 と別部材のユニット状に構成される。

【0024】

この容量式電磁流量計 100 の回路構成のさらに詳細なブロック図を図 3 に示す。この図では、容量式電磁流量計 100 を構成する本体ケース 110 と表示ユニット 50 各々について、これらを構成する部材を示している。まず本体ケース 110 側には、電極 30 とプリアンプ 163 を一対、測定管に配置している。そしてこれらの電極 30 で起電力を検出する検出回路 34 として、差動増幅器 35 と、増幅器 36 と、周期性リセット回路 37 を備える。図 3 の例では、プリアンプ 163 の出力は差動増幅器 35 に入力され、電極 30 間に発生した起電力を検出する。差動増幅器 35 の出力はさらに増幅器 36 で増幅されて、周期性リセット回路 37 を介して、A/D 変換器 38 で A/D 変換され、制御部 40 に入力される。周期性リセット回路 37 は、制御部 40 から周期的に送られるリセット信号を受けて、検出された電圧をリセットするための回路である。

【0025】

一方、測定管に励磁コイル 22 で磁界を生じさせる励磁回路 24 としては、励磁用の励磁電源 25、励磁コイル 22 と励磁電源 25 との間に介在され、励磁の極性を切り替える

励磁極性切替回路 28、及び励磁コイル 22 に所定の定電流を通電させるための定電流回路 29 を備える。この励磁回路 24 では、励磁極性切替回路 28 が励磁電源 25 より供給される電力をスイッチングして交流電流を励磁コイル 22 に供給し、交番磁界を発生させる。図 3 の例では、励磁電源 25 として、初期励磁電源 26 及び励磁継続電源 27 の 2 つを備えており、これらを切り替えて使用する。すなわち、励磁コイル 22 の立ち上げ時には高電圧が必要であるため、より高出力を得られる初期励磁電源 26 を使用する。そして励磁が安定すると、励磁を継続させるために必要な電圧は低くなるので、励磁継続電源 27 に切り替える。これにより、起動時の高電圧と安定動作時の定電圧とを供給するために、専用の電源を用意することで、電源が大型化したり電力損失が増すことを回避でき、装置の小型化や発熱防止が図られる。

10

【0026】

さらに、励磁極性切替回路 28 の出力は、表示ユニット 50 側の制御部 40 に入力される。表示ユニット 50 は、A/D 変換器 38 と、制御部 40 と、表示部 51 と、設定部 80 と、入力部 70 と、出力部 60 を備える。制御部 40 は、マイクロコンピュータ等で構成され、これら励磁回路 24 と検出回路 34 を同期させて駆動、制御する。また設定部 80 は、各種の設定や操作を行うためのスイッチやコンソールである。表示部 51 は、7 セグメント式表示器等を備え、検出された瞬時流量や積算流量、あるいは設定値などを切り替えて、又は同時に表示する。入力部 70 は、外部信号を入力する入力回路である。出力部 60 は、制御信号等を出力するための外部出力回路 61 とアナログ電流出力回路 62 を備える。

20

【0027】

なお、これら表示ユニットや本体ケース、あるいは励磁回路や検出回路などの区分けは一例であり、各構成部材が属するユニットや回路を適宜変更しても同様の機能が実現できることはいうまでもない。また、機能が実現される限りにおいて任意の部材を統合することも可能である。

【0028】

この容量式電磁流量計 100 の動作原理を、図 1 に基づいて説明する。被検出流体を導く測定管 10 は、測定管 10 の左右に配置された一対の励磁コイル 22 により発生し、ポールピース 178 に導かれたほぼ平行な磁界と直交するように配置されている。また、測定管 10 の上下面に対向して配置された一対の電極 30 は、励磁コイル 22 で発生される磁界及び被検出流体の通過方向と直交する方向に発生する起電力を検出するように配置されている。この構成において、測定管 10 内に被検出流体が流れる、すなわち磁界と直交する方向に導電性流体が移動すると、ファラデーの電磁誘導の法則に従い被検出流体中には、その移動速度（流速）に比例した起電力が発生する。このとき起電力はファラデーの法則により磁束密度、流速及び測定管径の積に比例する。電極 30 は、誘導体からなる測定管 10 の管壁を介して被検出流体と対向し、静電容量結合されており、流体内部に発生した起電力を電気的に取り出す働きをする。取り出された起電力は、制御部 40 に伝達され、流量信号に変換されて表示部 51 に表示され、あるいは電気信号として出力される。

30

（本体ケース 110）

【0029】

次に、各部材の詳細を図面に基づき説明する。図 4 及び図 5 に示す容量式電磁流量計 100 は、容量式電磁流量計本体を構成する本体ケース 110 と、表示ユニット 50 とで構成される。この容量式電磁流量計は、本体ケース 110 の両端面に開口された流路口 111 から被検出流体を内部に通過させ、その流量を検出して表示ユニット 50 に表示する。

40

【0030】

本体ケース 110 には、PPS 樹脂等が利用できる。特に本体ケース 110 を金属でなく樹脂で形成することにより、軽量化を図ると共に複雑な形状にも容易に形成でき、安価に構成できる利点が見られる。本体ケース 110 の上面には、図 5 に示すように、表示ユニット 50 が固定される。また本体ケース 110 の側面には、図 6 に示すように測定管 10 を収納するハウジング 120 の前後に各々サイドカバー 130 を固定している。各サイ

50

ドカバー 130 には被検出流体を流入、排出するための流路口 111 を開口している。

【0031】

さらにサイドカバー 130 の上面はヨーク蓋 140 で、下面は補強板 142 で各々閉塞している。さらに補強板 142 を覆うように、断面コ字状の本体カバー 150 で被覆し、本体カバー 150 の両端でサイドカバー 130 を固定して補強している。本体ケース 110 を本体カバー 150 で被覆して、サイドカバー 130 同士を本体カバー 150 で固定する状態を図 7 に示す。この図に示すように、ハウジング 120 の前後にサイドカバー 130 を固定した状態で、本体カバー 150 の側板 155 を挿入できる段差を形成している。さらに本体カバー 150 で本体ケース 110 を被覆した状態で、側板 155 に開口された螺子孔 156 に螺子を挿入して、本体カバー 150 の両端でサイドカバー 130 を螺号して固定する。さらに螺子孔 156 は、ハウジング 120 とサイドカバー 130 との連結に兼用することもでき、これにより組み立て作業効率も向上される。

10

【0032】

本体カバー 150 は、板金等剛性のある部材で構成し、両端でサイドカバー 130 と螺子で螺号する等して、容量式電磁流量計の筐体に強度を持たせる。これにより、容量式電磁流量計を配管する際に、容量式電磁流量計の両側に設けられた配管固定機構に応力が加えられても、十分対抗できる強度を付与できる。例えば流路口 111 の内面に設けられた螺子溝 112 を螺号すると、両端から逆向きのトルクが加えられるが、このような捻れ応力で本体ケース 110 が破損しないよう本体カバー 150 が補強する。

【0033】

また、容量式電磁流量計の筐体全体を金属製とするのではなく、本体ケース 110 を樹脂部材とすることで軽量化も図られる。本体カバー 150 は金属製ではあるが比較的軽量の板金で構成することにより、全体としての軽量化が実現できる。さらに本体ケース 110 を複雑な形状としても、金属製の場合と比較して安価に形成でき、コスト面でも有利となる。特に金属部品は単純な板金形状とすることで、安価とできる。さらにまた、容量式電磁流量計の本体ケース 110 表面を板金等の本体カバー 150 で被覆することにより、筐体表面を保護する効果も得られる。加えて、両端のサイドカバー 130 同士を金属製の本体カバー 150 で連結することにより、両端面を導通させてアース電位を共通にできるといった副次的な効果も得られる。一方、本体ケース 110 には液アース端子 144 を備えており、被検出流体の電位をサイドカバー 130 の接地電位とする。

20

30

【0034】

本体カバー 150 は、上記の例では図 8 (a) に示すように一枚の断面コ字状本体カバー 150 でハウジング 120 全体をカバーする構成とした。特に板金を断面コ字状に折曲することで、曲げ強度を一層増すことができる。また本体カバー 150 一枚でサイドカバー 130 同士を連結できるので、部品点数も最小限とでき、組み立て作業性にも優れる。ただ、本体カバーは、上記の構成に限られず、複数枚で構成してもよい。例えば図 8 (b) に示すように、本体カバー 151 を 2 枚、それぞれ断面コ字状とし、これらをハウジング 120 の上下から覆うように構成することもできる。あるいは図 8 (c) に示すように、断面 L 字状の本体カバー 152 とし、これらをハウジング 120 の対角線方向から挟持する構成としてもよい。さらに図 8 (d) に示すように、2 枚の平板状本体カバー 153

40

(サイドカバー 130)

【0035】

サイドカバー 130 は、流路口 111 を開口している。流路口 111 は、本体ケース 110 に内蔵される測定管 10 とで流路を構成する。流路の口径は、流路口 111 の一端から他端までほぼ同じ直径として、この流路に被検出流体を一方向に流す際の損失を低減する。流路口 111 の部分には、容量式電磁流量計を設置する工場等の外部配管 (図示せず) と接続するための配管固定機構として、流路口 111 の内面に螺子溝 112 が形成されている。螺合により配管する際の機械的強度を確保するために、好ましくはサイドカバー 130 を金属で一体に形成する。なお外部配管と流路とその他の接続方法としては、本体ケ

50

ースの開口端面にボルトを植設し、他方、外部配管の端にフランジを設け、このフランジの挿通孔にボルトを通した後にナットを螺着させることによって本体ケースと外部配管とを接続するようにしてもよい。

(測定管 10)

【0036】

測定管 10 は、管状の内部に被検出流体を通過させる絶縁性ライニングである。測定管 10 には、被検出流体を通過させるパイプとしての優れた耐薬品性能と、コンデンサを構成するための電気的特性とが要求される。機械的特性の面からは、測定管 10 は、被検出流体の圧力、温度変化による配管の伸縮に基づく引張又は圧縮の力を担う強度母体とし、かつそれに耐える所要の内径、肉厚、長さを有する剛構造部材とする。一方、電気的特性の面からは、測定管 10 は非磁性の絶縁性部材として誘電体材料であることが望まれる。特に測定管 10 の周囲に貼付される電極 30 と被検出流体との静電容量結合を高め S/N 比を改善するために、誘電率の高い材質で構成する。このような材質としてはセラミックスやプラスチックが利用できる。一般的にはセラミックスが用いられるが、測定管の外周面に、後述する位置決めのための突起 12 や段差 14 を一体的に形成する場合、成形時の熱収縮による位置決め精度の低下や、後加工でこのような突起や段差を形成するとコスト的に高くなるおそれがある。このため、本実施の形態では比較的強度があり、且つ成形精度と高誘電性を確保できるセラミックスを混入した PPS 樹脂を採用している。PPS 樹脂は、耐油、耐薬品性に優れる。本実施の形態では、ポリプラスチック株式会社製フレクティス(登録商標)を使用した。また測定管 10 の内面には必要に応じてライニングが施工される。

【0037】

被検出流体は、水や非腐食性の液体であり、所定の導電率を備える液体である。容量式電磁流量計は、接液式の電磁流量計と異なり、電極 30 を被検出流体に直接接触させないため、従来は使用できなかった電極を腐食するような液体であっても測定できる。また、測定管 10 の材質を選択することによって、様々な被検出流体に対応できる。特に、測定精度等に対応して要求される誘電率と、被検出流体に対する耐性に応じて、測定管 10 の材質を選択できる。特に本実施の形態に係る容量式電磁流量計は、測定管 10 を本体ケース 110 と別部材としているので、測定管 10 のみを変更し、他の構成部品を共通化して様々な仕様の容量式電磁流量計を構成でき、製品仕込みの上で有利なものとなる。

【0038】

さらに測定管 10 には、円柱状の測定管 10 の回転を阻止するための回転阻止機構を設けている。すなわち、測定管 10 の周囲で電極 30 と励磁コイル 22 とを直交させる必要があるため、円柱状の測定管 10 が回転して位置ずれを生じると、正確な検出に支障を来すおそれがある。このため、図 9(a) に示すように測定管 10 の外周に突起 12 を設けている。突起 12 を支承する孔をプリアンプモジュール 160 や本体ケース 110 等に形成することで、測定管 10 を所定の姿勢に位置決めし、回転を阻止する。

【0039】

測定管 10 は、本体ケース 110 と別部材とする。これにより、測定管 10 を構成する部材にはコンデンサに適した材質を選択できる。一方で本体ケース 110 は、複雑な形状にも容易に成型可能な樹脂が使用できる。このように、測定管 10 を本体ケース 110 と別部材とすることにより、各々に適した部材で構成できる。特に測定管を構成する高誘電材料は一般に高価であるため、必要な部分のみを高価な部材で構成し、他の部材はより安価な材質として全体のコストを低減できる。また、容量式電磁流量計に要求される精度等に応じて、適切な材質の測定管 10 を選定できる。さらに、口径の異なる測定管に交換することもできる。このように、容量式電磁流量計の検出目的や用途、求められる仕様やコストに応じて、適切な材質の測定管を選定することができる。また、複数の測定管を一の容量式電磁流量計にセット可能とすることで、多品種の容量式電磁流量計の部材を共通化して、安価に提供できる。

(電極 30)

【 0 0 4 0 】

測定管 1 0 の周囲には電極 3 0 が配置される。電極 3 0 は、ポリイミド等の絶縁テープに銅箔をコーティングしたものが使用できる。この電極 3 0 は、図 9 (b) に示すように、円筒状の測定管 1 0 の外周に沿うように湾曲された面状の導電体であり、一対の電極 3 0 を測定管 1 0 を挟んで対向するように配置する。このように一対の電極 3 0 と被検出流体との静電結合により、流体中に発生した起電力を測定管 1 0 から外部に取り出して、流量を検出できる。各電極 3 0 は、測定管 1 0 の外周に隙間なく貼付される。貼付にはテープや接着剤等が利用できる。電極 3 0 は、好ましくは可撓性部材で構成することにより、測定管 1 0 の外面に隙間なく固定できる。

【 0 0 4 1 】

また面状の導電体である電極の腐食や結露による一対の電極間の導通を防止するために、導電体は絶縁層で被覆することが好ましい。図 9 の例では、シリコーン樹脂等の絶縁性の接着材を介して測定管 1 0 の外周に接着することにより、絶縁層の形成と接着を同時に実現している。また、その他の構成として絶縁層としてポリイミド樹脂テープを使用し、ポリイミド樹脂テープ上に銅箔の面状導電体を予め設けた電極 3 0 を、測定管 1 0 上に配置する構成とすることもできる。測定管 1 0 の周囲には、電極 3 0 を配置する位置及び大きさに段差 1 4 を形成しており、電極 3 0 の位置決めを実現する。段差 1 4 は、測定管 1 0 外周の肉厚を薄くすることで形成している。

【 0 0 4 2 】

さらに電極 3 0 は、プリアンプモジュール 1 6 0 と電気接続するためのリードを設ける。図 9 の例では、銅箔の面状導電体の一部に切り込みを入れてリード片 3 2 とし、これを引き出している。この構成は、リードの配線等を不要とし、極めて安価且つ容易に電極 3 0 の配線を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

なおこの例では一対の電極を使用した、2 組以上の電極を使用することも可能である。複数組の電極を使用する場合、各電極で検出する電界が磁界と直交するように、電極の位置は調整される。

(ハウジング 1 2 0)

【 0 0 4 4 】

次にハウジング 1 2 0 の内部に収納される部材を、図 1 0 の分解斜視図に基づいて説明する。この図に示すように、ハウジング 1 2 0 は測定管 1 0 と、一対のプリアンプと、励磁モジュール 1 7 0 とを備える。またハウジング 1 2 0 の前後には貫通孔 1 2 1 が開口され、ここに測定管 1 0 が挿入される。またハウジング 1 2 0 内部に保持される測定管 1 0 の上下に、プリアンプが配置される。図 1 1 に示すように、電極 3 0 を装着した状態で、測定管 1 0 の上下からプリアンプモジュール 1 6 0 にて挟持する。

(プリアンプ)

【 0 0 4 5 】

プリアンプモジュール 1 6 0 は、信号増幅用のプリアンプを構成する。容量式電磁流量計においては、電極 3 0 と被検出流体との静電容量結合が一般に数十 p F 程度と小さいため、電気信号を通すためのフィルタを設ける際の抵抗のインピーダンスが極めて高くなっている。このため、各電極 3 0 に検出回路 3 4 としてプリアンプを接続してインピーダンスを下げる。図 1 0 に示すプリアンプは、測定管 1 0 に配置される一対の電極 3 0 と電氣的に接続され、検出された電気信号を増幅して制御部 4 0 に送出する。このプリアンプは、プリアンプモジュール 1 6 0 を、シールドケース 1 6 1 に収納し、さらにシールドカバー 1 6 2 で閉塞し、電極 3 0 を含むプリアンプを確実にシールドして電気信号をノイズから保護する。

(プリアンプモジュール 1 6 0)

【 0 0 4 6 】

プリアンプモジュール 1 6 0 の外観を図 1 1 に示す。この図において、図 1 1 (a) は一対のプリアンプモジュール 1 6 0 の斜視図を、図 1 1 (b) はプリアンプモジュール 1

10

20

30

40

50

60の分解斜視図を、それぞれ示している。各プリアンプモジュール160は、図11(b)に示すように、プリアンプ基板164と、プリアンプ基板ホルダ165と、電極保護シート166とで構成される。プリアンプ基板164は、電極30で検出された電気信号増幅用の電子部品を実装する。プリアンプ基板164は、プリアンプ基板ホルダ165に保持される。図11(b)に示すプリアンプ基板ホルダ165は、上面にプリアンプ基板164を保持する開口を形成している。またプリアンプ基板ホルダ165は、下面を測定管10の側面に沿うようアーチ状に湾曲させており、この湾曲面に電極保護シート166を固定する。電極保護シート166は、ゴム等の弾性体で構成され、プリアンプ基板ホルダ165の湾曲面で押圧されて、電極30を測定管10の周囲に隙間なく押圧する。特に電極30による静電容量結合を高めるため、電極30と測定管10との間に隙間が生じないように固定する必要がある。この作業を、電極保護シート166を利用することで、プリアンプモジュール160を測定管10にセットする際に、電極30を測定管10の周囲に確実に押圧して隙間なく固定でき、信頼性を高めると共に構成を簡素化して作業能率も向上する。

(励磁モジュール170)

【0047】

さらに、図10に示すハウジング120は、測定管10の左右側面を挟むように、励磁モジュール170が配置される。励磁モジュール170は、励磁コイル22を備えており、測定管10の左右から磁界を付与する。したがって、電極30により検出される電界と磁界が直交するように、励磁モジュール170とプリアンプの配置位置が設定される。

【0048】

励磁モジュール170の斜視図を図12に示す。図12(a)は励磁モジュール170を斜め上方から見た斜視図、図12(b)は斜め下方から見た斜視図を、それぞれ示している。この図に示す励磁モジュール170は、励磁コイル22を保持するコイルケース172と、コイルケース172を一对、対向するように固定する励磁プレート174と、中継基板176で構成される。

(励磁プレート174)

【0049】

励磁プレート174の斜視図を図13(a)、(b)に示す。励磁プレート174は、一对のコイルケース172を離間させて保持し、コイルケース172のポールピース178同士の間で磁界を生じさせる。この励磁プレート174は、ほぼ平行に離間させた対向片174aを、連結片174bの両端で連結した断面ほぼコ字状に形成され、対向片174aに各々コイルケース172を保持して、これらを平行に離間させて保持する。また励磁プレート174の上面の両端部には、ヨーク蓋固定用のヨーク片174cが各々形成される。

【0050】

励磁プレート174は、励磁コイル22で発生される磁界で磁気回路を構成するため、強磁性体材料で構成する。この励磁プレート174は、金属等で一体に形成している。また対向するポールピース178同士の間で磁界が効率よく発生されるように、いいかえるとポールピース178から発される磁束が、下方向の連結片174bに向かう漏れ磁束を低減するため、励磁プレート174の一部を部分的に開口している。特に、連結片174bと対向片174aとの接合部分を大きく開口して開口部174dを形成することにより、磁気回路の短絡を防止する。このような形状の励磁プレート174を使用することで、漏れ磁場を低減し、磁気回路の効率を高めることができる。

(中継基板176)

【0051】

また図12(b)に示すように、励磁プレート174の連結片174bの裏面には、中継基板176が固定される。中継基板176は、励磁コイル22を励磁する励磁回路24として、図3に示す初期励磁電源26、励磁継続電源27、励磁極性切替回路28、定電流回路29を構成する。励磁回路24でポールピース178同士の間で交番磁場を発生さ

せるように、中継基板 176 には必要な電気回路が実装される。この励磁モジュール 170 は、商用周波数と異なる周波数で交番磁場を発生させる。好ましくは、励磁周波数は商用周波数よりも高い周波数、例えば 75 kHz とする。これにより、商用周波数で生じるノイズを回避することができる。

(コイルケース 172)

【0052】

コイルケース 172 は、コアを挿入し、コアの周囲に励磁コイル 22 を巻回する構成とする。コイルケース 172 の分解斜視図を図 14 に示す。この図に示すように、コイルケース 172 は中空の軸で平板 172a、172b を連結した形状とし、平板 172a、172b 同士の間 10 に励磁コイル 22 を巻回するコイル巻回空間 172c が形成される。一方の平板 172a には、コアとしてポールピース 178 を挿入するポールピース挿入口 172d が開口される。またポールピース挿入口 172d は中空の軸状とし、コイル巻回空間 172c を貫通している。さらに他方の平板 172b は矩形状とし、図 12(a) に示すように励磁プレート 174 の対向片 174a に固定される。

(ポールピース 178)

【0053】

励磁コイル 22 はポールピースコア 178a の周囲に巻回される。ポールピース 178 は、ポールピースコア 178a をなす鉄芯の一端に矩形状の平板 178b を固定し、平板 178b を介して磁束が出入りする。ポールピースコア 178a には積層鉄心等の導電性の磁性材が好適に使用できる。またポールピースコアを使用しないで、この部分で生じる 20 磁気回路遅れを低減する構成としてもよい。

【0054】

この励磁モジュール 170 は、内蔵される一対の励磁コイル 22 を離間して配置し、中継基板 176 で励磁コイル 22 を励磁してポールピース 178 同士の間 30 に磁界を生じさせる。これにより、ポールピース 178 の間に設置された測定管 10 に対して、被検出流体として導電率を有する液体を流すと、液体の運動方向と直交する方向に起電力を生じさせる。

【0055】

なお図 1 の例では、励磁コイル 22 を 2 つ使用し、測定管 10 の左右に設けているが、コイルを一とすることもできる。例えば図 20 に示すようにコア 178B の両端で測定管 10B を挟むようにすれば、コア 178B に巻回する励磁コイル 22B を一とできる。この図に示す容量式電磁流量計も、図 1 等と同様に、励磁回路 24B で励磁コイル 22B を励磁し、測定管 10B を通過する被検出流体により生じる起電力を検出回路 34B が電極 30B で検出し、制御部 40B に送出して表示部 51B にて表示する。 30

【0056】

さらに図 5 に戻り、容量式電磁流量計は、本体ケース 110 の上面に、表示ユニット 50 を固定している。本体ケース 110 の上面には、表示ユニット 50 を固定するための螺子孔 122 をハウジング 120 の四隅に形成している。また、サイドカバー 130 の上端は、本体ケース 110 上面に固定された表示ユニット 50 の表面と同一平面となるよう、窪ませた段差空間が形成されている。この段差空間は、表示ユニット 50 の外形及び大き 40 さとほぼ等しいか、これよりも若干大きく形成される。

(表示ユニット 50)

【0057】

表示ユニット 50 は被検出流体の流量等の情報を表示するための部材であり、図 4 等に示すように表示部 51 として表示画面 52 を備える。図 4 の例では表示画面 52 に数値を表示する数値表示領域として、7 セグメント式表示器を使用しており、流量等を数値で表示する。7 セグメント式表示器には、検出した流量について、瞬時流量や積算流量等の数値を表示する。この図に示す表示画面 52 は、7 セグメント式表示器を 2 段備えており、積算流量と設定値とを同時に表示可能としている。ただ、7 セグメント式表示器を 1 画面のみ設けて、積算流量や瞬時流量、設定値等の表示を切り替え可能とすることも可能であ 50

ることはいうまでもない。

【0058】

また表示画面52は、被検出流体の流速や流れ方向を示す流体表示灯53を備える。流体表示灯53は、バー状に配置されたLEDで構成される。流体表示灯53は、例えば流量に応じた速さでLEDを流れ方向に順次点灯させ、流速と流れ方向を感覚的に表現できる。またバー状LEDに代わって、矢印形の表示灯等も利用できる。さらに、LED等を使用したセグメント式の表示画面52に代わって、液晶や有機EL等を使用した表示画面とすることも可能である。このように表示画面52には、流量等の数値のみならず矢印等の図形やイメージを併せて、あるいは択一的に表示させることができ、検出した流量等の情報をユーザに視認しやすい形で表示できる。

10

【0059】

また表示ユニット50は、各種の設定を行う設定部80として操作パネル54を備えている。操作パネル54は、各種の設定を行うためのキーやボタンを備えている。図4等の例では、表示画面52に4桁の7セグメント式表示器を2段に配置し、さらに右下に操作パネル54を設け、十字方向にキーを配置している。この設定部80は、後述する積算流量の初期値や所定のリセット値を設定するためのリセット設定部等として機能する。

【0060】

なお、この例では表示画面52を表示する表示回路に、検出回路34及び励磁回路24と接続されてこれらを制御する制御部40を組み込んでいる。ただ、制御回路を個別の部材で構成し、本体ケース110内に組み込むことも可能であることは言うまでもない。また制御回路や検出回路、励磁回路等を統合することも可能である。

20

(出力部60)

【0061】

また、この表示ユニット50は出力部60を備えている。この例では、出力部60は制御出力、アナログ出力、タイムアウト出力を備え、各々の出力に応じた外部出力端子を備えている。制御出力は、容量式電磁流量計で外部機器のON/OFF動作を直接制御するON/OFF出力として使用できる。この場合は、検出された瞬時流量が所定値に達したときにON/OFF出力を切り替えるように、HIGH/LOWの2つの状態に出力するスイッチとして機能する。スイッチ機能は、ノーマルオープン、ノーマルクローズのいずれとしてもよい。あるいは、制御出力として、検出された積算流量に応じたパルス電圧を出力することもできる。この場合は、外部の電圧入力機器に対して、積算流量で制御する用途等に利用できる。また、積算流量をリセットするリセット信号入力端子を備えてもよい。

30

【0062】

一方、アナログ出力は、測定された瞬時流量や積算流量等に応じたアナログ電流を出力できる。この例では、瞬時流量が0～定格値の範囲で変化すると、4～20mAの範囲でアナログ電流を出力する。このため出力部は、アナログ電流出力回路を備える。アナログ電流は電圧信号に比べてノイズ耐性に優れており、これを外部に出力することで、データの記録や解析に利用できる。さらにタイムアウト出力は、後述するようにタイムアウト時にタイムアウト信号を出力する。

40

【0063】

このように出力部60は積算値出力部や瞬時値出力部として機能できる。なお出力部は、上記の制御出力、アナログ出力、タイムアウト出力のいずれかを省略したり、あるいはさらに別の出力端子を備えてもよい。さらに、各出力端子の出力状態を示す出力表示灯を設けてもよい。

(入力部70)

【0064】

さらに表示ユニット50は入力部70を備えることもできる。入力部70は、温度センサ等の外部機器からの入力信号や、積算値をリセットするためのリセット信号、各種設定情報等を入力するためのインターフェースである。入力部としては、データ通信可能な通

50

信ユニットや I / O 端子、メモリカード等が利用できる。

(積算流量)

【 0 0 6 5 】

この表示画面 5 2 には、検出した流量の積算値を順次加算して得られる積算流量をそのまま表示する他、所定の値から積算値を減算した減算値を表示することもできる。これら、積算値を表示する積算値表示モードと、減算値を表示する減算値表示モードとを切り替えて、表示画面 5 2 に表示可能としている。

【 0 0 6 6 】

積算値表示モードにおいては、図 2 1 に示すように、時間の経過と共に増加する積算流量をリアルタイムで表示する。このため制御部 4 0 は、流量演算値で演算された瞬時流量を加算あるいは積算して積算流量を保持するためのメモリ部 4 2 を備えている。新たに測定された瞬時流量を順次積算流量に加算することで積算流量を更新し、更新された積算値をメモリ部 4 2 に随時保持する。

10

【 0 0 6 7 】

一方、積算のリセット信号がリセット信号入力部から入力されると、積算値をリセットして 0 とし、新たに積算流量のカウントを開始する。なおリセット信号は、外部機器から入力部を介して入力する場合の他、ユーザが設定部を操作する等して強制的にリセットさせる場合や、一定時間経過後や積算値が所定値に達したとき等、所定の条件に至った際に自律的にリセット信号を生成する場合等がある。またいずれの場合も、リセット信号は反転出力としてもよい。

20

(減算値表示機能)

【 0 0 6 8 】

一方、減算値表示モードにおいては、積算流量を所定値から減算した値を表示画面 5 2 に表示する。例えば図 2 2 に示すように、所定の初期値 A から、積算流量を減算して得られた減算値が時間と共に減少する様子をリアルタイムで表示画面 5 2 に表示できる。また減算値は、所定のタイミングで積算リセット信号がリセット信号入力部から入力されると、初期値 A にリセットされて、再び初期値 A からの減算が再開される。積算流量の初期値は、設定部 8 0 からユーザが指定可能とできる。これによってユーザは使用目的に応じた所望の値を設定することが可能となり、積算値のみならず減算値の表示を可能としたことと組み合わせ、従来よりも直感的で判り易い流量表示を実現できる。

30

【 0 0 6 9 】

例えば、貯水タンクに蓄えられている液体の残量を表示する用途を図 2 3 に示す。この例では、排水パイプ 8 2 0 に容量式電磁流量計 1 0 0 を配管して流量を測定し、表示画面 5 2 に貯水タンク 8 1 0 内の残量を表示できる。すなわち、貯水タンク 8 1 0 が満水の状態を初期値として、積算流量を減算した値を表示画面 5 2 に表示することで、貯水タンク 8 1 0 内に残っている利用可能な水量を数値で直読可能とできる。

【 0 0 7 0 】

同様に、図 2 4 に示すような瓶 8 3 0 に液体を充填する用途において、あとどのくらいの量を充填すればよいかを容量式電磁流量計 1 0 0 の表示画面に表示させることもできる。この場合は、瓶 1 本に充填すべき量を初期値として設定し、充填する液体の積算流量で減算表示すれば、残りの必要な液量を直接表示画面 5 2 に表示することができる。

40

【 0 0 7 1 】

従来の流量センサでは、このようなカウントダウン式の表示を流量センサ単体で行うことができず、ユーザが積算流量を元に自分で計算するか、あるいは流量センサの出力を PLC に入力する等して、残容量を演算するためのプログラムを組む必要があった。これに対し、本実施の形態では、ユーザが容量式電磁流量計の設定部を操作し、積算値の初期値と、減算値の表示を設定するのみで、所望の残量表示が実現できる。このように、流量センサ単体で柔軟な表示を可能とできるので、安価に且つ容易に、用途に応じた適切な表示を実現でき、流量センサの使い勝手を飛躍的に改善できる。

(タイムアウト機能)

50

【 0 0 7 2 】

一方、この容量式電磁流量計は、ユーザが指定した時間内に積算値出力が出力されない場合に、タイムアウト出力を出力するタイムアウト機能を備える。タイムアウト機能を実行するタイムアウト動作モードでの表示値の変化と入出力状態を、図 2 5 に基づいて説明する。ここでは、図 2 2 と同様に減算値表示を行っており、減算値が所定の値になると、所定の積算値出力が積算値出力部から出力される。図 2 5 の例では、減算値が B 以上のとき H I G H、B 以下のとき L O W となるよう設定されている。そして出力が L O W から H I G H に変化したことを検出して、積算リセット信号がリセット信号入力部から入力されて、積算流量は初期値 C にリセットされる。この例において、何らかの理由で減算値が長時間経過しても B 以下に達しない場合は、異常が発生したと判断できる。そこで、一定のタイムアウト時間を予め設定しておき、積算リセット信号が入力された後、制御部 4 0 のタイマで計時を開始し、タイムアウト時間が経過するまでの間に再度積算リセット信号の入力が無い場合は、異常と判断してタイムアウト出力をタイムアウト出力部から出力するように構成している。

10

【 0 0 7 3 】

例えば、上述した図 2 4 の瓶 8 3 0 への液体充填の例において、充填すべき液量と充填速度が予め判明している場合は、充填作業に必要な所要時間も予測できる。よって、この予測時間に基づいてタイムアウト時間を設定し、かつ減算値が所定値（例えば 0）に達したときは積算リセット信号が入力されるよう設定しておくことにより、このタイムアウト時間が経過しても減算値が所定値に達しない場合は、充填が完了しない何らかの異常が発生したと考えられる。そこでタイムアウト出力部を異常出力と設定しておけば、タイムアウト出力を検出することで、システムの異常を検出できるようになる。例えば、図 2 4 のように瓶に液を充填する用途においては、瓶が破損して液漏れしている、充填液が空になっている、パイプ詰まりを起こしている等の異常を、流量センサ単体で検出できる。このように、流量センサ単体で検出を可能とし、判別システムを簡素且つ安価に構築できるといふ利点も得られる。特に従来の流量センサは単体ではこのような検出ができなかったが、本実施の形態に係る流量センサは、積算流量を利用した減算値表示を可能とすると共に、タイムアウト時間を設定する機能を持たせることにより、単なる数値表示以上の判別機能をも実現できるようになり、流量センサの用途を拡大できる。なお、タイムアウト機能については、減算値すなわちダウンカウントのみならず、積算流量すなわちアップカウントを利用することも可能であることはいうまでもない。例えば、初期値からどれだけ充填液が供給されたかを知りたい用途において、積算流量が所定値に達したときにリセット信号が入力されるよう設定して利用できる。

20

30

(表示ユニット 5 0)

【 0 0 7 4 】

一方、表示ユニット 5 0 としては、本体ケース 1 1 0 に表示ユニット 5 0 を設ける一体型表示ユニット 5 0 と、本体ケース 1 1 0 とは別の位置に表示ユニットを配置する分離型表示ユニット 5 0 B とが利用できる。図 1 5 に、一体型表示ユニット 5 0 の分解斜視図を示す。

40

(一体型表示ユニット 5 0)

【 0 0 7 5 】

この図に示す一体型表示ユニット 5 0 は、フロントケース 5 5 と、電源ケーブル 5 6 と、表示基板 5 7 と、電源基板 5 8 とを備える。フロントケース 5 5 は、表示ユニット 5 0 の筐体であり、表示基板 5 7 を内部に保持すると共に、開口窓を通じて表示基板 5 7 上に設けられた 7 セグメント式表示器が外部に表出するように位置決めして固定する。また表示基板 5 7 の裏面には電源基板 5 8 が離間して配置される。電源ケーブル 5 6 は、容量式電磁流量計を駆動するための外部電源と接続されて、容量式電磁流量計に電力を供給する。表示基板 5 7 は、7 セグメント式表示器や各種インジケータを構成する L E D 等の表示素子の駆動回路や、操作パネル 5 4 のスイッチ等を含む電子部品や C P U 等の制御部品が実装されている。さらに、表示基板 5 7 と別に電源基板 5 8 が用意され、電源回路部品が

50

電源基板 5 8 に実装される。表示用駆動回路を実装した表示基板 5 7 と、電源回路を実装した電源基板 5 8 とを分離することにより、電源回路の発熱を表示回路の電子部品から分離できる。

(択一固定機構)

【 0 0 7 6 】

表示ユニット 5 0 は、容量式電磁流量計の取り付け位置や姿勢に応じて、ユーザが表示画面 5 2 を目視しやすい姿勢に表示ユニット 5 0 の取り付け方向を変更可能としている。図 1 6 に、容量式電磁流量計の本体ケース 1 1 0 に、表示ユニット 5 0 を固定する様子を示す。図 1 6 (a) は、分離型表示ユニット 5 0 B、図 1 6 (b) は一体型表示ユニット 5 0 を固定する状態、非検出流体の流れ方向と水平に固定する状態、図 1 6 (c) は図 1 6 (b) と同じ一体型表示ユニット 5 0 を、非検出流体の流れ方向と垂直な姿勢に固定する状態を、それぞれ示している。

10

【 0 0 7 7 】

具体的には、表示ユニット 5 0 及び本体ケース 1 1 0 上面の段差空間をほぼ正形状として、表示ユニット 5 0 の取り付け角度を 9 0 ° 回転させても、固定可能としている。このため、表示ユニット 5 0 を本体ケース 1 1 0 上面に固定するための螺子孔 1 2 2 は、正確に四隅に穿孔されている。これにより、表示ユニット 5 0 を 9 0 ° 回転させた姿勢でも本体ケース 1 1 0 に固定でき、表示画面 5 2 の表示方向を変更できる。すなわち、被検出流体の流れ方向 (例えば上下又は左右) に沿う姿勢に測定管 1 0 を固定すると共に、この容量式電磁流量計に固定する表示ユニット 5 0 の姿勢は、ユーザが表示画面 5 2 を目視し

20

【 0 0 7 8 】

従来、容量式電磁流量計を配管等に固定する際、容量式電磁流量計が横置き姿勢のみならず、縦置き姿勢で固定されることもあった。この場合、表示器が縦方向に配置されるため、横書きで表示される数値が読みづらくなるという問題があった。一方、上述した特許文献 2 に示すように、縦横いずれの方向でも表示画面 5 2 を視認できるよう、表示ユニット 5 0 を本体ケース 1 1 0 と回転させる機構を備えた流量計も存在したが、回転機構が必要となり、その分構造が複雑となり、コストアップやサイズの大型化等の問題があった。これに対し、上記の構成では、取り付け姿勢を変更してねじ止めするという極めて簡単な構成であるため、部品点数が増えることもなく、小型化を実現しつつ、表示画面 5 2

30

【 0 0 7 9 】

なお、表示ユニット 5 0 を固定する方法は四隅の螺合に限られず、例えば正方形の各辺の中間に螺子孔を穿孔したり、フック等による係合や嵌合とすることもできる。

【 0 0 8 0 】

また、必ずしも一の表示ユニットの取り付け角度を変更する構成に限られず、例えば水平方向表示用の表示ユニット、垂直方向表示用の表示ユニットを個別に用意し、用途に応じて適切な表示ユニットを選択して固定するように構成してもよい。この構成であれば 9 0 ° 回転可能な構成とする必要がないので、本体ケースの上面形状をほぼ正形状とする必要がなく、本体ケースの形状を長形状等様々な形状とすることができる利点が得られる。

40

【 0 0 8 1 】

さらに、本体ケース 1 1 0 に固定する表示ユニット 5 0 を交換式とできる。これにより、本体ケース 1 1 0 は一体型、分離型のいずれの表示ユニット 5 0 に対しても共通に使用でき、部材の共通化を図れるという利点が得られる。

(分離型表示ユニット 5 0 B)

【 0 0 8 2 】

図 1 6 (a) は、分離型の表示ユニット 5 0 B の一例を示している。分離型表示ユニット 5 0 B は、図 1 7 に示すように表示画面 5 2 を本体ケース 1 1 0 から離間させて、本体

50

ケース 110 には表示パネル 50C を配置し、ケーブル等により電気信号をやりとりして、本体ケース 110 と離れた位置で流量等の情報を表示画面 52 に表示する。表示パネル 50C は、上述した一体型表示ユニット 50 と同様の構成とできる。

【0083】

図 18 に、分離型表示ユニットを使用した電磁流量計 200 のブロック図を示す。この図に示す電磁流量計 200 は、本体ケースについては、上述した図 3 に係る一体型表示ユニットを使用した電磁流量計の本体ケース 110 と同じものが使用でき、詳細説明は省略する。図 18 のブロック図では、表示ユニット 50B に、A/D 変換器 38B と、制御部 40C と、表示部として動作表示画面 52B と、出力部としてアナログ電流出力回路 62B と、通信部としてシリアル通信回路 63 を備える。シリアル通信回路 63 は、表示パネル 50C とデータ通信を行い、表示パネル 50C で表示すべき必要なデータを送信する。

10

【0084】

図 16 (a) の例では、7 セグメント式表示器に代わって、本体ケース 110 の上面に動作表示画面 52B として、被検出流体の通過を示すインジケータ 53B を設けている。動作表示画面 52B は、流量を検出中であること等、容量式電磁流量計の動作状態を示す他、被検出流体の移動方向を示すことができる。図 16 (a) の例ではインジケータ 53B として、測定管 10 の検出方向に沿って矢印状の表示灯を 4 つ水平に並べており、LED 等によって表示灯を点灯させる。インジケータ 53B は、被検出流体の通過方向に向かってインジケータ 53B を点滅させ、光を移動させるように点灯させることによって流れ方向を視覚的に表示する。

20

【0085】

例えば、検出方向に沿って被検出流体が流れている場合は表示灯を青色に点灯させ、一方被検出流体が逆方向に流れている場合は赤色に表示させる。また、表示灯の点滅パターンを動的に変化させて被検出流体の移動方向を表示させることで、さらに視覚的に流体の移動を容易に認識することができる。

【0086】

分離型表示ユニット 50B を構成する動作表示画面 52B の分解斜視図を図 19 に示す。この図に示す分離型表示ユニット 50B は、フロントケース 55B と、表示基板 57B と、電源基板 58B と、電源ケーブル 56B と、温度センサケーブル 59B とを備える。フロントケース 55B は、インジケータ 53B をインサート成形している。表示基板 57B や電源基板 58B は、上述した一体型表示ユニット 50 と同様の部品を実装して構成できる。さらにこの例では、被検出流体の温度を検出する温度センサからの入力信号を温度センサケーブル 59B を介して入力部 70 に入力し、被検出流体の温度を、離間して配置した表示パネル 50C 側に送出して表示させることもできる。

30

【0087】

なお、本体ケース上面の動作表示画面からインジケータを省いたり、逆に分離型表示ユニットであっても本体ケース側に流量等を表示する表示画面を設けること、すなわち表示ユニットを本体ケースと、それ以外の位置の 2 カ所に設けることも可能であることは言うまでもない。

【0088】

以上のように、本発明によればユーザの用途に応じた表示機能を提供でき、ユーザの利便性を飛躍的に高めた流量センサを実現できる。なお上記では流量センサとして容量式電磁流量計に適用した例を説明したが、これに限られず接液式の電磁流量計やその他の流量検出手段を備える流量センサ、例えばタービン式、カルマン渦式、ダイヤフラム式、パドル式、超音波式等、様々な既知のセンサを適宜採用することができる。

40

【産業上の利用可能性】

【0089】

本発明の流量センサは、導電性液体の流量を検出する容量式電磁流量計として、例えばダイカスト金型の冷却水管理、バルブの開け忘れチェック、冷却水の使用量チェック等の用途に好適に適用できる。また電磁流量計に限られず、例えば流れの中に配置された渦発

50

生柱の下流に規則的に発生するカルマン渦を超音波により非接触で検出する音波渦流流量センサ等に対しても適用できる。さらに、液体に限られず気体の流量を検出する流量センサにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】流量センサの構成を示すブロック図である。

【図2】本体ケースの断面図である。

【図3】容量式電磁流量計の詳細なブロック図である。

【図4】本発明の一実施の形態に係る流量センサを示す斜視図である。

【図5】図4に示す流量センサの表示ユニットを外した分解斜視図である。

10

【図6】図5の本体ケースから口金と補強板を外した分解斜視図である。

【図7】サイドカバーを本体カバーで固定する状態を示す分解斜視図である。

【図8】ハウジングを本体カバーで保持する状態を示す断面図である。

【図9】測定管の斜視図及び電極を外した分解斜視図である。

【図10】図6の本体ケースの分解斜視図である。

【図11】プリアンプモジュールの分解斜視図である。

【図12】励磁モジュールの斜視図である。

【図13】励磁プレートの斜視図である。

【図14】励磁コイルの分解斜視図である。

【図15】一体型表示ユニットの分解斜視図である。

20

【図16】流量センサの本体ケースに、表示ユニットを固定する様子を示す斜視図である。

【図17】分離型表示ユニットを使用した流量センサを示す斜視図である。

【図18】分離型表示ユニットを使用した電磁流量計を示すブロック図である。

【図19】分離型表示ユニットの分解斜視図である。

【図20】流量センサの他の構成を示すブロック図である。

【図21】積算値表示モードにおいて時間と共に表示値が変換する状態を示すグラフである。

【図22】減算値表示モードにおいて時間と共に表示値が変換する状態を示すグラフである。

30

【図23】貯水タンクに蓄えられている液体の残量を表示する例を示す説明図である。

【図24】瓶に液体を充填する際の残余充填量を表示する例を示す説明図である。

【図25】タイムアウト動作モードにおいて時間と共に表示値が変換する状態を示すグラフである。

【図26】接液式電磁流量計の構成を示すブロック図である。

【図27】流量センサで積算流量をカウントアップ表示する例を示す説明図である。

【符号の説明】

【0091】

100、200...電磁流量計

10、10B...測定管

40

12...突起

14...段差

22、22B...励磁コイル

24、24B...励磁回路

25...励磁電源

26...初期励磁電源

27...励磁継続電源回路

28...励磁極性切替回路

29...定電流回路

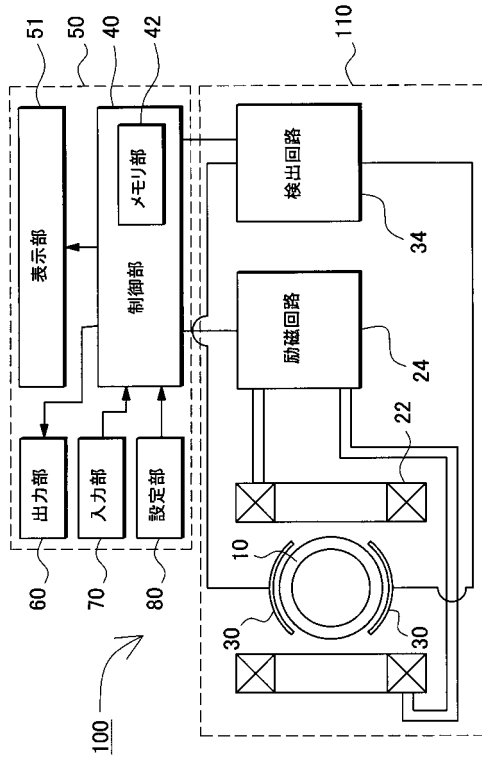
30、30B...電極

50

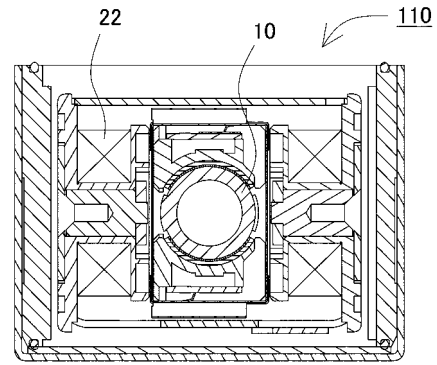
3 2 ... リード片	
3 4、3 4 B ... 検出回路	
3 5 ... 差動増幅器	
3 6 ... 増幅器	
3 7 ... 周期性リセット回路	
3 8、3 8 B ... A / D 変換器	
4 0、4 0 B、4 0 C ... 制御部	
4 2 ... メモリ部	
5 0 ... 表示ユニット	
5 0 B ... 分離型表示ユニット	10
5 0 C ... 表示パネル	
5 1、5 1 B ... 表示部	
5 2 ... 表示画面	
5 2 B ... 動作表示画面	
5 3 ... 流体表示灯	
5 3 B ... インジケータ	
5 4 ... 操作パネル	
5 5、5 5 B ... フロントケース	
5 6、5 6 B ... 電源ケーブル	
5 7、5 7 B ... 表示基板	20
5 8、5 8 B ... 電源基板	
5 9 B ... 温度センサケーブル	
6 0 ... 出力部	
6 1 ... 外部出力回路	
6 2、6 2 B ... アナログ電流出力回路	
6 3 ... シリアル通信回路	
7 0 ... 入力部	
8 0 ... 設定部	
1 1 0 ... 本体ケース	
1 1 1 ... 流路口	30
1 1 2 ... 螺子溝	
1 2 0 ... ハウジング	
1 2 1 ... 貫通孔	
1 2 2 ... 螺子孔	
1 3 0 ... サイドカバー	
1 4 0 ... ヨーク蓋	
1 4 2 ... 補強板	
1 4 4 ... 液アース端子	
1 5 0、1 5 1、1 5 2、1 5 3 ... 本体カバー	
1 5 5 ... 側板	40
1 5 6 ... 螺子孔	
1 6 0 ... プリアンプモジュール	
1 6 1 ... シールドケース	
1 6 2 ... シールドカバー	
1 6 3 ... プリアンプ	
1 6 4 ... プリアンプ基板	
1 6 5 ... プリアンプ基板ホルダ	
1 6 6 ... 電極保護シート	
1 7 0 ... 励磁モジュール	
1 7 2 ... コイルケース	50

1 7 2 a、1 7 2 b ... 平板	
1 7 2 c ... コイル巻回空間	
1 7 2 d ... ボールピース挿入口	
1 7 4 ... 励磁プレート	
1 7 4 a ... 対向片	
1 7 4 b ... 連結片	
1 7 4 c ... ヨーク片	
1 7 4 d ... 開口部	
1 7 6 ... 中継基板	
1 7 8 ... ボールピース	10
1 7 8 a ... ボールピースコア	
1 7 8 b ... 平板	
1 7 8 B ... コア	
8 0 0 ... 流量計	
8 1 0 ... 貯水タンク	
8 2 0 ... 排水パイプ	
8 3 0 ... 瓶	
9 0 0 ... 接液式電磁流量計	
9 0 1 ... 流量検出手段	
9 0 2 ... 交流増幅器	20
9 0 3 ... 電極	
9 0 4 ... 同期整流回路	
9 0 5 ... タイミングパルス発生回路	
9 0 6 ... A / D 変換器	
9 4 0 ... 制御部	
9 0 8 ... 出力部	
9 1 0 ... 交流電源	
9 1 1 ... 測定管	
9 2 2 ... 励磁コイル	
9 2 4 ... 励磁回路	30
9 5 1 ... 表示部	

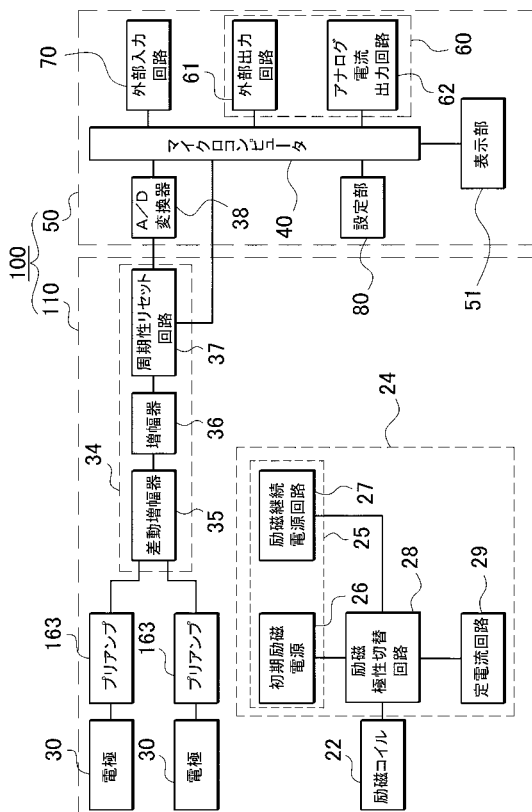
【 図 1 】



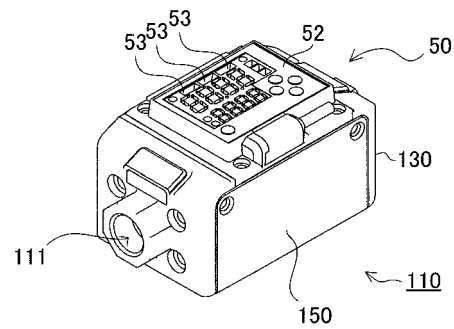
【 図 2 】



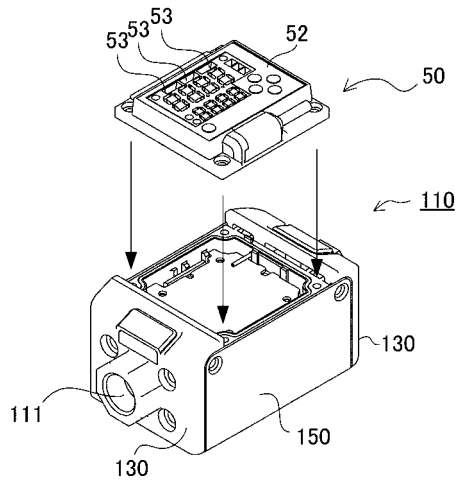
【 図 3 】



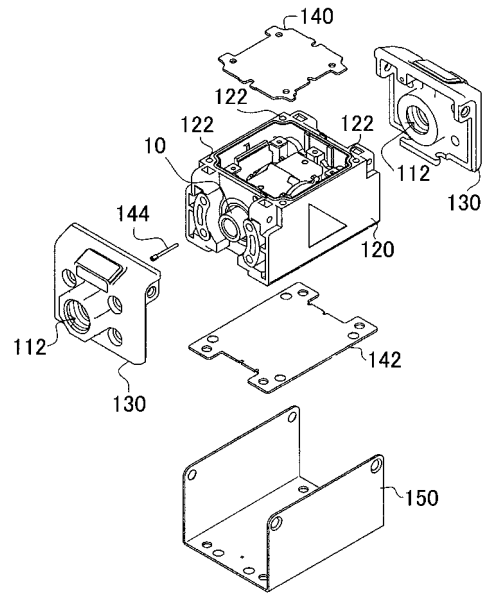
【 図 4 】



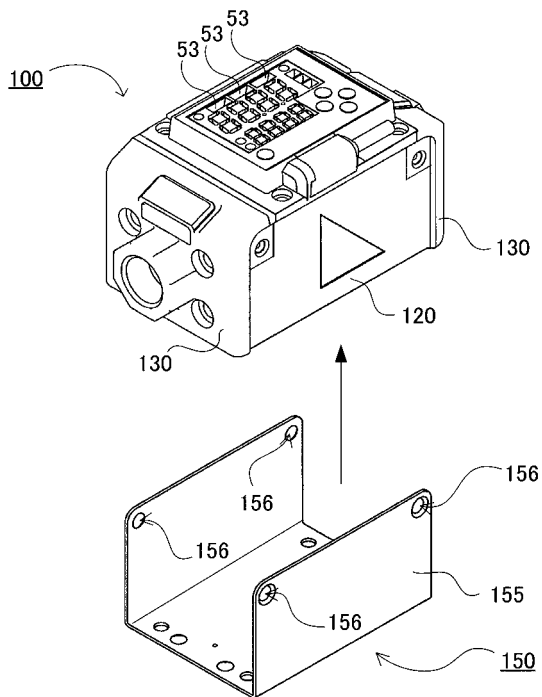
【図 5】



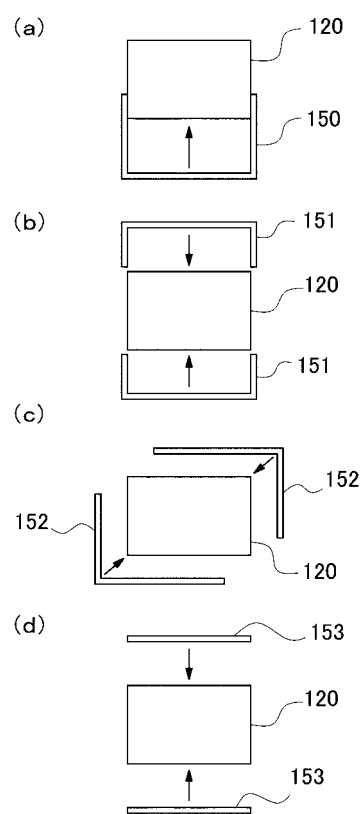
【図 6】



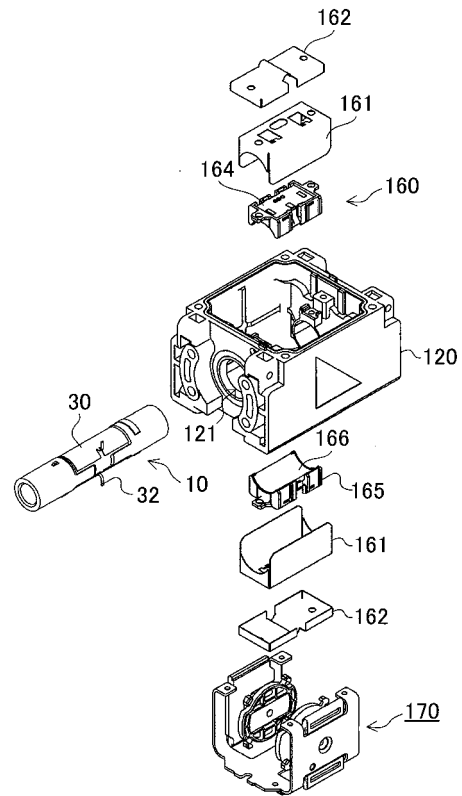
【図 7】



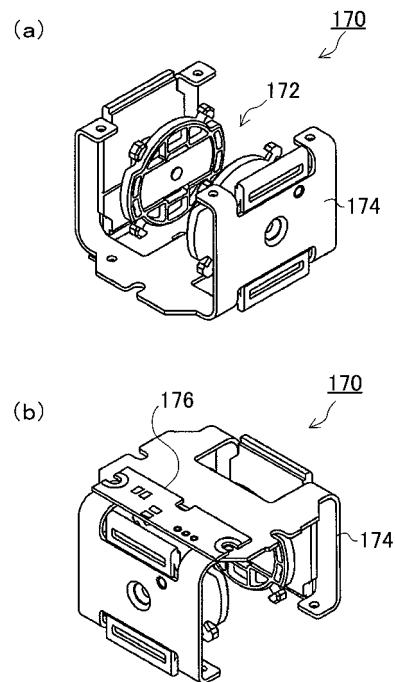
【図 8】



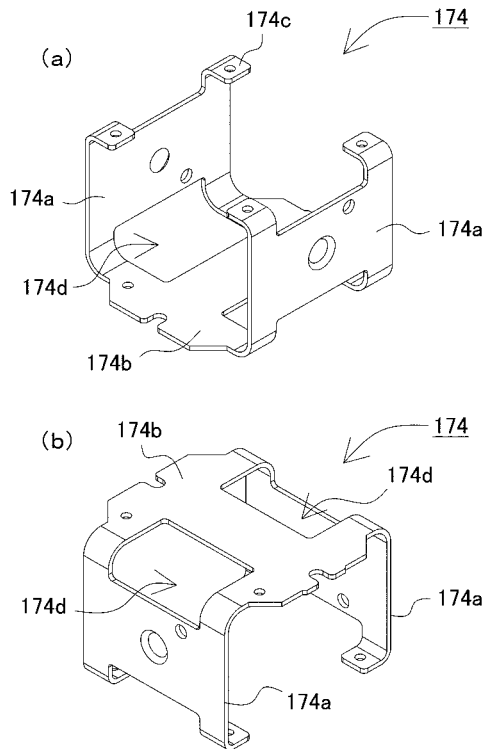
【 図 1 0 】



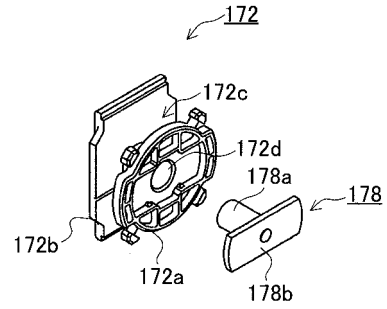
【 図 1 2 】



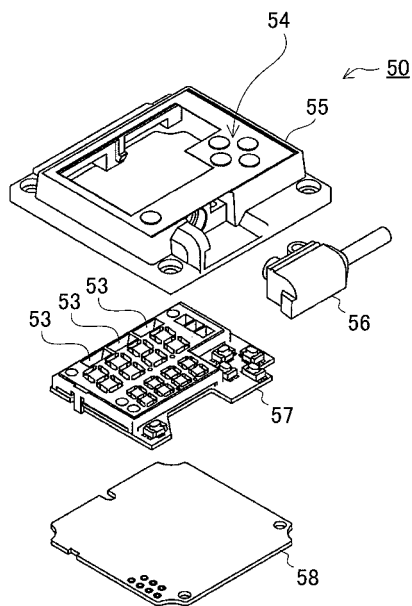
【図 13】



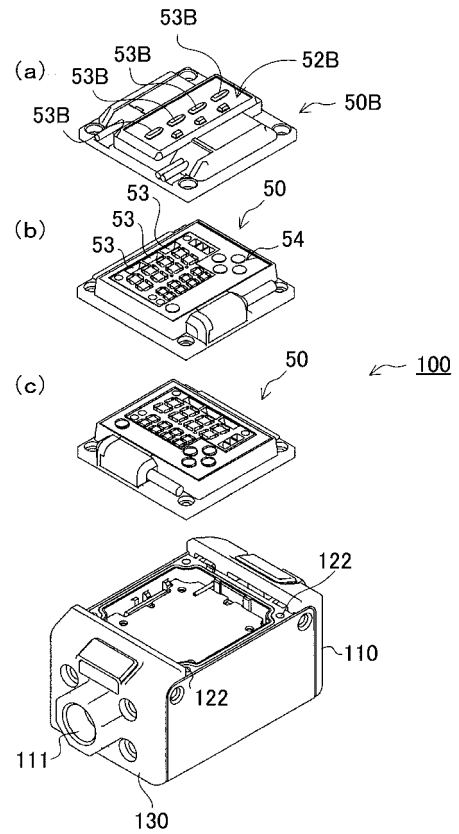
【図 14】



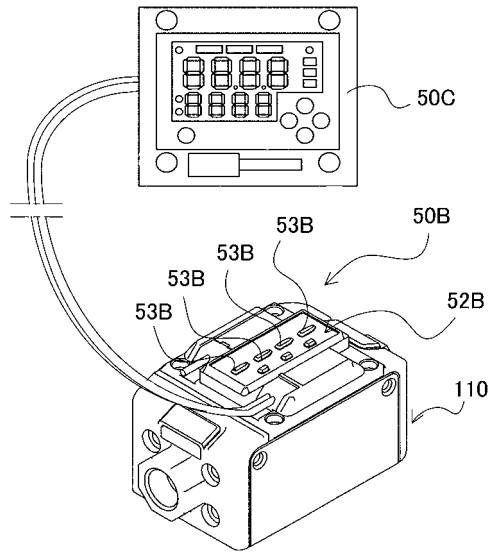
【図 15】



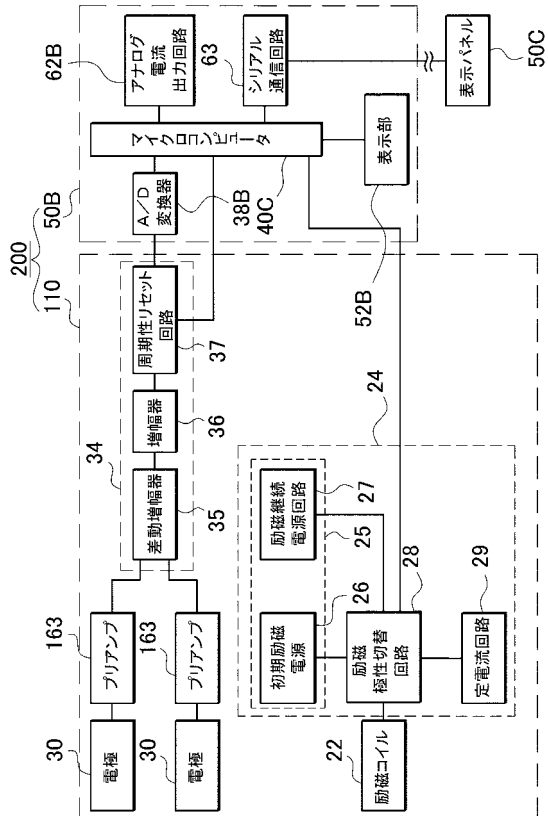
【図 16】



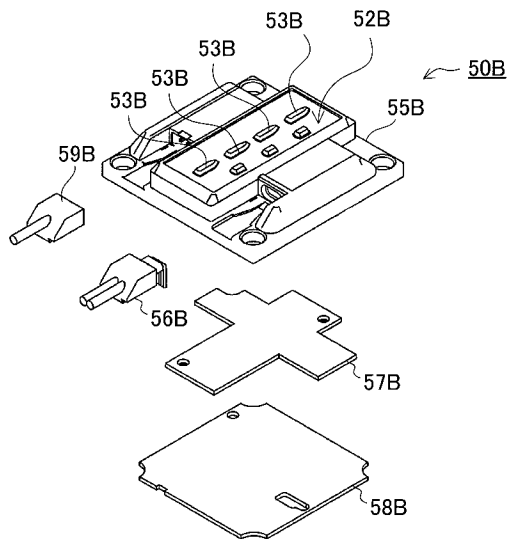
【図 17】



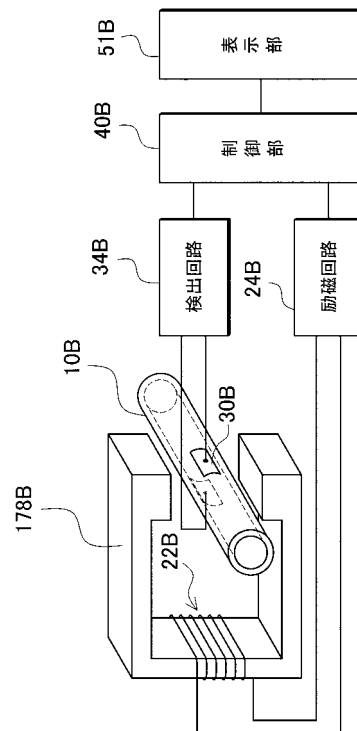
【図 18】



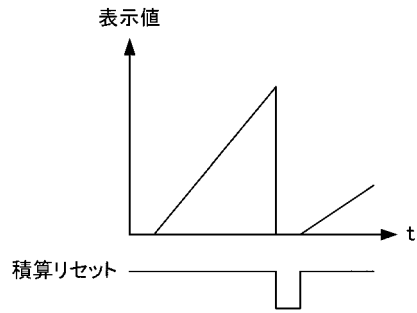
【図 19】



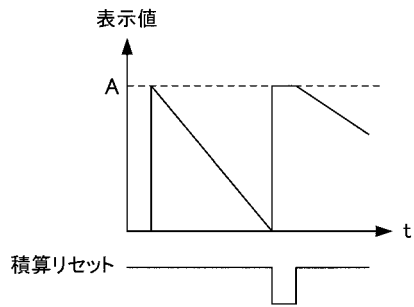
【図 20】



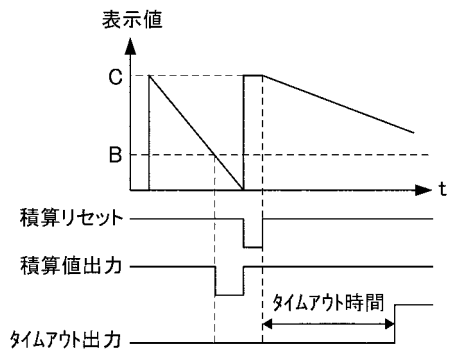
【図 2 1】



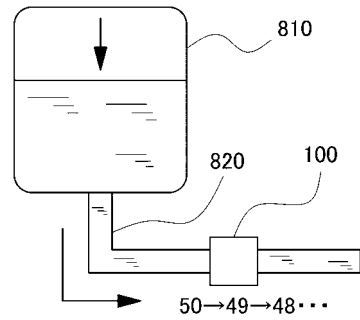
【図 2 2】



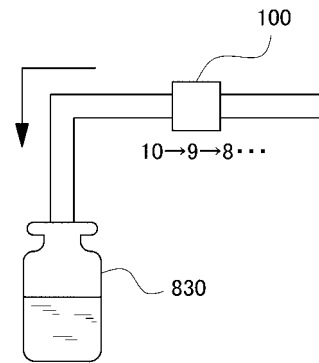
【図 2 5】



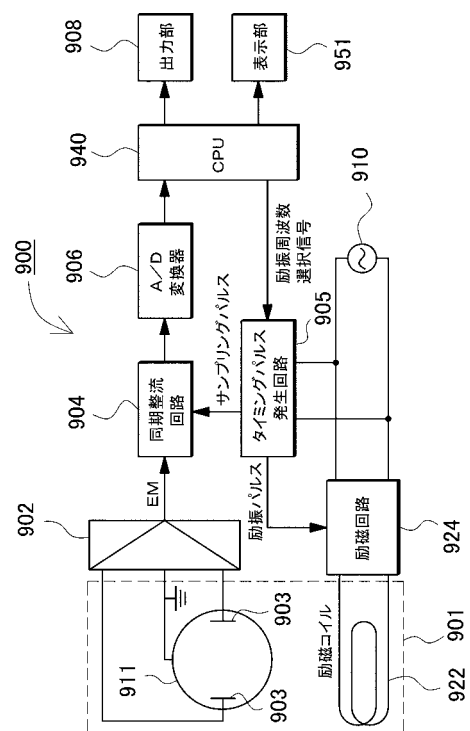
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 6】



【 図 2 7 】

