

【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容量式電磁流量計であって、
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測定管と、
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、

前記測定管を前記本体ケースと別部材で構成し、交換可能としたことを特徴とする容量式電磁流量計。 10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の容量式電磁流量計であって、
前記測定管が前記本体ケースと異なる部材で構成されてなることを特徴とする容量式電磁流量計。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の容量式電磁流量計であって、
前記測定管が高誘電性の樹脂部材で構成されてなることを特徴とする容量式電磁流量計。
。

【請求項 4】

被検出流体の流量を検出するための容量式電磁流量計であって、
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測定管と、
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、
前記演算手段で演算された被検出流体の流量を表示可能な表示部と、
を備え、

前記表示部を前記本体ケースに固定する構造が、被検出流体の流れる方向に対して、前記表示部を水平又は垂直のいずれかとなるよう前記本体ケースに取り付け可能に構成してなることを特徴とする容量式電磁流量計。 30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の容量式電磁流量計であって、
前記表示部の外形が略正方形状に形成されてなり、四隅をねじ止めにより前記ケース部に固定可能に構成してなることを特徴とする容量式電磁流量計。

【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容量式の電磁流量計に関する。

【背景技術】**【0002】**

被検出流体の流量を検出する電磁流量計には、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。この内、接液電極形の電磁流量計では、常に電極を被検出流体の液体と接液させるため、電極を腐蝕しない液体であることが必要となる。また液中に含まれる絶縁性付着物が電極に付着して抵抗が増したり、電極が錆びる等の問題、電極の配置部分で防水構造が必要となる等の問題がある。 40 50

【0003】

これに対して容量式電磁流量計は、磁界に直交して導電性の被検出流体が流れるとき、印加した磁界の強さと流体の流速との積に比例する起電力が発生し、この起電力を、被検出流体の流れる測定管の外面に付着し、被検出流体に非接触な一対の電極で静電容量式に検出することにより、流量を測定できる原理に基づく。容量式電磁流量計は、被検出流体を流す測定管の外側に電極を貼付し、パイプの厚さでコンデンサを形成するため、電極部が接液しないので絶縁性付着物の影響を受け難く、電極の劣化や防水構造を考慮する必要がなくメンテナンスが容易である、被検出流体のリークの発生要因を解消できる等の利点がある（特許文献1参照）。

【0004】

一方で容量式電磁流量計は、信号レベルが低いため耐ノイズ性を考慮したシールドやプリアンプが必要である等、構造や回路が複雑化し装置が大掛かりで高価であるという問題があった。

【0005】

また容量式電磁流量計の筐体は一体に構成されているが、測定管の部分で高精度のコンデンサを構成する必要があり、材質として高価な高誘電材料が用いられる。このため従来の容量式電磁流量計では測定管以外の部材も含めた全体を高誘電材料で構成することとなり、コストがかかるという問題もあった。

【0006】

さらに一方で、測定管の配管方向を縦・横の両方に応じて表示部を回転可能とした電磁流量計が開発されている（特許文献2参照）。しかしながら、このようなタイプでは、表示部を回転させる機械機構を備えるために、装置全体が大型化するという問題もあった。

【特許文献1】特開平8-136307号公報

【特許文献2】特開2002-267509号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、従来のこのような問題点を解決するためになされたものである。本発明の目的は、小型化、低価格化を実現可能な容量式電磁流量計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

以上の目的を達成するために、第1発明に係る容量式電磁流量計は、被検出流体の流量を検出するための容量式電磁流量計であって、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測定管と、被検出流体に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を、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備え、測定管を本体ケースと別部材で構成し、交換可能としている。

【0009】

また第2発明に係る容量式電磁流量計は、測定管が本体ケースと異なる部材で構成されている。

【0010】

さらに第3発明に係る容量式電磁流量計は、測定管が高誘電性の樹脂部材で構成されている。

【0011】

さらにまた第4発明に係る容量式電磁流量計は、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測定管と、被検出流体に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、演算手段で演算された被検出流体の流量を表示可能な表示部とを備え、表示部を本体ケースに固定する構造が、被検出流体の流れる方向

10

20

30

40

50

に対して、表示部を水平又は垂直のいずれかとなるよう本体ケースに取り付け可能に構成している。

【0012】

さらにまた第5発明に係る容量式電磁流量計は、表示部の外形が略正方形状に形成され 10 てなり、四隅をねじ止めによりケース部に固定可能に構成している。

【発明の効果】

【0013】

第1～3発明によれば、測定管を本体ケースと分離することで、測定管には高誘電材料等、コンデンサを構成するのに適した材質を選択でき、一方本体ケースにはこのような特性は不要で、本体ケースとして適した材質を選択できるので、安価に構成できる。また、用途に応じて測定管を適切なタイプに変更することもできる。材質のみならず、例えば口径の異なる測定管を用いることもでき、同一の本体ケース等を使用して多品種に対応可能とし生産性を改善できる。 10

【0014】

第4～5発明によれば、表示部を本体ケースに対して回転させる構造等を必要とせず、水平又は垂直のいずれかを選択して固定する方式のため、容量式電磁流量計の設置方向に応じて見易い方向に表示部を固定できると共に、固定位置を変更するための構造を簡素化でき、装置の小型化に寄与する。 20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

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容量式電磁流量計を例示するものであって、本発明は容量式電磁流量計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的な記載がない限りは、本発明の範囲をそれ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。 30

(実施の形態1)

【0016】

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。 40

(ブロック図)

【0017】

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 50

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 等を設けてもよい。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。10

【 0 0 1 8 】

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、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。20

【 0 0 1 9 】

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。30

【 0 0 2 0 】

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。40

【 0 0 2 1 】

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。50

【0022】

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配置されている。また、測定管10の上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。

(本体ケース110)

【0023】

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。

【0024】

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得られる。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。

【0025】

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。

【0026】

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。

【0027】

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な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

10

20

30

40

50

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う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。

【0028】

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 の対角線方向から狭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 を使用して、サイドカバー同士を橋渡しする構成としても良い。

(サイドカバー 130)

【0029】

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の他の接続方法としては、本体ケ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)

【0030】

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、耐薬品性等に優れる。本実施の形態では、ポリプラスチックス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。

【0031】

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、

10

20

30

40

50

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。

【0032】

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。

【0033】

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)

【0034】

測定管10の周囲には電極30が配置される。電極30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30は、図9(b)に示すように、円筒状の測定管10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30を測定管10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30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10から外部に取り出して、流量を検出できる。各電極30は、測定管10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30は、好ましくは可撓性部材で構成することにより、測定管10の外面に隙間なく固定できる。

【0035】

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10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30を、測定管10上に配置する構成とすることもできる。測定管10の周囲には、電極30を配置する位置及び大きさに段差14を形成しており、電極30の位置決めを実現する。段差14は、測定管10外周の肉厚を薄くすることで形成している。

【0036】

さらに電極30は、プリアンプモジュール160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32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30の配線を行うことができる。

【0037】

なおこの例では一対の電極を使用したが、2組以上の電極を使用することも可能である

10

20

30

40

50

。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120)

【0038】

次にハウジング120の内部に収納される部材を、図10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120は測定管10と、一対のプリアンプと、励磁モジュール170とを備える。またハウジング120の前後には貫通孔121が開口され、ここに測定管10が挿入される。またハウジング120内部に保持される測定管10の上下に、プリアンプが配置される。図11に示すように、電極30を装着した状態で、測定管10の上下からプリアンプモジュール160にて狭持する。

10

(プリアンプ)

【0039】

プリアンプモジュール160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30と被検出流体との静電容量結合が一般に数十pF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30に検出回路34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10に示すプリアンプは、測定管10に配置される一対の電極30と電気的に接続され、検出された電気信号を増幅して制御部40に送出する。このプリアンプは、プリアンプモジュール160を、シールドケース161に収納し、さらにシールドカバー162で閉塞し、電極30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。

20

(プリアンプモジュール160)

【0040】

プリアンプモジュール160の外観を図11に示す。この図において、図11(a)は一対のプリアンプモジュール160の斜視図を、図11(b)はプリアンプモジュール160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を利用してすることで、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。

30

(励磁モジュール170)

【0041】

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。

40

【0042】

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を一対、対向するように固定する励磁プレート174と、中

50

継基板 176 で構成される。

(励磁プレート 174)

【0043】

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、一対のコイルケース 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。

10

【0044】

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)

20

【0045】

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するように、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)

30

【0046】

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 を捲回する構成とする。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 同士の間に励磁コイル 22 を捲回するコイル捲回空間 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、コイル捲回空間 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)

40

【0047】

励磁コイル 22 はポールピースコア 178a の周囲に捲回される。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、この部分で生じる磁気回路遅れを低減する構成としてもよい。

【0048】

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

50

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。

【0049】

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に捲回する励磁コイル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。

【0050】

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)

【0051】

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ることはいうまでもない。

【0052】

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。

【0053】

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。

【0054】

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。

(出力部60)

【0055】

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

10

20

30

40

50

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よい。

【0056】

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60は、アナログ電流出力回路62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。

【0057】

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よい。

(入力部70)

【0058】

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信ユニットやI/O端子、メモリカード等が利用できる。

(表示ユニット50)

【0059】

一方、表示ユニット50としては、本体ケース110に表示ユニット50を設ける一体型表示ユニット50と、本体ケース110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50Bとが利用できる。図15に、一体型表示ユニット50の分解斜視図を示す。

(一体型表示ユニット50)

【0060】

この図に示す一体型表示ユニット50は、フロントケース55と、電源ケーブル56と、表示基板57と、電源基板58とを備える。フロントケース55は、表示ユニット50の筐体であり、表示基板57を内部に保持すると共に、開口窓を通じて表示基板57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57の裏面には電源基板58が離間して配置される。電源ケーブル56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57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LED等の表示素子の駆動回路や、操作パネル54のスイッチ等を含む電子部品やCPU等の制御部品が実装されている。さらに、表示基板57と別に電源基板58が用意され、電源回路部品が電源基板58に実装される。表示用駆動回路を実装した表示基板57と、電源回路を実装した電源基板58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。

(折一固定機構)

【0061】

表示ユニット50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52を目視しやすい姿勢に表示ユニット50の取り付け方向を変更可能としている。図16に、容量式電磁流量計の本体ケース110に、表示ユニット50を固定する様子を

10

20

30

40

50

示す。図16(a)は、分離型表示ユニット50B、図16(b)は一体型表示ユニット50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16(c)は図16(b)と同じ一体型表示ユニット50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。

【0062】

具体的には、表示ユニット50及び本体ケース110上面の段差空間をほぼ正方形状として、表示ユニット50の取り付け角度を90°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50を本体ケース110上面に固定するための螺子孔122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50を90°回転させた姿勢でも本体ケース110に固定でき、表示画面52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10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50の姿勢は、ユーザが表示画面52を目視しやすい方向に固定できる。

【0063】

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の姿勢のみならず、縦置きの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52を視認できるよう、表示ユニット50を本体ケース110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52が水平となるように、すなわちユーザが直立した姿勢から目視できる姿勢に、固定することができ、視認性がよくなる。

【0064】

なお、表示ユニット50を固定する方法は四隅の螺合に限らず、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。

【0065】

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90°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方形状とする必要がなく、本体ケースの形状を長方形状等様々な形状とすることができる利点が得られる。

【0066】

さらに、本体ケース110に固定する表示ユニット50を交換式とできる。これにより、本体ケース110は一体型、分離型のいずれの表示ユニット50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50B)

【0067】

図16(a)は、分離型の表示ユニット50Bの一例を示している。分離型表示ユニット50Bは、図17に示すように表示画面52を本体ケース110から離間させて、本体ケース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。

【0068】

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

10

20

30

40

50

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。

【0069】

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つ水平に並べてあり、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。

【0070】

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。

【0071】

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。

【0072】

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。

【産業上の利用可能性】

【0073】

本発明の容量式電磁流量計は、導電性液体の流量を検出する容量式電磁流量計として好適に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【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。

【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。

10

20

30

40

50

【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。

【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。

【符号の説明】

【0075】

10

100、200...電磁流量計

10、10B...測定管

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

28...励磁極性切替回路

20

29...定電流回路

30、30B...電極

32...リード片

34、34B...検出回路

35...差動増幅器

36...増幅器

37...周期性リセット回路

38、38B...A/D変換器

40、40B、40C...制御部

30

42...メモリ部

50...表示ユニット

50B...分離型表示ユニット

50C...表示パネル

51、51B...表示部

52...表示画面

52B...動作表示画面

53...流体表示灯

53B...インジケータ

54...操作パネル

40

55、55B...フロントケース

56、56B...電源ケーブル

57、57B...表示基板

58、58B...電源基板

59B...温度センサケーブル

60...出力部

61...外部出力回路

62、62B...アナログ電流出力回路

63...シリアル通信回路

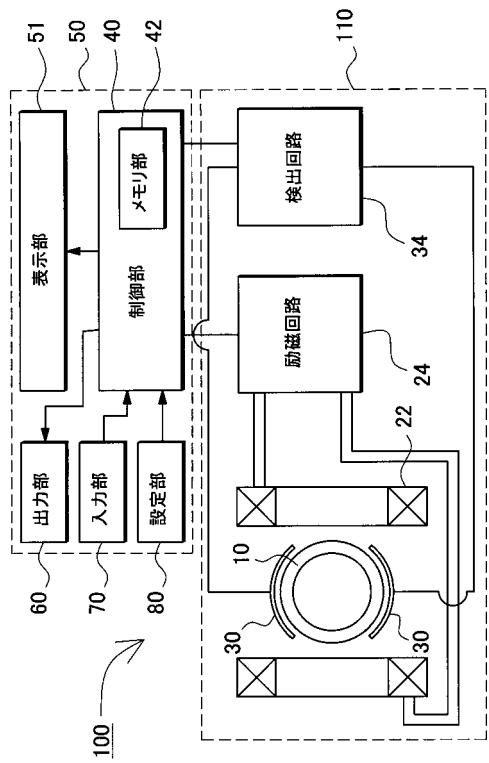
70...入力部

80...設定部

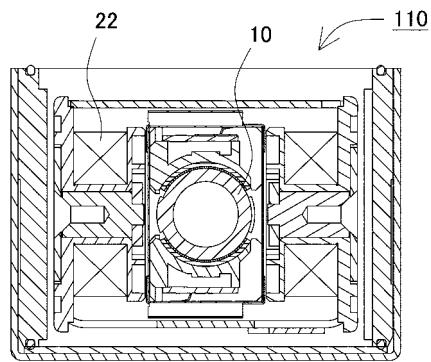
50

1 1 0 ... 本体ケース	
1 1 1 ... 流路口	
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	10
1 5 0 、 1 5 1 、 1 5 2 、 1 5 3 ... 本体カバー	
1 5 5 ... 側板	
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	20
1 7 0 ... 励磁モジュール	
1 7 2 ... コイルケース	
1 7 2 a 、 1 7 2 b ... 平板	
1 7 2 c ... コイル捲回空間	
1 7 2 d ... ポールピース挿入口	
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	30
1 7 6 ... 中継基板	
1 7 8 ... ポールピース	
1 7 8 a ... ポールピースコア	
1 7 8 b ... 平板	
1 7 8 B ... コア	

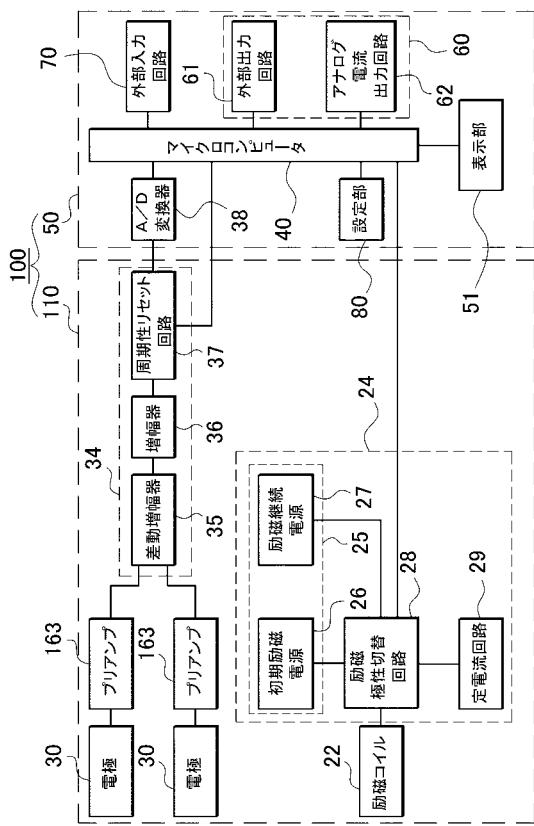
【 図 1 】



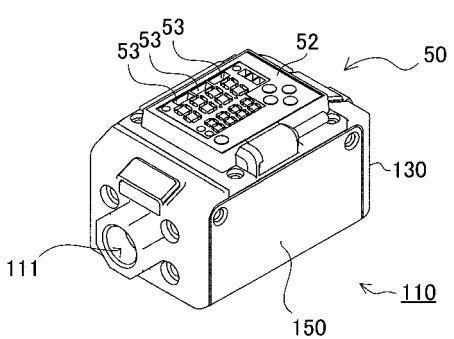
【 図 2 】



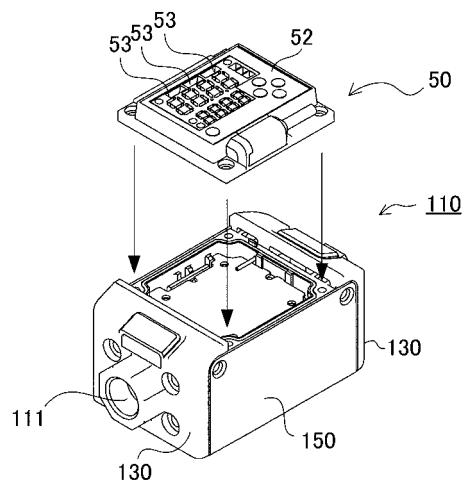
【図3】



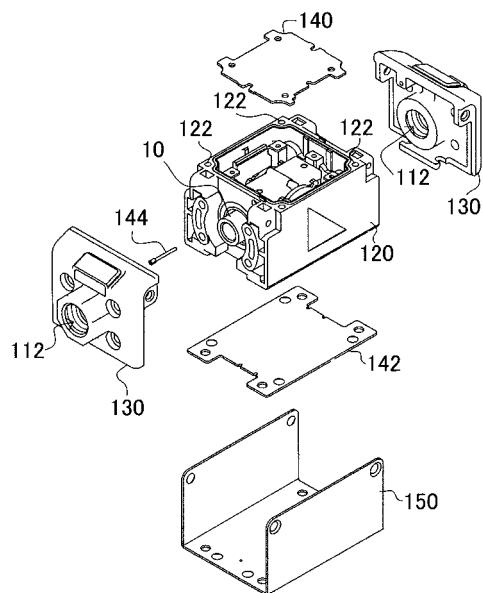
【 四 4 】



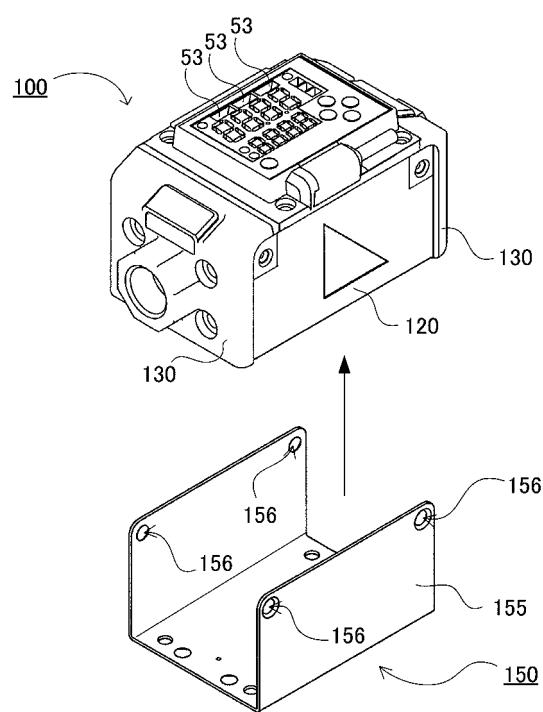
【 図 5 】



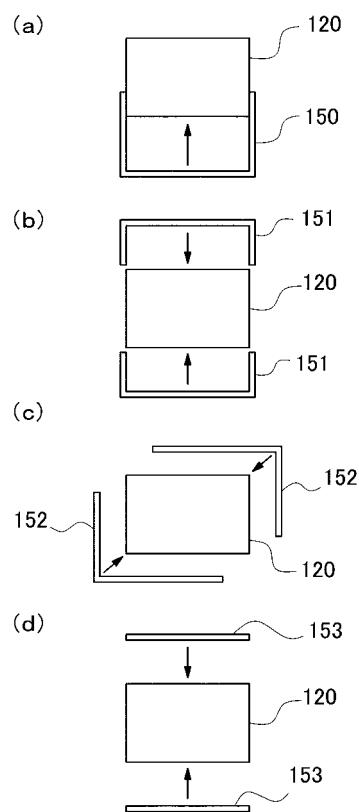
【図6】



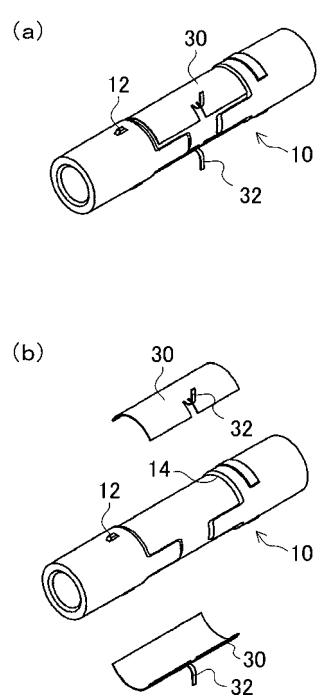
【図7】



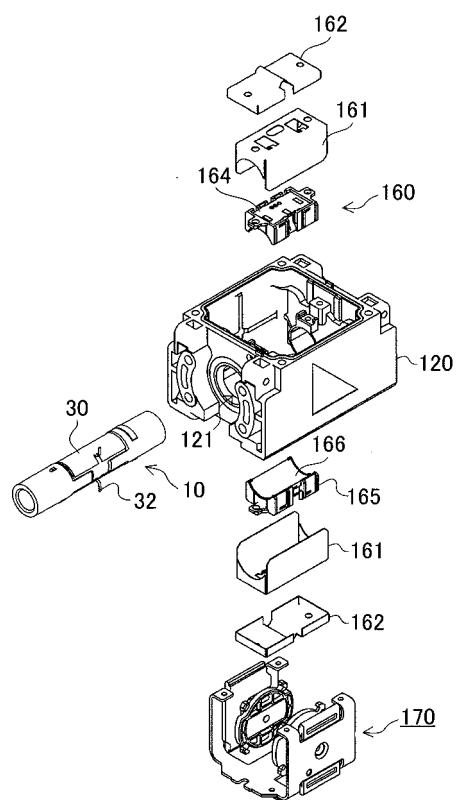
【図8】



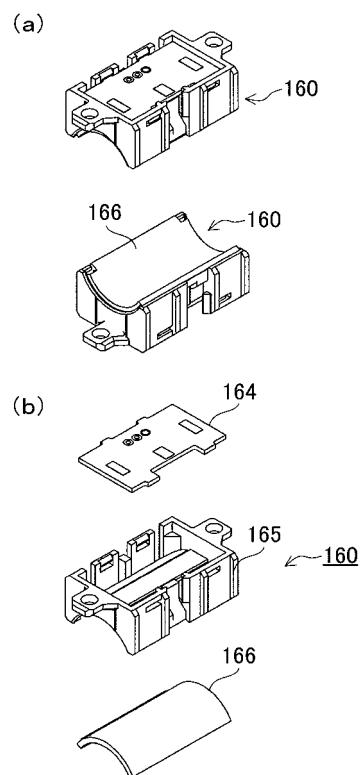
【図9】



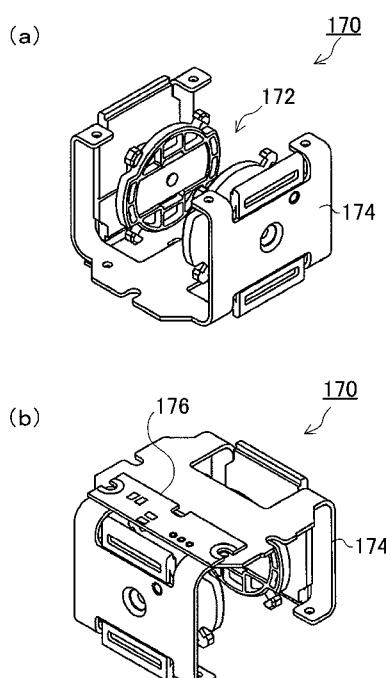
【図10】



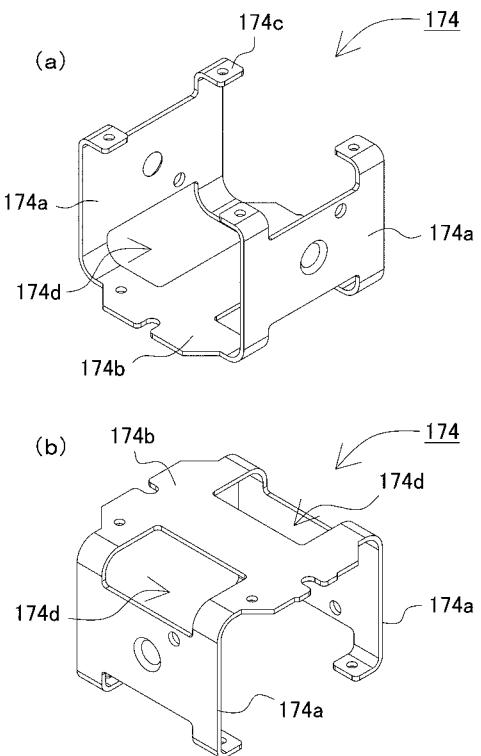
【図11】



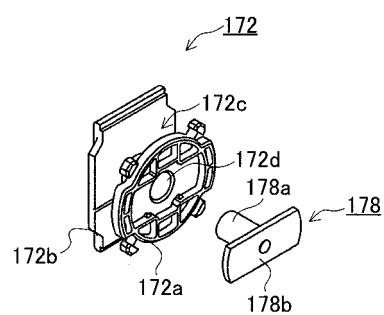
【図12】



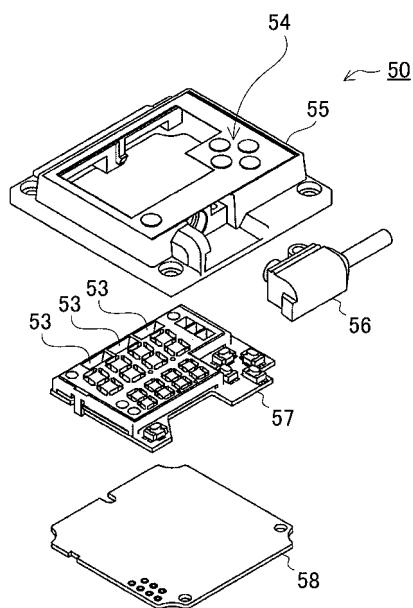
【図13】



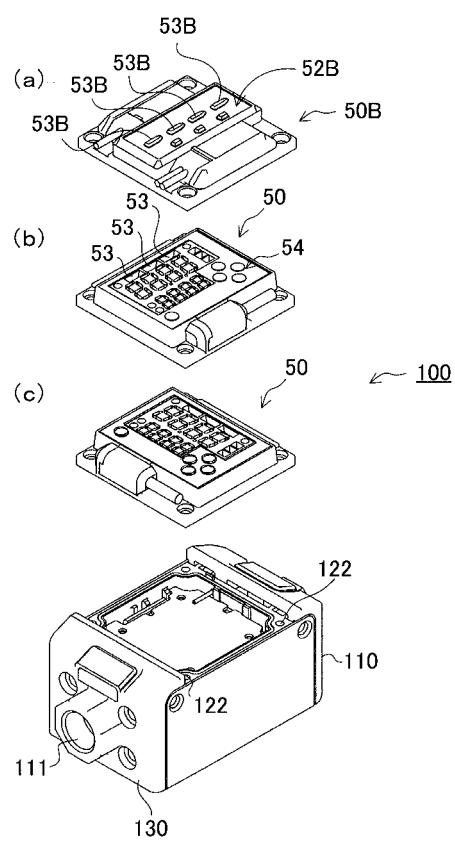
【図14】



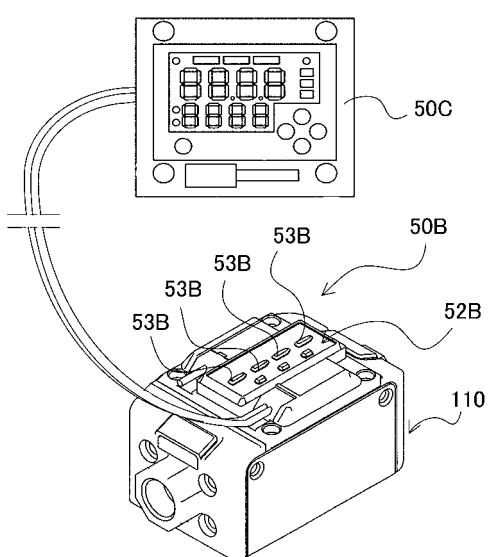
【図15】



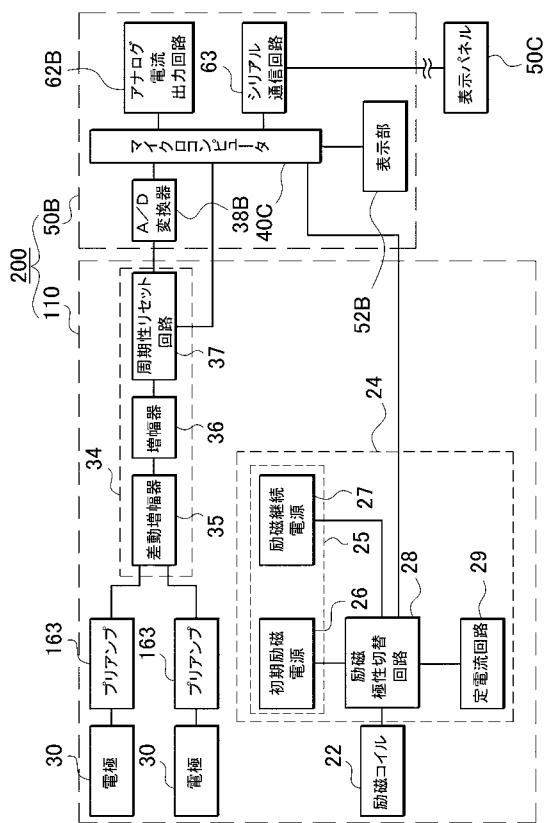
【図16】



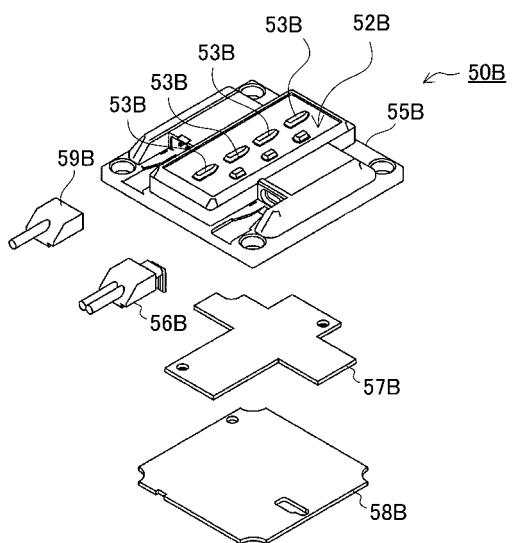
【図17】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

