

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5065620号
(P5065620)

(45) 発行日 平成24年11月7日(2012.11.7)

(24) 登録日 平成24年8月17日(2012.8.17)

(51) Int.Cl.
GO1F 1/60 (2006.01)

F I
GO1F 1/60

請求項の数 4 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2006-143324 (P2006-143324)	(73) 特許権者	000129253
(22) 出願日	平成18年5月23日 (2006. 5. 23)		株式会社キーエンス
(65) 公開番号	特開2007-315813 (P2007-315813A)		大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1
(43) 公開日	平成19年12月6日 (2007. 12. 6)		4号
審査請求日	平成21年4月2日 (2009. 4. 2)	(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	植木 健五
			大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1
			4号 株式会社キーエンス内
		審査官	古屋野 浩志
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁流量計

(57) 【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電磁流量計であって、
被検出流体を通過させる流路を構成する測定管と、
前記測定管の流路と直交するように配置された少なくとも一对の励磁コイルと、
前記励磁コイルを励磁するための励磁回路と、
前記測定管の流路及び一对の電極間を結ぶ直線と直交するように配置される少なくとも
一对の電極と、
前記電極で検出された電圧信号を検出可能な検出回路と、
前記検出回路で検出された電圧信号に基づいて、前記測定管の流路を通過する被検出流
体の流量を演算する演算手段と、
を備えており、
前記励磁回路はさらに、
前記励磁コイルと直列に接続されて、前記励磁コイルを励起する出力電圧値を調整して
供給可能な定電圧電源と、
前記励磁コイルと直列に接続されて、前記励磁コイルに流れる電流を所定値に規定する
ための定電流回路と、
前記励磁コイルと定電圧電源及び定電流回路との間に介在され、励磁の極性を切り替え
るための励磁極性切替回路と、
前記定電流回路に接続されて、前記定電流回路の残留電圧を検出するための残留電圧検

10

20

出回路と、
を備え、

前記定電圧電源は、前記残留電圧検出回路で検出された残留電圧を所定の基準電圧と比較し、比較結果が最小になるように出力電圧を制御し、

前記定電圧電源が可変電圧のDC/DCコンバータを含んでおり、

前記可変電圧のDC/DCコンバータが、励磁コイルの電源投入時には電流を流し易くするよう高電圧を印加する一方、電流が流れ出した後は電圧を降下させて一定の低電圧を印加させるよう制御してなることを特徴とする電磁流量計。

【請求項2】

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、

被検出流体を通過させる流路を構成する測定管と、

前記測定管の流路と直交するように配置された少なくとも一对の励磁コイルと、

前記励磁コイルを励磁するための励磁回路と、

前記測定管の流路及び一对の電極間を結ぶ直線と直交するように配置され、被検出流体と非接触状態で前記測定管と結合される少なくとも一对の電極と、

前記電極で検出された電圧信号を検出可能な検出回路と、

前記検出回路で検出された電圧信号に基づいて、前記測定管の流路を通過する被検出流体の流量を演算する演算手段と、

を備えており、

前記励磁回路はさらに、

前記励磁コイルと直列に接続されて、前記励磁コイルを励起する出力電圧値を調整して供給可能な定電圧電源と、

前記励磁コイルと直列に接続されて、前記励磁コイルに流れる電流を所定値に規定するための定電流回路と、

前記励磁コイルと定電圧電源及び定電流回路との間に介在され、励磁の極性を切り替えるための励磁極性切替回路と、

前記定電流回路に接続されて、前記定電流回路の残留電圧を検出するための残留電圧検出回路と、

を備え、

前記定電圧電源は、前記残留電圧検出回路で検出された残留電圧を所定の基準電圧と比較し、比較結果が最小になるように、出力電圧を制御し、

前記定電圧電源が可変電圧のDC/DCコンバータを含んでおり、

前記可変電圧のDC/DCコンバータが、励磁コイルの電源投入時には電流を流し易くするよう高電圧を印加する一方、電流が流れ出した後は電圧を降下させて一定の低電圧を印加させるよう制御し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2に記載の容量式電磁流量計であって、

前記定電圧電源が、前記残留電圧検出回路からの信号を入力するための入力端子を備えており、

前記残留電圧検出回路が、帰還回路で構成され、該帰還回路の出力側と入力側とをコンデンサを介して接続すると共に、入力側に前記定電流回路の残留電圧と所定の基準電圧との差を入力し、出力側を前記定電圧電源の入力端子に接続してなることを特徴とする容量式電磁流量計。

【請求項4】

請求項3に記載の容量式電磁流量計であって、前記励磁回路はさらに、

前記定電圧電源の入力端子と残留電圧検出回路との間に接続された切替回路を備え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】

10

20

30

40

50

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。

10

【0003】

接液式電磁流量計800の構成を図26に示す。この図に示す電磁流量計800は、測定管811、電極803および励磁コイル822等からなる流量検出手段801、交流増幅器802、励磁回路824、同期整流回路804、タイミングパルス発生回路805、A/D変換器806、演算処理を行うマイクロコンピュータ等の制御部840、出力部808、表示部851および交流電源810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811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824および励磁コイル822を介して交番磁界を印加する。励磁回路824は、タイミン

20

【0004】

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、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对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。図23に、容量式電磁流量計のブロック図の一例を示す。この容量式電磁流量計は、被検出流体を流す測定管910の外側に電極930を貼付し、測定管910のパイプ厚さでコンデンサを形成している。この電極930で検出する電界と直交する方向に一对の励磁コイル922を配置し、励磁回路924により交番磁界を発生させる。この構成では、電極930部が被検出流体に接液しないので、絶縁性付着物の影響を受け難く、電極930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）。

30

【0005】

この容量式電磁流量計は、励磁コイルを励磁して交番磁界を発生させるために、励磁回路を利用する。図24に、従来の励磁回路の一例を示す。この図に示す励磁回路924は、励磁コイル922に励磁極性切替回路928を介して、定電圧電源927と定電流回路929を接続している。定電圧電源927から供給される直流定電圧により、定電流回路929で定電流を発生させると共に、ブリッジ状にスイッチを接続した励磁極性切替回路928でスイッチングして交流化し、励磁コイル922に交流電流を通電する。

40

【特許文献1】特開平8-136307号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

一般に励磁コイルの励磁回路に使用する電源は、電圧値を固定した定電圧電源である。この定電圧電源の電圧値は、定電流回路の残留電圧や励磁コイルの直流抵抗などを考慮して、余裕をもって設計されている。一方で、電磁流量計が利用される用途や要求される仕様等に応じて、被検出流体を流す測定管の口径は、異なるサイズのものが使用されている。測定管の口径が異なっても、測定管内部の流路に均一な磁束を発生させるためには、励磁コイルの巻き数や線径等の仕様も変更する必要がある。さらに励磁コイルの仕様が変更されると、これを励磁する励磁回路の電圧値も異なる。このため、電磁流量計で使用する測定管に応じて励磁回路の電源も設計し直す必要が生じ、極めて煩雑で製造コストが高くなるという問題があった。

【 0 0 0 7 】

10

また一方、容量式電磁流量計では、被検出流体と電極間の静電容量を介して検出する。この静電結合容量は十数 p F ~ 数十 p F 程度と非常に小さい。このため、確実に信号を検出するためには交番磁界の周波数を高くして信号レベルを上げる必要がある。しかしながら、同じ励磁コイルを使用して励磁周波数を上げると、インダクタンス ($L = j \omega L$) が大きくなるため電流が流れ難くなり、結果として得られる磁束が減少するという問題がある。これを防止するには、図 25 に示すように励磁コイルの電源投入時にはより高い電圧を印加することで電流を流し易くする一方、電流が流れ出した後は電圧を降下させて一定の低電圧を印加することが好ましい。このような出力可変式の電源回路としては、リニア電源 (シリーズ電源) を使用することが考えられる。リニア電源は、要求される一定電圧の内、高い電圧値に合わせて定電圧電源を設計し、可変抵抗やトランジスタ等を利用して電圧値を調整する。しかしながらこの構成では、電圧値を調整するために必ず電力損失が生じることになって効率が悪い上、発熱のため被検出流体の上限温度が制限を受けたり、発熱から容量式電磁流量計の電子回路部品を保護する機構等が必要となり装置の大型化やコスト高となる問題があった。

20

【 0 0 0 8 】

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、要求される電圧値に拘わらず励磁回路を共通化した電磁流量計を提供することにある。また本発明の他の目的は、電磁流量計の電力損失を低減して発熱量を抑えることにある。

【課題を解決するための手段】

30

【 0 0 0 9 】

以上の目的を達成するために、第 1 発明に係る電磁流量計は、被検出流体の流量を検出するための電磁流量計であって、被検出流体を通過させる流路を構成する測定管と、測定管の流路と直交するように配置された少なくとも一対の励磁コイルと、励磁コイルを励磁するための励磁回路と、測定管の流路及び一対の電極間を結ぶ直線と直交するように配置される少なくとも一対の電極と、電極で検出された電圧信号を検出可能な検出回路と、検出回路で検出された電圧信号に基づいて、測定管の流路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ており、励磁回路はさらに、励磁コイルと直列に接続されて、励磁コイルを励起する出力電圧値を調整して供給可能な定電圧電源と、励磁コイルと直列に接続されて、励磁コイルに流れる電流を所定値に規定するための定電流回路と、励磁コイルと定電圧電源及び定電流回路との間に介在され、励磁の極性を切り替えるための励磁極性切替回路と、定電流回路に接続されて、定電流回路の残留電圧を検出するための残留電圧検出回路とを備え、定電圧電源は、残留電圧検出回路で検出された残留電圧を所定の基準電圧と比較し、比較結果が最小になるよう出力電圧を制御し、定電圧電源が可変電圧の DC / DC コンバータを含んでおり、可変電圧の DC / DC コンバータが、励磁コイルの電源投入時には電流を流し易くするよう高電圧を印加する一方、電流が流れ出した後は電圧を降下させて一定の低電圧を印加させるよう制御する。

40

【 0 0 1 0 】

第 2 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、被検出流体を通過させる流路を構成する測定管と、測定管の流路と直交す

50

るように配置された少なくとも一対の励磁コイルと、励磁コイルを励磁するための励磁回路と、測定管の流路及び一対の電極間を結ぶ直線と直交するように配置され、被検出流体と非接触状態で測定管と結合される少なくとも一対の電極と、電極で検出された電圧信号を検出可能な検出回路と、検出回路で検出された電圧信号に基づいて、測定管の流路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ており、励磁回路はさらに、励磁コイルと直列に接続されて、励磁コイルを励起する出力電圧値を調整して供給可能な定電圧電源と、励磁コイルと直列に接続されて、励磁コイルに流れる電流を所定値に規定するための定電流回路と、励磁コイルと定電圧電源及び定電流回路との間に介在され、励磁の極性を切り替えるための励磁極性切替回路と、定電流回路に接続されて、定電流回路の残留電圧を検出するための残留電圧検出回路とを備え、定電圧電源は、残留電圧検出回路で検出された残留電圧を所定の基準電圧と比較し、比較結果が最小になるように、出力電圧を制御し、定電圧電源が可変電圧のDC/DCコンバータを含んでおり、可変電圧のDC/DCコンバータが、励磁コイルの電源投入時には電流を流し易くするよう高電圧を印加する一方、電流が流れ出した後は電圧を降下させて一定の低電圧を印加させるよう制御する。

10

【0011】

第3発明に係る容量式電磁流量計は、定電圧電源が、残留電圧検出回路からの信号を入力するための入力端子を備えており、残留電圧検出回路が、帰還回路で構成され、該帰還回路の出力側と入力側とをコンデンサを介して接続すると共に、入力側に定電流回路の残留電圧と所定の基準電圧との差を入力し、出力側を定電圧電源の入力端子に接続することができる。

20

【0012】

第4発明に係る容量式電磁流量計は、定電圧電源にDC/DCコンバータを含むことができる。

【0013】

第5発明に係る容量式電磁流量計は、励磁回路がさらに、定電圧電源の入力端子と残留電圧検出回路との間に接続された切替回路を備えることができる。第6発明に係る容量式電磁流量計は、切替回路にアナログスイッチを利用できる。

【0014】

第7発明に係る容量式電磁流量計用励磁回路は、被検出流体の流量を検出するための容量式電磁流量計において、交番磁界を発生させる励磁コイルを励磁するための容量式電磁流量計用励磁回路であって、励磁コイルと直列に接続されて、励磁コイルを励起する出力電圧値を調整して供給可能な定電圧電源と、励磁コイルと直列に接続されて、励磁コイルに流れる電流を所定値に規定するための定電流回路と、励磁コイルと定電圧電源及び定電流回路との間に介在され、励磁の極性を切り替えるための励磁極性切替回路と、定電流回路に接続されて、定電流回路の残留電圧を検出するための残留電圧検出回路とを備え、定電圧電源は、残留電圧検出回路で検出された残留電圧に基づいて、出力電圧を調整可能に構成している。

30

【0015】

第8発明に係る電磁流量計の励磁方法は、被検出流体の流量を検出するための電磁流量計の励磁方法であって、残留電圧検出回路が、励磁コイルに流れる電流を所定値に規定する定電流回路の残留電圧を検出する工程と、定電圧電源が、残留電圧検出回路で検出された残留電圧に基づいて、励磁コイルを励起する出力電圧を調整する工程とを含む。

40

【発明の効果】

【0016】

第1、第2発明及び第7、第8発明によれば、定電流回路の残留電圧に基づいて出力電圧を調整可能であるため、特性の異なる励磁コイルを接続してもこれに応じた最適な電圧を供給できる。

【0017】

第3発明によれば、定電流回路の残留電圧に応じて、この値を低くするように定電圧電

50

源の出力電圧値を制御するため、特性の異なる励磁コイルを接続してもこれに応じた最適な電圧を供給できる。

【 0 0 1 8 】

第 4 発明によれば、D C / D C コンバータを使用して必要最小限度の出力電圧を生成し、電力損失の極めて少ない励磁回路が構成できる。特に D C / D C コンバータは、スイッチング動作する降圧コンバータであり、電圧変換する際の電力損失が少なく、電力損失を極減できるという利点がある

【 0 0 1 9 】

第 5 発明及び第 6 発明によれば、不要な信号をカットできるので、励磁初期に高い電圧を印加する際に定電流回路の残留電圧が増加しても、この信号を排除できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

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電磁流量計を例示するものであって、本発明は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。

(容量式電磁流量計)

【 0 0 2 1 】

図 1 ~ 図 1 9 に、本発明の実施の形態 1 に係る容量式電磁流量計 1 0 0 を示す。これらの図において、図 1 は容量式電磁流量計 1 0 0 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 1 0 0 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 1 0 は図 6 の本体ケースの分解斜視図、図 1 1 はプリアンプモジュールの分解斜視図、図 1 2 は励磁モジュールの斜視図、図 1 3 は励磁プレートの斜視図、図 1 4 は励磁コイルの分解斜視図、図 1 5 は一体型表示ユニットの分解斜視図、図 1 6 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 1 7 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 1 8 はこの電磁流量計のブロック図、図 1 9 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)

【 0 0 2 2 】

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 1 0 0 は、被検出流体を通過させる測定管 1 0 と、ポールピース 1 7 8 の周囲に巻回され、測定管 1 0 の外部から被検出流体に磁場を印加する励磁コイル 2 2 と、励磁コイル 2 2 で交番磁界を発生させるための励磁回路 2 4 と、励磁コイル 2 2 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 3 0 と、電極 3 0 を介して起電力を検出する検出回路 3 4 と、励磁回路 2 4 及び検出回路 3 4 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 4 0 と、制御部 4 0 で演算された流量を表示する表示部 5 1 とを備える。この制御部 4 0 は、流量検出手段を構成する本体ケース 1 1 0 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 6 0 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等をつけてもよい。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。

【0023】

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を一对、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。

【0024】

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。

【0025】

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。

【0026】

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。

【0027】

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对の励磁コイル 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对の電極 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、

10

20

30

40

50

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。

（励磁回路）

【0028】

図 21 に、容量式電磁流量計用励磁回路の一例を示す。この図に示す容量式電磁流量計用励磁回路 24C は、定電圧電源 27B と、励磁コイル 22 と、定電流回路 29 と、励磁極性切替回路 28 と、残留電圧検出回路 180 とを備える。定電圧電源 27B と、励磁コイル 22 と、定電流回路 29 とは、励磁極性切替回路 28 を介して直列に接続されている。また残留電圧検出回路 180 は、定電流回路 29 と定電圧電源 27B との間に接続される。

10

【0029】

定電圧電源 27B は、励磁電源を構成しており、可変電圧の DC / DC コンバータが利用できる。DC / DC コンバータはスイッチング動作する降圧コンバータであり、電圧変換したときの電力損失が少ないので効率のよい動作が得られる。

【0030】

励磁極性切替回路 28 は、スイッチングより直流電力を交流電力に変換するスイッチング回路である。図 21 の例では、ブリッジ状に極性切替スイッチ SW1 ~ SW4 を接続しており、これらの ON / OFF を切り替えることで定電圧電源 27B から供給される一定電圧を交流化し、励磁コイル 22 に交流電界を印加する。

20

【0031】

定電流回路 29 は、励磁コイル 22 で均一な磁束を生じさせるために必要な電流に規定する。図 21 の定電流回路 29 は、トランジスタ Q と抵抗、ツェナーダイオードなどにより構成される。トランジスタ Q はエミッタ側を抵抗を介して接地し、ベース側を抵抗を介してコレクタ側と接続し、さらにベース側はツェナーダイオードを介して接地している。

【0032】

定電流回路 29 には、トランジスタ Q と抵抗の電圧降下により残留電圧が生じる。特にトランジスタ Q の電圧降下分は電力損失となって発熱の原因となる。この残留電圧を残留電圧検出回路 180 で検出して、残留電圧が小さくなるように制御する。

30

（残留電圧検出回路 180）

【0033】

残留電圧検出回路 180 は、オペアンプ 181 で構成された帰還回路である。オペアンプ 181 の + 側入力力は所定の基準電圧、- 側入力力は抵抗を介して定電流回路 29 のコレクタ側と抵抗を介して接続されている。またオペアンプ 181 の出力側は、定電圧電源 27B の入力端子に inputs され、さらにコンデンサを介して - 側入力と接続されている。この残留電圧検出回路 180 は、定電流回路 29 の残留電圧を検出して、基準電圧と比較し、比較結果が最小になるように定電圧電源 27B の励磁用電源電圧を制御する。このため励磁用電源電圧を不必要に高い電圧を使用することがなく、必要最小限の電圧に抑えて、定電流回路 29 の残留電圧を極減できる。

40

【0034】

この励磁回路 24C は、定電圧電源 27B で得られた一定電圧を定電流回路 29 で定電流化し、さらに励磁極性切替回路 28 で交流化して励磁コイル 22 に供給する。さらに定電流回路 29 の残留電圧を残留電圧検出回路 180 で検出して、定電圧電源 27B にフィードバックすることによって、定電流回路 29 の残留電圧を低い値とするように定電圧電源 27B の励磁用電源電圧を自動制御することができる。このため、定電流回路のトランジスタの電力損失を抑えることができ、発熱を低減し、小型部品の採用や筐体の小型化に貢献する。

【0035】

50

またこの励磁回路 24C は、励磁コイル 22 毎に必要な励磁用電源電圧値に自動的に調整するように制御できる。すなわち、励磁回路に接続されている励磁コイルの種別や特性によらず、適切な電圧値に調整して励磁コイルに印加することができる。このため、励磁コイル毎に専用の励磁回路を設計する必要が無く、部材の共通化によって設計の省力化とコストダウンを図ることができる。

(励磁回路の変形例)

【0036】

以上の励磁回路では、励磁電源として一の定電圧電源を使用する例を説明した。一方励磁回路は、複数の電源を有することもできる。図3の例では、励磁電源25として励磁継続電源27と初期励磁電源26の2つを使用している。これにより、フローノイズの低減を図ることができる。

10

【0037】

容量式電磁流量計においては検出される信号レベルが一般に低いため、雑音(フローノイズ)の影響を可能な限り低減することが好ましい。特に被検出流体の導電率が低い場合にフローノイズの影響が顕著となる。このようなフローノイズ低減対策には、励磁コイルを高周波で励磁することが効果的である。しかしながら、励磁周波数を増加させるためには励磁の立ち上がりも高速化しなければならない。励磁立ち上がりを高速化するには、励磁の初期に高電圧を印加するのが有用であるが、この場合は高電圧印加期間の最終局面で定電流回路の残留電圧が増加する。この段階においては、上述した残留電圧を検出する制御においては、高い残留電圧は不要な信号となる。そこで、切替回路190を利用してこの段階では残留電圧検出回路180を遮断し、安定した定常状態での動作においては、残留電圧検出回路180を接続するという選択動作によって、安定動作時の電力損失抑制とフローノイズの低減を両立させることができる。

20

【0038】

このような励磁回路24Dの例を図22に示す。この図において、上述した図21の構成と同様の部材については同一の符号を付して詳細説明を省略する。図22の励磁回路24Dは、励磁電源として、励磁継続電源を構成する定電圧電源27Bと、初期励磁電源26の2つを備え、これらを電源切替スイッチ192で切り替え可能としている。初期励磁電源26は、励磁初期に高電圧を印加するための高電圧電源である。

(切替回路190)

30

【0039】

また、残留電圧検出回路180と定電圧電源27Bとの間に、切替回路190を接続している。切替回路190は双方向に切換え可能なアナログスイッチ等の双投スイッチが利用できる。アナログスイッチは、入力信号の状態に応じて制御用電気信号の回路のON/OFF切り換えを行う。ここでは、電源切替スイッチ192により初期励磁電源26が選択され、高電圧が励磁コイル22に印加された状態では、アナログスイッチをOFFとして残留電圧検出回路180を定電流回路29と切り離す。この段階では定電圧電源27Bは電源切替スイッチ192により接続されていないため、残留電圧検出回路180の制御信号は不要となる。一方、高電圧印加後は短時間で磁束が安定するため、この状態で電源切替スイッチ192を初期励磁電源26側から定電圧電源27Bに切り替え、かつアナログスイッチをONとして定電流回路29と残留電圧検出回路180とを接続する。この状態では、上述の通り残留電圧検出を最小とするように定電圧電源27Bを制御する。このように高電圧が印加されて定電流回路29の残留電圧が増加した状態では、定電圧電源27Bのフィードバック制御を中断し、定常状態になった状態では定電圧電源27Bのフィードバック制御によって残留電圧を抑制し、効率の良い動作が可能となる。

40

(本体ケース110)

【0040】

次に、容量式電磁流量計の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

50

口された流路口 1 1 1 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 5 0 に表示する。

【 0 0 4 1 】

本体ケース 1 1 0 には、P P S 樹脂等が利用できる。特に本体ケース 1 1 0 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を得られる。本体ケース 1 1 0 の上面には、図 5 に示すように、表示ユニット 5 0 が固定される。また本体ケース 1 1 0 の側面には、図 6 に示すように測定管 1 0 を収納するハウジング 1 2 0 の前後に各々サイドカバー 1 3 0 を固定している。各サイドカバー 1 3 0 には被検出流体を流入、排出するための流路口 1 1 1 を開口している。

【 0 0 4 2 】

さらにサイドカバー 1 3 0 の上面はヨーク蓋 1 4 0 で、下面は補強板 1 4 2 で各々閉塞している。さらに補強板 1 4 2 を覆うように、断面コ字状の本体カバー 1 5 0 で被覆し、本体カバー 1 5 0 の両端でサイドカバー 1 3 0 を固定して補強している。本体ケース 1 1 0 を本体カバー 1 5 0 で被覆して、サイドカバー 1 3 0 同士を本体カバー 1 5 0 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 1 2 0 の前後にサイドカバー 1 3 0 を固定した状態で、本体カバー 1 5 0 の側板 1 5 5 を挿入できる段差を形成している。さらに本体カバー 1 5 0 で本体ケース 1 1 0 を被覆した状態で、側板 1 5 5 に開口された螺子孔 1 5 6 に螺子を挿入して、本体カバー 1 5 0 の両端でサイドカバー 1 3 0 を螺号して固定する。さらに螺子孔 1 5 6 は、ハウジング 1 2 0 とサイドカバー 1 3 0 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。

【 0 0 4 3 】

本体カバー 1 5 0 は、板金等剛性のある部材で構成し、両端でサイドカバー 1 3 0 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 1 1 1 の内面に設けられた螺子溝 1 1 2 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 1 1 0 が破損しないよう本体カバー 1 5 0 が補強する。

【 0 0 4 4 】

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 1 1 0 を樹脂部材とすることで軽量化も図られる。本体カバー 1 5 0 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 1 1 0 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 1 1 0 表面を板金等の本体カバー 1 5 0 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 1 3 0 同士を金属製の本体カバー 1 5 0 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 1 1 0 には液アース端子 1 4 4 を備えており、被検出流体の電位をサイドカバー 1 3 0 の接地電位とする。

【 0 0 4 5 】

本体カバー 1 5 0 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 1 5 0 でハウジング 1 2 0 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 1 5 0 一枚でサイドカバー 1 3 0 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 1 5 1 を 2 枚、それぞれ断面コ字状とし、これらをハウジング 1 2 0 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 1 5 2 とし、これらをハウジング 1 2 0 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 1 5 3 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 1 3 0)

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

サイドカバー 1 3 0 は、流路口 1 1 1 を開口している。流路口 1 1 1 は、本体ケース 1 1 0 に内蔵される測定管 1 0 とで流路を構成する。流路の口径は、流路口 1 1 1 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 1 1 1 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 1 1 1 の内面に螺子溝 1 1 2 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 1 3 0 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。

10

(測定管 1 0)

【 0 0 4 7 】

測定管 1 0 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 1 0 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 1 0 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 1 0 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 1 0 の周囲に貼付される電極 3 0 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等が利用できる。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 1 2 や段差 1 4 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 P P S 樹脂を採用している。P P S 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 1 0 の内面には必要に応じてライニングが施工される。

20

【 0 0 4 8 】

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 3 0 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 1 0 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 1 0 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 1 0 を本体ケース 1 1 0 と別部材としているので、測定管 1 0 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。

30

【 0 0 4 9 】

さらに測定管 1 0 には、円柱状の測定管 1 0 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 1 0 の周囲で電極 3 0 と励磁コイル 2 2 とを直交させる必要があるため、円柱状の測定管 1 0 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 1 0 の外周に突起 1 2 を設けている。突起 1 2 を支承する孔をプリアンプモジュール 1 6 0 や本体ケース 1 1 0 等に形成することで、測定管 1 0 を所定の姿勢に位置決めし、回転を阻止する。

40

【 0 0 5 0 】

測定管 1 0 は、本体ケース 1 1 0 と別部材とする。これにより、測定管 1 0 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 1 1 0 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 1 0 を本体ケース 1 1 0 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

50

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)

【0051】

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、一对の電極 30 を測定管 10 を挟んで対向するように配置する。このように一对の電極 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。

【0052】

また面状の導電体である電極の腐食や結露による一对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。

【0053】

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。

【0054】

なおこの例では一对の電極を使用した、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 120)

【0055】

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、一对のプリアンプと、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 にて挟持する。

(プリアンプ)

【0056】

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 に配置される一对の電極 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。

(プリアンプモジュール 160)

【0057】

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)

【0058】

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。

【0059】

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、中継基板 176 で構成される。

(励磁プレート 174)

【0060】

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。

【0061】

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)

【0062】

また図 12 (b) に示すように、励磁プレート 174 の連結片 174 b 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 の励磁する励磁回路 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 同士の間で交番磁界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界を発生させる。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)

【0063】

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 172 a、172 b を連結した形状とし、平板 172 a、172 b 同士の間で励磁コイル 22 を捲回するコイル捲回空間 172 c が形成される。一方の平板 172 a 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 172 d が開口される。またポールピース挿入口 172 d は中空の軸状とし、コイル捲回空間 172 c を貫通している。さらに他方の平板 172 b は矩形形状とし、図 12 (a) に示すように励磁プレート 174 の対向片 174 a に固定される。

(ポールピース 178)

【0064】

励磁コイル 22 はポールピースコア 178 a 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 178 a をなす鉄芯の一端に矩形形状の平板 178 b を固定し、平板 178 b を介して磁束が出入りする。ポールピースコア 178 a 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。

【0065】

この励磁モジュール 170 は、内蔵される一对の励磁コイル 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 同士の間で磁界を生じさせる。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。

【0066】

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 178 B の両端で測定管 10 B を挟むようにすれば、コア 178 B に捲回する励磁コイル 22 B 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 24 B で励磁コイル 22 B を励磁し、測定管 10 B を通過する被検出流体により生じる起電力を検出回路 34 B が電極 30 B で検出し、制御部 40 B に送出して表示部 51 B にて表示する。

【0067】

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)

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

表示ユニット 5 0 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
示すように表示部 5 1 として表示画面 5 2 を備える。図 4 の例では表示画面 5 2 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 5 2 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。

【 0 0 6 9 】

10

また表示画面 5 2 は、被検出流体の流速や流れ方向を示す流体表示灯 5 3 を備える。流
体表示灯 5 3 は、バー状に配置された L E D で構成される。流体表示灯 5 3 は、例えば流
量に応じた速さで L E D 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 L E D に代わって、矢印形の表示灯等も利用できる。さらに、L E D 等を
使用したセグメント式の表示画面 5 2 に代わって、液晶や有機 E L 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 5 2 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。

【 0 0 7 0 】

また表示ユニット 5 0 は、各種の設定を行う設定部 8 0 として操作パネル 5 4 を備えて
いる。操作パネル 5 4 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 5 2 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 5 4 を設け、十字方向にキーを配置している。この設定部 8 0 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。

20

【 0 0 7 1 】

なお、この例では表示画面 5 2 を表示する表示回路に、検出回路 3 4 及び励磁回路 2 4
と接続されてこれらを制御する制御部 4 0 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 1 1 0 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 6 0)

30

【 0 0 7 2 】

また、この表示ユニット 5 0 は出力部 6 0 を備えている。この例では、出力部 6 0 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 O N / O F F 動作を直接制御する
O N / O F F 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 O N / O F F 出力を切り替えるように、H I G H / L O W 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づ
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。

40

【 0 0 7 3 】

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 ~ 2 0 m A の範囲で
アナログ電流を出力する。このため出力部 6 0 は、アナログ電流出力回路 6 2 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。

【 0 0 7 4 】

このように出力部 6 0 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

50

、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)

【0075】

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)

10

【0076】

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 50 B 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)

【0077】

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。

20

(択一固定機構)

30

【0078】

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 を固定する様子を示す。図 16 (a) は、分離型表示ユニット 50 B、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。

【0079】

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。

40

【0080】

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

50

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。

【0081】

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。

10

【0082】

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。

【0083】

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。

20

(分離型表示ユニット50B)

【0084】

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。

【0085】

30

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。

【0086】

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。

40

【0087】

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

50

移動を容易に認識することができる。

【0088】

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。

10

【0089】

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。

【0090】

なお上記では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、測定管の内部の被検出流体と電極が接触する接液式の電磁流量計やその他の流量検出手段を備える電磁流量計、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。

20

【産業上の利用可能性】

【0091】

本発明の電磁流量計は、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】

【0092】

【図1】電磁流量計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電磁流量計を示す斜視図である。

30

【図5】図4に示す電磁流量計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。

【図14】励磁コイルの分解斜視図である。

40

【図15】一体型表示ユニットの分解斜視図である。

【図16】電磁流量計の本体ケースに、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電磁流量計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】電磁流量計の他の構成を示すブロック図である。

【図21】容量式電磁流量計用励磁回路の一例を示す回路図である。

【図22】容量式電磁流量計用励磁回路の変形例を示す回路図である。

【図23】容量式電磁流量計の一例を示すブロック図である。

50

【図 2 4】容量式電磁流量計の励磁回路の一例を示す回路図である。

【図 2 5】励磁コイルの励磁初期状態から定常状態にかけて印加される電圧波形を示すグラフである。

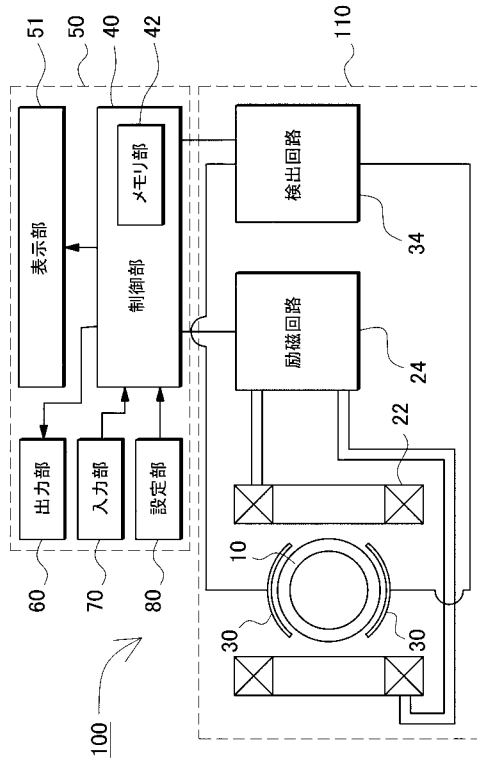
【図 2 6】接液式電磁流量計の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

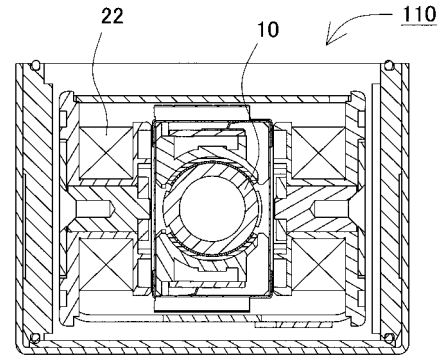
【 0 0 9 3 】

1 0 0、2 0 0 ... 電磁流量計	
1 0、1 0 B ... 測定管；1 2 ... 突起；1 4 ... 段差	
2 2、2 2 B ... 励磁コイル；2 4、2 4 B、2 4 C、2 4 D ... 励磁回路	
2 5 ... 励磁電源；2 6 ... 初期励磁電源；2 7 ... 励磁継続電源；2 7 B ... 定電圧電源	10
2 8 ... 励磁極性切替回路；2 9 ... 定電流回路	
3 0、3 0 B ... 電極；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	
5 0 ... 表示ユニット；5 0 B ... 分離型表示ユニット；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；5 8、5 8 B ... 電源基板	20
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；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；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	30
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	
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	
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	
1 8 0 ... 残留電圧検出回路；1 8 1 ... オペアンプ	40
1 9 0 ... 切替回路；1 9 2 ... 電源切替スイッチ	
8 0 0 ... 接液式電磁流量計；8 0 1 ... 流量検出手段；8 0 2 ... 交流増幅器；8 0 3 ... 電極	
8 0 4 ... 同期整流回路；8 0 5 ... タイミングパルス発生回路；8 0 6 ... A / D 変換器	
8 0 8 ... 出力部；8 1 0 ... 交流電源；8 1 1 ... 測定管	
8 2 2 ... 励磁コイル；8 2 4 ... 励磁回路；8 4 0 ... 制御部；8 5 1 ... 表示部	
9 1 0 ... 測定管；9 2 2 ... 励磁コイル；9 2 4 ... 励磁回路；9 2 7 ... 定電圧電源	
9 2 8 ... 励磁極性切替回路；9 2 9 ... 定電流回路；9 3 0 ... 電極	
S W 1 ~ S W 4 ... 極性切替スイッチ	
Q ... トランジスタ	

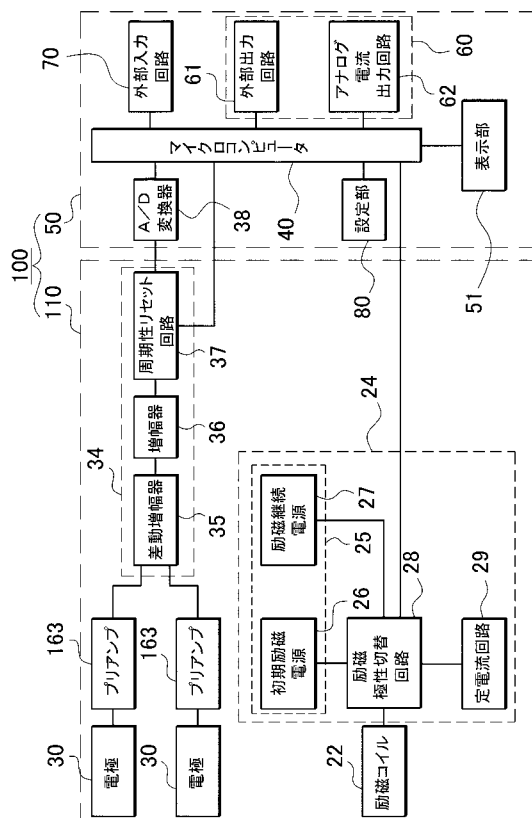
【図 1】



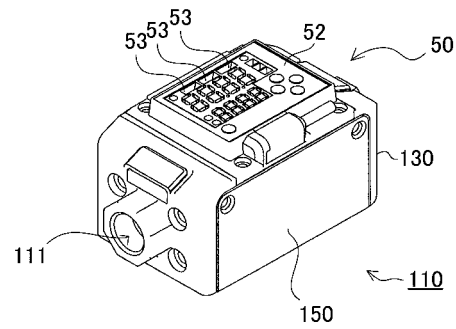
【図 2】



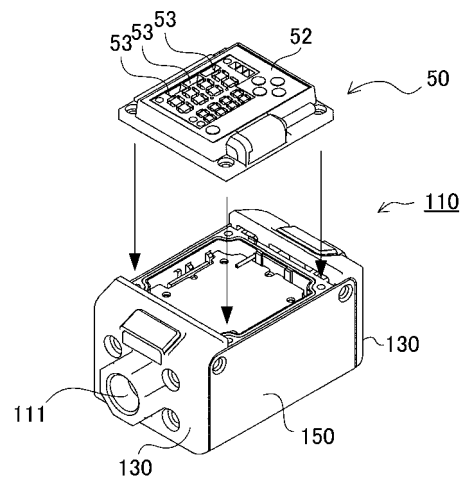
【図 3】



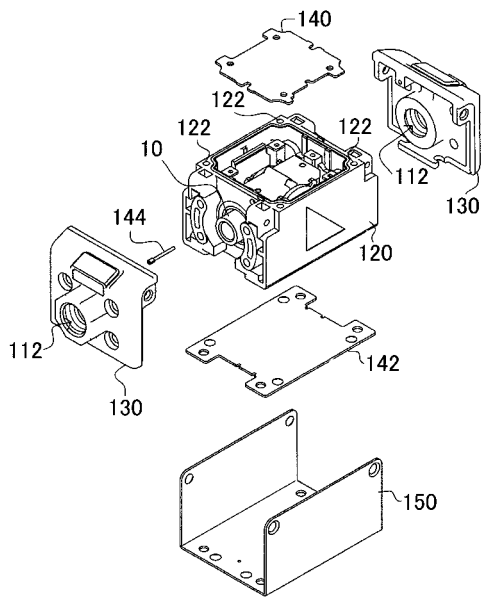
【図 4】



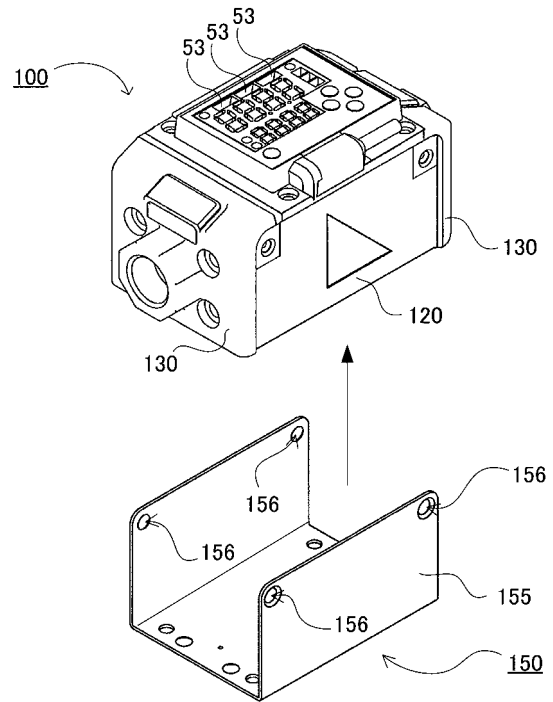
【図 5】



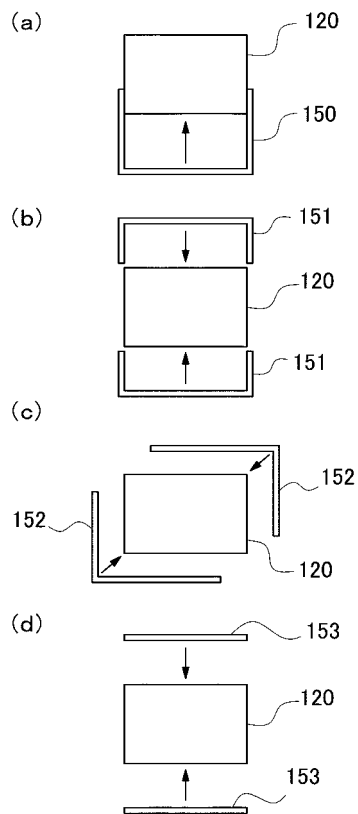
【図 6】



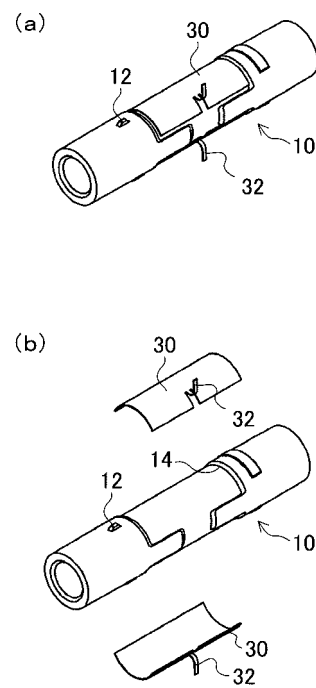
【図 7】



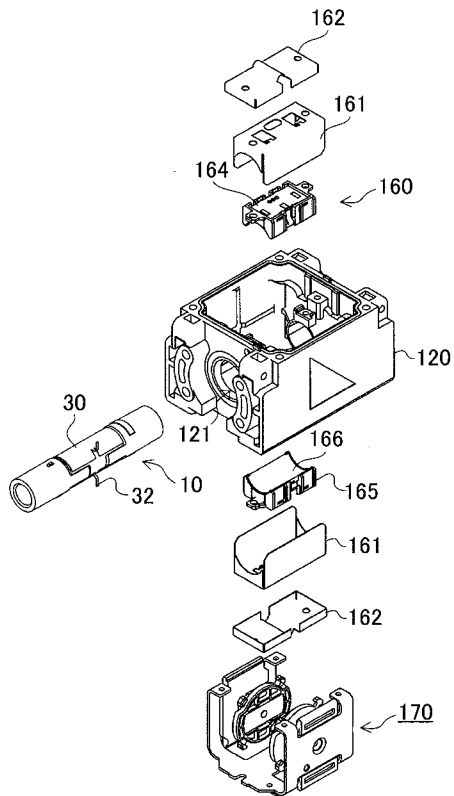
【図 8】



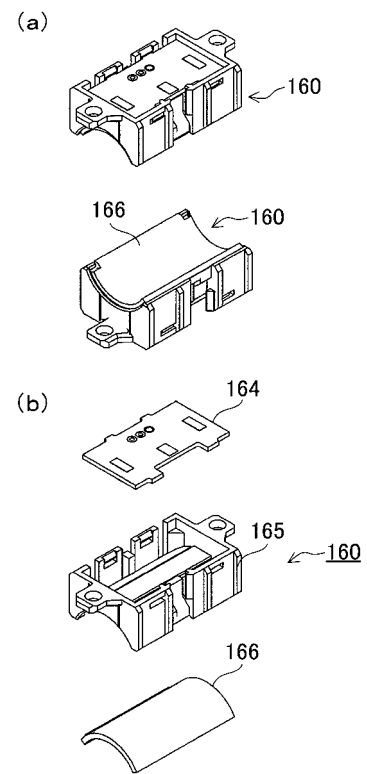
【図 9】



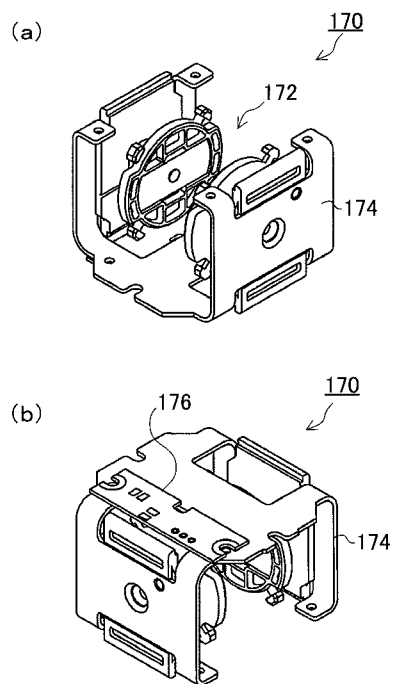
【図 10】



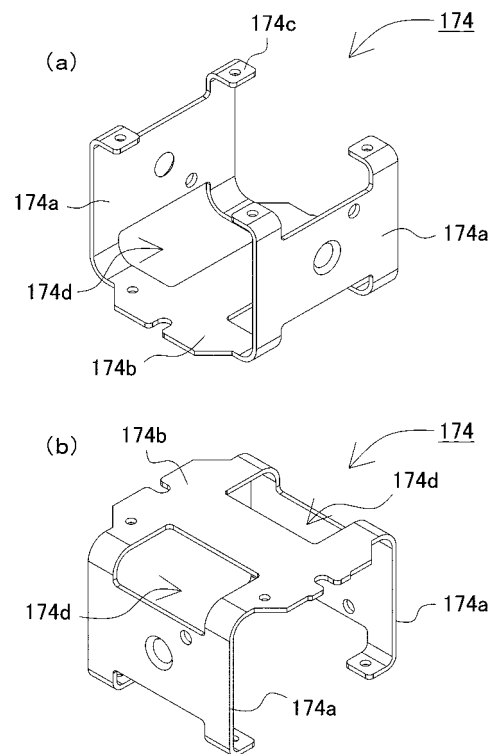
【図 11】



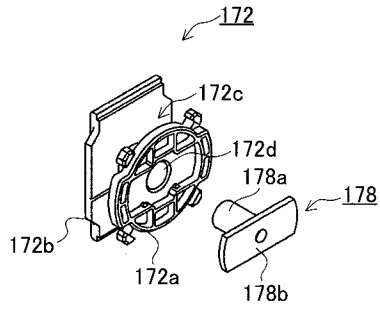
【図 12】



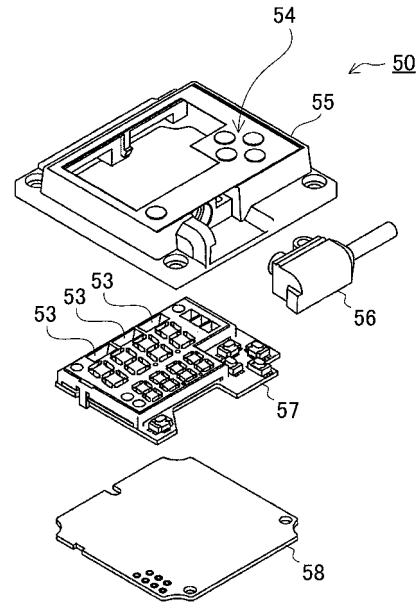
【図 13】



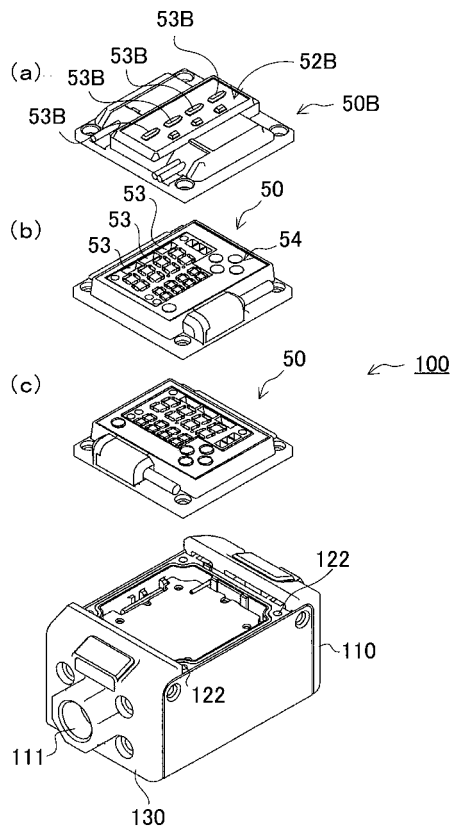
【図 14】



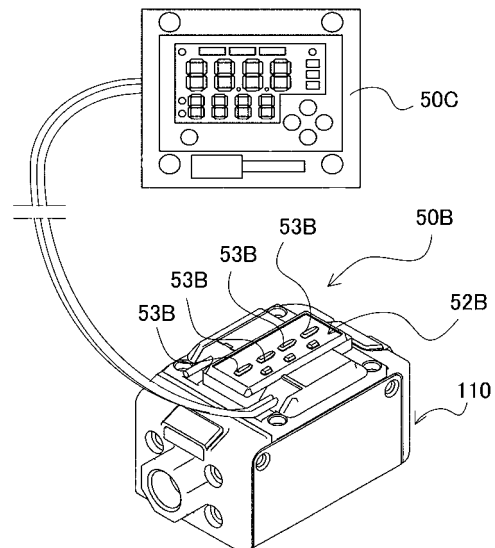
【図 15】



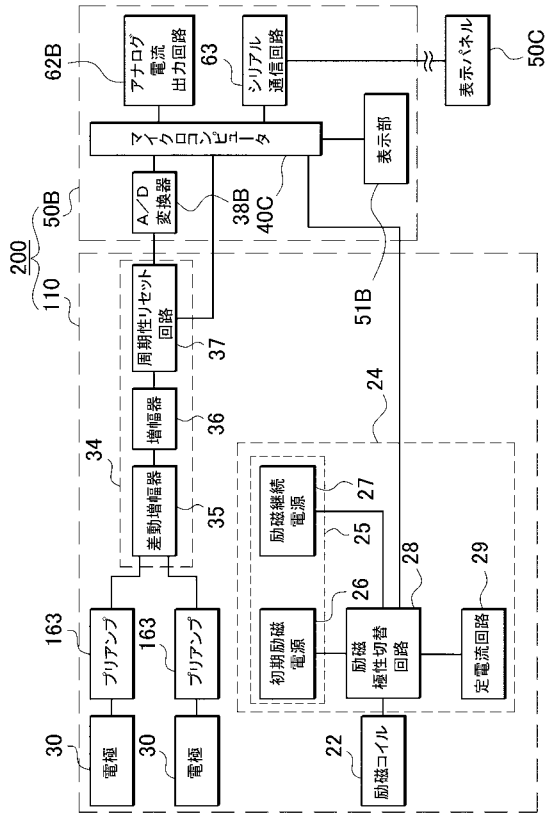
【図 16】



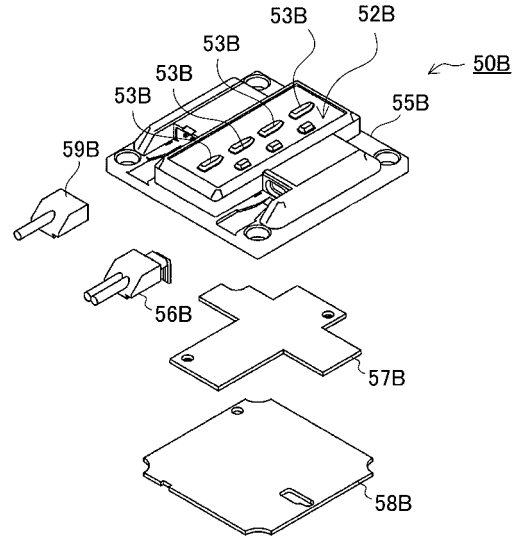
【図 17】



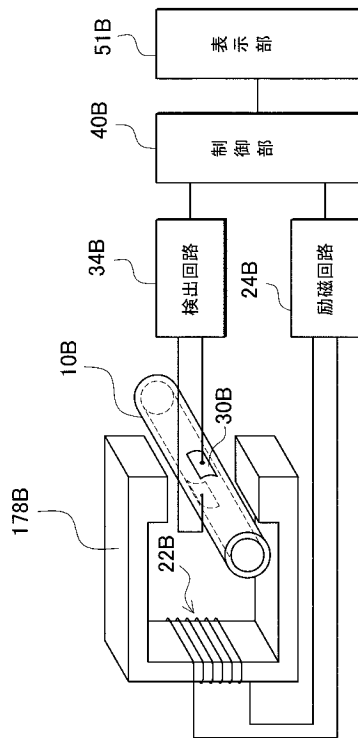
【図 18】



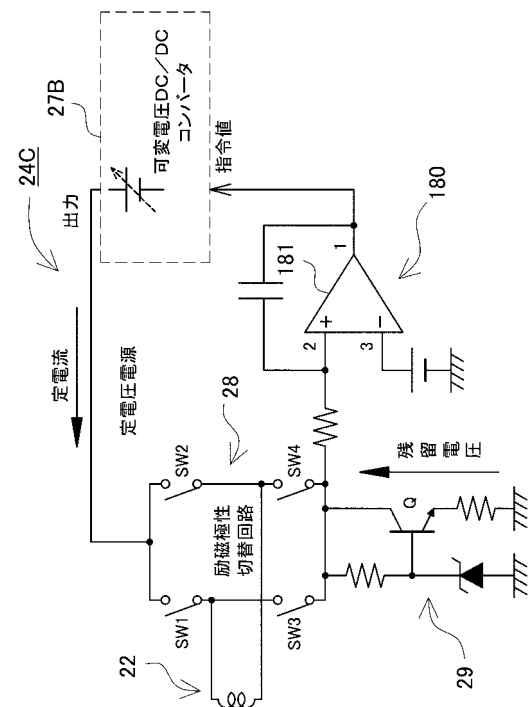
【図 19】



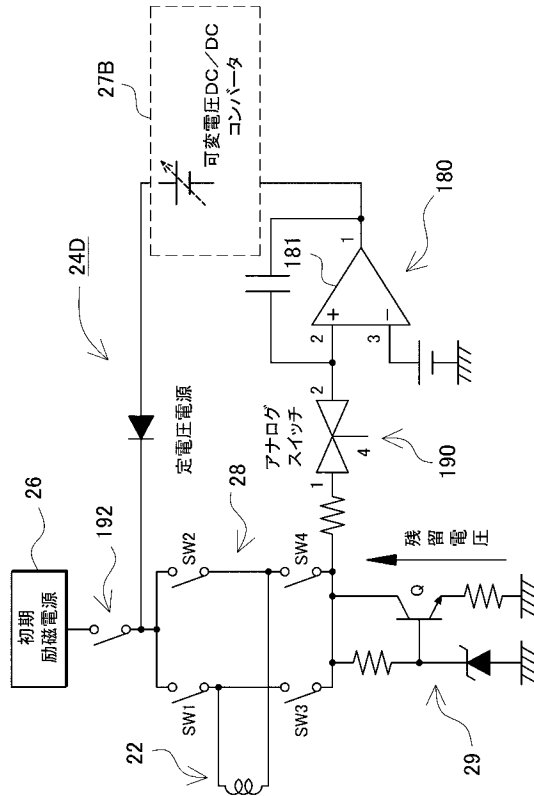
【図 20】



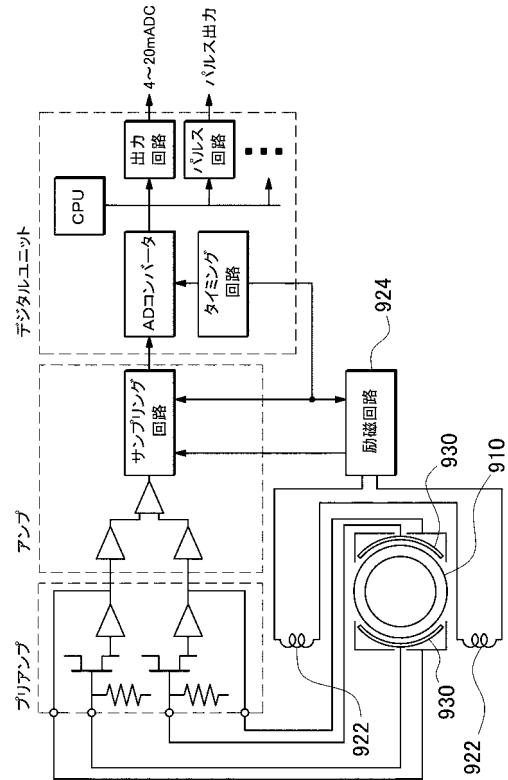
【図 21】



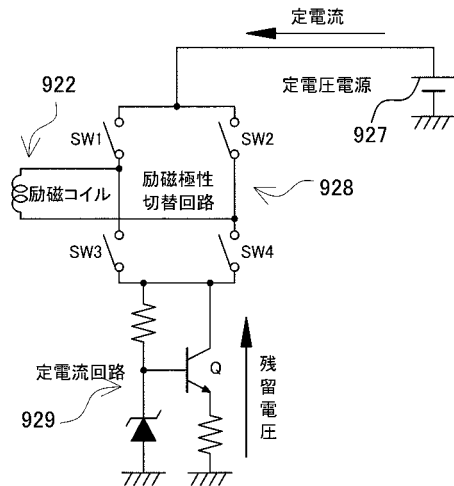
【 図 2 2 】



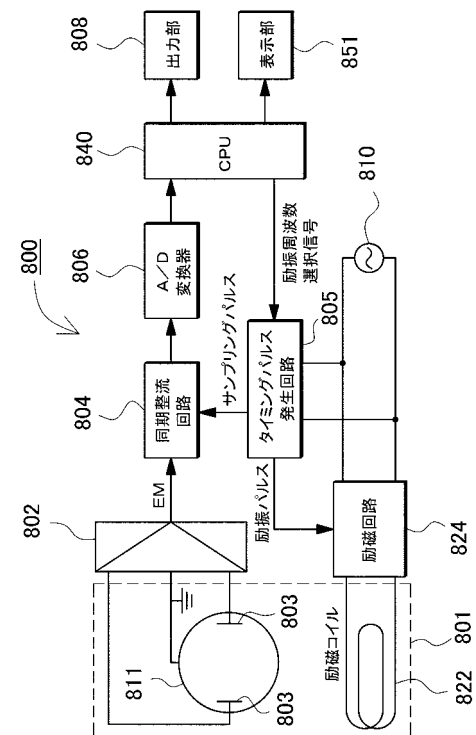
【 図 2 3 】



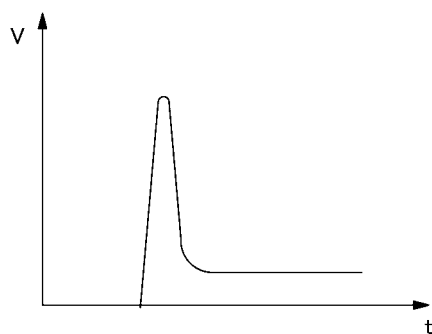
【 図 2 4 】



【 図 2 6 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭53-020956(JP,A)
特開平08-050043(JP,A)
特開2004-085344(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 1/60