

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配管内を流れる流体への超音波の送信および配管内を流れる流体からの超音波の受信のうち少なくとも一方を行う第 1 のセンサユニットと、

前記第 1 のセンサユニットの出力信号に基づいて配管内の流体の流量を算出する流量算出部と、

外部から供給された第 1 の電圧を当該第 1 の電圧よりも低い第 2 の電圧に変換し、変換後の第 2 の電圧を前記流量算出部に供給する電圧変換部と、

配管に取り付け可能な取付面を有しかつ前記取付面と反対側の主面を有するとともに、前記第 1 のセンサユニットによる超音波の送信方向または受信方向により規定される第 1 の方向における第 1 の端部を有し、前記第 1 のセンサユニット、前記流量算出部および前記電圧変換部を収容するケーシングと、

前記ケーシングの前記主面に設けられ、前記流量算出部により算出された流量を表示する表示部と、

前記ケーシング内で前記表示部と前記第 1 の端部との間に設けられた端子台と、

前記ケーシング内で前記端子台上に設けられ、前記電圧変換部に接続されかつ前記第 1 の電圧を供給する第 1 の電気経路が接続可能である第 1 の端子と、

前記ケーシング内で前記端子台上に設けられ、前記流量算出部に接続されかつ信号を伝達する第 2 の電気経路が接続可能である第 2 の端子とを備え、

前記第 1 のセンサユニット、前記流量算出部および前記電圧変換部のうち少なくとも 1 つは、前記ケーシング内において前記表示部と前記取付面との間に配置され、

前記ケーシングは、前記表示部と前記第 1 の端部との間において前記主面に開口部を有し、前記開口部を閉塞および開放可能に設けられるカバー部材を有し、

前記第 1 の端部、前記開口部および前記表示部は、前記第 1 の方向に並ぶように配置され、

前記第 1 の端子と前記第 2 の端子とは、前記開口部の開放時に前記開口部を通して露出するように配置され、

前記ケーシングの前記第 1 の端部に、前記第 1 の電気経路が通過可能で前記第 1 の電気経路を保持する第 1 のポートと、前記第 2 の電気経路が通過可能で前記第 2 の電気経路を保持する第 2 のポートとが設けられる、超音波流量計。

【請求項 2】

前記ケーシングは、前記端子台と前記取付面との間に第 1 の収容空間を有し、前記表示部と前記取付面との間に第 2 の収容空間を有し、

前記第 1 のセンサユニット、前記流量算出部および前記電圧変換部のうちいずれかは前記第 1 の収容空間に収容され、前記第 1 のセンサユニット、前記流量算出部および前記電圧変換部のうち残りは前記第 2 の収容空間に収容される、請求項 1 記載の超音波流量計。

【請求項 3】

前記第 1 のセンサユニットは前記第 1 の収容空間に収容され、前記流量算出部および前記電圧変換部は前記第 2 の収容空間に収容される、請求項 2 記載の超音波流量計。

【請求項 4】

前記流量算出部に接続されかつ前記第 1 の電圧よりも低い第 3 の電圧を供給する第 3 の電気経路が接続可能である第 3 の端子をさらに備え、

前記第 2 のポートは、前記第 3 の電気経路が通過可能で前記第 3 の電気経路を保持する、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 5】

前記第 2 および第 3 の電気経路は、共通のケーブルに設けられ、

前記第 2 のポートには、前記ケーブルのコネクタが取り付けられる取付部が設けられる、請求項 4 記載の超音波流量計。

【請求項 6】

前記第 1 のポートを防水可能に閉塞する閉塞部材をさらに備える、請求項 4 または 5 記載

10

20

30

40

50

の超音波流量計。

【請求項 7】

配管を挟んで前記第 1 のセンサユニットと対向するように配管に取り付けられ、配管内を流れる流体への超音波の送信および配管内を流れる流体からの超音波の受信のうち少なくとも他方を行う第 2 のセンサユニットをさらに備え、

前記流量算出部は、前記第 2 のセンサユニットの出力信号にさらに基づいて配管内の流体の流量を算出する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 8】

前記ケーシングの前記第 1 の方向における前記第 1 の端部とは反対の第 2 の端部に形成され、前記流量算出部が接続されるとともに、前記第 2 のセンサユニットが接続される接続部をさらに備える、請求項 7 記載の超音波流量計。

10

【請求項 9】

前記流量算出部が実装される第 1 の実装面を有するとともに、前記第 1 の実装面が前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向を向くように立てて配置される制御基板と、

前記電圧変換部が実装される第 2 の実装面を有するとともに、前記第 2 の実装面が前記第 2 の方向を向くように立てて配置される電源基板とをさらに備える、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 10】

前記第 1 の実装面と前記第 2 の実装面とは、前記第 2 の方向において、前記ケーシングの第 2 の方向の寸法の 7 割以上離間する、請求項 9 記載の超音波流量計。

20

【請求項 11】

前記流量算出部と前記電圧変換部との間に配置される電磁波吸収部材をさらに備える、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 12】

前記ケーシングの前記取付面を除く部分は金属部材により形成される、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 13】

前記流量算出部は、放熱部材を介して前記ケーシングの前記金属部材に接触するように配置される、請求項 12 記載の超音波流量計。

【請求項 14】

30

前記ケーシングの前記取付面は樹脂部材により形成される、請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 15】

前記ケーシング内において、前記取付面と前記流量算出部および前記電圧変換部との間に空気断熱層が設けられる、請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【請求項 16】

前記表示部、前記流量算出部および前記電圧変換部を保持しつつ前記ケーシングに取り付けられる保持部材をさらに備える、請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の超音波流量計。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、配管内を流れる流体の流量を算出する超音波流量計に関する。

【背景技術】

【0002】

配管に取り付けられることにより、配管内を流れる流体の流量を算出可能な超音波流量計が知られている。例えば、特許文献 1 には、クランプ部およびセンサ部を含む超音波流量スイッチが記載されている。センサ部は、超音波制御機構および電子回路部を含み、クランプ部により配管に取り付けられる。超音波制御機構は、配管内を流れる流体に超音波を送信するとともに配管内を流れる流体から超音波を受信する。電子回路部は、超音波制

50

御機構により送信および受信される超音波に基づいて配管内を流れる流体の流量を算出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2016-217733号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の超音波流量スイッチにおいては、超音波制御機構および電子回路部が筐体部内に一体的に收容されている。したがって、使用者は、超音波制御機構と電子回路部とを別個に取り扱う必要がなく、配管への超音波流量スイッチの取り付けおよび配管からの超音波流量スイッチの取り外し等の取り扱いを容易に行うことができる。

10

【0005】

しかしながら、この超音波流量スイッチには、比較的低い電圧、主に直流電圧24Vが電源ケーブルにより供給されるので、電源ケーブルを長い距離引き回すと、電圧降下起因した悪影響の虞がある。そのため、このような超音波流量スイッチは、屋外での使用には不向きである。一方、超音波流量スイッチに比較的高い電圧、主に交流電圧100V~240Vを供給することができれば、電源ケーブルを長い距離引き回しても、電圧降下起因した悪影響は生じ難い。但し、このような構成では、高い電圧(交流電圧)を低い電圧(直流電圧)に変換する電圧変換部が必要になるとともに、高い電圧を供給する電源ケーブルを接続可能な高電圧端子が必要となる。

20

【0006】

電圧変換部および高電圧端子を收容する変換器を、超音波流量スイッチとは別個に設けることも考えられるが、変換器の設置場所を別途確保しなければならず、使い勝手に欠ける。この点、超音波流量スイッチの筐体の中に変換器を收容することも考えられるが、筐体全体が大型化すると配管への取付作業に労力が掛かり、使い勝手に欠ける。また、多数の配管が複雑に入り組んだ工場では、超音波流量スイッチを配管へ取り付ける際の作業空間が制約されることから、なるべく小型な筐体であることが望ましい。

【0007】

30

また、筐体内に変換器を收容した場合には、上述した電源ケーブルを高電圧端子に接続する接続作業が必要となるが、例えば筐体の全体を覆うカバーを開けて高電圧端子にアクセスしなければならないとなると、接続作業に手間が掛かる虞がある。例えば、上述したように多数の配管が複雑に入り組んだ工場では、筐体の全体を覆う大きなカバーを取り外すための作業空間を確保できない場合もある。

【0008】

本発明の目的は、ケーシングをコンパクト化して使い勝手を高めるとともに、狭い作業空間でも電源ケーブルを高電圧端子に容易に接続することが可能な超音波流量計を提供することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0009】

(1)本発明に係る超音波流量計は、配管内を流れる流体への超音波の送信および配管内を流れる流体からの超音波の受信のうち少なくとも一方を行う第1のセンサユニットと、第1のセンサユニットの出力信号に基づいて配管内の流体の流量を算出する流量算出部と、外部から供給された第1の電圧を当該第1の電圧よりも低い第2の電圧に変換し、変換後の第2の電圧を流量算出部に供給する電圧変換部と、配管に取り付け可能な取付面を有しかつ取付面と反対側の主面を有するとともに、第1のセンサユニットによる超音波の送信方向または受信方向により規定される第1の方向における第1の端部を有し、第1のセンサユニット、流量算出部および電圧変換部を收容するケーシングと、ケーシングの主面に設けられ、流量算出部により算出された流量を表示する表示部と、ケーシング内で表

50

示部と第 1 の端部との間に設けられた端子台と、ケーシング内で端子台上に設けられ、電圧変換部に接続されかつ第 1 の電圧を供給する第 1 の電気経路が接続可能である第 1 の端子と、ケーシング内で端子台上に設けられ、流量算出部に接続されかつ信号を伝達する第 2 の電気経路が接続可能である第 2 の端子とを備え、第 1 のセンサユニット、流量算出部および電圧変換部のうち少なくとも 1 つは、ケーシング内において表示部と取付面との間に配置され、ケーシングは、表示部と第 1 の端部との間において主面に開口部を有し、開口部を閉塞および開放可能に設けられるカバー部材を有し、第 1 の端部、開口部および表示部は、第 1 の方向に並ぶように配置され、第 1 の端子と第 2 の端子とは、開口部の開放時に開口部を通して露出するように配置され、ケーシングの第 1 の端部に、第 1 の電気経路が通過可能で第 1 の電気経路を保持する第 1 のポートと、第 2 の電気経路が通過可能で第 2 の電気経路を保持する第 2 のポートとが設けられる。

【 0 0 1 0 】

この超音波流量計においては、第 1 のセンサユニット、流量算出部および電圧変換部が収容されたケーシングが配管に取り付けられる。配管内を流れる流体への超音波の送信および配管内を流れる流体からの超音波の受信のうち少なくとも一方が第 1 のセンサユニットにより行われる。第 1 のセンサユニットの出力信号に基づいて配管内の流体の流量が流量算出部により算出される。流量算出部により算出された流量が、配管への取付面とは反対側のケーシングの主面に設けられた表示部により表示される。

【 0 0 1 1 】

第 1 のセンサユニット、流量算出部および電圧変換部のうち少なくとも 1 つは、ケーシング内において表示部と取付面との間に配置される。第 1 のセンサユニットによる超音波の送信方向または受信方向により第 1 の方向が規定される。ケーシング内で表示部と第 1 の端部との間に端子台が設けられる。これにより、第 1 の端部、端子台および表示部が第 1 の方向に並ぶ。この構成においては、第 1 の方向と交差する方向にケーシングを小型化することができる。

【 0 0 1 2 】

多数の配管が複雑に入り組んだ環境においては、配管が延びる方向に交差する方向における作業空間を十分に確保することは困難である。このような環境においても、上記の構成によれば、第 1 の方向が流体の流れる方向に沿う状態でケーシングを配管に取り付けることが容易となり、超音波流量計の使い勝手が向上する。また、端子台上には、第 1 および第 2 の端子が設けられる。この場合、第 1 および第 2 の端子を第 1 のセンサユニット、流量算出部および電圧変換部のうち少なくとも 1 つと干渉させることなくコンパクトに配置することができる。

【 0 0 1 3 】

ケーシングの第 1 の端部には、第 1 および第 2 のポートが設けられる。第 1 のポートにより保持されつつ第 1 のポートを通過した第 1 の電気経路は、第 1 の端子を介して電圧変換部に接続される。第 2 のポートにより保持されつつ第 2 のポートを通過した第 2 の電気経路は、第 2 の端子を介して流量算出部に接続される。外部から第 1 の端子を介して電圧変換部に供給される第 1 の電圧は当該第 1 の電圧よりも低い第 2 の電圧に変換され、変換後の第 2 の電圧が流量算出部に供給される。そのため、第 1 の電気経路を通して高い電圧を外部から超音波流量計に供給することが可能となり、第 1 の電気経路を長い距離引き回しても、電圧降下に起因した悪影響が発生することを防止することができる。したがって、屋外で超音波流量計を使用する場合でも、高い精度で流量を算出することができる。また、第 2 の電気経路を通して流量算出部とケーシングの外部との間で信号を伝達させることが可能である。

【 0 0 1 4 】

さらに、ケーシングはカバー部材により閉塞および開放可能な開口部を主面に有し、第 1 の端部、開口部および表示部は第 1 の方向に並ぶ。これにより、開口部の開放時に開口部を通して第 1 および第 2 の端子が露出する。この構成によれば、使用者は、開口部を開放することにより、開口部を通して第 1 および第 2 の電気経路を第 1 および第 2 の端子に

接続する作業をケーシングの上方から容易に行うことができる。接続作業が行われな
いときには、開口部を閉塞させることにより第 1 および第 2 の端子を保護するととも
に、使用者が第 1 および第 2 の端子に接触することを防止することができる。

【 0 0 1 5 】

また、上記の構成においては、カバー部材は第 1 および第 2 の端子を露出させる開口部
を閉塞可能に設けられればよく、ケーシングの全体を覆うように設けられる必要がない。
そのため、多数の配管が複雑に入り組むことにより作業空間を十分に確保することが困難
な環境においても、使用者は、第 1 および第 2 の端子を開口部から容易に露出させ、接続
作業を行うことができる。

【 0 0 1 6 】

これらの結果、ケーシングをコンパクト化して超音波流量計の使い勝手を高めるととも
に、狭い作業空間でも第 1 および第 2 の電気経路を第 1 および第 2 の端子に容易に接続す
ることができる。

【 0 0 1 7 】

(2) ケーシングは、端子台と取付面との間に第 1 の収容空間を有し、表示部と取付面
との間に第 2 の収容空間を有し、第 1 のセンサユニット、流量算出部および電圧変換部の
うちいずれかは第 1 の収容空間に収容され、第 1 のセンサユニット、流量算出部および電
圧変換部のうち残りは第 2 の収容空間に収容されてもよい。

【 0 0 1 8 】

この場合、第 1 のセンサユニット、流量算出部および電圧変換部が第 1 および第 2 の収
容空間に分散的に配置されるので、ケーシングの第 1 の方向およびそれに交差する方向の
寸法の増加を抑制することができるとともに、ケーシングの取付面と主面との間の寸法の
増加を抑制することができる。これにより、超音波流量計をコンパクト化することができ
る。

【 0 0 1 9 】

(3) 第 1 のセンサユニットは第 1 の収容空間に収容され、流量算出部および電圧変換
部は第 2 の収容空間に収容されてもよい。この場合、電圧変換部により変換された第 2 の
電圧を流量算出部に供給するための構成を容易にすることができる。

【 0 0 2 0 】

(4) 流量算出部に接続されかつ第 1 の電圧よりも低い第 3 の電圧を供給する第 3 の電
気経路が接続可能である第 3 の端子をさらに備え、第 2 のポートは、第 3 の電気経路が通
過可能で第 3 の電気経路を保持してもよい。

【 0 0 2 1 】

この場合、第 3 の電気経路を通して流量算出部に第 3 の電圧が供給される。そのため、
電圧変換部に第 1 の電圧が供給されない場合でも流量算出部を動作させることができる。
また、第 3 の電気経路は、第 2 電気経路と共通の第 2 のポートを用いて保持されるので、
ケーシングにポートを追加する必要がない。これにより、ケーシングが大型化することを
防止することができる。

【 0 0 2 2 】

(5) 第 2 および第 3 の電気経路は、共通のケーブルに設けられ、第 2 のポートには、
ケーブルのコネクタが取り付けられる取付部が設けられてもよい。この場合、第 2 および
第 3 の電気経路を一体的に取り扱うことができる。これにより、超音波流量計の取り扱い
性を向上させることができる。

【 0 0 2 3 】

(6) 超音波流量計は、第 1 のポートを防水可能に閉塞する閉塞部材をさらに備えても
よい。この場合、ケーシングの耐水性および耐油性等の耐久性を向上させることができ
る。

【 0 0 2 4 】

(7) 超音波流量計は、配管を挟んで第 1 のセンサユニットと対向するように配管に取り
付けられ、配管内を流れる流体への超音波の送信および配管内を流れる流体からの超音

10

20

30

40

50

波の受信のうち少なくとも他方を行う第2のセンサユニットをさらに備え、流量算出部は、第2のセンサユニットの出力信号にさらに基づいて配管内の流体の流量を算出してもよい。この構成によれば、配管の径が大きい場合でも、配管内の流体の流量を容易に算出することができる。

【0025】

(8) 超音波流量計は、ケーシングの第1の方向における第1の端部とは反対の第2の端部に形成され、流量算出部が接続されるとともに、第2のセンサユニットが接続される接続部をさらに備えてもよい。この場合、ケーシングを第1の方向に交差する方向にコンパクトに維持しつつ第2のセンサユニットを流量算出部に接続することができる。

【0026】

(9) 超音波流量計は、流量算出部が実装される第1の実装面を有するとともに、第1の実装面が第1の方向に交差する第2の方向を向くように立てて配置される制御基板と、電圧変換部が実装される第2の実装面を有するとともに、第2の実装面が第2の方向を向くように立てて配置される電源基板とをさらに備えてもよい。この場合、流量算出部および電圧変換部の放熱性を向上させつつ、ケーシングを第2の方向にコンパクトにすることができる。

【0027】

(10) 第1の実装面と第2の実装面とは、第2の方向において、ケーシングの第2の方向の寸法の7割以上離間してもよい。この場合、制御基板の電圧変換部から電源基板から流量算出部に放射されるノイズの影響を容易に低減することができる。

【0028】

(11) 超音波流量計は、流量算出部と電圧変換部との間に配置される電磁波吸収部材をさらに備えてもよい。この場合、電圧変換部から流量算出部に放射されるノイズの影響を容易に低減することができる。

【0029】

(12) ケーシングの取付面を除く部分は金属部材により形成されてもよい。この場合、ケーシングを通して流量算出部および電圧変換部から発生する熱を効率よく外部に放散することができる。

【0030】

(13) 流量算出部は、放熱部材を介してケーシングの金属部材に接触するように配置されてもよい。この場合、放熱部材およびケーシングを介して流量算出部から発生する熱をより効率よく外部に放散することができる。

【0031】

(14) ケーシングの取付面は樹脂部材により形成されてもよい。この場合、流体の熱がケーシング内にはほとんど伝達しない。これにより、配管内に高温の流体が流れる場合でも、流体の流量を高い精度で算出することができる。

【0032】

(15) ケーシング内において、取付面と流量算出部および電圧変換部との間に空気断熱層が設けられてもよい。この場合、配管内を流れる流体の熱が流量算出部および電圧変換部に伝達することがより確実に防止される。そのため、配管内により高温の流体が流れる場合でも、高温に起因した流量算出部および電圧変換部への悪影響を防止することができる。

【0033】

(16) 超音波流量計は、表示部、流量算出部および電圧変換部を保持しつつケーシングに取り付けられる保持部材をさらに備えてもよい。この場合、表示部、流量算出部および電圧変換部の位置関係を維持しつつ表示部、流量算出部および電圧変換部を容易にケーシングに設けることができる。

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、ケーシングをコンパクト化して使い勝手を高めるとともに、狭い作業

10

20

30

40

50

空間でも電源ケーブルを高電圧端子に容易に接続することができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の一実施の形態に係る超音波流量計の外観斜視図である。

【図2】図1の超音波流量計の内部構成を示す模式的断面図である。

【図3】ケーシングの斜視図である。

【図4】幅方向に直交するケーシングの断面図である。

【図5】制御基板、電源基板および表示基板の位置関係を示す図である。

【図6】図5の電子回路ユニットの分解斜視図である。

【図7】長手方向に直交するケーシングの断面図である。

【図8】制御基板の構成を示すブロック図である。

【図9】ケーシング内の端子台の構成を示す平面図である。

【図10】端子台への配線接続の一例を示す図である。

【図11】端子台への配線接続の他の例を示す図である。

【図12】第1の変形例におけるケーシング内の構成を示す模式的断面図である。

【図13】第2の変形例におけるケーシング内の構成を示す模式的断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

(1) 超音波流量計の概略構成

以下、本発明の一実施の形態に係る超音波流量計について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の一実施の形態に係る超音波流量計の外観斜視図である。図2は、図1の超音波流量計100の内部構成を示す模式的断面図である。図1に示すように、本実施の形態においては、比較的大型の配管Pを挟んで対向する状態で、クランプ部材1, 2が取付器具により配管Pの外周面に取り付けられる。配管Pの直径は、例えば40mm~200mmである。配管P内には流体が流れる。

【0037】

図1および図2に示すように、超音波流量計100は、ケーシング10, 20、センサユニット30, 40、制御基板50、電源基板60、表示基板70および端子台80を含む。ケーシング10内には、センサユニット30、制御基板50、電源基板60、表示基板70および端子台80が収容される。ケーシング20内には、センサユニット40が収容される。ケーシング10, 20は、複数の固定ねじ101によりクランプ部材1, 2に固定される。これにより、超音波流量計100が配管Pの外周面に取り付けられる。

【0038】

ケーシング10は、樹脂材料により形成される樹脂ケース11と、金属材料により形成される金属ケース12とを含み、流体が流れる方向(配管Pの軸心方向)に沿って延びる細長形状を有する。以下、ケーシング10において、配管Pを向く方向を下方向と定義し、その反対方向を上方向と定義する。ケーシング10の上下方向は、ケーシング10の長手方向および幅方向に直交する。

【0039】

樹脂ケース11は、下部の一部が配管Pと接触する状態でクランプ部材1により配管Pに取り付けられる。金属ケース12は、樹脂ケース11との間で内部空間を形成するように樹脂ケース11の上部に取り付けられる。配管Pに取り付けられるケーシング10の面を取付面10aと呼び、取付面10aとは反対のケーシング10の面を主面10bと呼ぶ。取付面10aは樹脂ケース11の下面に該当し、主面10bは金属ケース12の上面に該当する。

【0040】

ケーシング10の取付面10aには、上下方向に貫通する開口部h1が形成される。また、取付面10aには、下方に突出する一对の突出部10pが形成される。一对の突出部10pは、開口部h1を挟んで長手方向に対向するように配置される。ケーシング10が配管Pに取り付けられた状態において、一对の突出部10pが配管Pに接触し、取付面1

10

20

30

40

50

0 a は配管 P に接触しない。ケーシング 10 の主面 10 b には、透光性の窓部材 17 が設けられる。

【0041】

ケーシング 20 は、樹脂材料により形成される樹脂ケース 21 と、金属材料により形成される金属ケース 22 とを含む。樹脂ケース 21 は、一部が配管 P と接触する状態でクランプ部材 2 により配管 P に取り付けられる。金属ケース 22 は、樹脂ケース 21 との間で内部空間を形成するように樹脂ケース 21 に取り付けられる。配管 P に取り付けられるケーシング 20 (樹脂ケース 21) の取付面 20 a には、上下方向に貫通する開口部 h 2 が形成される。また、取付面 20 a には、突出部 10 p と同様の一对の突出部 20 p が形成される。

10

【0042】

センサユニット 30 は、超音波素子 31、経路部材 32 および固体形状の音響カプラント 33 を含む。超音波素子 31 は、配管 P に対して所定の角度で超音波を送信しかつ超音波を受信するように配置され、音響接合剤により経路部材 32 の上部に接合される。

【0043】

経路部材 32 は、非金属でかつ高い剛性および高い音響透過性を有する材料により形成される。また、経路部材 32 は、高い耐環境性を有する材料により形成されることが好ましい。本例では、経路部材 32 は、PPS (ポリフェニレンサルファイド) 樹脂または ULTEM (登録商標) 樹脂により形成される。経路部材 32 は、開口部 h1 を閉塞するように図示しないシール部材を介してケーシング 10 に取り付けられる。経路部材 32 の下面は、開口部 h1 から下方にわずかに突出する。取付面 10 a からの経路部材 32 の下面の突出量は、取付面 10 a からの各突出部 10 p の突出量よりも小さい。

20

【0044】

音響カプラント 33 は、経路部材 32 の下面に取り付けられる。ケーシング 10 が配管 P に取り付けられることにより、音響カプラント 33 は、わずかに押し潰された状態で経路部材 32 の下面と配管 P の外周面との間に配置される。なお、音響カプラント 33 の押し潰し量は、一对の突出部 10 p により規制される。

【0045】

センサユニット 40 は、超音波素子 31、経路部材 32 および音響カプラント 33 とそれぞれ同様の構成を有する超音波素子 41、経路部材 42 および音響カプラント 43 を含む。超音波素子 41 は、配管 P に対して所定の角度で超音波を送信しかつ超音波を受信するように配置され、音響接合剤により経路部材 42 に接合される。経路部材 42 は、開口部 h2 を閉塞するように図示しないシール部材を介してケーシング 20 に取り付けられる。音響カプラント 43 は、経路部材 42 と配管 P との間に配置される。

30

【0046】

センサユニット 30, 40 は、超音波素子 31, 41 による超音波の送信方向または受信方向が第 1 の方向 (ケーシング 10 の長手方向) を含むように配置される。具体的には、第 1 の方向は、超音波素子 31, 41 による超音波の送信方向または受信方向が取付面 10 a に投影された方向を意味する。したがって、第 1 の方向と取付面 10 a に垂直な方向とのベクトル和が、超音波素子 31, 41 による超音波の送信方向または受信方向となる。

40

【0047】

上記の配置 (いわゆる Z 型配置) においては、超音波素子 31 により送信された超音波は、経路部材 32 および音響カプラント 33 を通して入射角 θ で配管 P 内の流体に入射される。流体を通過した超音波は、出射角 θ で配管 P を透過し、音響カプラント 43 および経路部材 42 を通して超音波素子 41 により受信される。超音波素子 41 により送信された超音波は、経路部材 42 および音響カプラント 43 を通して入射角 θ で配管 P 内の流体に入射される。流体を通過した超音波は、出射角 θ で配管 P を透過し、音響カプラント 33 および経路部材 32 を通して超音波素子 31 により受信される。

【0048】

50

制御基板 50 には、制御部 51 が設けられる。制御部 51 は、ケーシング 10 内でセンサユニット 30 に接続されるとともに、ケーブル 5 を通してケーシング 20 内のセンサユニット 40 に接続される。制御部 51 は、センサユニット 30, 40 の動作を制御するとともに、センサユニット 30, 40 から超音波の送受信の結果を示す出力信号を取得する。また、制御部 51 は、取得された出力信号に基づいて、配管 P 内を流れる流体の速度および流量を算出する。

【0049】

電源基板 60 には、変圧器、整流素子、電圧レギュレータ、平滑用コンデンサおよびヒューズ等を含む電圧変換部 61 が設けられる。電圧変換部 61 は、端子台 80 に設けられた複数の端子から入力される高電圧（例えば 100V ~ 240V の交流電圧）を低電圧（例えば 36V 未満の直流電圧）に変換し、変換された電圧を制御基板 50 および表示基板 70 に出力する。なお、電圧変換部 61 は、蓄電用のコンデンサを含んでもよい。これにより、電圧変換部 61 は、端子台 80 からの電圧の入力が瞬間的に遮断された場合でも、制御基板 50 および表示基板 70 への電圧の出力を継続することができる。

【0050】

表示基板 70 には、反射部材および遮光部材を含む表示部 71 が設けられる。本実施の形態においては、表示部 71 はセグメント表示器であるが、ドットマトリクス表示器または液晶表示器であってもよい。表示部 71 には、制御部 51 により算出された流体の速度および流量等の種々の情報が表示される。使用者は、窓部材 17 を通してケーシング 10 の上方から表示部 71 を視認することができる。

【0051】

端子台 80 には、ケーシング 10 の外部の機器と接続される複数の端子が設けられる。ケーシング 10、センサユニット 30、制御基板 50、電源基板 60、表示基板 70 および端子台 80 の詳細な構成および配置については後述する。

【0052】

(2) ケーシング

図 3 は、ケーシング 10 の斜視図である。図 3 に示すように、ケーシング 10（金属ケース 12）の長手方向における一方の端面を端面 10c と呼び、他方の端面を端面 10d と呼ぶ。ケーシング 10 の端面 10c には、ケーブル 3, 4 を接続するためのポート 13, 14 が幅方向に並ぶように形成される。

【0053】

ケーブル 3 には、ケーシング 10 の外部電源から図 2 の電源基板 60 に電圧を入力するための電気経路が設けられる。外部電源は、例えば 100V ~ 240V の交流電圧を供給する商用電源である。ケーブル 4 には、外部装置と図 2 の制御基板 50 との間で信号を伝達するための電気経路が設けられる。外部装置は、例えばパーソナルコンピュータまたはプログラマブルロジックコントローラである。ケーブル 3, 4 の電気経路は、端子台 80 の複数の端子に接続される。図 3 においては、ケーブル 3, 4 の電気経路の図示を省略している。

【0054】

ポート 13 は、ケーブル 3 のコネクタ 3A が取り付けられる取付部 13A を含む。取付部 13A にコネクタ 3A が取り付けられることにより、ポート 13 はケーブル 3 をケーシング 10 の外部から内部に通過させつつ保持する。ポート 14 は、ケーブル 4 のコネクタ 4A が取り付けられる取付部 14A を含む。取付部 14A にコネクタ 4A が取り付けられることにより、ポート 14 はケーブル 4 をケーシング 10 の外部から内部に通過させつつ保持する。

【0055】

ポート 13 の取付部 13A とケーブル 3 のコネクタ 3A との間には、防水構造が設けられる。同様に、ポート 14 の取付部 14A とケーブル 4 のコネクタ 4A との間には防水構造が設けられる。これにより、ケーシング 10 の耐水性および耐油性等の耐久性を向上させることができる。その結果、より厳しい環境においても超音波流量計 100 を使用する

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 5 6 】

ケーシング 1 0 の端面 1 0 d には、ケーシング 1 0 内において図 2 の制御基板 5 0 と接続された接続部 1 5 が形成される。ケーシング 1 0 の接続部 1 5 にケーブル 5 の一端が接続されるとともに、図 2 のケーシング 2 0 内のセンサユニット 4 0 にケーブル 5 の他端部が接続される。ケーブル 5 を通して、制御基板 5 0 からセンサユニット 4 0 に制御のための制御信号（超音波素子 4 1 の励起信号）が与えられるとともに、センサユニット 4 0 から制御基板 5 0 に超音波の出力信号が与えられる。

【 0 0 5 7 】

ケーシング 1 0 の主面 1 0 b には、上下方向に貫通する略矩形状の開口部 h 3 , h 4 が端面 1 0 c から端面 1 0 d に向かって長手方向にこの順で並ぶように形成される。端子台 8 0 は、ケーシング 1 0 内において、開口部 h 3 と上下方向に重なりかつ開口部 h 3 と近接する位置に配置される。これにより、開口部 h 3 からケーシング 1 0 内の端子台 8 0 が露出する。そのため、使用者は、ケーブル 3 , 4 の電気経路を端子台 8 0 の複数の端子に接続する作業をケーシング 1 0 の上方から容易に行うことができる。

【 0 0 5 8 】

接続作業が行われなるときには、開口部 h 3 を覆うカバー部材 1 6 が図示しないシール部材を介してケーシング 1 0 の主面 1 0 b に取り付けられる。これにより、端子台 8 0 が保護されるとともに、使用者が端子台 8 0 の端子に接触することが防止される。

【 0 0 5 9 】

開口部 h 4 には、図示しないシール部材を介して窓部材 1 7 が嵌め込まれる。窓部材 1 7 は、例えばガラスにより形成される。表示部 7 1 は、ケーシング 1 0 内において、窓部材 1 7 と上下方向に重なりかつ窓部材 1 7 と近接する位置に配置される。これにより、使用者は、窓部材 1 7 を通してケーシング 1 0 の上方からケーシング 1 0 内の表示部 7 1 を視認することができる。

【 0 0 6 0 】

ケーシング 1 0 の主面 1 0 b には、開口部 h 4 の一辺に近接して幅方向に並ぶように複数（本例では 3 個）の操作部 1 8 が設けられる。操作部 1 8 は、図 2 の表示基板 7 0 を通して制御基板 5 0 に接続される。操作部 1 8 は、種々の情報を超音波流量計 1 0 0 に入力するために用いられる。種々の情報は、配管 P 内を流れる流体の速度を算出するために必要な情報（例えば配管 P の内径等）、または配管 P 内を流れる流体の流量についてのしきい値等を含む。

【 0 0 6 1 】

また、ケーシング 1 0 の主面 1 0 b における端面 1 0 d の近傍の部分には、表示ランプ 1 9 が設けられる。表示ランプ 1 9 は、例えば異なる色彩で発光する複数の発光ダイオードを含み、表示基板 7 0 を通して制御基板 5 0 に接続される。後述するように、超音波流量計 1 0 0 は、流量スイッチとしても動作する。表示ランプ 1 9 は、流量スイッチの動作状態に対応して異なる表示状態（例えば色彩）で点灯する。

【 0 0 6 2 】

（ 3 ）センサユニット、制御基板および電源基板の配置

図 4 は、幅方向に直交するケーシング 1 0 の断面図である。図 4 に示すように、上記の表示基板 7 0 および端子台 8 0 の配置によれば、ケーシング 1 0 内において、端子台 8 0 の下方および表示基板 7 0 の下方に比較的大きい収容空間 V 1 , V 2 がそれぞれ形成される。収容空間 V 1 には、センサユニット 3 0 が収容される。収容空間 V 2 には、制御基板 5 0 および電源基板 6 0（図 2）が収容される。

【 0 0 6 3 】

図 5 は、制御基板 5 0、電源基板 6 0 および表示基板 7 0 の位置関係を示す図である。図 5 に示すように、制御基板 5 0、電源基板 6 0 および表示基板 7 0 は、保持部材 1 1 1 , 1 1 2 により位置関係が維持された状態で一体的に保持される。これにより、制御基板 5 0、電源基板 6 0、および表示基板 7 0 からなる電子回路ユニット 1 1 0 が形成され、

10

20

30

40

50

放熱性および断熱性を維持しつつ表示基板 70、制御基板 50 および電源基板 60 を容易にケーシング 10 に設けることができる。

【0064】

図 6 は、図 5 の電子回路ユニット 110 の分解斜視図である。図 6 に示すように、保持部材 111 は、水平部 111a と、幅方向における水平部 111a の一端から下方に延びる垂直部 111b とを含み、略「」型形状の断面を有する。垂直部 111b は、水平部 111a よりも厚み幅が大きくなるように形成されるとともに、内部が中空になるように肉抜きされている。

【0065】

保持部材 112 は、保持部材 111 と同様に、水平部 112a と、幅方向における水平部 112a の一端から下方に延びる垂直部 112b とを含み、略「」型形状の断面を有する。垂直部 112b は、水平部 112a よりも厚み幅が大きくなるように形成されるとともに、内部が中空になるように肉抜きされている。

【0066】

保持部材 111、112 は、水平部 111a、112a が略面一となるように配置される。表示基板 70 は、表示部 71 が実装される実装面 70a を有する。表示基板 70 は、実装面 70a が上方を向く状態で、保持部材 111、112 をまたぐように水平部 111a、112a の上面に保持される。

【0067】

制御基板 50 は、制御部 51 が実装される実装面 50a (後述する図 7) を有する。制御基板 50 は、実装面 50a が幅方向を向くように直立した状態で保持部材 111 の垂直部 111b の中空部内に保持される。電源基板 60 は、電圧変換部 61 が実装される実装面 60a を有する。電源基板 60 は、実装面 60a が幅方向を向くように直立した状態で保持部材 112 の垂直部 112b の中空部内に保持される。

【0068】

図 7 は、長手方向に直交するケーシング 10 の断面図である。図 7 に示すように、組み立てられた電子回路ユニット 110 がケーシング 10 内に収容される。電子回路ユニット 110 内において保持部材 111、112 に保持された表示基板 70 の下方が収容空間 V2 となり、制御基板 50 および電源基板 60 が収容空間 V2 に配置されることとなる。このように、保持部材 111、112 により制御基板 50、電源基板 60 および表示基板 70 の位置関係を維持しつつ制御基板 50、電源基板 60 および表示基板 70 を容易にケーシング 10 に設けることができる。

【0069】

本実施の形態においては、ケーシング 10 の上部 (金属ケース 12) は金属部材により形成される。そのため、金属ケース 12 を通して制御基板 50 および電源基板 60 から発生する熱を効率よく外部に放散することができる。金属ケース 12 の表面には、放熱性を向上させるための部材がさらにコーティングされてもよい。

【0070】

また、ケーシング 10 内には、制御部 51 と金属ケース 12 の内面とに接触するように配置された放熱部材 57 が設けられる。放熱部材 57 は、シリコンゴム等の熱伝導放熱シートにより形成される。これにより、放熱部材 57 および金属ケース 12 を介して制御部 51 から発生する熱をより効率よく外部に放散することができる。

【0071】

本実施の形態においては、放熱部材 57 は熱伝導放熱シートにより形成されるが、本発明はこれに限定されない。放熱部材 57 は、熱伝導放熱シートに加えて、または熱伝導放熱シートに代えてヒートシンク等の放熱フィンにより形成されてもよい。なお、本実施の形態のように、制御部 51 は、その一部が制御基板 50 を貫通するように実装され、放熱部材 57 は、制御基板 50 を貫通した制御部 51 の部分に接触するように設けられてもよい。

【0072】

10

20

30

40

50

さらに、制御基板 50 および電源基板 60 は、直立した状態で配置されるので、制御基板 50 および電源基板 60 から発生する熱を効率よく放散させつつケーシング 10 を幅方向にコンパクトにすることができる。制御基板 50 の実装面 50a と電源基板 60 の実装面 60a とは、幅方向において、ケーシング 10 の幅方向の寸法の 7 割以上離間することが好ましい。この場合、電圧変換部 61 から制御部 51 に放射されるノイズの影響を容易に低減することができる。

【0073】

また、本実施の形態においては、配管 P に取り付けられるケーシング 10 の下部（樹脂ケース 11）は樹脂部材により形成される。そのため、配管 P 内に高温の流体が流れる場合でも、流体の熱がケーシング 10 内にはほとんど伝達しない。特に、本実施の形態においては、ケーシング 10 の一對の突出部 10p が配管 P と接触し、樹脂ケース 11 の取付面 10a は配管 P とは接触せずに離間する。したがって、流体の熱がケーシング 10 内に伝達することをより効率よく防止することができる。

【0074】

さらに、ケーシング 10 内において、制御部 51 と樹脂ケース 11 とは上下方向に離間し、電圧変換部 61 と樹脂ケース 11 とは上下方向に離間する。この場合、制御部 51 と樹脂ケース 11 との間に空気断熱層 L1 が設けられ、電圧変換部 61 と樹脂ケース 11 との間に空気断熱層 L2 が設けられる。これにより、配管 P 内を流れる流体の熱が制御部 51 および電圧変換部 61 に伝達することをさらに確実に防止することができる。これらの結果、配管 P 内に高温の流体が流れる場合でも、高温に起因した制御部 51 および電圧変換部 61 への悪影響を防止することができる。

【0075】

また、本実施の形態においては、保持部材 111, 112 と樹脂ケース 11 とが物理的に離間することにより、保持部材 111, 112 と樹脂ケース 11 との間にもそれぞれ空気断熱層 L3, L4 が形成される。そのため、高温に起因した制御部 51 および電圧変換部 61 への悪影響をより確実に防止することができる。

【0076】

（４）制御基板

図 8 は、制御基板 50 の構成を示すブロック図である。図 8 に示すように、制御基板 50 の実装面 50a には、制御部 51 および記憶部 52 が実装される。制御部 51 は、例えば CPU（中央演算処理装置）により実現され、測定部 53、受付部 54、算出部 55 および出力部 56 を含む。

【0077】

記憶部 52 は、例えば揮発性メモリまたはハードディスクを含み、超音波流量計 100 を動作させるための種々のデータおよびシステムプログラムを記憶する。制御部 51 が記憶部 52 に記憶されたシステムプログラムを実行することにより、測定部 53、受付部 54、算出部 55 および出力部 56 の機能が実現される。

【0078】

測定部 53 は、超音波を送信および受信するように図 2 のセンサユニット 30, 40 を制御するとともに、センサユニット 30, 40 から出力信号を取得する。また、測定部 53 は、取得された出力信号に基づいて、超音波素子 31 により送信された超音波が超音波素子 41 により受信されるまでの時間と超音波素子 41 により送信された超音波が超音波素子 31 により受信されるまでの時間との差（以下、時間差と呼ぶ。）を測定する。受付部 54 は、図 3 の操作部 18 から配管 P の内径およびしきい値等の種々の情報の入力を受け付ける。

【0079】

算出部 55 は、下記式（１）および（２）に基づいて配管 P 内を流れる流体の速度 V_f および流量 Q をそれぞれ算出する。ここで、 Δt は測定部 53 により測定された時間差であり、 d は受付部 54 により受け付けられた配管 P の内径である。 θ は超音波の入射角であり、 V_s は超音波の速度であり、 K は配管 P の断面内で所定の分布を有する流体の速度

を平均速度に換算するための流量補正係数である。入射角 θ 、速度 V_s および流量補正係数 K は既知である。

【 0 0 8 0 】

【 数 1 】

$$V_f = \frac{V_s^2}{2d \tan \theta} \Delta t \quad \dots (1)$$

【 0 0 8 1 】

【 数 2 】

$$Q = \frac{1}{K} \cdot \frac{\pi d V_s^2}{8 \tan \theta} \Delta t \quad \dots (2)$$

10

【 0 0 8 2 】

出力部 5 6 は、受付部 5 4 により受け付けられたしきい値と算出部 5 5 により算出された流量 Q との比較結果に基づいて、図 3 のケーブル 4 を通して接続された外部装置に切替信号を出力する。切替信号は、外部装置のオン状態とオフ状態とを切り替えるための信号である。このように、超音波流量計 1 0 0 は、配管 P 内にしきい値以上の流量で流体が流れているか否かに基づいて外部装置への切替信号の状態を変化させる流量スイッチとして動作することも可能である。

【 0 0 8 3 】

20

また、出力部 5 6 は、受付部 5 4 により受け付けられたしきい値または算出部 5 5 により算出された速度 V_f もしくは流量 Q 等を表示するように図 2 の表示部 7 1 を制御する。さらに、出力部 5 6 は、外部装置のオン状態とオフ状態とを識別可能に点灯するように図 3 の表示ランプ 1 9 を制御する。本実施の形態においては、表示ランプ 1 9 は、外部装置がオン状態である場合に緑色に点灯し、外部装置がオフ状態である場合に赤色に点灯する。これにより、使用者は、外部装置のオン状態とオフ状態とを容易に識別することができる。

【 0 0 8 4 】

(5) 端子台

図 9 は、ケーシング 1 0 内の端子台 8 0 の構成を示す平面図である。図 9 に示すように、端子台 8 0 は、樹脂等の絶縁材料により形成され、幅方向に並ぶ端子実装領域 8 1 , 8 2 を有する。端子実装領域 8 1 , 8 2 は、長手方向に沿ってポート 1 3 , 1 4 とそれぞれ並ぶように配置される。

30

【 0 0 8 5 】

端子実装領域 8 1 には、銅等の金属材料により形成された端子 8 1 a , 8 1 b , 8 1 c が設けられる。端子 8 1 a ~ 8 1 c の各々には、ねじ部材 8 1 d を螺合可能なねじ孔が形成される。端子 8 1 a , 8 1 b は、図 2 の電圧変換部 6 1 における電圧の入力部に接続される。端子 8 1 c は、図 2 の電源基板 6 0 の基準電位に接続される。

【 0 0 8 6 】

端子実装領域 8 2 には、銅等の金属材料により形成された端子 8 2 a , 8 2 b , 8 2 c , 8 2 d が設けられる。端子 8 2 a ~ 8 2 d の各々には、ねじ部材 8 2 e を螺合可能なねじ孔が形成される。端子 8 2 a ~ 8 2 d は、図 8 の出力部 5 6 に接続される。端子 8 2 a が第 1 の制御チャンネルを構成し、端子 8 2 c が第 2 の制御チャンネルを構成する。各制御チャンネルから切替信号が出力される。

40

【 0 0 8 7 】

端子実装領域 8 1 と端子実装領域 8 2 との間、および各端子 8 1 a , 8 1 b , 8 2 a ~ 8 2 d の間は、隔壁部材 8 4 により電氣的に短絡不能に隔てられる。なお、本実施の形態においては、端子 8 2 a および端子 8 2 c が、幅方向に並ぶように配置される。また、端子 8 2 b および端子 8 2 d が、端子 8 2 a , 8 2 c から長手方向に変位した位置でかつ端子 8 2 a , 8 2 c よりも僅かに低い位置において、幅方向に並ぶように配置される。これ

50

により、後述する配線接続における電線の干渉を容易に防止することができる。

【0088】

端子実装領域 8 2 には、端子 8 3 a , 8 3 b , 8 3 c , 8 3 d がさらに設けられる。本実施の形態においては、端子 8 3 a ~ 8 3 d はメス型のピン端子である。端子 8 3 a は、電圧変換部 6 1 における電圧の出力部に接続される。端子 8 3 b は、制御基板 5 0 および電源基板 6 0 の基準電位に接続される。端子 8 3 c , 8 3 d は、制御基板 5 0 に接続される。端子 8 3 c が第 1 の制御チャンネルを構成し、端子 8 3 d が第 2 の制御チャンネルを構成する。各制御チャンネルから出力される切替信号の基準電位は共通である。

【0089】

図 1 0 は、端子台 8 0 への配線接続の一例を示す図である。図 1 0 の接続例においては、端子 8 3 a ~ 8 3 d は使用されない。図 1 0 に示すように、ケーブル 3 には、コネクタ 3 A および電気経路 3 B が設けられる。電気経路 3 B は、外部電源のライブ端子、ニュートラル端子およびグランド端子にそれぞれ接続された電線 3 a , 3 b , 3 c を含む。各電線 3 a ~ 3 c の先端には、リング状のラグ端子が圧着される。

10

【0090】

ケーブル 3 のコネクタ 3 A がポート 1 3 の取付部 1 3 A に取り付けられることにより、電気経路 3 B がケーシング 1 0 の端面 1 0 c から内部に挿通されつつ保持される。電線 3 a ~ 3 c の先端は、ケーシング 1 0 内において、端子台 8 0 の端子実装領域 8 1 に位置する。ここで、電線 3 a ~ 3 c は、ラグ端子に図 9 のねじ部材 8 1 d が挿通されることにより端子 8 1 a ~ 8 1 c にそれぞれ取り付けられる。

20

【0091】

ケーブル 4 には、コネクタ 4 A および電気経路 4 B が設けられる。電気経路 4 B は、外部装置の第 1 および第 2 の入出力チャンネルにそれぞれ接続された電線 4 a , 4 c を含むとともに、外部の制御電源の正電位および基準電位にそれぞれ接続された電線 4 b , 4 d を含む。各電線 4 a ~ 4 d の先端には、リング状のラグ端子が圧着される。

【0092】

ケーブル 4 のコネクタ 4 A がポート 1 4 の取付部 1 4 A に取り付けられることにより、電気経路 4 B がケーシング 1 0 の端面 1 0 c から内部に挿通されつつ保持される。電線 4 a ~ 4 d の先端は、ケーシング 1 0 内において、端子台 8 0 の端子実装領域 8 2 に位置する。ここで、電線 4 a ~ 4 d は、ラグ端子に図 9 のねじ部材 8 2 e が挿通されることにより端子 8 2 a ~ 8 2 d にそれぞれ取り付けられる。

30

【0093】

本実施の形態においては、切替信号の出力方式を N P N 方式と P N P 方式とで選択することができる。N P N 方式においては、外部装置の基準電位は、制御電源の正電位（端子 8 2 b の電位）と等しくなるように維持される。P N P 方式においては、外部装置の基準電位は、制御電源の基準電位（端子 8 2 d の電位）と同電位になるように維持される。

【0094】

この配線接続によれば、外部電源から供給される例えば 1 0 0 V ~ 2 4 0 V の交流電圧が、ケーブル 3 の電気経路 3 B の電線 3 a ~ 3 c および端子台 8 0 の端子 8 1 a ~ 8 1 c を通して図 2 の電圧変換部 6 1 に入力される。電圧変換部 6 1 において、入力された交流電圧が例えば 3 6 V 未満の直流電圧に変換される。電圧変換部 6 1 により変換された直流電圧は、図 2 の制御基板 5 0 および表示基板 7 0 に出力される。これにより、超音波流量計 1 0 0 が動作する。

40

【0095】

また、図 8 の出力部 5 6 から出力される切替信号が、端子台 8 0 の端子 8 2 a （第 1 の制御チャンネル）およびケーブル 4 の電気経路 4 B の電線 4 a を通して外部装置の第 1 の入出力チャンネルに入力される。同様に、出力部 5 6 から出力される切替信号が、端子台 8 0 の端子 8 2 c （第 2 の制御チャンネル）およびケーブル 4 の電気経路 4 B の電線 4 c を通して外部装置の第 2 の入出力チャンネルに入力される。これにより、配管 P 内に流れる流体の流量に基づいて、各入出力チャンネルに対応する外部装置のオン状態とオフ状態

50

とを切り替えることができる。

【 0 0 9 6 】

また、外部装置は、第 2 の入出力チャンネルから超音波流量計 1 0 0 に種々の指示を与えるための指示信号を出力することができる。この場合、外部装置の第 2 の入出力チャンネルから出力される指示信号は、ケーブル 4 の電気経路 4 B の電線 4 c および端子台 8 0 の端子 8 2 c (第 2 の制御チャンネル) を通して制御基板 5 0 に与えられる。

【 0 0 9 7 】

図 1 1 は、端子台 8 0 への配線接続の他の例を示す図である。図 1 1 の接続例においては、端子 8 1 a ~ 8 1 c および端子 8 2 a ~ 8 2 d は使用されない。また、ポート 1 3 には、ケーブル 3 が接続されない。そのため、図 1 1 に示すように、ポート 1 3 には、ケーシング 1 0 内への液体の浸入を防止可能に閉塞部材 1 0 2 が取り付けられる。この場合、ケーシング 1 0 の耐水性および耐油性等の耐久性を向上させることができる。

10

【 0 0 9 8 】

ケーブル 4 には、コネクタ 4 A、電気経路 4 C、4 D およびソケット 4 E が設けられる。また、ケーシング 1 0 の外部には、上記の外部電源の電圧よりも低い電圧 (例えば 2 4 V) を供給する直流電源が設けられる。コネクタ 4 A は、M 1 2 コネクタである。電気経路 4 C は、直流電源の出力端子およびグランド端子にそれぞれ接続された電線 4 e、4 f を含む。電気経路 4 D は、外部装置の第 1 および第 2 の入出力チャンネルにそれぞれ接続された電線 4 g、4 h を含む。ソケット 4 E は、電線 4 e ~ 4 h の先端を一体的に保持する。ソケット 4 E により保持された各電線 4 e ~ 4 h の先端には、オス型のピン端子が形成される。

20

【 0 0 9 9 】

ケーブル 4 のコネクタ 4 A がポート 1 4 の取付部 1 4 A に取り付けられることにより、電気経路 4 C、4 D がケーシング 1 0 の端面 1 0 c から内部に挿通されつつ保持される。ソケット 4 E により保持された電線 4 e ~ 4 h の先端は、ケーシング 1 0 内において、端子台 8 0 の端子実装領域 8 2 に位置する。ここで、電線 4 e ~ 4 h は、ソケット 4 E により保持された状態で、端子 8 3 a ~ 8 3 d にそれぞれ差し込まれる。

【 0 1 0 0 】

この配線接続によれば、直流電源から供給される例えば 2 4 V の直流電圧が、ケーブル 4 の電気経路 4 C の電線 4 e、4 f、端子台 8 0 の端子 8 3 a、8 3 b および図 2 の電圧変換部 6 1 の出力部を通して、制御基板 5 0 および表示基板 7 0 に出力される。これにより、外部電源から電圧変換部 6 1 に電圧が入力されない場合でも超音波流量計 1 0 0 が動作する。

30

【 0 1 0 1 】

また、図 8 の出力部 5 6 から出力される切替信号が、端子台 8 0 の端子 8 3 c (第 1 の制御チャンネル) およびケーブル 4 の電気経路 4 D の電線 4 g を通して外部装置の第 1 の入出力チャンネルに入力される。同様に、出力部 5 6 から出力される切替信号が、端子台 8 0 の端子 8 3 d (第 2 の制御チャンネル) およびケーブル 4 の電気経路 4 D の電線 4 h を通して外部装置の第 2 の入出力チャンネルに入力される。これにより、配管 P 内に流れる流体の流量に基づいて、各入出力チャンネルに対応する外部装置のオン状態とオフ状態とを切り替えることができる。

40

【 0 1 0 2 】

さらに、外部装置の第 2 の入出力チャンネルから出力される指示信号が、ケーブル 4 の電気経路 4 D の電線 4 h (第 2 の制御チャンネル) および端子台 8 0 の端子 8 3 d を通して制御基板 5 0 に与えられる。これにより、超音波流量計 1 0 0 に種々の指示を与えることができる。

【 0 1 0 3 】

図 1 1 の例においては、電気経路 4 C と電気経路 4 D とが共通のケーブル 4 に設けられるので、電気経路 4 C と電気経路 4 D とを一体的に取り扱うことができる。これにより、超音波流量計 1 0 0 の取り扱い性を向上させることができる。また、電気経路 4 C と電気

50

経路 4 D とを含むケーブル 4 が共通のポート 1 4 を用いて保持されるので、ケーシング 1 0 にポートを追加する必要がない。これにより、ケーシング 1 0 が大型化することを防止することができる。

【 0 1 0 4 】

(6) 変形例

(a) 図 1 2 は、第 1 の変形例におけるケーシング 1 0 内の構成を示す模式的断面図である。図 1 2 に示すように、第 1 の変形例においては、実装面 6 0 a が上方を向く状態で表示基板 7 0 の下方に電源基板 6 0 が配置される。また、実装面 5 0 a が上方を向く状態で電源基板 6 0 の下方に制御基板 5 0 が配置される。制御基板 5 0 に実装された制御部 5 1 と金属ケース 1 2 の内面とに接触するように放熱部材 5 7 が配置される。本例においては、放熱部材 5 7 が例えばヒートシンクにより形成される。このように、制御基板 5 0 および電源基板 6 0 は直立した状態で配置されずに、水平姿勢等の他の姿勢で配置されてもよい。

10

【 0 1 0 5 】

(b) 図 1 3 は、第 2 の変形例におけるケーシング 1 0 内の構成を示す模式的断面図である。図 1 3 に示すように、第 2 の変形例においては、制御基板 5 0 の実装面 5 0 a と電源基板 6 0 の実装面 6 0 a との間に電磁波吸収部材 1 0 3 がさらに配置される。この場合、電圧変換部 6 1 から制御部 5 1 に放射されるノイズが電磁波吸収部材 1 0 3 により吸収される。これにより、電圧変換部 6 1 から制御部 5 1 に放射されるノイズの影響を容易に低減することができる。

20

【 0 1 0 6 】

(7) 効果

本実施の形態に係る超音波流量計 1 0 0 においては、ケーシング 1 0 の端面 1 0 c、端子台 8 0 および表示基板 7 0 が長手方向に並ぶ。この構成においては、幅方向にケーシングを小型化することができる。多数の配管 P が複雑に入り組んだ環境においては、配管 P の幅方向における作業空間を十分に確保することは困難である。このような環境においても、上記の構成によれば、長手方向が流体の流れる方向に沿う状態でケーシング 1 0 を配管 P に取り付けることが容易となり、超音波流量計 1 0 0 の使い勝手が向上する。

【 0 1 0 7 】

また、センサユニット 3 0、制御基板 5 0 および電源基板 6 0 が収容空間 V 1、V 2 に分散的に配置される。そのため、ケーシング 1 0 の長手方向および幅方向の寸法の増加を抑制できるとともに、ケーシング 1 0 の上下方向の寸法の増加を抑制することができる。これにより、超音波流量計 1 0 0 をコンパクト化することができる。さらに、端子台 8 0 上には、端子実装領域 8 1、8 2 が設けられる。この場合、端子 8 1 a ~ 8 1 c、8 2 a ~ 8 2 d をセンサユニット 3 0、制御基板 5 0 および電源基板 6 0 と干渉させることなくコンパクトに配置することができる。

30

【 0 1 0 8 】

ケーシング 1 0 の端面 1 0 c のポート 1 3 により保持されつつポート 1 3 を通過した電気経路 3 B は、端子 8 1 a ~ 8 1 c を介して電源基板 6 0 に接続される。外部から端子 8 1 a ~ 8 1 c を介して電源基板 6 0 に供給される高電圧は低電圧に変換され、制御基板 5 0 に供給される。そのため、電気経路 3 B を通して高電圧を外部から超音波流量計 1 0 0 に供給することが可能となり、電気経路 3 B を長い距離引き回しても、電圧降下に起因した悪影響が発生することを防止することができる。したがって、屋外で超音波流量計 1 0 0 を使用する場合でも、高い精度で流量を算出することができる。

40

【 0 1 0 9 】

また、ケーシング 1 0 の端面 1 0 c のポート 1 4 により保持されつつポート 1 4 を通過した電気経路 4 B は、端子 8 2 a ~ 8 2 d を介して制御基板 5 0 に接続される。そのため、電気経路 4 B を通して制御基板 5 0 とケーシング 1 0 の外部との間で信号を伝達させることが可能である。

【 0 1 1 0 】

50

さらに、ケーシング 10 の主面 10 b には、カバー部材 16 により閉塞および開放可能な開口部 h 3 が形成される。開口部 h 3 の開放時に開口部 h 3 を通して端子 8 1 a ~ 8 1 c , 8 2 a ~ 8 2 d が露出する。この構成によれば、使用者は、開口部 h 3 を開放することにより、開口部 h 3 を通して電気経路 3 B , 4 B を端子 8 1 a ~ 8 1 c , 8 2 a ~ 8 2 d に接続する作業をケーシング 10 の上方から容易に行うことができる。接続作業が行われないときには、開口部 h 3 を閉塞させることにより端子 8 1 a ~ 8 1 c , 8 2 a ~ 8 2 d を保護するとともに、使用者が端子 8 1 a ~ 8 1 c , 8 2 a ~ 8 2 d に接触することを防止することができる。

【0111】

また、上記の構成においては、カバー部材 16 は端子 8 1 a ~ 8 1 c , 8 2 a ~ 8 2 d を露出させる開口部 h 3 を閉塞可能に設けられればよく、ケーシング 10 の全体を覆うように設けられる必要がない。そのため、多数の配管 P が複雑に入り組むことにより作業空間を十分に確保することが困難な環境においても、使用者は、端子 8 1 a ~ 8 1 c , 8 2 a ~ 8 2 d を開口部 h 3 から容易に露出させ、接続作業を行うことができる。

【0112】

これらの結果、ケーシング 10 をコンパクト化して超音波流量計 100 の使い勝手を高めるとともに、狭い作業空間でも電気経路 3 B , 4 B を端子 8 1 a ~ 8 1 c , 8 2 a ~ 8 2 d に容易に接続することができる。

【0113】

(8) 他の実施の形態

(a) 上記実施の形態において、算出部 55 は伝播時間差方式に基づいて式(2)により配管 P 内を流れる流体の流量 Q を算出するが、本発明はこれに限定されない。算出部 55 はドップラー方式に基づいて配管 P 内を流れる流体の流量 Q を算出してもよい。この場合、超音波素子 31 , 41 の一方が超音波送信素子により構成され、超音波素子 31 , 41 の他方が超音波受信素子により構成されてもよい。

【0114】

(b) 上記実施の形態において、センサユニット 30 , 40 はいわゆる Z 型配置で設けられるが、本発明はこれに限定されない。配管 P が比較的小型である場合には、センサユニット 30 , 40 は、配管 P が延びる方向に並ぶ配置(いわゆる V 型配置)で設けられてもよい。この構成においては、センサユニット 40 はケーシング 20 内に設けられず、ケーシング 10 内に設けられてもよい。

【0115】

V 型配置においては、超音波素子 31 により送信された超音波は、経路部材 32 および音響カプラント 33 を通して入射角 θ で配管 P 内の流体に入射される。流体を通過した超音波は、反射角 θ で配管 P の内面で反射され、音響カプラント 43 および経路部材 42 を通して超音波素子 41 により受信される。同様に、超音波素子 41 により送信された超音波は、経路部材 42 および音響カプラント 43 を通して入射角 θ で配管 P 内の流体に入射される。流体を通過した超音波は、反射角 θ で配管 P の内面で反射され、音響カプラント 33 および経路部材 32 を通して超音波素子 31 により受信される。

【0116】

(c) 上記実施の形態において、センサユニット 30 が収容空間 V1 に配置され、制御基板 50 および電源基板 60 が収容空間 V2 に配置されるが、本発明はこれに限定されない。センサユニット 30 の制御基板 50、電源基板 60 の一部または全部が収容空間 V1 に配置されてもよい。あるいは、センサユニット 30 の制御基板 50、電源基板 60 の一部または全部が収容空間 V2 に配置されてもよい。

【0117】

(d) 上記実施の形態において、電圧変換部 61 の入力部に十分に高い値を有する交流電圧が供給されるが、本発明はこれに限定されない。電圧変換部 61 の入力部に十分に高い値を有する直流電圧が供給されてもよい。この構成においては、電圧変換部 61 は整流素子および平滑用コンデンサを含まない。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 8 】

(e) 上記実施の形態において、超音波流量計 1 0 0 はケーシング 2 0 を含むが、本発明はこれに限定されない。センサユニット 3 0 , 4 0 が上記の V 型配置で設けられる場合には、超音波流量計 1 0 0 はケーシング 2 0 を含まなくてもよい。また、センサユニット 4 0 と同様の機能を有するセンサユニットが別途設けられる場合には、超音波流量計 1 0 0 は、ケーシング 2 0 およびセンサユニット 4 0 を含まなくてもよい。

【 0 1 1 9 】

(f) 上記実施の形態において、制御基板 5 0 の実装面 5 0 a と電源基板 6 0 の実装面 6 0 a とは、幅方向においてケーシング 1 0 の幅方向の寸法の 7 割以上離間するが、本発明はこれに限定されない。第 2 の変形例のように、電圧変換部 6 1 から制御部 5 1 に放射されるノイズの影響が小さい場合には、制御基板 5 0 の実装面 5 0 a と電源基板 6 0 の実装面 6 0 a との幅方向における距離は、ケーシング 1 0 の幅方向の寸法の 7 割未満であってもよい。

【 0 1 2 0 】

(9) 請求項の各構成要素と実施の形態の各部との対応関係

以下、請求項の各構成要素と実施の形態の各部との対応の例について説明するが、本発明は下記の例に限定されない。請求項の各構成要素として、請求項に記載されている構成または機能を有する他の種々の要素を用いることもできる。

【 0 1 2 1 】

上記実施の形態においては、配管 P が配管の例であり、センサユニット 3 0 , 4 0 がそれぞれ第 1 および第 2 のセンサユニットの例であり、算出部 5 5 が流量算出部の例であり、電圧変換部 6 1 が電圧変換部の例である。取付面 1 0 a が取付面の例であり、主面 1 0 b が主面の例であり、端面 1 0 c , 1 0 d がそれぞれ第 1 および第 2 の端部の例であり、ケーシング 1 0 がケーシングの例であり、表示部 7 1 が表示部の例である。端子台 8 0 が端子台の例であり、電気経路 3 B が第 1 の電気経路の例であり、電気経路 4 B または電気経路 4 D が第 2 の電気経路の例であり、電気経路 4 C が第 3 の電気経路の例であり、端子 8 1 a ~ 8 1 c が第 1 の端子の例である。

【 0 1 2 2 】

端子 8 2 a ~ 8 2 d または端子 8 3 c , 8 3 d が第 2 の端子の例であり、端子 8 3 a , 8 3 b が第 3 の端子の例であり、開口部 h 3 が開口部の例であり、カバー部材 1 6 がカバー部材の例である。ポート 1 3 , 1 4 がそれぞれ第 1 および第 2 のポートの例であり、超音波流量計 1 0 0 が超音波流量計の例であり、収容空間 V 1 , V 2 がそれぞれ第 1 および第 2 の収容空間の例であり、ケーブル 4 がケーブルの例である。

【 0 1 2 3 】

コネクタ 4 A がコネクタの例であり、取付部 1 4 A が取付部の例であり、閉塞部材 1 0 2 が閉塞部材の例であり、接続部 1 5 が接続部の例であり、実装面 5 0 a , 6 0 a がそれぞれ第 1 および第 2 の実装面の例である。制御基板 5 0 が制御基板の例であり、電源基板 6 0 が電源基板の例であり、電磁波吸収部材 1 0 3 が電磁波吸収部材の例であり、放熱部材 5 7 が放熱部材の例であり、空気断熱層 L 1 , L 2 が空気断熱層の例であり、保持部材 1 1 1 , 1 1 2 が保持部材の例である。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 4 】

1 , 2 ... クランプ部材、 3 ~ 5 ... ケーブル、 3 a ~ 3 c , 4 a ~ 4 h ... 電線、 3 A , 4 A ... コネクタ、 3 B , 4 B ~ 4 D ... 電気経路、 4 E ... ソケット、 1 0 , 2 0 ... ケーシング、 1 0 a , 2 0 a ... 取付面、 1 0 b ... 主面、 1 0 c , 1 0 d ... 端面、 1 0 p , 2 0 p ... 突出部、 1 1 , 2 1 ... 樹脂ケース、 1 2 , 2 2 ... 金属ケース、 1 3 , 1 4 ... ポート、 1 3 A , 1 4 A ... 取付部、 1 5 ... 接続部、 1 6 ... カバー部材、 1 7 ... 窓部材、 1 8 ... 操作部、 1 9 ... 表示ランプ、 3 0 , 4 0 ... センサユニット、 3 1 , 4 1 ... 超音波素子、 3 2 , 4 2 ... 経路部材、 3 3 , 4 3 ... 音響カプラント、 5 0 ... 制御基板、 5 0 a , 6 0 a , 7 0 a ... 実装面、 5 1 ... 制御部、 5 2 ... 記憶部、 5 3 ... 測定部、 5 4 ... 受付部、 5 5 ... 算出部、 5 6

10

20

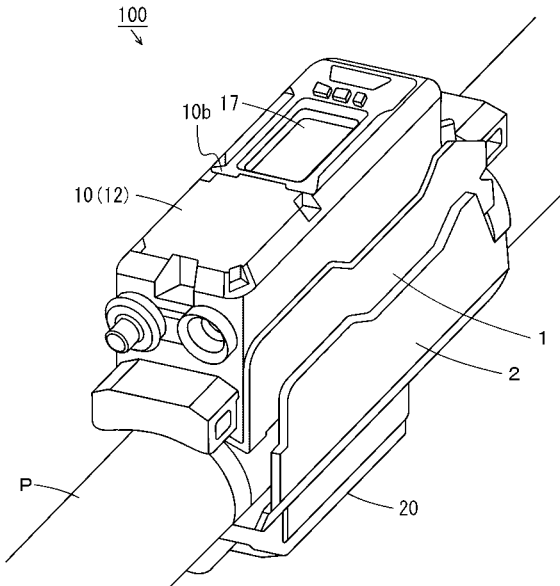
30

40

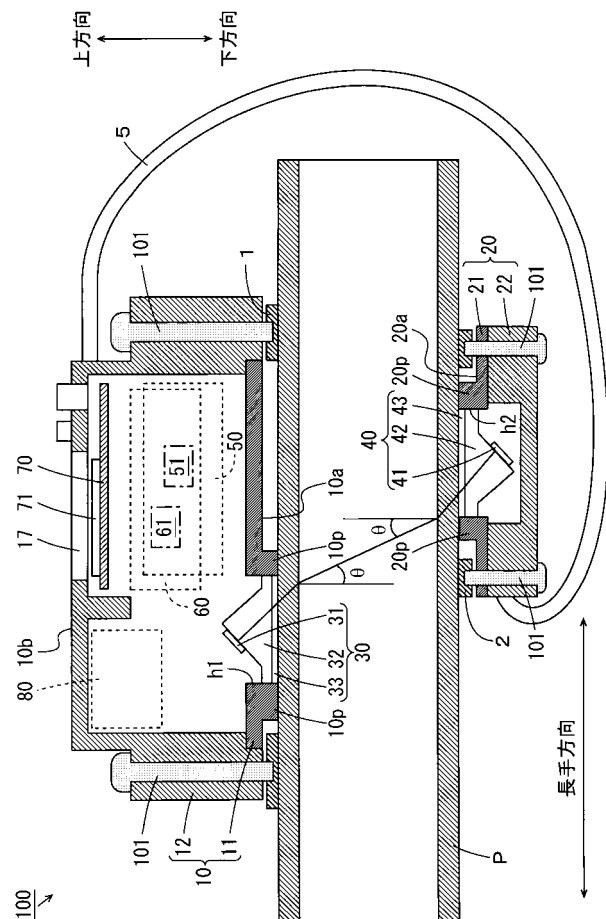
50

...出力部、57...放熱部材、60...電源基板、61...電圧変換部、70...表示基板、71...表示部、80...端子台、81, 82...端子実装領域、81a~81c, 82a~82d, 83a~83d...端子、81d...ねじ部材、84...隔壁、100...超音波流量計、101...固定ねじ、102...閉塞部材、103...電磁波吸収部材、110...電子回路ユニット、111, 112...保持部材、111a, 112a...水平部、111b, 112b...垂直部、h1~h4...開口部、L1~L4...空気断熱層、P...配管、V1, V2...收容空間

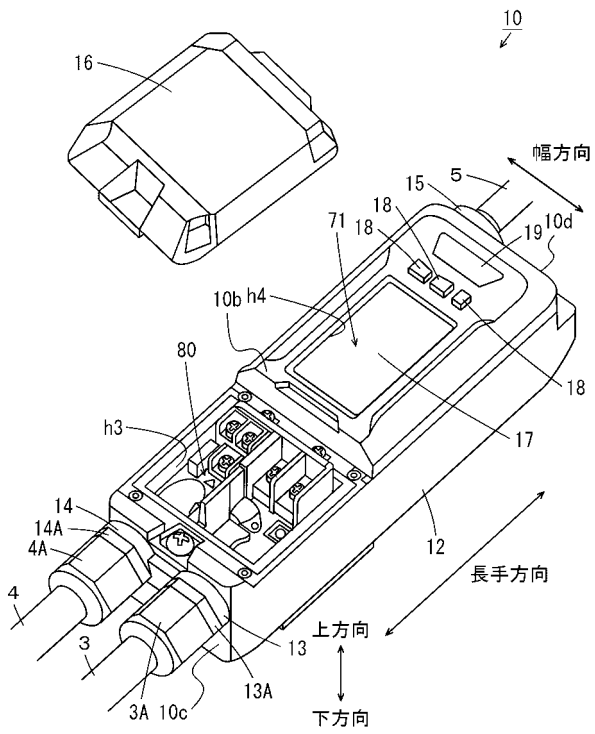
【図1】



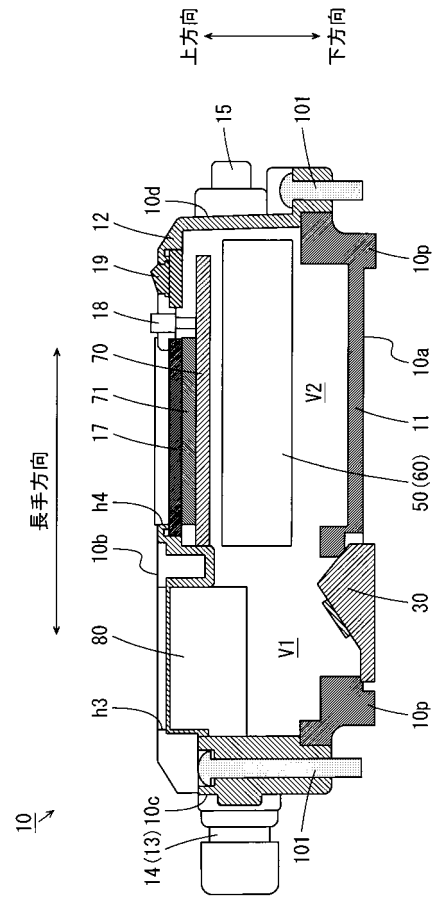
【図2】



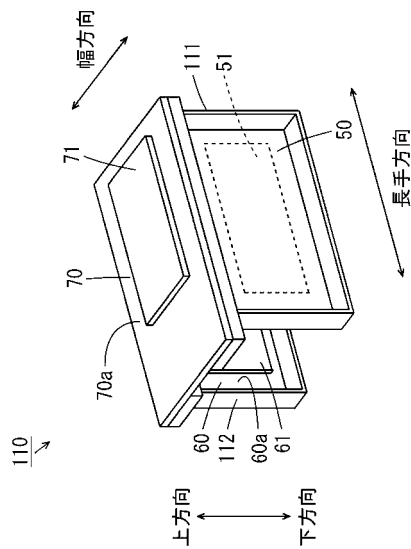
【図 3】



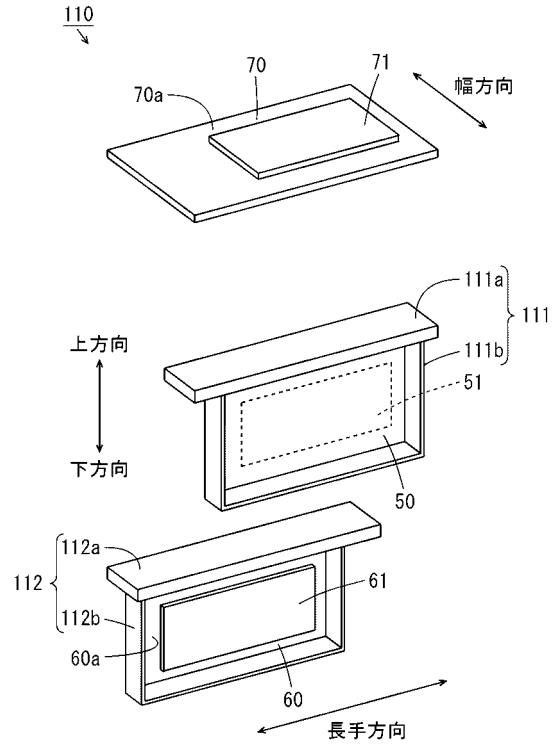
【図 4】



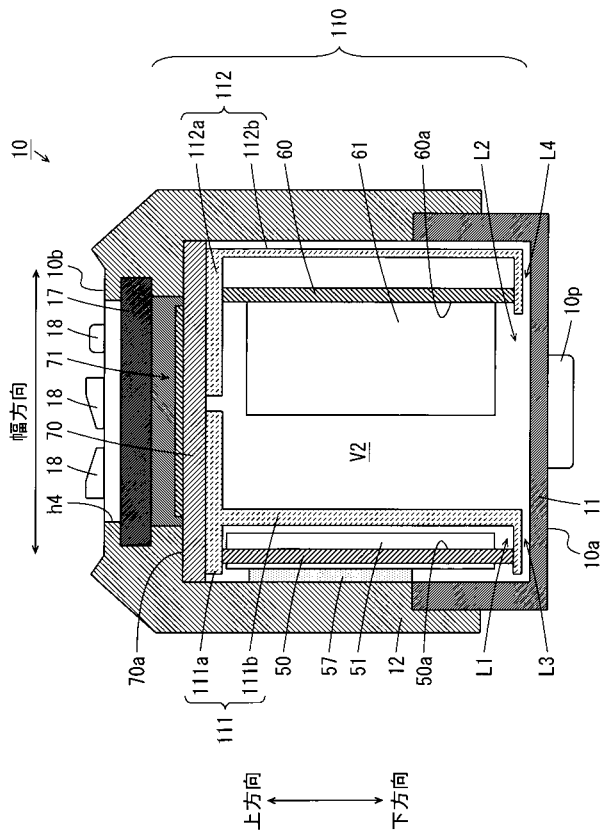
【図 5】



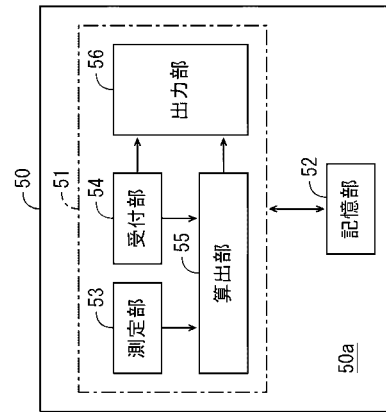
【図 6】



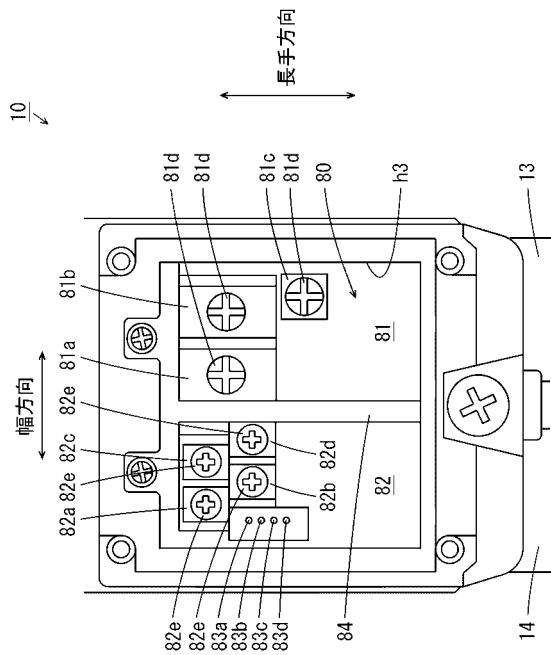
【図 7】



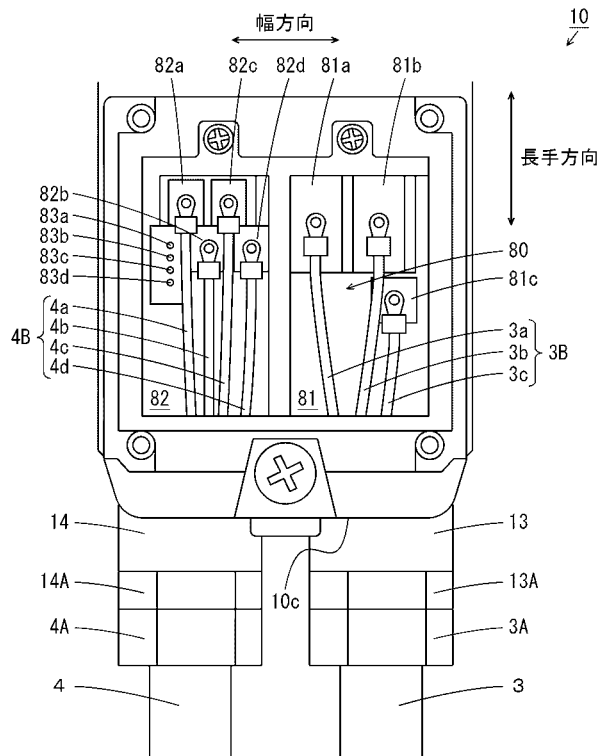
【図 8】



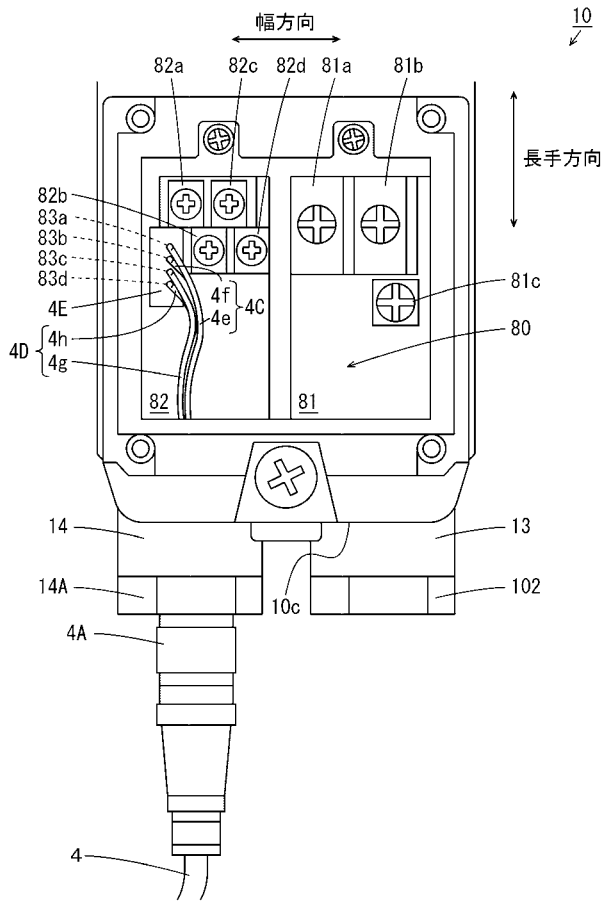
【図 9】



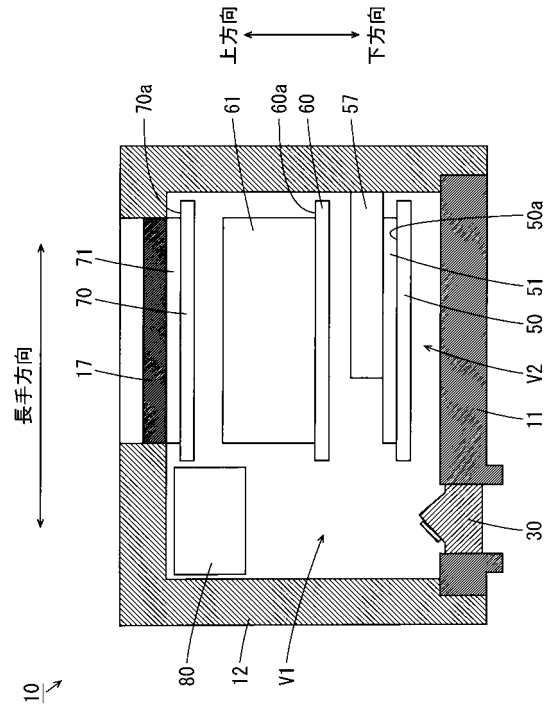
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

