

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-131323

(P2021-131323A)

(43) 公開日 令和3年9月9日(2021.9.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1F 1/684 (2006.01)	GO1F 1/684 A	2F035
GO1F 1/696 (2006.01)	GO1F 1/696 C	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2020-27194 (P2020-27194)
 (22) 出願日 令和2年2月20日 (2020.2.20)

(71) 出願人 591257111
 サープス工業株式会社
 埼玉県行田市下忍2203
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100140914
 弁理士 三苫 貴織
 (74) 代理人 100136168
 弁理士 川上 美紀
 (74) 代理人 100172524
 弁理士 長田 大輔
 (72) 発明者 阿保 一夫
 埼玉県行田市下忍2203 サープス工業株式会社内

最終頁に続く

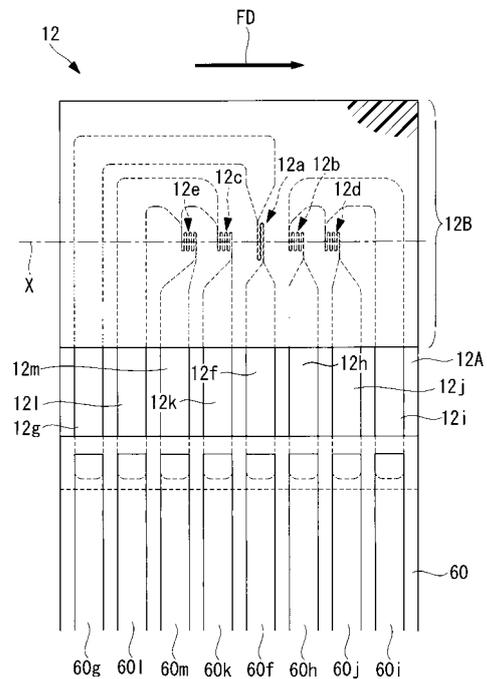
(54) 【発明の名称】 流量計および流量計の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めつつ抵抗体が検出面に形成された温度検出用基板を用いて流量を計測する。

【解決手段】 液体が流入する流入口と液体を流出させる流出口とを有するとともに軸線Xに沿って延びる内部流路が形成された導電性を有する測定管と、軸線Xに沿って加熱用抵抗線12aと温度検出用抵抗線12bとが検出面12Aに形成されたセンサ基板12と、を備え、検出面12Aには、加熱用抵抗体12aおよび温度検出用抵抗体12bを薄膜状の絶縁材料により被膜した絶縁領域12Bが形成されており、絶縁領域12Bが軸線Xに沿って測定管に接合されている熱式流量計を提供する。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

液体が流入する流入口と該流入口から流入した液体を流出させる流出口とを有するとともに軸線に沿って延びる内部流路が形成された導電性を有する測定管と、

前記軸線に沿って加熱用抵抗体と温度検出用抵抗体とが検出面に形成された温度検出基板と、を備え、

前記検出面には、前記加熱用抵抗体および前記温度検出用抵抗体を薄膜状の絶縁材料により被膜した絶縁領域が形成されており、

前記絶縁領域が前記軸線に沿って前記測定管に接合されている流量計。

【請求項 2】

前記検出面は、平坦状に形成された面であり、

前記測定管の外周面には、前記温度検出基板の前記検出面が対向して配置される平坦面が形成されており、

前記平坦面と前記絶縁領域とが接着剤により接着された請求項 1 に記載の流量計。

【請求項 3】

前記検出面には、前記加熱用抵抗体および前記温度検出用抵抗体と外部接続端子とを電気的に接続するための配線パターンが形成されており、

前記絶縁領域は、前記配線パターンの一部を露出させるように形成されている請求項 1 または請求項 2 に記載の流量計。

【請求項 4】

前記温度検出基板の前記検出面から前記内部流路の内周面までの第 1 距離が前記測定管の頂部から前記内部流路の内周面までの第 2 距離よりも短い請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の流量計。

【請求項 5】

前記温度検出基板がガラス製である請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の流量計。

【請求項 6】

前記測定管がガラス状炭素により形成されている請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の流量計。

【請求項 7】

前記加熱用抵抗体を加熱するための電圧信号を前記温度検出基板へ出力する制御基板を備え、

前記制御基板は、前記加熱用抵抗体を加熱する加熱期間と前記加熱用抵抗体を加熱しない非加熱期間とを周期的に繰り返すように前記加熱用抵抗体に前記電圧信号を出力し、前記加熱期間は前記非加熱期間よりも短い期間に設定される請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の流量計。

【請求項 8】

液体が流入する流入口と該流入口から流入した液体を流出させる流出口とを有するとともに軸線に沿って延びる内部流路が形成された導電性を有する測定管と、前記軸線に沿って加熱用抵抗体と温度検出用抵抗体とが検出面に形成された温度検出基板と、を備える流量計の製造方法であって、

前記温度検出基板の前記検出面に前記加熱用抵抗体と前記温度検出用抵抗体とを形成する抵抗体形成工程と、

前記検出面に、前記加熱用抵抗体および前記温度検出用抵抗体を薄膜状の絶縁材料により被膜して絶縁領域を形成する絶縁領域形成工程と、

前記軸線に沿って前記絶縁領域を前記測定管に接合する接合工程と、を備える流量計の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

10

20

30

40

50

本発明は、流量計および流量計の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、流路を流れる液体の温度を制御し、温度制御部分の上流側および下流側の液体の温度差に基づいて流量を測定する熱式流量計が知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1には、ガラス基板に長方形の溝を形成し、溝が形成された側のガラス基板に伝熱手段と温度検出手段が形成された他のガラス基板を貼り合わせることにより、接液部分が全てガラスで構成された流路を形成した熱式流量計が開示されている。

【0003】

特許文献1に開示される熱式流量計は、伝熱手段からガラス基板を介して被測定液体に熱を伝達し、伝熱手段の上流側と下流側に配置された温度検出手段により被測定液体の温度を検出して被測定液体の流量を求めている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-10322号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

接液部分が全てガラスで構成された流路は、ガラスの主成分である二酸化ケイ素とアルカリ性液体とが中和反応するため、アルカリ性液体に対する耐腐食性が低いという欠点がある。そのため、アルカリ性液体の流量を計測するには、アルカリ性液体に対する耐腐食性が高い樹脂材料により形成された管状の流路を用いるのが好ましい。

20

【0006】

しかしながら、樹脂材料はガラスに比べて熱伝導率が低いため、樹脂材料により形成された流路の肉厚をガラスで構成された流路と同程度の肉厚にすると、被測定液体を適切に加熱することができなくなる。この場合、温度検出手段により検出される被測定体の温度差が小さくなり、被測定体の流量を適切に求めることができない可能性がある。

【0007】

本発明は、このような事情を鑑みてなされたものであり、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めつつ抵抗体が検出面に形成された温度検出用基板を用いて流量を計測することが可能な流量計および流量計の製造方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、上記の課題を解決するため、下記的手段を採用した。

本発明の一態様に係る流量計は、液体が流入する流入口と該流入口から流入した液体を流出させる流出口とを有するとともに軸線に沿って延びる内部流路が形成された導電性を有する測定管と、前記軸線に沿って加熱用抵抗体と温度検出用抵抗体とが検出面に形成された温度検出基板と、を備え、前記検出面には、前記加熱用抵抗体および前記温度検出用抵抗体を薄膜状の絶縁材料により被膜した絶縁領域が形成されており、前記絶縁領域が前記軸線に沿って前記測定管に接合されている。

40

【0009】

本発明の一態様に係る流量計によれば、液体を流通させる内部流路が形成された測定管が金属製であるため、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めることができる。また、温度検出用基板の検出面には、加熱用抵抗体および温度検出用抵抗体を絶縁材料により被膜した絶縁領域が形成され、絶縁領域が測定管に接着剤で接着されている。そのため、導電性を有する測定管と、検出面に形成された加熱用抵抗体および温度検出用抵抗体とが、薄膜状の絶縁材料により電氣的に遮断される。よって、抵抗体が検出面に形成された温度検出用基板を用いて内部流路を流通する液体の流量を計測することができる。

【0010】

50

本発明の一態様に係る流量計において、前記検出面は、平坦状に形成された面であり、前記測定管の外周面には、前記温度検出基板の前記検出面が対向して配置される平坦面が形成されており、前記平坦面と前記絶縁領域とが接着剤により接着されている構成が好ましい。

本構成の流量計によれば、測定管の外周面に形成された平坦面と平坦状に形成された検出面上の絶縁領域とが、接着剤により接着される。平坦面同士が接着剤により接着されるため、広い接触領域を確保して接着性を高めるとともに接着に必要な接着剤の量を低減することができる。

【0011】

本発明の一態様に係る流量計において、前記検出面には、前記加熱用抵抗体および前記温度検出用抵抗体と外部接続端子とを電気的に接続するための配線パターンが形成されており、前記絶縁領域は、前記配線パターンの一部を露出させるように形成されている構成が好ましい。

10

本構成の流量計によれば、加熱用抵抗体および温度検出用抵抗体と外部接続端子とを電気的に接続するための配線パターンが絶縁領域から露出しているため、検出面に絶縁領域を形成した後に、外部接続端子を容易に接合することができる。また、外部接続端子を接合する前に、配線パターンを介して加熱用抵抗体および温度検出用抵抗体の抵抗値が適切であるかどうかを含む温度検出基板の動作確認を行うことができる。

【0012】

本発明の一態様に係る流量計において、前記温度検出基板の前記検出面から前記内部流路の内周面までの第1距離が前記測定管の頂部から前記内部流路の内周面までの第2距離よりも短い構成が好ましい。

20

本構成の流量計によれば、第1距離が第2距離よりも短いため、これらの距離が等しい場合に比べ、加熱用抵抗体による内部流路内の液体の加熱特性と温度検出用抵抗体による液体の温度検出特性を高めることができる。

【0013】

本発明の一態様に係る流量計においては、前記温度検出基板がガラス製である構成が好ましい。

本構成の流量計によれば、加熱による変形が少ないガラス製の温度検出基板を用いるため、測定管に温度検出基板を接着する際または使用時に生じる撓みを抑制することができる。

30

【0014】

本発明の一態様に係る流量計においては、前記測定管がガラス状炭素により形成されている構成が好ましい。

本構成の流量計によれば、ガラス状炭素がアルカリ性液体に対する耐腐食性を有する部材であるため、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めることができる。また、ガラス状炭素の熱伝導率が金属材料の熱伝導率に比べて低く、測定管の軸線方向に伝達される熱量が少ないため、内部流路を流通する液体を加熱するのに必要な電力を低減することができる。

【0015】

40

本発明の一態様に係る流量計においては、前記加熱用抵抗体を加熱するための電圧信号を前記温度検出基板へ出力する制御基板を備え、前記制御基板は、前記加熱用抵抗体を加熱する加熱期間と前記加熱用抵抗体を加熱しない非加熱期間とを周期的に繰り返すように前記加熱用抵抗体に前記電圧信号を出力し、前記加熱期間は前記非加熱期間よりも短い期間に設定される構成が好ましい。

本発明の一態様に係る流量計によれば、加熱期間を非加熱期間よりも短い期間に設定することにより、隣接する2つの加熱期間の間の非加熱期間を十分に確保し、温度検出用抵抗体により検出される液体の温度差を十分に確保することができる。

【0016】

本発明の一態様に係る流量計の製造方法は、液体が流入する流入口と該流入口から流入

50

した液体を流出させる流出口とを有するとともに軸線に沿って延びる内部流路が形成された導電性を有する測定管と、前記軸線に沿って加熱用抵抗体と温度検出用抵抗体とが検出面に形成された温度検出基板と、を備える流量計の製造方法であって、前記温度検出基板の前記検出面に前記加熱用抵抗体と前記温度検出用抵抗体とを形成する抵抗体形成工程と、前記検出面の少なくとも一部に、前記加熱用抵抗体および前記温度検出用抵抗体を薄膜状の絶縁材料により被膜して絶縁領域を形成する絶縁領域形成工程と、前記軸線に沿って前記絶縁領域を前記測定管に接合する接合工程と、を備える。

【0017】

本発明の一態様に係る流量計の製造方法によれば、液体を流通させる内部流路が形成された測定管が金属製であるため、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めた流量計を製造することができる。また、温度検出用基板の検出面の少なくとも一部に、加熱用抵抗体および温度検出用抵抗体が絶縁材料により被膜された絶縁領域が形成され、絶縁領域が測定管に接合される。そのため、導電性を有する測定管と、検出面に形成された加熱用抵抗体および温度検出用抵抗体とが、薄膜状の絶縁材料により電氣的に遮断される。よって、抵抗体が検出面に形成された温度検出用基板を用いて内部流路を流通する液体の流量を計測することが可能な流量計を製造することができる。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めつつ抵抗体が検出面に形成された温度検出用基板を用いて流量を計測することが可能な流量計および流量計の製造方法を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施形態に係る熱式流量計の縦断面図である。

【図2】図1に示す熱式流量計の分解組立図である。

【図3】図2に示すセンサ部の縦断面図である。

【図4】図3に示すセンサ部の分解組立図である。

【図5A】図3に示す測定管およびセンサ基板の平面図である。

【図5B】図3に示す測定管およびセンサ基板の縦断面図である。

【図5C】図3に示す測定管およびセンサ基板の底面図である。

30

【図6】図3に示すセンサ部のA-A矢視端面図である。

【図7】図5Bに示す測定管およびセンサ基板のB-B矢視端面図である。

【図8】図6に示す測定管およびセンサ基板のC部分の部分拡大図である。

【図9】図5Bに示すセンサ基板を検出面側からみた平面図であり、絶縁領域を省略した状態を示す。

【図10】図5Bに示すセンサ基板を検出面側からみた平面図である。

【図11】変形例に係る熱式流量計の縦断面図である。

【図12】熱式流量計の製造方法を示すフローチャートである。

【図13A】第2実施形態の測定管およびセンサ基板の縦断面図である。

【図13B】図13Aに示す測定管およびセンサ基板のD-D矢視端面図である。

40

【図13C】図13Aに示す測定管およびセンサ基板のE-E矢視端面図である。

【図14A】第3実施形態の測定管およびセンサ基板の縦断面図である。

【図14B】図14Aに示す測定管およびセンサ基板のF-F矢視端面図である。

【図14C】図14Aに示す測定管およびセンサ基板のG-G矢視端面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

〔第1実施形態〕

以下、本発明の第1実施形態に係る熱式流量計100について図面を参照して説明する。

本実施形態の熱式流量計100は、内部流路を流通する液体を加熱し、加熱された液体

50

の温度を検出することで液体の流量を測定する熱式流量計である。本実施形態の熱式流量計 100 は、例えば、0.1 cc/min ~ 30 cc/min の微小流量を測定するのに適している。

【0021】

図 1 および図 2 に示すように、本実施形態の熱式流量計 100 は、センサ部 10 と、制御基板 20 と、中継基板 30 と、アッパーケース 40 と、ボトムケース 50 とを備える。

【0022】

センサ部 10 は、図 3 に示すように、外部の配管（図示略）に接続される流入口 10 a から流入する液体を外部の配管（図示略）に接続される流出口 10 b から流出させるとともに内部流路 10 c を流通する液体の流量を測定するものである。センサ部 10 は、液体の流量を直接的に算出するものではなく、後述する加熱用抵抗線 12 a（加熱用抵抗体）により加熱された液体の温度を温度検出用抵抗線 12 b, 12 c, 12 d, 12 e（温度検出用抵抗体）により検出し、検出した温度を示す温度検出信号を、信号線（図示略）を介して制御基板 20 へ伝達する。センサ部 10 の詳細については、後述する。

10

【0023】

制御基板 20 は、センサ部 10 の加熱用抵抗線 12 a に電圧信号を伝達して加熱用抵抗線 12 a を加熱させるとともに、温度検出用抵抗線 12 b, 12 c, 12 d, 12 e から伝達される温度に基づいて液体の流量を算出する装置である。制御基板 20 は、加熱用抵抗線 12 a を加熱するための電圧信号を、フレキシブル基板 60（図 10 参照）を介してセンサ基板 12 へ出力する。また、制御基板 20 は、温度検出用抵抗線 12 b, 12 c, 12 d, 12 e の抵抗値を検出するための電圧信号を、フレキシブル基板 60 を介してセンサ基板 12 へ出力する。

20

【0024】

制御基板 20 は、加熱用抵抗線 12 a を加熱する加熱期間と加熱用抵抗線 12 a を加熱しない非加熱期間とを周期的に繰り返すように加熱用抵抗線 12 a に電圧信号を出力する。加熱期間が非加熱期間よりも短くなるように設定される。すなわち、加熱期間は、加熱期間と非加熱期間を合計した 1 周期に対して、0.5 未満の割合に設定される。加熱期間の 1 周期に対する割合は、0.4 未満に設定してもよい。

【0025】

中継基板 30 は、制御基板 20 と外部装置（図示略）との間で各種の信号を送受信するための中継を行う基板である。中継基板 30 には、外部装置（図示略）との間で各種の信号を送受信するためのケーブル 200 が接続されるようになっている。

30

【0026】

アッパーケース 40 は、熱式流量計 100 の上部側の筐体となる部材であり、内部に制御基板 20 を収容する。

ボトムケース 50 は、熱式流量計 100 の下部側の筐体となる部材であり、内部にセンサ部 10 を収容する。ボトムケース 50 にセンサ部 10 が挿入された状態で、センサ部 10 の流入口 10 a 側からストッパー 70 がボトムケース 50 とセンサ部 10 との間に挿入される。

40

【0027】

同様に、ボトムケース 50 にセンサ部 10 が挿入された状態で、センサ部 10 の流出口 10 b 側からストッパー 70 がボトムケース 50 とセンサ部 10 との間に挿入される。ストッパー 70 により、センサ部 10 がボトムケース 50 に固定された状態となる。

ボトムケース 50 の底面には締結穴 50 a が形成されており、設置面（図示略）の下方から挿入される締結ボルト（図示略）によって設置面に固定される。

【0028】

次に、図 3 ~ 図 9 を参照してセンサ部 10 について詳細に説明する。

図 3 および図 4 に示すように、センサ部 10 は、測定管 11 と、センサ基板 12（温度検出基板）と、ナット 15 と、流入側ボディ 16 と、流出側ボディ 17 と、流入側フェルール 18 と、流出側フェルール 19 とを有する。

50

【0029】

測定管11は、液体が流入する流入口11aと流入口11aから流入した液体を流出させる流出口11bとを有する管である。図6（図3のA-A矢視断面図）に示すように、測定管11には軸線Xに沿って延びる断面視が円形の内部流路10cが形成されている。測定管11は、アルカリ性液体に対する耐腐食性を有する金属材料（例えば、SUS304、316等のステンレス材料、ハステロイ（登録商標）等のニッケル合金）により形成されている。

【0030】

また、測定管11は、アルカリ性液体に対する耐腐食性を有し、かつ導電性を有する導電性の管体としてもよい。このような管体としては、例えば、ガラス状炭素（グラッシーカーボン）製の管体を用いることができる。

10

【0031】

図9は、図5Bに示すセンサ基板12を検出面12A側からみた平面図であり、絶縁領域12Bを省略した状態を示す。図10は、図5Bに示すセンサ基板12を検出面12A側からみた平面図である。

【0032】

センサ基板12は、図9に示すように、軸線Xに沿って、温度検出用抵抗線（温度検出用抵抗体）12eと、温度検出用抵抗線（温度検出用抵抗体）12cと、加熱用抵抗線（加熱用抵抗体）12aと、温度検出用抵抗線（温度検出用抵抗体）12bと、温度検出用抵抗線（温度検出用抵抗体）12dとが、検出面12Aに形成されたガラス製（例えば、二酸化ケイ素の含有率の高い石英ガラス製）の基板である。

20

【0033】

検出面12Aは、軸線Xに沿って延びるとともに平坦状に形成された面である。加熱用抵抗線12aと、温度検出用抵抗線12bと、温度検出用抵抗線12cとは、それぞれ白金等の金属膜をガラス製の基板上に蒸着させて形成される。

【0034】

測定管11を流通する液体は、図9および図10における左から右に向けた流通方向FDに沿って軸線Xに沿って流れる。そのため、加熱用抵抗線12aを瞬間的に加熱すると、加熱された液体が軸線Xに沿って流れて温度検出用抵抗線12bの位置に到達し、その後温度検出用抵抗線12dの位置に到達する。制御基板20は、温度により変化する温度検出用抵抗線12bおよび温度検出用抵抗線12dの電気抵抗値を検出することにより、温度検出用抵抗線12bおよび温度検出用抵抗線12dの温度を測定する。

30

【0035】

図3に示すように、センサ基板12の軸線X方向の中心位置は、測定管11の流入口11aと流出口11bの双方から等距離となる中間位置よりも流出口11b側に配置されている。また、図9および図10に示すように、センサ基板12において加熱用抵抗線12aが配置される位置は、センサ基板12の流入口11a側の端部と流出口11b側の端部の双方から等距離となる中間位置よりも流出口11b側に配置されている。

【0036】

測定管11の流入口11aから加熱用抵抗線12aまでの軸線X上の距離は、測定管11の流出口11bから加熱用抵抗線12aまでの軸線X上の距離よりも長い。このようにすることで、測定管11の流入口11aから加熱用抵抗線12aに至るまでの距離を長く確保し、測定管11の流入口11aへ流入した液体の乱流等が十分に減少してから液体を加熱することができる。

40

【0037】

制御基板20は、加熱用抵抗線12aを瞬間的に加熱したタイミングと、その後に温度検出用抵抗線12bと温度検出用抵抗線12dとが加熱された液体の温度を検出するタイミングとから、測定管11を流通する液体の流通速度を算出することができる。また、制御基板20は、算出した流通速度と測定管11の断面積から、液体の流量を算出することができる。

50

【 0 0 3 8 】

加熱用抵抗線 1 2 a を瞬間的に加熱すると、加熱用抵抗線 1 2 a から検出面 1 2 A に伝達された熱が軸線 X に沿って液体の流通方向 F D の逆方向に伝達され、温度検出用抵抗線 1 2 c の位置に到達し、その後温度検出用抵抗線 1 2 e の位置に到達する。制御基板 2 0 は、温度により変化する温度検出用抵抗線 1 2 c および温度検出用抵抗線 1 2 e の電気抵抗値を検出することにより、温度検出用抵抗線 1 2 c および温度検出用抵抗線 1 2 e の温度を測定する。

【 0 0 3 9 】

制御基板 2 0 は、温度検出用抵抗線 1 2 c の温度を、温度検出用抵抗線 1 2 b の温度から減算する。加熱用抵抗線 1 2 a の流通方向 F D の上流側の温度検出用抵抗線 1 2 c が検出する温度は、加熱用抵抗線 1 2 a が測定管 1 1 へ伝達した熱のうち液体に伝達されずに測定管 1 1 を介して温度検出用抵抗線 1 2 c へ伝達された熱に相当する。加熱用抵抗線 1 2 a に対して、温度検出用抵抗線 1 2 b と温度検出用抵抗線 1 2 c は等距離に配置されている。

10

【 0 0 4 0 】

そのため、温度検出用抵抗線 1 2 b の温度から温度検出用抵抗線 1 2 c の温度を減算することにより、温度検出用抵抗線 1 2 b の位置を通過する液体の温度を測定することができる。同様に、制御基板 2 0 は、温度検出用抵抗線 1 2 e の温度を、温度検出用抵抗線 1 2 d の温度から減算することにより、温度検出用抵抗線 1 2 d の位置を通過する液体の温度を測定することができる。

20

【 0 0 4 1 】

図 9 および図 1 0 に示すように、検出面 1 2 A には、加熱用抵抗線 1 2 a の一端に接続される配線パターン 1 2 f と、加熱用抵抗線 1 2 a の他端に接続される配線パターン 1 2 g が形成されている。また、検出面 1 2 A には、温度検出用抵抗線 1 2 b の一端に接続される配線パターン 1 2 h と、温度検出用抵抗線 1 2 b の他端に接続される配線パターン 1 2 i と、温度検出用抵抗線 1 2 d の一端に接続される配線パターン 1 2 j とが形成されている。温度検出用抵抗線 1 2 d の他端は、配線パターン 1 2 i に接続されている。

【 0 0 4 2 】

また、検出面 1 2 A には、温度検出用抵抗線 1 2 c の一端に接続される配線パターン 1 2 k と、温度検出用抵抗線 1 2 c の他端に接続される配線パターン 1 2 l と、温度検出用抵抗線 1 2 e の一端に接続される配線パターン 1 2 m とが形成されている。温度検出用抵抗線 1 2 e の他端は、配線パターン 1 2 l に接続されている。配線パターン 1 2 f , 1 2 g , 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j , 1 2 k , 1 2 l , 1 2 m は、それぞれ白金等の金属膜をガラス製の基板上に蒸着させて形成される。

30

【 0 0 4 3 】

図 1 0 に示すように、配線パターン 1 2 f , 1 2 g , 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j , 1 2 k , 1 2 l , 1 2 m の端部は、それぞれフィルム状樹脂により形成されるフレキシブル基板（外部接続端子）6 0 に配置される金属製の配線パターン 6 0 f , 6 0 g , 6 0 h , 6 0 i , 6 0 j , 6 0 k , 6 0 l , 6 0 m に接合されている。フレキシブル基板 6 0 の配線パターン 6 0 f , 6 0 g , 6 0 h , 6 0 i , 6 0 j , 6 0 k , 6 0 l , 6 0 m は、それぞれ制御基板 2 0 に電氣的に接続されている。

40

【 0 0 4 4 】

図 1 0 に示すように、検出面 1 2 A には、加熱用抵抗線 1 2 a および温度検出用抵抗線 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d , 1 2 e を薄膜状の絶縁材料により被膜した絶縁領域（絶縁層）1 2 B が形成されている。絶縁領域 1 2 B は、例えば、ジルコニア（ ZrO_2 ）, アルミナ（ Al_2O_3 ）, シリカ（ SiO_2 ）, 窒化膜（ SiN , $SiON$ 等）を蒸着させることにより形成される。また、絶縁領域 1 2 B として、樹脂フィルムを検出面 1 2 A に接合してもよい。また、絶縁領域 1 2 B として、絶縁性を有する塗料を塗布してもよい。

【 0 0 4 5 】

図 8 に示すように、絶縁領域 1 2 B は、センサ基板 1 2 の検出面 1 2 A に形成された加

50

熱用抵抗線 12 a を覆うように加熱用抵抗線 12 a の上方に接触した状態で一定の厚さ T を有する絶縁層として形成される。絶縁領域 12 B は、接着剤 80 により形成される接着層を介して、測定管 11 の平坦面 11 c に接着されている。図 8 は、加熱用抵抗線 12 a の上方に絶縁領域 12 B を形成した例を示すが、温度検出用抵抗線 12 b , 12 c , 12 d , 12 e の上方にも絶縁領域 12 B が形成される。絶縁領域 12 B は、例えば、0.1 μm 以上かつ 10 μm 以下の範囲の厚さ T で形成される。

【0046】

接着剤 80 としては、例えば、エポキシ樹脂系接着剤、紫外線硬化性樹脂系接着剤、熱硬化性樹脂系接着剤、低融点ガラス等を用いることができる。接着剤 80 は、絶縁性を有する絶縁材料であるため、金属材料により形成される測定管 11 と加熱用抵抗線 12 a , 温度検出用抵抗線 12 b , 12 c , 12 d , 12 e との導通を妨げる機能を有する。

10

【0047】

ただし、接着剤 80 のみでは、センサ基板 12 と測定管 11 とを接合する際にこれらの間にかかる圧力等により各位置に形成される接着層（絶縁層）の厚さが均一とはならず、場所によっては接着層が形成されない可能性がある。そのため、測定管 11 と加熱用抵抗線 12 a , 温度検出用抵抗線 12 b , 12 c , 12 d , 12 e との導通を妨げる機能は、主として絶縁領域 12 B が担い、接着剤 80 は絶縁領域 12 B による絶縁性を更に高めるものである。

【0048】

図 6（図 3 の A - A 矢視断面図）に示すように、測定管 11 はセンサ基板 12 が接着される位置において、軸線 X に直交する平面による断面の上方側が略円形となっている。測定管 11 の外周面のうちセンサ基板 12 の検出面 12 A が対向して配置される面は、平坦な平坦面 11 c となっている。一方、図 7（図 5 B の B - B 矢視断面図）に示すように、測定管 11 はセンサ基板 12 が接着されない位置において、軸線 X に直交する平面による断面が円形となっている。

20

【0049】

図 5 A , 図 5 B , および図 6 に示すように、測定管 11 の平坦面 11 c はセンサ基板 12 の検出面 12 A と対向するように配置されている。絶縁領域 12 B は、軸線 X に沿って、測定管 11 の平坦面 11 c に接着剤 80（図 8 参照）により接着されている。絶縁領域 12 B は、配線パターン 60 f , 60 g , 60 h , 60 i , 60 j , 60 k , 60 l , 60 m の一部を露出させるように形成されている。

30

【0050】

図 5 B および図 5 C に示すように、センサ基板 12 の流入口 11 a 側の端部と平坦面 11 c の流入口 11 a 側の端部とが接着剤 81 により接合され、センサ基板 12 の流出口 11 b 側の端部と平坦面 11 c の流出口 11 b 側の端部とが接着剤 82 により接合されている。接着剤 81 および接着剤 82 としては、例えば、エポキシ樹脂系接着剤を用いることができる。

【0051】

平坦面 11 c の流入口 11 a 側の端部および平坦面 11 c の流出口 11 b 側の端部は、測定管 11 の外径が変化する場所であるため、測定管 11 に作用する応力が集中して亀裂が生じる可能性が高い箇所である。平坦面 11 c の流入口 11 a 側の端部を接着剤 81 で補強することで測定管 11 に亀裂が生じることを防止することができる。同様に、平坦面 11 c の流出口 11 b 側の端部を接着剤 82 で補強することで測定管 11 に亀裂が生じることを防止することができる。

40

【0052】

図 6 に示すように、センサ基板 12 の検出面 12 A から内部流路 10 c の内周面 10 d までの距離 D1（第 1 距離）は、測定管 11 の頂部 11 d から内部流路 10 c の内周面 10 d までの距離 D2（第 2 距離）よりも短くなっている。これは、センサ基板 12 の検出面 12 A から内部流路 10 c の内周面 10 d までの距離 D1 を距離 D2 よりも短くして、加熱用抵抗線 12 a から液体への熱伝導性を向上させるとともに温度検出用抵抗線 12 b

50

および温度検出用抵抗線 12 d による温度検出特性を向上させるためである。距離 D 1 は、0.2 mm 以下とするのが好ましく、例えば、0.1 mm である。

【0053】

流入側ボディ 16 は、図 3 に示すように、測定管 11 の流入口 11 a が挿入されるとともに断面視が円形の接続流路 16 a (第 1 接続流路) が内部に形成された部材である。流入側ボディ 16 の流出口 10 b 側の端部の外周面には、雄ねじ 16 b が形成されている。

【0054】

流出側ボディ 17 は、図 3 に示すように、測定管 11 の流出口 11 b が挿入されるとともに断面視が円形の接続流路 17 a (第 2 接続流路) が内部に形成された部材である。流出側ボディ 17 の流入口 10 a 側の端部の外周面には、雄ねじ 17 b が形成されている。流入側ボディ 16 および流出側ボディ 17 は、耐腐食性が高い樹脂材料 (例えば、PTFE: ポリテトラフルオロエチレン) により形成されている。

【0055】

ナット 15 は、流入側ボディ 16 に取り付けられる流入側ナット 15 a と流出側ボディ 17 に取り付けられる流出側ナット 15 b とからなる。図 3 に示すように、流入側ナット 15 a は、測定管 11 の外周面に沿って流入側ボディ 16 よりも流出口 11 b 側に挿入される円筒状の部材である。

【0056】

流入側ナット 15 a の流入口 10 a 側の端部の内周面には、雌ねじ 15 g が形成されている。また、流出側ナット 15 b は、測定管 11 の外周面に沿って流出側ボディ 17 よりも流入口 11 a 側に挿入される円筒状の部材である。流出側ナット 15 b の流出口 10 b 側の端部の内周面には、雌ねじ 15 h が形成されている。

【0057】

流入側ナット 15 a の雌ねじ 15 g と流入側ボディ 16 の雄ねじ 16 b が締結されることにより、流入側ナット 15 a が流入側ボディ 16 に取り付けられる。同様に、流出側ナット 15 b の雌ねじ 15 h と流出側ボディ 17 の雄ねじ 17 b が締結されることにより、流出側ナット 15 b が流出側ボディ 17 に取り付けられる。

【0058】

流入側ナット 15 a の流出口 10 b 側の端部には、流入口 10 a に向けて窪んだ凹所 15 e (第 1 凹所) が形成されている。図 3 に示すように、凹所 15 e には、接着剤 8 1 を含むセンサ基板 12 の流入口 11 a 側の端部が挿入されている。凹所 15 e には充填材 15 i が充填されている。充填材 15 i によって、センサ基板 12 の流入口 11 a 側の端部が流入側ナット 15 a に固定されている。

【0059】

流出側ナット 15 b の流入口 10 a 側の端部には、流出口 10 b に向けて窪んだ凹所 15 f (第 2 凹所) が形成されている。図 3 に示すように、凹所 15 f には、接着剤 8 2 を含むセンサ基板 12 の流出口 11 b 側の端部が挿入されている。また、凹所 15 f には充填材 15 j が充填されている。充填材 15 j によって、センサ基板 12 の流出口 11 b 側の端部が流出側ナット 15 b に固定されている。

【0060】

なお、以上においては充填材をナット 15 の凹所 15 e および凹所 15 f のみに充填するものとしたが、他の態様であってもよい。例えば、図 11 に示す変形例に係る熱式流量計 100 A のように、凹所 15 e および凹所 15 f を含むボトムケース 50 の内部空間 S1 の全体を埋めるように充填材 15 k を充填するようにしてもよい。この場合、センサ基板 12 の全体が充填材 15 k で固定されるとともに、充填材 15 k によって流入側ナット 15 a と流出側ナット 15 b とが固定される。

【0061】

図 3 に示すように、流入側フェルール 18 は、測定管 11 の外周面と流入側ボディ 16 の流出口 10 b 側の端部の内周面との間に挿入される円筒状に形成された樹脂製 (例えば、PTFE) の部材である。図 4 に示すように、流入側フェルール 18 の流入口 10 a 側

10

20

30

40

50

の端部には、流入口 10 a に向けて徐々に内周面と外周面との距離が短くなる先端部 18 a が形成されている。先端部 18 a は流入側ボディ 16 に挿入されると、流入側ボディ 16 の内部に形成された溝部 16 c に挿入される。

【0062】

流出側フェルール 19 は、測定管 11 の外周面と流出側ボディ 17 の流入口 10 a 側の端部の内周面との間に挿入される円筒状に形成された樹脂製（例えば、PTFE）の部材である。図 4 に示すように、流出側フェルール 19 の流出口 10 b 側の端部には、流出口 10 b に向けて徐々に内周面と外周面との距離が短くなる先端部 19 a が形成されている。先端部 19 a は流出側ボディ 17 に挿入されると、流出側ボディ 17 の内部に形成された溝部 17 c に挿入される。

10

【0063】

図 4 に示すように、流入側ボディ 16 の溝部 16 c と流出側ボディ 17 の溝部 17 c とは、溝の入口から底部に向けて徐々に溝幅が狭くなる形状となっている。溝部 16 c と先端部 18 a の軸線 X 方向の長さは同じであるが、先端部 18 a よりも溝部 16 c の方がより鋭利な形状となっている。そのため、溝部 16 c に先端部 18 a を隙間無く収容するためには、先端部 18 a を溝部 16 c の形状に合わせて変形させる必要がある。

【0064】

同様に、溝部 17 c と先端部 19 a の軸線 X 方向の長さは同じであるが、先端部 19 a よりも溝部 17 c の方がより鋭利な形状となっている。そのため、溝部 17 c に先端部 19 a を隙間無く収容するためには、先端部 19 a を溝部 17 c の形状に合わせて変形させる必要がある。

20

【0065】

本実施形態の熱式流量計 100 のセンサ部 10 は、流入側ボディ 16 の流出口 10 b 側の端部に測定管 11 の流入口 11 a と流入側フェルール 18 を挿入した状態で流入側ナット 15 a の雌ねじ 15 g を流入側ボディ 16 の雄ねじ 16 b に締結し、流出側ボディ 17 の流入口 10 a 側の端部に測定管 11 の流出口 11 b と流出側フェルール 19 を挿入した状態で流出側ナット 15 b の雌ねじ 15 h を流出側ボディ 17 の雄ねじ 17 b に締結することにより組み立てられる。

【0066】

流入側フェルール 18 の先端部 18 a は、流入側ナット 15 a の雌ねじ 15 g を流入側ボディ 16 の雄ねじ 16 b に締結するにつれて、流入側ボディ 16 の溝部 16 c に押し込まれる。先端部 18 a よりも溝部 16 c の方がより鋭利な形状となっているため、先端部 18 a は溝部 16 c に押し込まれるに連れて徐々に変形し、最終的には溝部 16 c に隙間無く収容されるように変形する。

30

【0067】

先端部 18 a が変形して測定管 11 の外周面と流入側ボディ 16 の内周面との間にシール領域を形成することにより、接続流路 16 a と内部流路 10 c との接続位置から流出する液体が外部へ漏れないように確実に遮断することができる。また、流入側フェルール 18 の先端部 18 a が接続流路 16 a と内部流路 10 c との接続位置の近傍に位置しているため、接続位置から流出して滞留してしまう液体の量（デッドボリューム）を少なくすることができる。

40

【0068】

流入側ナット 15 a の流入口 10 a 側の先端が流入側ボディ 16 の突起部 16 d と接触することにより、流入側ナット 15 a の雌ねじ 15 g と流入側ボディ 16 の雄ねじ 16 b との締結が完了する。突起部 16 d の位置を適切に配置することにより、溝部 16 c に押し込まれる先端部 18 a の変形量を適切に維持することができる。

【0069】

流出側フェルール 19 の先端部 19 a は、流出側ナット 15 b の雌ねじ 15 h を流出側ボディ 17 の雄ねじ 17 b に締結するにつれて、流出側ボディ 17 の溝部 17 c に押し込まれる。先端部 19 a よりも溝部 17 c の方がより鋭利な形状となっているため、先端部

50

19 a は溝部 17 c に押し込まれるに連れて徐々に変形し、最終的には溝部 17 c に隙間無く収容されるように変形する。

【0070】

先端部 19 a が変形して測定管 11 の外周面と流出側ボディ 17 の内周面との間にシール領域を形成することにより、接続流路 17 a (第2接続流路)と内部流路 10 c との接続位置から流出する液体が外部へ漏れないように確実に遮断することができる。また、流出側フェルール 19 の先端部 19 a が接続流路 17 a と内部流路 10 c との接続位置の近傍に位置しているため、接続位置から流出して滞留してしまう液体の量(デッドボリューム)を少なくすることができる。

【0071】

流出側ナット 15 b の流出口 10 b 側の先端が流出側ボディ 17 の突起部 17 d と接触することにより、流出側ナット 15 b の雌ねじ 15 h と流出側ボディ 17 の雄ねじ 17 b との締結が完了する。突起部 17 d の位置を適切に配置することにより、溝部 17 c に押し込まれる先端部 19 a の変形量を適切に維持することができる。

【0072】

図 5 A に示すように、測定管 11 の流入口 11 a からセンサ基板 12 の軸線 X 方向の加熱用抵抗線 12 a が配置される位置までの距離 L1 は、測定管 11 の流出口 11 b からセンサ基板 12 の軸線 X 方向の加熱用抵抗線 12 a が配置される位置までの距離 L2 よりも長くなっている。このようにしているのは、接続流路 16 a と測定管 11 の流入口 11 a の接続位置から加熱用抵抗線 12 a までの距離 L1 を長く確保するためである。距離 L1 を長く確保することにより、接続流路 16 a と測定管 11 の流入口 11 a で液体の流れに乱れが生じたとしても、センサ基板 12 の加熱用抵抗線 12 a が配置される位置に到達するまでに液体の流れを安定させることができる。

【0073】

次に、本実施形態の熱式流量計 100 の製造方法について説明する。図 12 は、熱式流量計 100 の製造方法を示すフローチャートである。

ステップ S101 において、センサ基板 12 の検出面 12 A に白金等の金属膜を蒸着させることにより、加熱用抵抗線 12 a と温度検出用抵抗線 12 b, 12 c, 12 d, 12 e とを形成する(抵抗体形成工程)。

【0074】

ステップ S102 において、検出面 12 A に、加熱用抵抗線 12 a および温度検出用抵抗線 12 b, 12 c, 12 d, 12 e を薄膜状の絶縁材料により被膜して絶縁領域 12 B を形成する(絶縁領域形成工程)。

【0075】

ステップ S103 において、センサ基板 12 の絶縁領域 12 B と測定管 11 の平坦面 11 c のいずれかあるいは双方に接着剤を塗布し、図 5 B に示すように、検出面 12 A と平坦面 11 c とが接着剤を介して接するように配置する(接着工程;接合工程)。

【0076】

ステップ S104 において、センサ基板 12 および測定管 11 を治具(図示略)に取り付けて接着剤を固化させる。例えば、接着剤として紫外線硬化性樹脂系接着剤を用いる場合には、紫外線を照射して接着剤を硬化させる(硬化工程)。接着剤が硬化することにより、センサ基板 12 が測定管 11 に固定された状態となる。

【0077】

ステップ S105 において、センサ基板 12 の流入口 11 a 側の端部と平坦面 11 c の流入口 11 a 側の端部とを接着剤 81 により接合し、センサ基板 12 の流出口 11 b 側の端部と平坦面 11 c の流出口 11 b 側の端部とを接着剤 82 により接合する(補強工程)。この工程により、測定管 11 の平坦面 11 c の流入口 11 a 側の端部と、測定管 11 の平坦面 11 c の流出口 11 b 側の端部とが補強される。

【0078】

ステップ S106 において、測定管 11 の流入口 11 a を、流入側ナット 15 a、流入

10

20

30

40

50

側フェルール 18、流入側ボディ 16 の順に挿入する。また、測定管 11 の流出口 11 b を、流出側ナット 15 b、流出側フェルール 19、流出側ボディ 17 の順に挿入する（挿入工程）。

【0079】

ステップ S107 において、流入側ナット 15 a の雌ねじ 15 g を流入側ボディ 16 の雄ねじ 16 b に挿入し、流入側ナット 15 a の流入口 10 a 側の端部が突起部 16 d に接触するまで締結させる。また、流出側ナット 15 b の雌ねじ 15 h を流出側ボディ 17 の雄ねじ 17 b に挿入し、流出側ナット 15 b の流出口 10 b 側の端部が突起部 17 d に接触するまで締結させる。この際、流入側フェルール 18 の先端部 18 a と流出側フェルール 19 の先端部 19 a とがそれぞれ変形してシール領域が形成される（シール工程）。

10

【0080】

ステップ S108 において、流入側ナット 15 a の流出口 10 b 側の端部に設けられた凹所 15 e に充填材 15 i を充填し、充填材 15 i を硬化させる。同様に、流出側ナット 15 b の流入口 10 a 側の端部に設けられた凹所 15 f に充填材 15 j を充填し、充填材 15 j を硬化させる（充填工程）。このようにして図 3 に示すセンサ部 10 が製造される。

【0081】

ステップ S109 において、センサ部 10 をボトムケース 50 に挿入し、ストッパー 70 をボトムケース 50 とセンサ部 10 との間に挿入する。これにより、センサ部 10 がボトムケース 50 に固定される。制御基板 20 と中継基板 30 をアップパーケース 40 に取り付ける。アップパーケース 40 をボトムケース 50 に取り付ける（取付工程）。また、センサ基板 12 の配線パターン 12 f ~ 12 m と、制御基板 20 の配線パターン（図示略）とを、フレキシブル基板 60 を介して電氣的に接続する。以上の工程により、本実施形態の熱式流量計 100 が製造される。

20

【0082】

以上説明した本実施形態の熱式流量計 100 が奏する作用および効果について説明する。

本実施形態の熱式流量計 100 によれば、液体を流通させる内部流路 10 c が形成された測定管 11 が金属製等のアルカリ性液体に対する耐腐食性を有する導電性の管体であるため、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めることができる。また、センサ基板 12 の検出面 12 A には、加熱用抵抗線 12 a および温度検出用抵抗線 12 b, 12 c, 12 d, 12 e を絶縁材料により被膜した絶縁領域 12 B が形成され、絶縁領域 12 B が測定管 11 に接着剤で接着されている。そのため、導電性を有する測定管 11 と、検出面 12 A に形成された加熱用抵抗線 12 a および温度検出用抵抗線 12 b, 12 c, 12 d, 12 e とが、薄膜状の絶縁材料により電氣的に遮断される。よって、抵抗体が検出面 12 A に形成されたセンサ基板 12 を用いて内部流路 10 c を流通する液体の流量を計測することができる。

30

【0083】

また、本実施形態の熱式流量計 100 によれば、測定管 11 の外周面に形成された平坦面 11 c と平坦状に形成された検出面 12 A 上の絶縁領域 12 B とが、接着剤 80 により接着される。平坦面同士が接着剤 80 により接着されるため、広い接触領域を確保して接着性を高めるとともに接着に必要な接着剤の量を低減することができる。

40

【0084】

本実施形態の熱式流量計 100 によれば、加熱用抵抗線 12 a および温度検出用抵抗線 12 b, 12 c, 12 d, 12 e とフレキシブル基板 60 とを電氣的に接続するための配線パターン 12 f, 12 g, 12 h, 12 i, 12 j, 12 k, 12 l, 12 m が絶縁領域 12 B から露出している。そのため、検出面 12 A に絶縁領域 12 B を形成した後に、フレキシブル基板 60 を容易に接合することができる。

【0085】

また、本実施形態の熱式流量計 100 によれば、センサ基板 12 の検出面 12 A から内

50

部流路 10 c の内周面 10 d までの距離 D 1 が、測定管 11 の頂部 11 d から内周面 10 d までの距離 D 2 よりも短い。そのため、これらの距離が等しい場合に比べ、加熱用抵抗線 12 a による内部流路 10 c 内の液体の加熱特性と温度検出用抵抗線 12 b , 12 c , 12 d , 12 e による液体の温度検出特性を高めることができる。

【0086】

また、本実施形態の熱式流量計 100 によれば、加熱による変形が少ないガラス製のセンサ基板 12 を用いるため、測定管 11 にセンサ基板 12 を接着する際または使用時に生じる撓みを抑制することができる。

【0087】

また、本実施形態の熱式流量計 100 によれば、測定管 11 をガラス状炭素で形成する場合、ガラス状炭素がアルカリ性液体に対する耐腐食性を有する部材であるため、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めることができる。また、ガラス状炭素の熱伝導率が金属材料の熱伝導率に比べて低く、測定管 11 の軸線 X 方向に伝達される熱量が少ないため、内部流路 10 c を流通する液体を加熱するのに必要な電力を低減することができる。

【0088】

また、本実施形態の熱式流量計 100 によれば、制御基板 20 から加熱用抵抗線 12 a へ出力される電圧信号の加熱期間を非加熱期間よりも短い期間に設定することにより、隣接する 2 つの加熱期間の間の非加熱期間を十分に確保し、温度検出用抵抗線 12 b により検出される液体の温度差を十分に確保することができる。

【0089】

また、本実施形態の熱式流量計 100 によれば、測定管 11 の流入口 11 a が流入側ボディ 16 に挿入されて流入側ボディ 16 の内部に形成された接続流路 16 a に接続される。同様に、測定管 11 の流出口 11 b が流出側ボディ 17 に挿入されて流出側ボディ 17 の内部に形成された接続流路 17 a に接続される。

【0090】

流入側ボディ 16 の外周面に形成された雄ねじ 16 b と流入側ナット 15 a の内周面に形成された雌ねじ 15 g とを締結させると、測定管 11 の外周面に挿入される円筒状の流入側フェルール 18 が変形してシール領域が形成される。同様に、流出側ボディ 17 の外周面に形成された雄ねじ 17 b と流出側ナット 15 b の内周面に形成された雌ねじ 15 h とを締結させると、測定管 11 の外周面に挿入される円筒状の流出側フェルール 19 が変形してシール領域が形成される。

【0091】

このように測定管 11 の流入口 11 a 側にシール領域が形成されることにより、測定管 11 の内部流路 10 c と流入側ボディ 16 の接続流路 16 a との接続位置における液体の流出が防止される。同様に、測定管 11 の流出口側にシール領域が形成されることにより、測定管 11 の内部流路 10 c と流出側ボディ 17 の接続流路 17 a との接続位置における液体の流出が防止される。

【0092】

また、本実施形態の熱式流量計 100 によれば、センサ基板 12 の流入口 11 a 側の端部が充填材 15 i によって流入側ナット 15 a に設けられる凹所 15 e に固定され、センサ基板 12 の流出口 11 b 側の端部が充填材 15 j によって流出側ナット 15 b に設けられる凹所 15 f に固定される。これにより、測定管 11 を流入側ナット 15 a および流出側ナット 15 b のそれぞれに固定するとともに、センサ基板 12 を測定管 11 に対して確実に固定することができる。

【0093】

〔第 2 実施形態〕

次に、本発明の第 2 実施形態の熱式流量計 100 について図面を用いて説明する。

第 2 実施形態は第 1 実施形態の変形例であり、以下で特に説明する場合を除き、第 1 実施形態と同様であるものとする。

【0094】

10

20

30

40

50

第1実施形態のセンサ部10が有する測定管11は、センサ基板12が接着される位置において、軸線Xに直交する平面による断面の上方側が略円形であり、センサ基板12の検出面12Aが対向して配置される面が平坦な平坦面11cとなっているものであった。それに対して、本実施形態のセンサ部10Aが有する測定管11Aは、センサ基板12が接着される位置において、長軸が検出面12Aに沿って延びる略楕円形となっている。

【0095】

図13Aに示すように、本実施形態の測定管11Aは、検出面12Aに直交する方向の内径および外径が、流入口11a側および流出口11b側で大きく、流入口11aと流出口11bの間の中央部分で小さい形状となっている。図13Bに示すように、測定管11Aは、軸線Xに直交する断面における形状が、長軸が検出面12Aに沿って延びる略楕円形となっている。

10

【0096】

本実施形態の測定管11Aは、検出面12Aの絶縁領域12Bと接触する部分に、検出面12Aに沿って平坦状に延びる平坦面11Acを有する。絶縁領域12Bは、接着剤(図示略)により平坦面11Acに接着されている。

【0097】

図13Cに示すように、本実施形態の測定管11Aは、検出面12Aの絶縁領域12Bと接触しない部分は、軸線Xを中心に延びる円筒形状となっている。測定管11Aは、アルカリ性液体に対する耐腐食性を有する金属製(例えば、SUS304, 316等のステンレス材料、ハステロイ(登録商標)等のニッケル合金)であり、例えば、軸線Xを中心に延びる円筒形状を部分的に変形させることにより、平坦面11Acを有する略楕円形状の部分が形成される。

20

【0098】

本実施形態によれば、金属製の円筒形状の配管を部分的に変形させるという比較的簡易な加工により、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めつつ絶縁領域12Bで絶縁性を確保し、抗体が検出面12Aに形成されたセンサ基板12を用いて流量を計測することが可能な測定管11Aおよびそれを備えた熱式流量計を提供することができる。

【0099】

なお、測定管11としては、アルカリ性液体に対する耐腐食性を有し、かつ導電性を有する導電性の管体としてもよい。このような管体としては、例えば、ガラス状炭素(グラッシーカーボン)製の管体を用いることができる。ガラス状炭素を用いる場合には、図13A, 図13B, 図13Cに示す形状となるように、測定管11を加工して製造する。

30

【0100】

〔第3実施形態〕

次に、本発明の第3実施形態の熱式流量計100について図面を用いて説明する。

第3実施形態は第1実施形態の変形例であり、以下で特に説明する場合を除き、第1実施形態と同様であるものとする。

【0101】

第1実施形態のセンサ部10が有する測定管11は、センサ基板12が接着される位置において、軸線Xに直交する平面による断面の上方側が略円形であり、センサ基板12の検出面12Aが対向して配置される面が平坦な平坦面11cとなっているものであった。それに対して、本実施形態のセンサ部10Bが有する測定管11Bは、センサ基板12が接着される位置において、軸線Xを中心に延びる円筒形状となっている。

40

【0102】

図14Aに示すように、本実施形態の測定管11Bは、検出面12Aに直交する方向の内径および外径が、流入口11a側および流出口11b側と、流入口11aと流出口11bの間の中央部分で同一となっている。図14Bに示すように、測定管11Aは、軸線Xに直交する断面における形状が、軸線Xを中心に延びる円筒形状となっている。絶縁領域12Bは、接着剤80Bにより測定管11Bの外周面に接着されている。図14Cに示すように、本実施形態の測定管11Bは、検出面12Aの絶縁領域12Bと接触しない部分

50

も、軸線 X を中心に延びる円筒形状となっている。

【 0 1 0 3 】

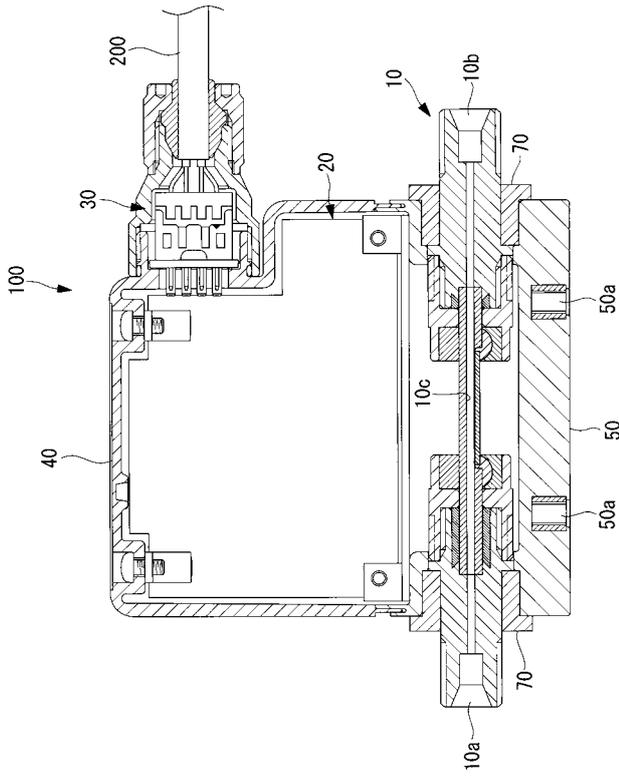
本実施形態によれば、金属製の円筒形状の配管を加工せずにそのまま利用して、アルカリ性液体に対する耐腐食性を高めつつ絶縁領域 1 2 B で絶縁性を確保し、抵抗体が検出面 1 2 A に形成されたセンサ基板 1 2 を用いて流量を計測することが可能な測定管 1 1 B およびそれを備えた熱式流量計を提供することができる。

【 符号の説明 】

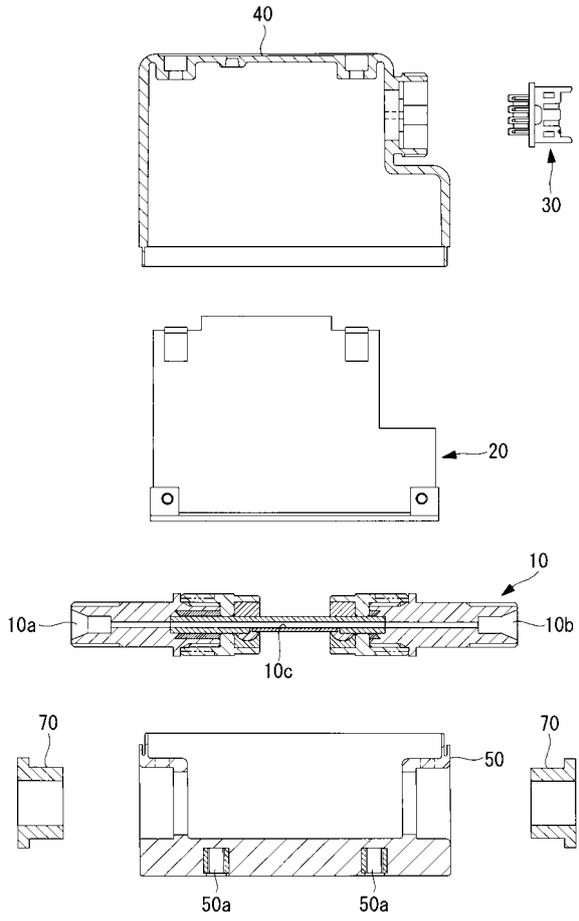
【 0 1 0 4 】

1 0 , 1 0 A , 1 0 B	センサ部	
1 0 a	流入口	10
1 0 b	流出口	
1 0 c	内部流路	
1 0 d	内周面	
1 1 , 1 1 A , 1 1 B	測定管	
1 1 A c	平坦面	
1 1 a	流入口	
1 1 b	流出口	
1 1 c	平坦面	
1 1 d	頂部	
1 2	センサ基板 (温度検出基板)	20
1 2 A	検出面	
1 2 B	絶縁領域	
1 2 a	加熱用抵抗線 (加熱用抵抗体)	
1 2 b , 1 2 c , 1 2 d , 1 2 e	温度検出用抵抗線 (温度検出用抵抗体)	
1 2 f , 1 2 g , 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j , 1 2 k , 1 2 l , 1 2 m	配線パターン	
1 5	ナット	
1 5 a	流入側ナット	
1 5 b	流出側ナット	
1 5 e , 1 5 f	凹所	
1 5 i , 1 5 j , 1 5 k	充填材	30
1 6	流入側ボディ	
1 7	流出側ボディ	
2 0	制御基板	
3 0	中継基板	
4 0	アッパーケース	
5 0	ボトムケース	
6 0	フレキシブル基板 (外部接続端子)	
6 0 f , 6 0 g , 6 0 h , 6 0 i , 6 0 j , 6 0 k , 6 0 l , 6 0 m	配線パターン	
8 0 , 8 0 B , 8 1 , 8 2	接着剤	
1 0 0 , 1 0 0 A	熱式流量計	40
F D	流通方向	
X	軸線	

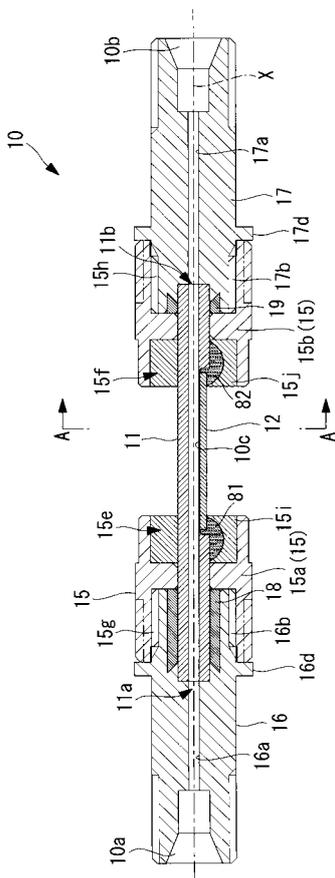
【図 1】



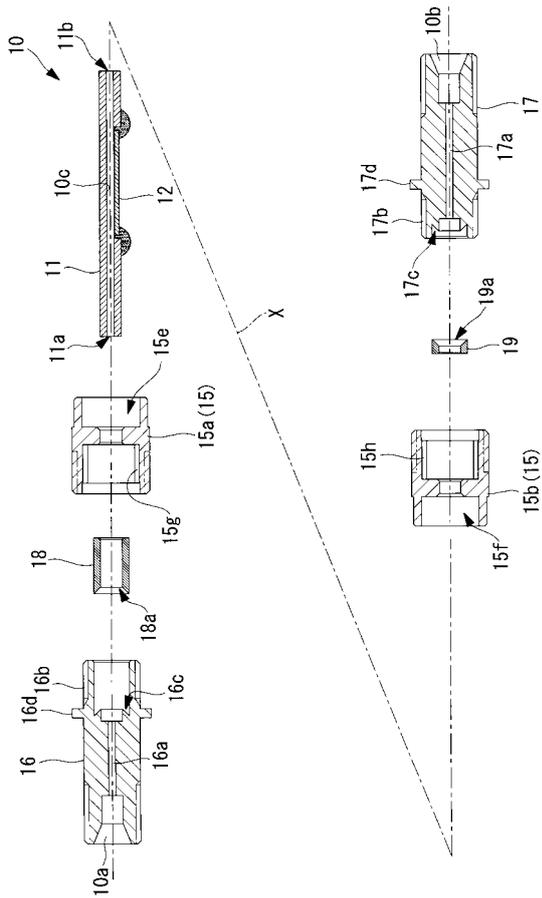
【図 2】



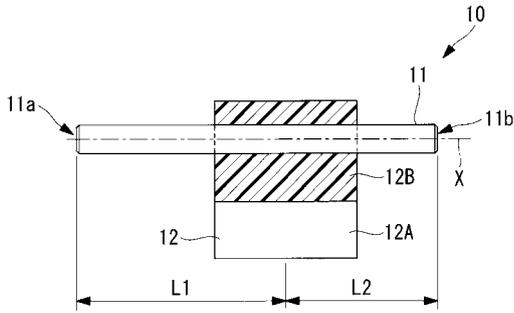
【図 3】



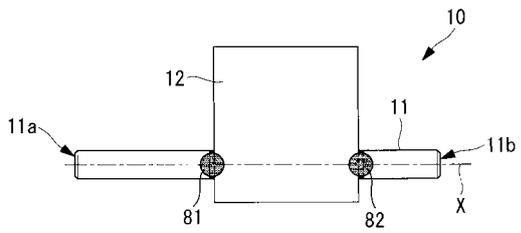
【図 4】



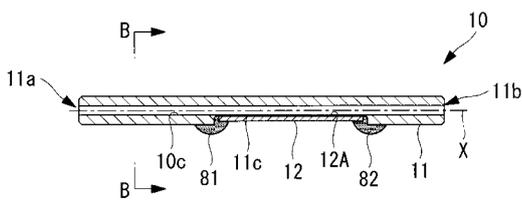
【 図 5 A 】



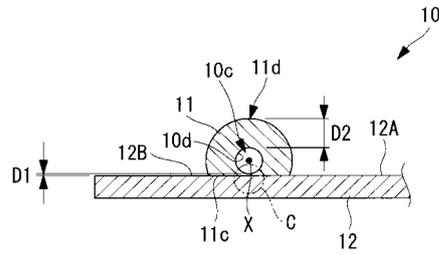
【 図 5 C 】



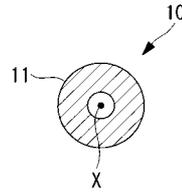
【 図 5 B 】



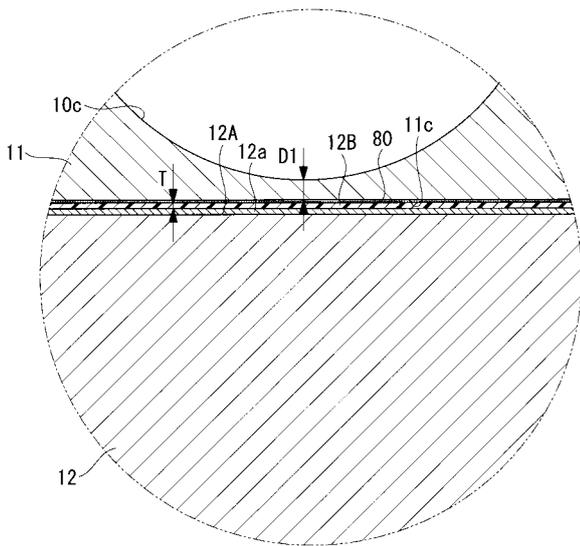
【 図 6 】



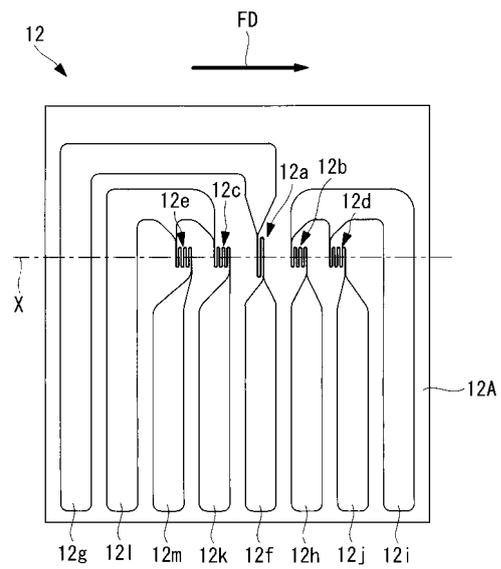
【 図 7 】



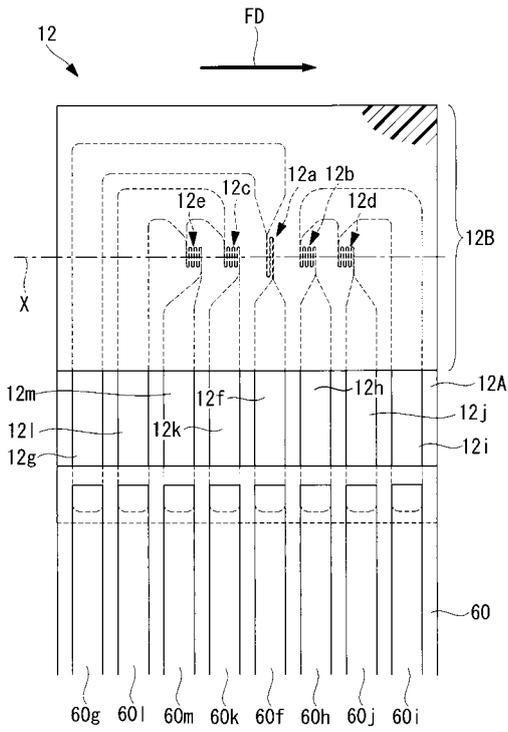
【 図 8 】



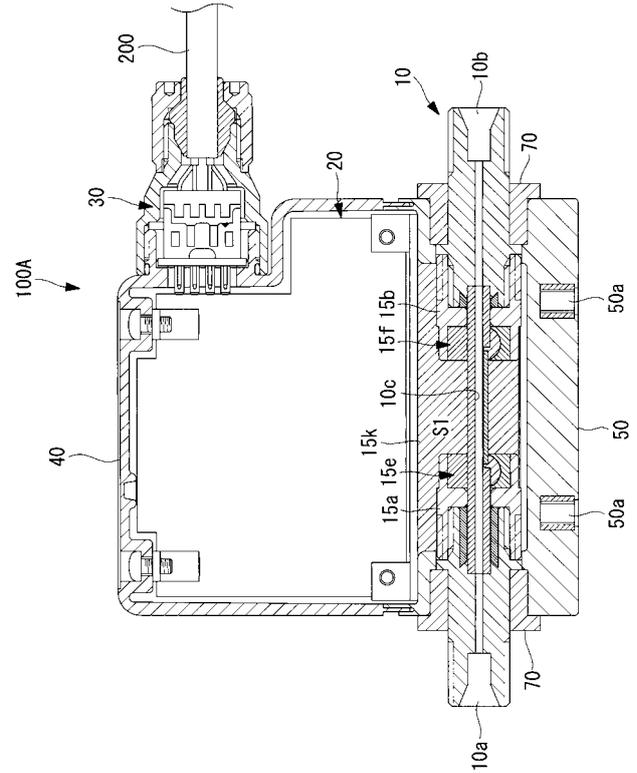
【 図 9 】



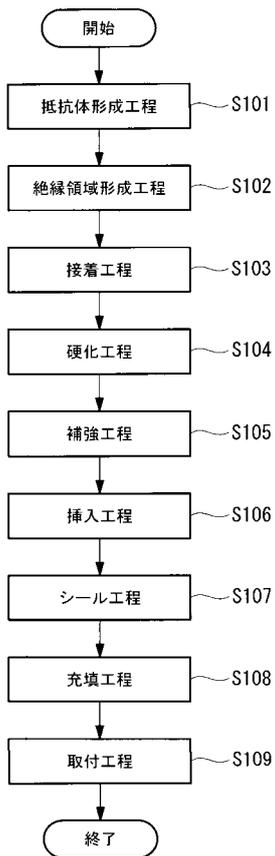
【図10】



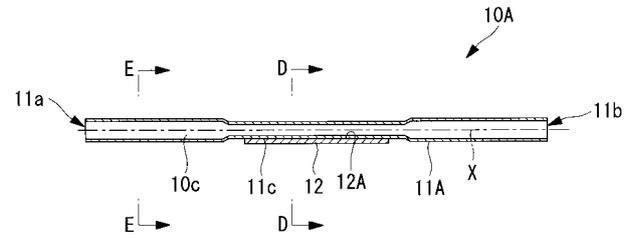
【図11】



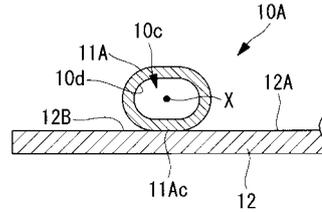
【図12】



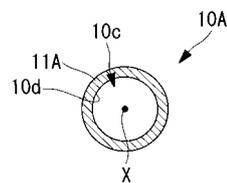
【図13A】



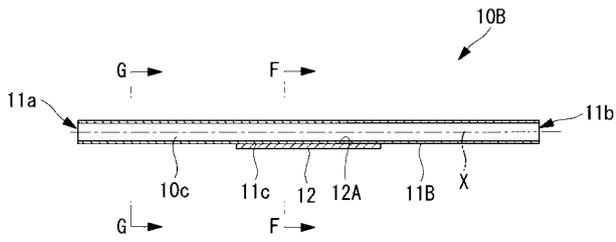
【図13B】



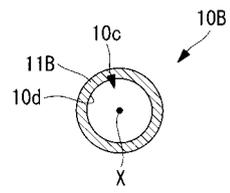
【図13C】



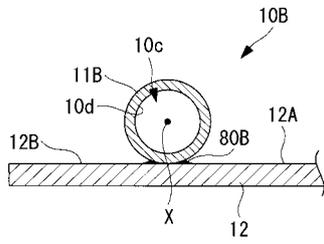
【 図 1 4 A 】



【 図 1 4 C 】



【 図 1 4 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 中嶋 幸次

埼玉県行田市下忍 2 2 0 3 サーパス工業株式会社内

Fターム(参考) 2F035 EA01 EA05 EA08 EA09