

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6603003号
(P6603003)

(45) 発行日 令和1年11月6日(2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日(2019.10.18)

(51) Int.Cl.
GO1F 1/684 (2006.01)

F I
GO1F 1/684 A

請求項の数 14 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2019-133276 (P2019-133276)	(73) 特許権者	509186579
(22) 出願日	令和1年7月19日(2019.7.19)		日立オートモティブシステムズ株式会社
(62) 分割の表示	特願2018-233990 (P2018-233990) の分割		茨城県ひたちなか市高場2520番地
原出願日	平成24年6月15日(2012.6.15)	(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(65) 公開番号	特開2019-174490 (P2019-174490A)	(72) 発明者	田代 忍
(43) 公開日	令和1年10月10日(2019.10.10)		茨城県ひたちなか市高場2477番地 株
審査請求日	令和1年7月19日(2019.7.19)		式会社日立カーエンジニアリング内
		(72) 発明者	半沢 恵二
			茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
			立オートモティブシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	徳安 昇
			茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
			立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱式流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体の物理量を測定する熱式の物理量検出部を備える熱式物理量測定装置において、
前記物理量検出部と前記物理量検出部と電気的に接続し第1樹脂で包含される処理部と
前記処理部に電気的に接続し一端側において前記第1樹脂から露出し他端側において前記
第1樹脂で覆われた接続端子と、を備える回路パッケージと、
一端側において第2樹脂から露出し他端側において前記接続端子の前記一端側で接続さ
れる外部接続端子と、を有し、
前記接続端子と前記外部接続端子との接続部は、前記第2樹脂により被覆され、前記接
続部は溶接によって接続され、
前記回路パッケージは前記外部接続端子と接続されない端子を有し、当該端子は前記第
2の樹脂により被覆されていることを特徴とする熱式物理量測定装置。

【請求項2】

流体の物理量を測定する熱式の物理量検出部を備える熱式物理量測定装置において、
前記物理量検出部と前記物理量検出部に電気的に接続された接続端子が一端側において
第1樹脂から露出するように前記接続端子を前記第1樹脂により一体的にモールド成形さ
れた回路パッケージと、
前記熱式物理量測定装置の一部を形成する第2樹脂に固定されるとともに、一端側にお
いて前記第二樹脂から露出し、他端側において前記接続端子の前記第1樹脂から露出した
部分に電気的に接続された外部接続端子と、を少なくとも備え、

前記回路パッケージの前記接続端子と前記外部接続端子とが電氣的に接続された接続部が前記第 2 樹脂で被覆され、かつ、溶接され、

前記回路パッケージは前記外部接続端子と接続されない端子を有し、前記端子は前記第 2 の樹脂により被覆されていることを特徴とする熱式物理量測定装置

【請求項 3】

流体の物理量を測定する熱式の物理量検出部を備える熱式物理量測定装置において、

前記物理量検出部と前記物理量検出部に電氣的に接続された接続端子が一端側において第 1 樹脂から露出するように前記接続端子を前記第 1 樹脂により一体的にモールド成形された回路パッケージと、

第 2 樹脂からなるコネクタ部に固定されるとともに、一端側において外部の端子に接続可能なように前記コネクタ部から露出し、他端側において、前記接続端子の前記第 1 樹脂から露出した部分に電氣的に接続された外部接続端子と、を少なくとも備え、

前記回路パッケージの前記接続端子と前記外部接続端子とが電氣的に接続された接続部が、前記コネクタ部とともに一体的に成形された前記第 2 樹脂で被覆され、前記接続部は溶接によって接続され、

前記回路パッケージは前記外部接続端子と接続されない端子を有し、当該端子は前記第 2 の樹脂により被覆されていることを特徴とする熱式物理量測定装置。

【請求項 4】

流体の物理量を測定する熱式の物理量検出部を備える熱式物理量測定装置において、

該熱式物理量測定装置は、前記物理量検出部と前記物理量検出部に電氣的に接続された接続端子が一端側において第 1 樹脂から露出するように前記接続端子とを前記第 1 樹脂により一体的にモールド成形された回路パッケージと、

第 2 樹脂からなるコネクタ部に固定されるとともに、一端側において外部の端子に接続可能なように前記コネクタ部から露出し、他端側において、前記接続端子の前記第 1 樹脂から露出した部分に電氣的に接続された外部接続端子と、を少なくとも備え、

前記回路パッケージの前記接続端子と前記外部接続端子とが電氣的に接続された接続部が、前記第 2 樹脂からなる樹脂被覆部で被覆され、前記接続部は溶接によって接続されており、

前記コネクタ部と前記樹脂被覆部とは、一体的に成形されていることを特徴とする熱式物理量測定装置

【請求項 5】

前記接続端子の前記第 1 樹脂から露出した部分全体が、前記接続部を被覆した前記第 2 樹脂で被覆されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の熱式物理量測定装置。

【請求項 6】

前記第 2 樹脂で被覆された前記接続端子の表面のうち、少なくとも前記第 1 樹脂で被覆された前記接続端子の表面に隣接する部分には、粗化处理がされていることを特徴とする請求項 5 に記載の熱式物理量測定装置。

【請求項 7】

前記回路パッケージを構成する第 1 樹脂に被覆された接続端子の表面のうち、少なくとも前記第 2 樹脂が被覆された前記接続端子の表面に隣接する部分には、粗化处理がされていることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の熱式物理量測定装置。

【請求項 8】

前記接続部を被覆した前記第 2 樹脂と前記回路パッケージの第 1 樹脂との境界部には、前記第 1 樹脂および前記第 2 樹脂により、溝部が形成されていることを特徴とする請求項 5 ~ 7 のいずれかに記載の熱式物理量測定装置。

【請求項 9】

前記熱式流量計は、前記副通路の一部を形成するとともに、前記回路パッケージを固定するように、前記接続部を被覆した前記第 2 樹脂とともに一体的にモールド成形されたハウジングを備えていることを特徴とする請求項 1 ~ 2 のいずれかに記載の熱式物理量測定

10

20

30

40

50

装置。

【請求項 1 0】

前記熱式流量計は、前記副通路の一部を形成するとともに、前記回路パッケージを固定するように、前記コネクタ部とともに、第 2 樹脂で一体的にモールド成形されたハウジングを備えていることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の熱式物理量測定装置。

【請求項 1 1】

前記ハウジングは、前記回路パッケージの前記接続端子を含む部分を収納する回路室を形成するための回路室形成壁が形成されており、

前記接続部を被覆した第 2 樹脂は、前記回路室形成壁の一部を構成していることを特徴とする請求項 9 または 1 0 に記載の熱式物理量測定装置。

10

【請求項 1 2】

前記接続端子は、銅合金からなる母材と、該母材の表面に被覆された銅またはニッケルからなる下地めっき層と、該下地めっき層の表面に被覆された錫からなる表層めっき層とからなることを特徴とする請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の熱式物理量測定装置。

【請求項 1 3】

前記外部接続端子は、リン青銅合金からなる母材と、該母材の表面に被覆された銅からなる下地めっき層と、該下地めっき層の表面に被覆された錫からなる表層めっき層とからなることを特徴とする請求項 1 ~ 1 2 のいずれかに記載の熱式物理量測定装置。

【請求項 1 4】

前記接続部はスポット溶接あるいはレーザ溶接によって電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 3 のいずれかに記載の熱式物理量測定装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は熱式流量計に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

気体の流量を計測する熱式流量計は流量を計測するための流量検出部を備え、前記流量検出部と計測対象である前記気体との間で熱伝達を行うことにより、前記気体の流量を計測するように構成されている。熱式流量計が計測する流量は色々な装置の重要な制御パラメータとして広く使用されている。熱式流量計の特徴は、他の方式の流量計に比べ相対的に高い精度で気体の流量、例えば質量流量を計測できることである。

30

【0 0 0 3】

しかしさらに気体流量の計測精度の向上が望まれている。例えば、内燃機関を搭載した車両では、省燃費の要望や排気ガス浄化の要望が非常に高い。これら要望に応えるには、内燃機関の主要パラメータである吸入空気量を高い精度で計測することが求められている。内燃機関に導かれる吸入空気量を計測する熱式流量計は、吸入空気量の一部を取り込む副通路と前記副通路に配置された流量検出部とを備え、前記流量検出部が被計測気体との間で熱伝達を行うことにより、前記副通路を流れる被計測気体の状態を計測して、前記内燃機関に導かれる吸入空気量を表す電気信号を出力する。このような技術は、例えば特開 2 0 1 1 - 2 5 2 7 9 6 号公報（特許文献 1）に開示されている。

40

【0 0 0 4】

また、このような熱式流量計の一例として、たとえば、特開平 6 - 2 6 5 3 8 4 号公報（特許文献 2）には、流量検出素子を搭載した基板を、熱可塑性樹脂からなる筐体で一体モールド成形した熱式流量計が提案されている。ここでは、コネクタ（外部接続部）の外部端子と基板の電極取り出し部をワイヤにより接続した後、これらを成形型内に配置し、外部端子の両側が露出するようにその中央を樹脂により固定するとともに、筐体内の内部空間に基板が収容されるように、モールド成形される。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 2 5 2 7 9 6 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 2 6 5 3 8 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 に示す熱式流量計では、ワイヤーボンディングにより基板と外部端子を電氣的に接続しているが、この接続部は筐体の内部空間において露出している。たとえ、筐体内部は、直接的には被計測気体に晒されないものの、筐体そのものは、吸気管内に配置されるため、筐体内部に腐食性ガスや水分が入り込むおそれがあり、外部端子に電氣的に接続された接続部が腐食するおそれがあった。

10

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、熱式流量計内において、外部端子と電氣的に接続された接続部の信頼性を高めた構造を有する熱式流量計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

前記課題を解決すべく、本発明に係る熱式流量計は、一例として、主通路から取り込まれた被計測気体を流すための副通路と、該副通路を流れる被計測気体の流量を計測するための流量検出部を備える熱式流量計であって、該熱式流量計は、前記流量検出部と、前記流量検出部に電氣的に接続され、第 1 樹脂で包含される処理部と、前記処理部に電氣的に接続され、一端側において前記第 1 樹脂から露出し、他端側において前記第 1 樹脂で覆われた接続端子と、を備える回路パッケージと、一端側において第 2 樹脂から露出し、他端側において前記接続端子の前記一端側で接続される外部接続端子と、を有し、前記接続端子と前記外部接続端子との接続部は、前記第 2 樹脂により被覆されており、当該接続部は溶接によって接続されていることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、熱式流量計内において、端子同士が電氣的に接続された接続部の信頼性を高めた構造を有する熱式流量計を得ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】内燃機関制御システムに本発明に係る熱式流量計を使用した一実施例を示すシステム図である。

【図 2】熱式流量計の外観を示す図であり、図 2 (A) は左側面図、図 2 (B) は正面図である。

【図 3】熱式流量計の外観を示す図であり、図 3 (A) は右側面図、図 3 (B) は背面図である。

【図 4】熱式流量計の外観を示す図であり、図 4 (A) は平面図、図 4 (B) は下面図である。

40

【図 5】熱式流量計のハウジングを示す図であり、図 5 (A) はハウジングの左側面図であり、図 5 (B) はハウジングの正面図である。

【図 6】熱式流量計のハウジングを示す図であり、図 6 (A) はハウジングの右側面図であり、図 6 (B) はハウジングの背面図である。

【図 7】副通路に配置された流路面の状態を示す部分拡大図である。

【図 8】表カバーの外観を示す図であり、図 8 (A) は左側面図、図 8 (B) は正面図、図 8 (C) は平面図である。

【図 9】裏カバーの外観を示す図であり、図 9 (A) は左側面図、図 9 (B) は正面図、図 9 (C) は平面図である。

【図 1 0】図 5 および図 6 に示すハウジング 3 0 2 内に形成された端子接続部まわりの拡

50

大図である。

【図 1 1】表裏カバーを配置した状態における、図 1 0 に示す D - D 線に沿った模式的矢視断面図である。

【図 1 2】図 1 1 に示す形態のさらなる他の実施例を示した模式的断面図である。

【図 1 3】図 1 2 に示す形態のさらなる他の実施例を示した模式的断面図である。

【図 1 4】回路パッケージの外観図であり、図 1 4 (A) は左側面図、図 1 4 (B) は正面図、図 1 4 (C) は背面図である。

【図 1 5】ダイヤフラムおよびダイヤフラム内部の空隙と開口とを繋ぐ連通路を説明する、説明図である。

【図 1 6】第 1 樹脂モールド工程後の回路パッケージの状態を示す図である。

【図 1 7】熱式流量計の製造工程の概要を示す図であり、回路パッケージの生産工程を示す図である。

【図 1 8】熱式流量計の製造工程の概要を示す図であり、熱式流量計の生産工程を示す図である。

【図 1 9】熱式流量計の流量検出回路を示す回路図である。

【図 2 0】流量検出回路の流量検出部を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下に説明する、発明を実施するための形態（以下実施例と記す）は、実際の製品として要望されている色々な課題を解決しており、特に車両の吸入空気量を計測する計測装置として使用するために望ましい色々な課題を解決し、色々な効果を奏している。下記実施例が解決している色々な課題の内の一つが、上述した発明が解決しようとする課題の欄に記載した内容であり、また下記実施例が奏する色々な効果の内の一つが、発明の効果の欄に記載された効果である。下記実施例が解決している色々な課題について、さらに下記実施例により奏される色々な効果について、下記実施例の説明の中で、述べる。従って下記実施例の中で述べる、実施例が解決している課題や効果は、発明が解決しようとする課題の欄や発明の効果の欄の内容以外の内容についても記載されている。

【 0 0 1 2 】

以下の実施例で、同一の参照符号は、図番が異なっても同一の構成を示しており、同じ作用効果を成す。既に説明済みの構成について、図に参照符号のみを付し、説明を省略する場合がある。

【 0 0 1 3 】

1. 内燃機関制御システムに本発明に係る熱式流量計を使用した一実施例

図 1 は、電子燃料噴射方式の内燃機関制御システムに、本発明に係る熱式流量計を使用した一実施例を示す、システム図である。エンジンシリンダ 1 1 2 とエンジンピストン 1 1 4 を備える内燃機関 1 1 0 の動作に基づき、吸入空気が被計測気体 3 0 としてエアクリーナ 1 2 2 から吸入され、主通路 1 2 4 である例えば吸気ボディ、スロットルボディ 1 2 6、吸気マニホールド 1 2 8 を介してエンジンシリンダ 1 1 2 の燃焼室に導かれる。前記燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体 3 0 の流量は本発明に係る熱式流量計 3 0 0 で計測され、計測された流量に基づいて燃料噴射弁 1 5 2 より燃料が供給され、吸入空気である被計測気体 3 0 と共に混合気の状態で燃焼室に導かれる。なお、本実施例では、燃料噴射弁 1 5 2 は内燃機関の吸気ポートに設けられ、吸気ポートに噴射された燃料が吸入空気である被計測気体 3 0 と共に混合気を成形し、吸気弁 1 1 6 を介して燃焼室に導かれ、燃焼して機械エネルギーを発生する。

【 0 0 1 4 】

近年、多くの車では排気浄化や燃費向上に優れた方式として、内燃機関のシリンダヘッドに燃料噴射弁 1 5 2 を取り付け、燃料噴射弁 1 5 2 から各燃焼室に燃料を直接噴射する方式が採用されている。熱式流量計 3 0 0 は、図 1 に示す内燃機関の吸気ポートに燃料を噴射する方式だけでなく、各燃焼室に燃料を直接噴射する方式にも同様に使用できる。両方式とも熱式流量計 3 0 0 の使用方法を含めた制御パラメータの計測方法および燃料供給

10

20

30

40

50

量や点火時期を含めた内燃機関の制御方法の基本概念は略同じであり、両方式の代表例として吸気ポートに燃料を噴射する方式を図1に示す。

【0015】

燃焼室に導かれた燃料および空気は、燃料と空気の混合状態を成しており、点火プラグ154の火花着火により、爆発的に燃焼し、機械エネルギーを発生する。燃焼後の気体は排気弁118から排気管に導かれ、排気24として排気管から車外に排出される。前記燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体30の流量は、アクセルペダルの操作に基づいてその開度が変化するスロットルバルブ132により制御される。前記燃焼室に導かれる吸入空気の流量に基づいて燃料供給量が制御され、運転者はスロットルバルブ132の開度を制御して前記燃焼室に導かれる吸入空気の流量を制御することにより、内燃機関が発生する機械エネルギーを制御することができる。

10

【0016】

1.1 内燃機関制御システムの制御の概要

エアクリーナ122から取り込まれ主通路124を流れる吸入空気である被計測気体30の流量および温度が、熱式流量計300により計測され、熱式流量計300から吸入空気の流量および温度を表す電気信号が制御装置200に入力される。また、スロットルバルブ132の開度を計測するスロットル角度センサ144の出力が制御装置200に入力され、さらに内燃機関のエンジンピストン114や吸気弁116や排気弁118の位置や状態、さらに内燃機関の回転速度を計測するために、回転角度センサ146の出力が、制御装置200に入力される。排気24の状態から燃料量と空気量との混合比の状態を計測するために、酸素センサ148の出力が制御装置200に入力される。

20

【0017】

制御装置200は、熱式流量計300の出力である吸入空気の流量、および回転角度センサ146の出力に基づき計測された内燃機関の回転速度、に基づいて燃料噴射量や点火時期を演算する。これら演算結果に基づいて、燃料噴射弁152から供給される燃料量、また点火プラグ154により点火される点火時期が制御される。燃料供給量や点火時期は、実際にはさらに熱式流量計300で計測される吸気温度やスロットル角度の変化状態、エンジン回転速度の変化状態、酸素センサ148で計測された空燃比の状態に基づいて、きめ細かく制御されている。制御装置200はさらに内燃機関のアイドル運転状態において、スロットルバルブ132をバイパスする空気量をアイドルエアコントロールバルブ156により制御し、アイドル運転状態での内燃機関の回転速度を制御する。

30

【0018】

1.2 熱式流量計の計測精度向上の重要性和熱式流量計の搭載環境

内燃機関の主要な制御量である燃料供給量や点火時期はいずれも熱式流量計300の出力を主パラメータとして演算される。従って熱式流量計300の計測精度の向上や経時変化の抑制、信頼性の向上が、車両の制御精度の向上や信頼性の確保に関して重要である。特に近年、車両の省燃費に関する要望が非常に高く、また排気ガス浄化に関する要望が非常に高い。これらの要望に応えるには熱式流量計300により計測される吸入空気である被計測気体30の流量の計測精度の向上が極めて重要である。また熱式流量計300が高い信頼性を維持していることも大切である。

40

【0019】

熱式流量計300が搭載される車両は温度変化の大きい環境で使用され、また風雨や雪の中で使用される。雪道を車が走行する場合には、凍結防止剤が散布された道路を走行することとなる。熱式流量計300は、その使用環境における温度変化への対応や、塵埃や汚染物質などへの対応も、考慮されていることが望ましい。さらに熱式流量計300は内燃機関の振動を受ける環境に設置される。振動に対しても高い信頼性の維持が求められる。

【0020】

また熱式流量計300は内燃機関からの発熱の影響を受ける吸気管に装着される。このため内燃機関の発熱が主通路124である吸気管を介して、熱式流量計300に伝わる。

50

熱式流量計 300 は、被計測気体と熱伝達を行うことにより被計測気体の流量を計測するので、外部からの熱の影響をできるだけ抑制することが重要である。

【0021】

車に搭載される熱式流量計 300 は、以下で説明するように、単に発明が解決しようとする課題の欄に記載された課題を解決し、発明の効果の欄に記載された効果を奏するのみでなく、以下で説明するように、上述した色々な課題を十分に考慮し、製品として求められている色々な課題を解決し、色々な効果を奏している。熱式流量計 300 が解決する具体的な課題や奏する具体的な効果は、以下の実施例の記載の中で説明する。

【0022】

2. 熱式流量計 300 の構成

10

2.1 熱式流量計 300 の外観構造

図 2 および図 3、図 4 は、熱式流量計 300 の外観を示す図であり、図 2 (A) は熱式流量計 300 の左側面図、図 2 (B) は正面図、図 3 (A) は右側面図、図 3 (B) は背面図、図 4 (A) は平面図、図 4 (B) は下面図である。熱式流量計 300 はハウジング 302 と表カバー 303 と裏カバー 304 とを備えている。ハウジング 302 は、熱式流量計 300 を主通路 124 である吸気ボディに固定するためのフランジ 312 と、外部機器との電氣的な接続を行うための外部端子 306 を有する外部接続部 305 と、流量等を計測するための計測部 310 を備えている。計測部 310 の内部には、副通路を作るための副通路溝が設けられており、さらに計測部 310 の内部には、主通路 124 を流れる被計測気体 30 の流量を計測するための流量検出部 602 (図 19 参照) や主通路 124 を流れる被計測気体 30 の温度を計測するための温度検出部 452 を備える回路パッケージ 400 が設けられている。

20

【0023】

2.2 熱式流量計 300 の外観構造に基づく効果

熱式流量計 300 の入口 350 が、フランジ 312 から主通路 124 の中心方向に向かって延びる計測部 310 の先端側に設けられているので、主通路 124 の内壁面近傍ではなく、内壁面から離れた中央部に近い部分の気体を副通路に取り込むことができる。このため熱式流量計 300 は主通路 124 の内壁面から離れた部分の気体の流量や温度を測定することができ、熱などの影響による計測精度の低下を抑制できる。主通路 124 の内壁面近傍では、主通路 124 の温度の影響を受け易く、気体の本来の温度に対して被計測気体 30 の温度が異なる状態となり、主通路 124 内の主気体の平均的な状態と異なることになる。特に主通路 124 がエンジンの吸気ボディである場合は、エンジンからの熱の影響を受け、高温に維持されていることが多い。このため主通路 124 の内壁面近傍の気体は、主通路 124 の本来の気温に対して高いことが多く、計測精度を低下させる要因となる。

30

【0024】

主通路 124 の内壁面近傍では流体抵抗が大きく、主通路 124 の平均的な流速に比べ、流速が低くなる。このため主通路 124 の内壁面近傍の気体を被計測気体 30 として副通路に取り込むと、主通路 124 の平均的な流速に対する流速の低下が計測誤差につながる恐れがある。図 2 乃至図 4 に示す熱式流量計 300 では、フランジ 312 から主通路 124 の中央に向かって延びる薄くて長い計測部 310 の先端部に入口 350 が設けられているので、内壁面近傍の流速低下に関係する計測誤差を低減できる。また、図 2 乃至図 4 に示す熱式流量計 300 では、フランジ 312 から主通路 124 の中央に向かって延びる計測部 310 の先端部に入口 350 が設けられているだけでなく、副通路の出口も計測部 310 の先端部に設けられているので、さらに計測誤差を低減することができる。

40

【0025】

熱式流量計 300 の計測部 310 はフランジ 312 から主通路 124 の中心方向に向かって長く延びる形状を成し、その先端部には吸入空気などの被計測気体 30 の一部を副通路に取り込むための入口 350 と副通路から被計測気体 30 を主通路 124 に戻すための出口 352 が設けられている。計測部 310 は主通路 124 の外壁から中央に向かう軸に

50

沿って長く延びる形状を成しているが、幅は、図2(A)および図3(A)に記載の如く、狭い形状を成している。即ち熱式流量計300の計測部310は、側面の幅が薄く正面が略長方形の形状を成している。これにより、熱式流量計300は十分な長さの副通路を備えることができ、被計測気体30に対しては流体抵抗を小さい値に抑えることができる。このため、熱式流量計300は、流体抵抗を小さい値に抑えられると共に高い精度で被計測気体30の流量を計測することが可能である。

【0026】

2.3 温度検出部452の構造

計測部310の先端側に設けられた副通路よりもフランジ312側の方に位置して、図2および図3に示すように、被計測気体30の流れの上流側に向かって開口する入口343が成形されており、入口343の内部には被計測気体30の温度を計測するための温度検出部452が配置されている。入口343が設けられている計測部310の中央部では、ハウジング302を構成する計測部310内の上流側外壁が下流側に向かって窪んでおり、前記窪み形状の上流側外壁から温度検出部452が上流側に向かって突出する形状を成している。また前記窪み形状の外壁の両側部には表カバー303と裏カバー304が設けられており、前記表カバー303と裏カバー304の上流側端部が、前記窪み形状の外壁より上流側に向かって突出した形状を成している。このため前記窪み形状の外壁とその両側の表カバー303と裏カバー304とにより、被計測気体30を取り込むための入口343が成形される。入口343から取り込まれた被計測気体30は入口343の内部に設けられた温度検出部452に接触することで、温度検出部452によって温度が計測される。さらに窪み形状を成すハウジング302の外壁から上流側に突出した温度検出部452を支える部分に沿って被計測気体30が流れ、表カバー303と裏カバー304に設けられた表側出口344および裏側出口345が主通路124に排出される。

【0027】

2.4 温度検出部452に係る効果

被計測気体30の流れに沿う方向の上流側から入口343に流入する気体の温度が温度検出部452により計測され、さらにその気体が温度検出部452を支える部分である温度検出部452の根元部分に向かって流れることにより、温度検出部452を支える部分の温度を被計測気体30の温度に近づく方向に冷却する作用を為す。主通路124である吸気管の温度が通常高くなり、フランジ312あるいは熱絶縁部315から計測部310内の上流側外壁を通して、温度検出部452を支える部分に熱が伝わり、温度の計測精度に影響を与える恐れがある。上述のように、被計測気体30が温度検出部452により計測された後、温度検出部452の支える部分に沿って流れることにより、前記支える部分が冷却される。従ってフランジ312あるいは熱絶縁部315から計測部310内の上流側外壁を通して温度検出部452を支える部分に熱が伝わるのを抑制できる。

【0028】

特に、温度検出部452の支え部分では、計測部310内の上流側外壁が下流側に向かって凹む形状(図5および図6を用いて以下で説明する)を成しているため、計測部310内の上流側外壁と温度検出部452との間の距離を長くできる。熱伝導距離が長くなるとともに、被計測気体30による冷却部分の距離が長くなる。従ってフランジ312あるいは熱絶縁部315からもたらされる熱の影響を低減できる。これらのことから計測精度が向上する。上記上流側外壁が下流側に向かって凹む形状(図5および図6を用いて以下で説明する)を成しているため、以下で説明する回路パッケージ400(図5と図6参照)の固定が容易となる。

【0029】

2.5 計測部310の上流側側面と下流側側面の構造と効果

熱式流量計300を構成する計測部310の上流側側面と下流側側面にそれぞれ上流側突起317と下流側突起318とが設けられている。上流側突起317と下流側突起318は根元に対して先端に行くに従い細くなる形状を成しており、主通路124内を流れる吸入空気である被計測気体30の流体抵抗を低減できる。熱絶縁部315と入口343と

の間に上流側突起 3 1 7 が設けられている。上流側突起 3 1 7 は断面積が大きく、フランジ 3 1 2 あるいは熱絶縁部 3 1 5 からの熱伝導が大きい。入口 3 4 3 の手前で上流側突起 3 1 7 が途切れており、さらに上流側突起 3 1 7 の温度検出部 4 5 2 側から温度検出部 4 5 2 への距離が、後述するようにハウジング 3 0 2 の上流側外壁の窪みにより、長くなる形状を成している。このため温度検出部 4 5 2 の支え部分への熱絶縁部 3 1 5 からの熱伝導が抑制される。

【 0 0 3 0 】

またフランジ 3 1 2 あるいは熱絶縁部 3 1 5 と温度検出部 4 5 2 との間には空隙が作られている。このためフランジ 3 1 2 あるいは熱絶縁部 3 1 5 と温度検出部 4 5 2 との間が長くなっており、この長い部分に表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 が設けられ、この部分が冷却面として作用している。従って主通路 1 2 4 の壁面の温度が温度検出部 4 5 2 に及ぼす影響を低減できる。またフランジ 3 1 2 あるいは熱絶縁部 3 1 5 と温度検出部 4 5 2 との間が長くなることにより、副通路に導く被計測気体 3 0 の取り込み部分を主通路 1 2 4 の中央に近づけることができる。主通路 1 2 4 壁面からの伝熱による計測精度の低下を抑制できる。

【 0 0 3 1 】

図 2 (B) や図 3 (B) に示すように、主通路 1 2 4 内に挿入される計測部 3 1 0 は、その両側面が大変狭く、さらに下流側突起 3 1 8 や上流側突起 3 1 7 が空気抵抗を低減する根元に対して先端が狭い形状を成している。このため、熱式流量計 3 0 0 を主通路 1 2 4 に挿入したことによる流体抵抗の増大を抑制できる。また下流側突起 3 1 8 や上流側突起 3 1 7 が設けられている部分では、表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 の両側部より、上流側突起 3 1 7 や下流側突起 3 1 8 が両サイドに突出する形状をしている。上流側突起 3 1 7 や下流側突起 3 1 8 は樹脂モールドで作られるので、空気抵抗の少ない形状に成形し易く、一方表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 は広い冷却面を備える形状を成している。このため熱式流量計 3 0 0 は、空気抵抗が低減され、さらに主通路 1 2 4 を流れる被計測空気により冷却されやすい効果を有している。

【 0 0 3 2 】

2.6 フランジ 3 1 2 の構造と効果

フランジ 3 1 2 には、その下面である主通路 1 2 4 と対向する部分に、窪み 3 1 4 が複数個設けられており、主通路 1 2 4 との間の熱伝達面を低減し、熱式流量計 3 0 0 が熱の影響を受け難くしている。フランジ 3 1 2 のねじ孔 3 1 3 は熱式流量計 3 0 0 を主通路 1 2 4 に固定するためのもので、これらのねじ孔 3 1 3 の周囲の主通路 1 2 4 に対向する面が主通路 1 2 4 から遠ざけられるように、各ねじ孔 3 1 3 の周囲の主通路 1 2 4 に対向する面と主通路 1 2 4 との間に空間が形成されている。このようにすることで、熱式流量計 3 0 0 に対する主通路 1 2 4 からの熱伝達を低減し、熱による測定精度の低下を防止できる構造をしている。さらにまた前記窪み 3 1 4 は、熱伝導の低減効果だけでなく、ハウジング 3 0 2 の成形時にフランジ 3 1 2 を構成する樹脂の収縮の影響を低減する作用をしている。

【 0 0 3 3 】

フランジ 3 1 2 の計測部 3 1 0 側に熱絶縁部 3 1 5 が設けられている。熱式流量計 3 0 0 の計測部 3 1 0 は、主通路 1 2 4 に設けられた取り付け孔から内部に挿入され、熱絶縁部 3 1 5 は主通路 1 2 4 の前記取り付け孔の内面に対向する。主通路 1 2 4 は例えば吸気ボディであり、主通路 1 2 4 が高温に維持されていることが多い。逆に寒冷地での始動時には、主通路 1 2 4 が極めて低い温度であることが考えられる。このような主通路 1 2 4 の高温あるいは低温の状態が温度検出部 4 5 2 や後述する流量計測に影響を及ぼすと、計測精度が低下する。このため主通路 1 2 4 の孔内面と近接する熱絶縁部 3 1 5 には、窪み 3 1 6 が複数個並べて設けられており、隣接する窪み 3 1 6 間の前記孔内面と近接する熱絶縁部 3 1 5 の幅は極めて薄く、窪み 3 1 6 の流体の流れ方向の幅の 3 分の 1 以下である。これにより温度の影響を低減できる。また熱絶縁部 3 1 5 の部分は樹脂が厚くなる。ハウジング 3 0 2 の樹脂モールド時に、樹脂が高温状態から低温に冷えて硬化する際に体積

10

20

30

40

50

収縮が生じ、応力の発生による歪が生じる。熱絶縁部 3 1 5 に窪み 3 1 6 を成形することで体積収縮をより均一化でき、応力集中を低減できる。

【 0 0 3 4 】

熱式流量計 3 0 0 の計測部 3 1 0 は、主通路 1 2 4 に設けられた取り付け孔から内部に挿入され、熱式流量計 3 0 0 のフランジ 3 1 2 によりねじで主通路 1 2 4 に固定される。主通路 1 2 4 に設けられた取り付け孔に対して所定の位置関係で熱式流量計 3 0 0 が固定されることが望ましい。フランジ 3 1 2 に設けた窪み 3 1 4 を、主通路 1 2 4 と熱式流量計 3 0 0 との位置決めに使用できる。主通路 1 2 4 に凸部を成形することで、前記凸部と窪み 3 1 4 とが嵌め込みの関係を有する形状とすることが可能となり、熱式流量計 3 0 0 を正確な位置で主通路 1 2 4 に固定できる。

10

【 0 0 3 5 】

2.7 外部接続部 3 0 5 およびフランジ 3 1 2 の構造と効果

図 4 (A) は熱式流量計 3 0 0 の平面図である。外部接続部 3 0 5 の内部に 4 本の外部端子 3 0 6 と補正用端子 3 0 7 が設けられている。外部端子 3 0 6 は熱式流量計 3 0 0 の計測結果である流量と温度を出力するための端子および熱式流量計 3 0 0 が動作するための直流電力を供給するための電源端子である。補正用端子 3 0 7 は生産された熱式流量計 3 0 0 の計測を行い、それぞれの熱式流量計 3 0 0 に関する補正値を求めて、熱式流量計 3 0 0 内部のメモリに補正値を記憶するのに使用する端子であり、その後の熱式流量計 3 0 0 の計測動作では上述のメモリに記憶された補正値を表す補正データが使用され、この補正用端子 3 0 7 は使用されない。従って外部端子 3 0 6 が他の外部機器との接続において、補正用端子 3 0 7 が邪魔にならないように、補正用端子 3 0 7 は外部端子 3 0 6 とは異なる形状をしている。この実施例では外部端子 3 0 6 より補正用端子 3 0 7 が短い形状をしており、外部端子 3 0 6 に接続される外部機器への接続端子が外部接続部 3 0 5 に挿入されても、接続の障害にならないようになっている。また外部接続部 3 0 5 の内部には外部端子 3 0 6 に沿って複数個の窪み 3 0 8 が設けられており、これら窪み 3 0 8 は、フランジ 3 1 2 の材料である樹脂が冷えて固まる時の樹脂の収縮による応力集中を低減するためのものである。

20

【 0 0 3 6 】

熱式流量計 3 0 0 の計測動作中に使用する外部端子 3 0 6 に加えて、補正用端子 3 0 7 を設けることで、熱式流量計 3 0 0 の出荷前にそれぞれについて特性を計測し、製品のばらつきを計測し、ばらつきを低減するための補正値を熱式流量計 3 0 0 内部のメモリに記憶することが可能となる。上記補正値の設定工程の後、補正用端子 3 0 7 が外部端子 3 0 6 と外部機器との接続の邪魔にならないように、補正用端子 3 0 7 は外部端子 3 0 6 とは異なる形状に作られている。このようにして熱式流量計 3 0 0 はその出荷前にそれぞれについてのばらつきを低減でき、計測精度の向上を図ることができる。

30

【 0 0 3 7 】

3.ハウジング 3 0 2 の全体構造とその効果

3.1 副通路と流量検出部の構造と効果

熱式流量計 3 0 0 から表カバー 3 0 3 および裏カバー 3 0 4 を取り外したハウジング 3 0 2 の状態を図 5 および図 6 に示す。図 5 (A) はハウジング 3 0 2 の左側面図であり、図 5 (B) はハウジング 3 0 2 の正面図であり、図 6 (A) はハウジング 3 0 2 の右側面図であり、図 6 (B) はハウジング 3 0 2 の背面図である。ハウジング 3 0 2 はフランジ 3 1 2 から計測部 3 1 0 が主通路 1 2 4 の中心方向に延びる構造を成しており、その先端側に副通路を成形するための副通路溝が設けられている。この実施例ではハウジング 3 0 2 の表裏両面に副通路溝が設けられており、図 5 (B) に表側副通路溝 3 3 2 を示し、図 6 (B) に裏側副通路溝 3 3 4 を示す。副通路の入口 3 5 0 を成形するための入口溝 3 5 1 と出口 3 5 2 を成形するための出口溝 3 5 3 が、ハウジング 3 0 2 の先端部に設けられているので、主通路 1 2 4 の内壁面から離れた部分の気体を、言い換えると主通路 1 2 4 の中央部分に近い部分を流れている気体を被計測気体 3 0 として入口 3 5 0 から取り込むことができる。主通路 1 2 4 の内壁面近傍を流れる気体は、主通路 1 2 4 の壁面温度の影

40

50

響を受け、吸入空気などの主通路 1 2 4 を流れる気体の平均温度と異なる温度を有することが多い。また主通路 1 2 4 の内壁面近傍を流れる気体は、主通路 1 2 4 を流れる気体の平均流速より遅い流速を示すことが多い。実施例の熱式流量計 3 0 0 ではこのような影響を受け難いので、計測精度の低下を抑制できる。

【 0 0 3 8 】

上述した表側副通路溝 3 3 2 や裏側副通路溝 3 3 4 で作られる副通路は外壁窪み部 3 6 6 や上流側外壁 3 3 5 や下流側外壁 3 3 6 により熱絶縁部 3 1 5 に繋がっている。また上流側外壁 3 3 5 には上流側突起 3 1 7 が設けられ、下流側外壁 3 3 6 には下流側突起 3 1 8 が設けられている。このような構造により、フランジ 3 1 2 で熱式流量計 3 0 0 が主通路 1 2 4 に固定されることにより、回路パッケージ 4 0 0 を有する計測部 3 1 0 が高い信頼性を持って主通路 1 2 4 に固定される。

10

【 0 0 3 9 】

この実施例ではハウジング 3 0 2 に副通路を成形するための副通路溝を設けており、カバーをハウジング 3 0 2 の表面及び裏面にかぶせることにより、副通路溝とカバーとにより副通路が完成する構成としている。このような構造とすることで、ハウジング 3 0 2 の樹脂モールド工程でハウジング 3 0 2 の一部としてすべての副通路溝を成形することができる。またハウジング 3 0 2 の成形時にハウジング 3 0 2 の両面に金型が設けられるので、この両方の金型を使用することにより、表側副通路溝 3 3 2 と裏側副通路溝 3 3 4 の両方をハウジング 3 0 2 の一部として全て成形することが可能となる。ハウジング 3 0 2 の両面に表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 を設けることでハウジング 3 0 2 の両面の副通路を完成させることができる。金型を利用してハウジング 3 0 2 の両面に表側副通路溝 3 3 2 と裏側副通路溝 3 3 4 を成形することで高い精度で副通路を成形できる。また高い生産性が得られる。

20

【 0 0 4 0 】

図 6 (B) において主通路 1 2 4 を流れる被計測気体 3 0 の一部が入口 3 5 0 を成形する入口溝 3 5 1 から裏側副通路溝 3 3 4 内に取り込まれ、裏側副通路溝 3 3 4 内を流れる。裏側副通路溝 3 3 4 は進むにつれて深くなる形状をしており、溝に沿って流れるにつれ表側の方向に被計測気体 3 0 は徐々に移動する。特に裏側副通路溝 3 3 4 は回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 で急激に深くなる急傾斜部 3 4 7 が設けられていて、質量の小さい空気の一部は急傾斜部 3 4 7 に沿って移動し、回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 で図 5 (B) に記載の計測用流路面 4 3 0 の方を流れる。一方質量の大きい異物は慣性力によって急激な進路変更が困難なため、図 6 (B) に示す計測用流路面裏面 4 3 1 の方を移動する。その後回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 を通り、図 5 (B) に記載の計測用流路面 4 3 0 の方を流れる。

30

【 0 0 4 1 】

熱伝達面露出部 4 3 6 近傍の被計測気体 3 0 の流れについて図 7 を用いて説明する。図 5 (B) に記載の表側副通路溝 3 3 2 において、上述の回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 から表側副通路溝 3 3 2 側に移動した被計測気体 3 0 である空気は、計測用流路面 4 3 0 に沿って流れ、計測用流路面 4 3 0 に設けられた熱伝達面露出部 4 3 6 を介して流量を計測するための流量検出部 6 0 2 との間で熱伝達が行われ、流量の計測が行われる。計測用流路面 4 3 0 を通過した被計測気体 3 0 や回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 から表側副通路溝 3 3 2 に流れてきた空気は共に表側副通路溝 3 3 2 に沿って流れ、出口 3 5 2 を成形するための出口溝 3 5 3 から主通路 1 2 4 に排出される。

40

【 0 0 4 2 】

被計測気体 3 0 に混入しているごみなどの質量の大きい物質は慣性力が大きく、溝の深さが急激に深まる図 6 (B) に示す、急傾斜部 3 4 7 の部分の表面に沿って、溝の深い方向に急激に進路を変えることが困難である。このため質量の大きい異物は計測用流路面裏面 4 3 1 の方を移動し、異物が熱伝達面露出部 4 3 6 の近くを通るのを抑制できる。この実施例では気体以外の質量の大きい異物の多くが、計測用流路面 4 3 0 の背面である計測用流路面裏面 4 3 1 を通過するように構成しているので、油分やカーボン、ごみなどの異

50

物による汚れの影響を低減でき、計測精度の低下を抑制できる。すなわち主通路 1 2 4 の流れの軸を横切る軸に沿って被計測気体 3 0 の進路を急に变化させる形状を有しているので、被計測気体 3 0 に混入する異物の影響を低減できる。

【 0 0 4 3 】

この実施例では、裏側副通路溝 3 3 4 で構成される流路は曲線を描きながらハウジング 3 0 2 の先端部からフランジ方向に向かい、最もフランジ側の位置では副通路を流れる気体は主通路 1 2 4 の流れに対して逆方向の流れとなり、この逆方向の流れの部分で一方側である裏面側の副通路が、他方側である表面側に成形された副通路につながる。このようにすることで、回路パッケージ 4 0 0 の熱伝達面露出部 4 3 6 の副通路への固定が容易となり、さらに被計測気体 3 0 を主通路 1 2 4 の中央部に近い位置で取り込むことが容易となる。

10

【 0 0 4 4 】

この実施例では、流量を計測するための計測用流路面 4 3 0 の流れ方向における前後に裏側副通路溝 3 3 4 と表側副通路溝 3 3 2 とに貫通する構成から成り、かつ回路パッケージ 4 0 0 の先端側はハウジング 3 0 2 で支持した構成ではなく空洞部 3 8 2 を有し、回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 の空間と回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 の空間が繋がった構成である。この回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 と回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 を貫通する構成として、ハウジング 3 0 2 の一方面に成形した裏側副通路溝 3 3 4 からハウジング 3 0 2 の他方の面に成形した表側副通路溝 3 3 2 へ被計測気体 3 0 が移動する形状で副通路を成形している。このような構成とすることで、1 回の樹脂モールド工程でハウジング 3 0 2 の両面に副通路溝を成形でき、また両面の副通路溝を繋ぐ構造を合わせて成形することが可能となる。

20

【 0 0 4 5 】

ハウジング 3 0 2 の成形時には、回路パッケージ 4 0 0 に形成された計測用流路面 4 3 0 の両側を成型金型でクランプすることで回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 と回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 を貫通する構成を形成することができると共に、ハウジング 3 0 2 の樹脂モールド成形と同時に、回路パッケージ 4 0 0 をハウジング 3 0 2 に実装することができる。このようにハウジング 3 0 2 の成形金型に回路パッケージ 4 0 0 をインサートして成形することにより、副通路に対して回路パッケージ 4 0 0 及び熱伝達面露出部 4 3 6 を高精度に実装することが可能となる。

30

【 0 0 4 6 】

この実施例では、この回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 と回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 を貫通する構成としている。しかし、回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 と下流部 3 4 1 どちらか一方を貫通した構成とすることで、裏側副通路溝 3 3 4 と表側副通路溝 3 3 2 とをつなぐ副通路形状を 1 回の樹脂モールド工程で成形することも可能である。

【 0 0 4 7 】

なお、裏側副通路溝 3 3 4 の両側には裏側副通路内周壁 3 9 2 と裏側副通路外周壁 3 9 1 が設けられ、これら裏側副通路内周壁 3 9 2 と裏側副通路外周壁 3 9 1 のそれぞれの高さ方向の先端部と裏カバー 3 0 4 の内側面とが密着することで、ハウジング 3 0 2 の裏側副通路が成形される。また表側副通路溝 3 3 2 の両側には表側副通路内周壁 3 9 3 と表側副通路外周壁 3 9 4 が設けられ、これら表側副通路内周壁 3 9 3 と表側副通路外周壁 3 9 4 の高さ方向の先端部と表カバー 3 0 3 の内側面とが密着することで、ハウジング 3 0 2 の表側副通路が成形される。

40

【 0 0 4 8 】

この実施例では、計測用流路面 4 3 0 とその背面の両方に分かれて被計測気体 3 0 が流れ、一方側に流量を計測する熱伝達面露出部 4 3 6 を設けているが、被計測気体 3 0 を 2 つの通路に分けるのではなく、計測用流路面 4 3 0 の表面側のみを通過するようにしても良い。主通路 1 2 4 の流れ方向の第 1 軸に対してこれを横切る方向の第 2 軸に沿うように副通路を曲げることにより、被計測気体 3 0 に混入する異物を、第 2 軸の曲りの小さい片

50

側に寄せることができ、第２軸の曲りの大きい方に計測用流路面４３０および熱伝達面露出部４３６を設けることにより、異物の影響を低減できる。

【００４９】

またこの実施例では表側副通路溝３３２と裏側副通路溝３３４の繋ぎの部分に計測用流路面４３０および熱伝達面露出部４３６を設けている。しかし表側副通路溝３３２と裏側副通路溝３３４の繋ぎの部分ではなく、表側副通路溝３３２にあるいは、裏側副通路溝３３４に設けても良い。

【００５０】

計測用流路面４３０に設けられた流量を計測するための熱伝達面露出部４３６の部分に絞り形状が成形されており（図７を用いて以下で説明する）、この絞り効果により流速が速くなり、計測精度が向上する。また仮に熱伝達面露出部４３６の上流側で気体の流れに渦が発生していたとしても上記絞りにより渦を消滅あるいは低減でき、計測精度が向上する。

【００５１】

図５および図６で、上流側外壁３３５が温度検出部４５２の根元部で下流側に窪む形状を成す、外壁窪み部３６６を備えている。この外壁窪み部３６６により、温度検出部４５２と外壁窪み部３６６との間の距離が長くなり、上流側外壁３３５を介して伝わってくる熱の影響を低減できる。

【００５２】

また、回路パッケージ４００を固定部３７２で包むことにより、回路パッケージ４００を固定しているが、外壁窪み部３６６によりさらに回路パッケージ４００を固定することにより、回路パッケージ４００を固定する力を増大することができる。固定部３７２は被計測気体３０の流れ軸に沿う方向に回路パッケージ４００を包含している。一方外壁窪み部３６６は被計測気体３０の流れ軸を横切る方向に回路パッケージ４００を包含している。すなわち固定部３７２に対して包含する方向が異なるようにして回路パッケージ４００を包含している。２つの異なる方向で回路パッケージ４００を包含しているので、固定する力が増大している。外壁窪み部３６６は上流側外壁３３５の一部であるが、固定する力を増大するためであれば、上流側外壁３３５の代わりに下流側外壁３３６で、固定部３７２と異なる方向に回路パッケージ４００を包含しても良い。例えば、下流側外壁３３６で回路パッケージ４００の板部を包含するとか、あるいは下流側外壁３３６に上流方向に窪む窪み、あるいは上流方向に突出する突出部を設けて回路パッケージ４００を包含しても良い。上流側外壁３３５に外壁窪み部３６６を設けて回路パッケージ４００を包含したのは、回路パッケージ４００の固定に加えて、温度検出部４５２と上流側外壁３３５との間の熱抵抗を増大する作用を持たせたためである。

【００５３】

温度検出部４５２の根元部に外壁窪み部３６６が設けられ、これによりフランジ３１２あるいは熱絶縁部３１５から上流側外壁３３５を介して伝わってくる熱の影響を低減できる。さらに上流側突起３１７と温度検出部４５２との間に切欠きにより成形された測温用窪み３６８が設けられている。この測温用窪み３６８により上流側突起３１７を介して温度検出部４５２にもたらされる熱の伝わりを低減できる。これにより温度検出部４５２の検出精度が向上する。特に上流側突起３１７はその断面積が大きいので熱が伝わり易く、熱の伝わりを阻止する測温用窪み３６８の働きは重要である。

【００５４】

３．２ 副通路の流量検出部の構造と効果

図７は、回路パッケージ４００の計測用流路面４３０が副通路溝の内部に配置されている状態を示す部分拡大図であり、図６のＡ－Ａ断面図である。なお、この図は概念図であり、図５や図６に示す詳細形状に対して、図７では細部の省略および単純化を行っており、細部に関して少し変形している。図７の左部分が裏側副通路溝３３４の終端部であり、右側部分が表側副通路溝３３２の始端部分である。図７では明確に記載していないが、計測用流路面４３０を有する回路パッケージ４００の左右両側には、貫通部が設けられてい

10

20

30

40

50

て、計測用流路面 4 3 0 を有する回路パッケージ 4 0 0 の左右両側で裏側副通路溝 3 3 4 と表側副通路溝 3 3 2 とが繋がっている。

【 0 0 5 5 】

入口 3 5 0 から取り込まれ、裏側副通路溝 3 3 4 により構成される裏側副通路を流れた被計測気体 3 0 は、図 7 の左側から導かれ、被計測気体 3 0 の一部は、回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 の貫通部を介して、回路パッケージ 4 0 0 の計測用流路面 4 3 0 の表面と表カバー 3 0 3 に設けられた突起部 3 5 6 で作られる流路 3 8 6 の方を流れ、他の被計測気体 3 0 は計測用流路面裏面 4 3 1 と裏カバー 3 0 4 で作られる流路 3 8 7 の方を流れる。その後、流路 3 8 7 を流れた被計測気体 3 0 は、回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 の貫通部を介して表側副通路溝 3 3 2 の方に移り、流路 3 8 6 を流れている被計測気体 3 0 と合流し、表側副通路溝 3 3 2 を流れ、出口 3 5 2 から主通路 1 2 4 に排出される。

10

【 0 0 5 6 】

裏側副通路溝 3 3 4 から回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 の貫通部を介して流路 3 8 6 に導かれる被計測気体 3 0 の方が、流路 3 8 7 に導かれる流路よりも曲りが大きくなるように、副通路溝が成形されているので、被計測気体 3 0 に含まれるごみなどの質の大きい物質は、曲りの少ない流路 3 8 7 の方に集まる。このため流路 3 8 6 への異物の流入はほとんど無い。

【 0 0 5 7 】

流路 3 8 6 では、表側副通路溝 3 3 2 の最先端部に連続して、表カバー 3 0 3 に設けられ突起部 3 5 6 が計測用流路面 4 3 0 の方に徐々に突出することにより、絞りが成形される構造を成している。流路 3 8 6 の絞り部の一方側に計測用流路面 4 3 0 が配置され、計測用流路面 4 3 0 には流量検出部 6 0 2 が被計測気体 3 0 との間で熱伝達を行うための熱伝達面露出部 4 3 6 が設けられている。流量検出部 6 0 2 の計測が高精度で行われるためには、熱伝達面露出部 4 3 6 の部分で被計測気体 3 0 が渦の少ない層流であることが望ましい。また流速が速い方が計測精度が向上する。このために計測用流路面 4 3 0 に対向して表カバー 3 0 3 に設けられた突起部 3 5 6 が計測用流路面 4 3 0 に向かって滑らかに突出することにより絞りが成形される。この絞りは、被計測気体 3 0 の渦を減少させて層流に近づけている作用をする。さらに絞り部分では流速が速くなり、この絞り部分に流量を計測するための熱伝達面露出部 4 3 6 が配置されているので、流量の計測精度が向上している。

20

30

【 0 0 5 8 】

計測用流路面 4 3 0 に設けた熱伝達面露出部 4 3 6 に対向するようにして突起部 3 5 6 を副通路溝内に突出させることで絞りを成形して、計測精度を向上することができる。絞りを成形するための突起部 3 5 6 は、計測用流路面 4 3 0 に設けた熱伝達面露出部 4 3 6 に対向する方のカバーに設けることになる。図 7 では計測用流路面 4 3 0 に設けた熱伝達面露出部 4 3 6 に対向する方のカバーが表カバー 3 0 3 であるので表カバー 3 0 3 に突起部 3 5 6 を設けているが、表カバー 3 0 3 あるいは裏カバー 3 0 4 の内の計測用流路面 4 3 0 に設けた熱伝達面露出部 4 3 6 に対向する方のカバーに設ければ良い。回路パッケージ 4 0 0 における計測用流路面 4 3 0 および熱伝達面露出部 4 3 6 を設ける面がどちらになるかにより、熱伝達面露出部 4 3 6 に対向する方のカバーがどちらになるかが変わる。

40

【 0 0 5 9 】

図 5 および図 6 において、計測用流路面 4 3 0 に設けられた熱伝達面露出部 4 3 6 の裏面である計測用流路面裏面 4 3 1 に、回路パッケージ 4 0 0 の樹脂モールド工程で使用された金型の押さえ跡 4 4 2 が残っている。押さえ跡 4 4 2 は特に流量の計測の障害となるものではなく、そのまま押さえ跡 4 4 2 が残っていても問題ない。また後述するが、回路パッケージ 4 0 0 を樹脂モールドで成形する際に、流量検出部 6 0 2 が有する半導体ダイヤフラムの保護が重要となる。このために熱伝達面露出部 4 3 6 の裏面の押さえが重要である。また熱伝達面露出部 4 3 6 に回路パッケージ 4 0 0 を覆う樹脂が流れ込まないようにすることが大切である。このような観点から、熱伝達面露出部 4 3 6 を含む計測用流路

50

面 4 3 0 を金型で囲い、また熱伝達面露出部 4 3 6 の背面を他の金型で押さえつけ、樹脂の流入を阻止する。回路パッケージ 4 0 0 はトランスファモールドで作られるので、樹脂の圧力が高く、熱伝達面露出部 4 3 6 の背面からの押さえが重要である。また流量検出部 6 0 2 には半導体ダイヤフラムが使用されており、半導体ダイヤフラムにより作られる空隙の通気用通路を成形することが望まれる。通気用通路を成形するためのプレートなどを保持固定するために、熱伝達面露出部 4 3 6 の裏面からの押さえは重要である。

【 0 0 6 0 】

3.3 表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 の形状と効果

図 8 は表カバー 3 0 3 の外観を示す図であり、図 8 (A) は左側面図、図 8 (B) は正面図、図 8 (C) は平面図である。図 9 は裏カバー 3 0 4 の外観を示す図であり、図 9 (A) は左側面図、図 9 (B) は正面図、図 9 (C) は平面図である。図 8 および図 9 において、表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 はハウジング 3 0 2 の副通路溝を塞ぐことにより、副通路を作るのに使用される。また突起部 3 5 6 を備え、流路に絞りを設けるために使用される。このため成形精度が高いことが望ましい。表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 は金型に熱可塑性樹脂を注入する樹脂モールド工程により、作られるので、高い成形精度で作ることができる。また、表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 には、突起部 3 8 0 と突起部 3 8 1 が形成されており、ハウジング 3 0 2 の嵌合した際に、図 5 (B) 及び図 6 (B) に表記した回路パッケージ 4 0 0 の先端側の空洞部 3 8 2 の隙間を埋めると同時に回路パッケージ 4 0 0 の先端部を覆う構成となる。

【 0 0 6 1 】

図 8 や図 9 に示す表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 には、表保護部 3 2 2 や裏保護部 3 2 5 が成形されている。図 2 や図 3 に示すように入口 3 4 3 の表側側面に表カバー 3 0 3 に設けられた表保護部 3 2 2 が配置され、また入口 3 4 3 の裏側側面に、裏カバー 3 0 4 に設けられた裏保護部 3 2 5 が配置されている。入口 3 4 3 内部に配置されている温度検出部 4 5 2 が表保護部 3 2 2 と裏保護部 3 2 5 で保護され、生産中および車への搭載時に温度検出部 4 5 2 が何かとぶつかることなどによる温度検出部 4 5 2 の機械的な損傷を防止できる。

【 0 0 6 2 】

表カバー 3 0 3 の内側面には突起部 3 5 6 が設けられ、図 7 の例に示す如く、突起部 3 5 6 は計測用流路面 4 3 0 に対向して配置され、副通路の流路の軸に沿う方向に長く延びた形状をしている。突起部 3 5 6 の断面形状は、図 8 (C) に示したように突起部の頂点を境に下流側に向かって傾斜になっていてもよい。計測用流路面 4 3 0 と突起部 3 5 6 とにより上述した流路 3 8 6 に絞りが成形され、被計測気体 3 0 に生じている渦を減少させ、層流に生じさせる作用をする。この実施例では、絞り部分を有する副通路を、溝の部分と溝を塞いで絞りを備えた流路を完成する蓋の部分とにわけ、溝の部分、ハウジング 3 0 2 を成形するための第 2 樹脂モールド工程で作り、次に突起部 3 5 6 を有する表カバー 3 0 3 を他の樹脂モールド工程で成形し、表カバー 3 0 3 を溝の蓋として溝を覆うことにより、副通路を作っている。ハウジング 3 0 2 を成形する第 2 樹脂モールド工程で、計測用流路面 4 3 0 を有する回路パッケージ 4 0 0 のハウジング 3 0 2 への固定も行っている。このように形状の複雑な溝の成形を樹脂モールド工程で行い、絞りのための突起部 3 5 6 を表カバー 3 0 3 に設けることで、高い精度で図 7 に示す流路 3 8 6 を成形することができる。また溝と計測用流路面 4 3 0 や熱伝達面露出部 4 3 6 の配置関係を高い精度で維持できるので、量産品においてのばらつきを小さくでき、結果として高い計測結果が得られる。また生産性も向上する。

【 0 0 6 3 】

裏カバー 3 0 4 と計測用流路面裏面 4 3 1 による流路 3 8 7 の成形も同様である。流路 3 8 7 の溝部分と蓋部分とに分け、溝部分をハウジング 3 0 2 を成形する第 2 樹脂モールド工程で作り、裏カバー 3 0 4 で溝を覆うことにより、流路 3 8 7 を成形している。流路 3 8 7 をこのようにして作ることにより、流路 3 8 7 を高精度で作ることができ、生産性も向上する。

【 0 0 6 4 】

3.4 回路パッケージ 4 0 0 のハウジング 3 0 2 による固定構造と効果

次に再び図 5 および図 6 を参照して、回路パッケージ 4 0 0 のハウジング 3 0 2 への樹脂モールド工程による固定について説明する。副通路を成形する副通路溝の所定の場所、例えば図 5 および図 6 に示す実施例では、表側副通路溝 3 3 2 と裏側副通路溝 3 3 4 のつながりの部分に、回路パッケージ 4 0 0 の表面に成形された計測用流路面 4 3 0 が配置されるように、回路パッケージ 4 0 0 がハウジング 3 0 2 に配置され固定されている。回路パッケージ 4 0 0 をハウジング 3 0 2 に樹脂モールドにより埋設して固定する部分が、副通路溝より少しフランジ 3 1 2 側に、回路パッケージ 4 0 0 をハウジング 3 0 2 に埋設固定するための固定部 3 7 2 として設けられている。固定部 3 7 2 は第 1 樹脂モールド工程により成形された回路パッケージ 4 0 0 の外周を覆うようにして埋設している。

10

【 0 0 6 5 】

図 5 (B) に示す如く、回路パッケージ 4 0 0 は固定部 3 7 2 により固定されている。固定部 3 7 2 は表力バー 3 0 3 に接する高さの面と薄肉部 3 7 6 により回路パッケージ 4 0 0 を包含している。薄肉部 3 7 6 の箇所を覆う樹脂の厚みを薄肉にすることで、固定部 3 7 2 の成形時に樹脂の温度が冷える時の収縮を緩和することができると共に、回路パッケージ 4 0 0 に加わる応力の集中を低減できる効果がある。図 6 (B) に示すとおり、回路パッケージ 4 0 0 の裏側も上述のような形状とすると、より効果が得られる。

【 0 0 6 6 】

また、回路パッケージ 4 0 0 の全面を、ハウジング 3 0 2 を成形する樹脂で覆うのではなく、固定部 3 7 2 のフランジ 3 1 2 側に、回路パッケージ 4 0 0 の外壁が露出する部分を設けている。この図 5 および図 6 の実施例では、回路パッケージ 4 0 0 の外周面の内のハウジング 3 0 2 の樹脂に包含される部分の面積より、ハウジング 3 0 2 の樹脂に包含されないハウジング 3 0 2 の樹脂から露出している面積の方が広がっている。また回路パッケージ 4 0 0 の計測用流路面 4 3 0 の部分も、ハウジング 3 0 2 を形成している樹脂から露出している。

20

【 0 0 6 7 】

回路パッケージ 4 0 0 の外壁を帯状に全周にわたって覆っている固定部 3 7 2 の一部を薄肉とすることで、ハウジング 3 0 2 を成形するための第 2 樹脂モールド工程において、回路パッケージ 4 0 0 の周囲を包含するようにして固定部 3 7 2 を硬化させる過程での体積収縮による過度な応力の集中を低減している。過度な応力の集中は回路パッケージ 4 0 0 に対しても悪影響を及ぼす可能性がある。

30

【 0 0 6 8 】

また、回路パッケージ 4 0 0 の外周面の内のハウジング 3 0 2 の樹脂に包含される部分の面積を少なくして、少ない面積で、より強固に回路パッケージ 4 0 0 を固定するには、固定部 3 7 2 における回路パッケージ 4 0 0 の外壁との密着性を高めることが望ましい。ハウジング 3 0 2 を成形する趣旨として熱可塑性樹脂を使用する場合には、熱可塑性樹脂の粘性が低い状態で回路パッケージ 4 0 0 の外壁の細かい凹凸に入り込み、前記外壁の細かい凹凸に入り込んだ状態で、熱可塑性樹脂が硬化することが望ましい。ハウジング 3 0 2 を成形する樹脂モールド工程において、熱可塑性樹脂の入口を固定部 3 7 2 にあるいはその近傍に設けることが望ましい。熱可塑性樹脂は温度の低下に基づいて粘性が増大し、硬化する。従って高温状態の熱可塑性樹脂を固定部 3 7 2 にあるいはその近傍から流し込むことで、粘性の低い状態の熱可塑性樹脂を回路パッケージ 4 0 0 の外壁に密着させ、硬化させることができる。このことにより、熱可塑性樹脂の温度低下が抑えられ、低粘性状態を長引かせ、回路パッケージ 4 0 0 と固定部 3 7 2 との密着性が向上する。

40

【 0 0 6 9 】

回路パッケージ 4 0 0 の外壁面を粗くすることにより回路パッケージ 4 0 0 と固定部 3 7 2 との密着性を向上することができる。回路パッケージ 4 0 0 の外壁面を粗くする方法として、回路パッケージ 4 0 0 を第 1 樹脂モールド工程で成形後に、例えば梨地処理といわれる処理方法のように、回路パッケージ 4 0 0 の表面に細かい凸凹を成形する粗化方法

50

がある。回路パッケージ 400 の表面に細かい凹凸加工を施す粗化方法として、例えばサンドブラストにより粗化することができる。さらにレーザ加工により粗化することができる。

【0070】

また、他の粗化方法としては、第1樹脂モールド工程に使用する金型の内面に凹凸の付いたシートを張り付け、シートを表面に設けた金型に樹脂を圧入する。このようにしても回路パッケージ 400 の表面に細かい凸凹を成形して粗化することができる。さらに回路パッケージ 400 を成形する金型の内部に凹凸をつけておき、回路パッケージ 400 の表面を粗化することができる。このような粗化を行う回路パッケージ 400 の表面部分は、少なくとも固定部 372 が設けられる部分である。さらに加えて外壁窪み部 366 が設けられる回路パッケージ 400 の表面部分を粗化することでさらに密着度が強くなる。

10

【0071】

また、溝の深さは、上述のシートを利用して回路パッケージ 400 の表面を凹凸加工する場合は前記シートの厚さに依存する。前記シートの厚みを厚くすると第1樹脂モールド工程でのモールドが難しくなるので、前記シートの厚みに限界があり、前記シートの厚みが薄いと前記シートにあらかじめ設けておく凹凸の深さに限界がある。このため前記シートを使用する場合は、凹凸の底と頂点との間である凹凸の深さが $10\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。 $10\ \mu\text{m}$ より少ない深さでは、密着の効果が弱い。 $20\ \mu\text{m}$ より大きい深さは、前記シートの厚みから困難である。

【0072】

20

前記シート以外の粗化方法の場合には、回路パッケージ 400 を成形している第1樹脂モールド工程での樹脂の厚さが $2\ \text{mm}$ 以下であることが望ましいとの理由から、凹凸の底と頂点との間である凹凸の深さを $1\ \text{mm}$ 以上とすることが困難である。概念的には、回路パッケージ 400 の表面の凹凸の底と頂点との間である凹凸の深さを大きくすると、回路パッケージ 400 を覆う樹脂とハウジング 302 を成形する樹脂との間の密着度が増す、と考えられるが、前記理由により、凹凸の底と頂点との間である凹凸の深さは $1\ \text{mm}$ 以下が良い。すなわち $10\ \mu\text{m}$ 以上で $1\ \text{mm}$ 以下の範囲の凹凸を回路パッケージ 400 の表面に設けることで、回路パッケージ 400 を覆う樹脂とハウジング 302 を成形する樹脂との間の密着度を増加させることが望ましい。

【0073】

30

回路パッケージ 400 を成形する熱硬化性樹脂と固定部 372 を備えるハウジング 302 を成形する熱可塑性樹脂とでは、熱膨張係数に差があり、この熱膨張係数差に基づいて生じる過度な応力が回路パッケージ 400 に加わらないようにすることが望ましい。

【0074】

さらに回路パッケージ 400 の外周を包含する固定部 372 の形状を帯状とし、帯の幅を狭くすることにより、回路パッケージ 400 に加わる熱膨張係数差による応力を低減できる。固定部 372 の帯の幅を $10\ \text{mm}$ 以下に、好ましくは $8\ \text{mm}$ 以下にすることが望ましい。本実施例では回路パッケージ 400 を固定部 372 だけでなく、ハウジング 302 の上流側外壁 335 の一部である外壁窪み部 366 でも回路パッケージ 400 を包含し回路パッケージ 400 を固定しているので、固定部 372 の帯の幅をさらに細くすることができる。例えば $3\ \text{mm}$ 以上の幅があれば回路パッケージ 400 を固定できる。

40

【0075】

回路パッケージ 400 の表面に、熱膨張係数差による応力を低減するなどの目的のため、ハウジング 302 を成形する樹脂で覆う部分と覆わないで露出させる部分とを設けている。これら回路パッケージ 400 の表面がハウジング 302 の樹脂から露出する部分を、複数個設け、この内の一つは先に説明した熱伝達面露出部 436 を有する計測用流路面 430 であり、また他に、固定部 372 よりフランジ 312 側の部分に露出する部分を設けている。さらに外壁窪み部 366 を成形し、この外壁窪み部 366 より上流側の部分を露出させ、この露出部を、温度検出部 452 を支える支持部としている。回路パッケージ 400 の外表面の固定部 372 よりフランジ 312 側の部分は、その外周、特に回路パッケ

50

ージ４００の下流側からフランジ３１２に対向する側にかけて、さらに回路パッケージ４００の端子に近い部分の上流側にかけて、回路パッケージ４００を取り巻くように空隙が形成されている。このように回路パッケージ４００の表面が露出している部分の周囲に空隙が形成されていることで、主通路１２４からフランジ３１２を介して回路パッケージ４００に伝わる熱量を低減でき、熱の影響による計測精度の低下を抑制している。

【００７６】

回路パッケージ４００の接続端子４１２と外部端子３０６のハウジング３０２側に位置する外部端子内端３６１とがそれぞれスポット溶接あるいはレーザー溶接、または加締めなどにより電氣的に接続され、端子接続部３２０が形成されている。端子接続部３２０は、後述するように、ハウジング３０２を構成する第２の樹脂で被覆されている。

10

【００７７】

３．５ 端子接続部３２０の構造と効果

図１０は図５および図６に示すハウジング３０２内に形成された端子接続部３２０まわりの拡大図である。図１１は、表裏カバーを配置した状態における、図１０に示すＤ－Ｄ線に沿った模式的矢視断面図であり、吸気管１２４ａに取り付けられた状態の断面図である。

【００７８】

上述したように、回路パッケージ４００は、流量検出部６０２を備えるとともに、流量検出部６０２に接続された接続端子４１２，４１２，…を第１の樹脂４０１により一体的にモールド成形したものである。ハウジング３０２は、副通路の一部である副通路溝を形成するとともに、回路パッケージを固定するように、第２の樹脂によりモールド成形されたものである。

20

【００７９】

図１０に示すように、回路パッケージ４００の接続端子４１２と、外部端子３０６の回路パッケージ４００側に位置する外部端子内端３６１とは、ハウジング３０２によるモールド成形がされる前に、電氣的に接続され、端子接続部３２０が形成されている。端子接続部３２０を含む部分は、ハウジング３０２の上流側外壁３３５および下流側外壁３３６、回路パッケージ４００の固定部３７２により囲われている。この囲われた空間が回路収納部である。そして、ハウジング３０２の両側から表カバー３０３と裏カバー３０４で、ハウジング３０２を覆うことにより、上述した如く副通路が形成されるとともに、上流側外壁３３５、下流側外壁３３６および固定部３７２からなる回路室形成壁により囲われた空間（回路収納部）を密閉する回路室３２１が形成される。具体的には、回路室３２１は、回路室形成壁を表カバー３０３と裏カバー３０４で覆うことにより、回路パッケージ４００の接続端子４１２を含む部分を収納する密閉空間を形成している。

30

【００８０】

ここで、回路室３２１は、直接的には被計測気体３０に晒されないものの、吸気管内の主通路１２４内に配置されるため、回路室３２１内には、腐食性ガスや水分が入り込むおそれがある。一旦、回路室３２１内に入り込んだ腐食性ガスや水分は、回路室３２１内部が略密閉空間となっているため、外部に抜け難い。この結果、外部端子３０６に電氣的に接続された端子接続部３２０は、腐食し易い環境下に晒されることになる。

40

【００８１】

さらに、熱式流量計３００が使用される環境下では、温度変化によりハウジング３０２自体が膨張・収縮する。このハウジング３０２の膨張・収縮に伴い、ハウジング３０２とともに固定された外部端子３０６および接続端子４１２にも応力が作用することになる。この結果、外部端子３０６に電氣的に接続された端子接続部３２０にも応力が作用することになり、外部端子３０６および接続端子４１２の接合部が剥がれるおそれもある。

【００８２】

そこで、このような点を鑑みて、本実施例では、接続端子４１２と外部端子３０６とが電氣的に接続された端子接続部３２０を、ハウジング３０２を構成する第２の樹脂３０１により被覆した樹脂被覆部３３０がハウジング３０２に形成されている。すなわち、樹脂

50

被覆部 330 により、端子接続部 320 が被覆されているとともに、樹脂被覆部 330 は、ハウジング 302 を構成する第 2 の樹脂でハウジング本体とともに一体的に成形されている。そして、本実施例の場合、樹脂被覆部 330 は、回路室形成壁の一部を構成している。

【0083】

このような結果、樹脂被覆部 330 により、端子接続部 320 が被覆されるので、回路室 321 内に腐食性ガスや水分が入り込んだとしても、端子接続部 320 が直接的に腐食環境下に晒されることを回避することができる。端子同士の接続部である端子接続部 320 の信頼性を高めることができる。また、本実施例の場合、樹脂被覆部 330 は、密閉空間を形成した回路室形成壁の一部を構成しているので、よりクリーンな環境下に、樹脂被覆部 330 を設けることができる。これにより、被計測気体に直接晒される環境下に配置される場合に比べて、樹脂被覆部 330 の樹脂の吸湿を低減し、端子接続部 320 の腐食をより確実に回避することができる。

【0084】

ここで、第 2 の樹脂である熱可塑性樹脂としては、ABS 樹脂、ポリプロピレン (PP)、ポリエチレン (PE)、ポリスチレン (PS)、アクリル (PMMA)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ナイロン/ポリアミド (PA)、ポリカーボネイト (PC)、ポリアセタール (POM)、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) などの樹脂を挙げることができ、熱式流量計の使用環境下において、熔融・軟化しないものであれば特に限定されるものではない。さらに、これらの樹脂にガラス、マイカなどの無機材料からなるフィラーがさらに添加されていてもよい。より好ましい熱可塑性樹脂としては、エラストマーポリフェニレンサルファイド (PPS)、ABS、PBT などの熱可塑性樹脂である。なお、第 1 の樹脂である熱硬化性樹脂としては、エポキシ (EP)、フェノール (PF)、メラミン (MF)、ユリア (UF)、熱硬化性ポリイミド (PI) などの樹脂を挙げることができ、熱式流量計の使用環境下において、熔融・軟化しないものであれば特に限定されるものではない。

【0085】

パッケージを構成する接続端子 412 を構成する材料としては、リードとともにプレス成形されることから、プレス性に優れた材料であり、さらには耐食性、熱伝導性に優れ、少なくとも第 1 の樹脂および第 2 の樹脂との密着性が良い材料であるが好ましい。このような材料としては、銅合金、鉄ニッケル合金などを挙げることができる。

【0086】

銅合金を用いた場合には、耐食性および外部端子との接合性を高めるために、銅合金、鉄ニッケル合金を母材として、メッキ層がさら形成された端子を用いることが好ましい。たとえば、母材を銅合金とした場合には、その表面にニッケルめっき層のみが形成されていてもよい。しかしながら、好ましい態様としては、めっき層として、銅またはニッケルからなる下地めっき層と、下地めっき層の表面に被覆された錫からなる表層めっき層が形成されている。このような下地メッキ層を設けることにより、銅合金からなる端子の母材と、錫からなる表層メッキ層との接合性を高めることができる。これらの如き材料構成にすることにより、例えばレーザにより外部端子との接合性を高めることができる。また、錫からなる表層めっき層は、ニッケルよりも錫のほうが低融点であるため、スポット溶接を行うのに適している。

【0087】

一方、外部端子 306 を構成する材料としては、外部に接続される端子であることから、バネ性に優れた材料であることが好ましい。このような材料としては、たとえば、リン青銅、黄銅などを挙げることができる。リン青銅または黄銅を用いた場合には、これらの耐食性を高めるため、リン青銅または黄銅を母材として、メッキ層がさらに形成された端子を用いることが好ましい。

【0088】

10

20

30

40

50

たとえば、外部端子 306 の母材をリン青銅とした場合には、その表面にニッケルめっき層のみが形成されていてもよい。しかしながら、好ましい態様としては、めっき層として、銅からなる下地めっき層と、下地めっき層の表面に被覆された錫からなる表層めっき層が形成されている。このような下地メッキ層を設けることにより、リン青銅からなる端子の母材と、錫からなる表層メッキ層との接合性を高めることができる。特に黄銅を母材に用いた場合には、レーザ溶接を行った場合、母材が溶融しやすいところ、リン青銅を母材として用いることにより、レーザにより接続端子との容易に接合することができる。

【0089】

このようにして、接続端子 412 および外部端子 306 を、上述した材料構成にすることにより、端子同士の接合性を高めることができる。また、いずれの好ましい態様においても、接続端子 412 および外部端子 306 の表層めっき層は、錫からなるので、両者の接合性をより高めることができる。

【0090】

図 12 は、図 11 に示す形態のさらなる他の実施例を示した模式的断面図である。図 12 に示す熱式流量計が、図 11 に示すものと相違する点は、樹脂被覆部 330 は、接続端子 412 および外部端子 306 が露出しないように、接続端子 412 と外部端子 306 とを被覆している点である。

【0091】

このように、ハウジング 302 を成形する際に、ハウジング 302 を構成する第 2 の樹脂 301 により、接続端子 412 と外部端子 306 を被覆した樹脂被覆部 330 を設けることにより、接続端子 412 と外部端子 306 との端子接続部 320 ばかりでなく、接続端子 412 と外部端子 306 の腐食をも防止することができる。

【0092】

ここで、ハウジング 302 を構成する第 2 の樹脂 301 に被覆され接続端子 412 の部分のうち、少なくとも第 1 の樹脂 401 に隣接する部分 412a には、粗化処理がされていることがよりこのましい。このように、接続端子 412 のうち第 1 の樹脂 401 に隣接する部分 412a を粗化処理することにより、熱式流量計 300 の使用時の温度変化により第 2 の樹脂 301 が膨張・収縮した場合であっても、第 1 の樹脂 401 および第 2 の樹脂 301 の境界部において、接続端子 412 が露出することを抑えることができる。

【0093】

接続端子 412 のうち第 1 の樹脂 401 に隣接する部分 412a の表面を粗化処理する際には、回路パッケージ 400 を第 1 の樹脂 401 で成形後、接続端子 412 の露出した部分を、サンドブラスト等を吹き付けて機械的にその表面を粗くしてもよく、エッチング溶液中に浸漬させて化学的にその表面を粗くしてもよい。

【0094】

さらに、好ましい態様としては、回路パッケージ 400 を構成する第 1 の樹脂 401 に被覆された接続端子 412 の部分のうち、少なくとも、第 2 の樹脂 301 に隣接する部分 412b に、粗化処理がされている。このように、第 1 の樹脂 401 に被覆された接続端子 412 の部分のうち第 2 の樹脂 301 に隣接する部分 412b に、粗化処理を行なうことにより、熱式流量計 300 の使用時の温度変化により第 1 の樹脂 401 が膨張・収縮した場合であっても、第 1 の樹脂 401 および第 2 の樹脂 301 の境界部において、接続端子 412 が露出することを抑えることができる。

【0095】

第 1 の樹脂 401 に被覆された接続端子 412 の部分のうち第 2 の樹脂 301 に隣接する部分 412b の表面を粗化処理する際には、回路パッケージ 400 を第 1 の樹脂 401 で成形する前に、接続端子 412 に、上述した粗化処理によりその表面を粗くすればよい。

【0096】

図 13 は、図 12 に示す形態のさらなる他の実施例を示した模式的断面図である。図 13 に示す熱式流量計が、図 11 に示すものと相違する点は、樹脂被覆部 330 と回路パッ

10

20

30

40

50

ケージ４００との境界部に、第１の樹脂４０１および第２の樹脂３０１により、溝部４４０が形成されている点である。

【００９７】

このように、樹脂被覆部３３０と回路パッケージ４００との境界部に溝部４４０を設けることにより、線膨張係数の異なる第１の樹脂４０１と第２の樹脂３０１の熱膨張差が起因して、樹脂被覆部３３０と回路パッケージ４００との境界部に応力が作用したとしても、溝部４４０により、構造的にその応力を逃がすことができる。

【００９８】

３．６ 第１樹脂モールド工程による完成品の検査

図１０に示す実施例では、外部端子内端３６１の数より回路パッケージ４００が有する端子の数が多い。回路パッケージ４００が有する端子の内、接続端子４１２が外部端子内端３６１にそれぞれ接続されており、端子４１４は外部端子内端３６１に接続されない。すなわち端子４１４は、回路パッケージ４００に設けられているが、外部端子内端３６１に接続されない端子である。

【００９９】

図１０では外部端子内端３６１と接続される接続端子４１２の他に、外部端子内端３６１に接続されない端子４１４が設けられている。第１樹脂モールド工程で回路パッケージ４００が生産された後、回路パッケージ４００が正しく動作するか、第１樹脂モールド工程で電氣的な接続において異常が発生していないかを検査する。このようにすることで各回路パッケージ４００に関して高い信頼性を維持できる。外部端子内端３６１に接続されない端子４１４はこのような回路パッケージ４００の検査に使用される。検査作業の後は、端子４１４は使用されないため、これら使用しない端子４１４は検査後、回路パッケージ４００の根元で切断しても良いし、図１０に示す如く端子側固定部３６２である樹脂の内部に埋めてしまっても良い。このように外部端子内端３６１に接続されない端子４１４を設けることで、第１樹脂モールド工程で生産された回路パッケージ４００に異常が生じていないかどうかを検査でき、高い信頼性を維持できる。

【０１００】

３．７ ハウジング３０２内部の空隙と熱式流量計３００外部との連通構造と効果

図１０の部分拡大図に示す如く、ハウジング３０２には孔３６４が設けられている。孔３６４は図４（Ａ）に示す外部接続部３０５の内部に設けられた開口３０９につながっている。実施例では、ハウジング３０２の両面が表カバー３０３と裏カバー３０４で密閉されている。もし孔３６４が設けられていないと、ハウジング３０２、表カバー３０３、および裏カバー３０４により形成された回路室３２１内の空気の温度変化により、回路室３２１内の気圧と外気圧との間に差が生じる。このような圧力差は、上述した腐食性ガスまたは水分が回路室３２１に浸入する要因となるので、できるだけ小さいことが望ましい。このため外部接続部３０５内に設けられた開口３０９につながる孔３６４がハウジング３０２の空隙内に設けられている。外部接続部３０５は電氣的接続の信頼性向上のため、水などによる悪影響を受けない構造としており、開口３０９を外部接続部３０５内に設けることで、開口３０９からの水の浸入を防止でき、さらにごみや埃などの異物の侵入も防止できる。

【０１０１】

３．８ 第２樹脂モールド工程によるハウジング３０２成形と効果

上述した図５および図６に示すハウジング３０２において、流量検出部６０２や処理部６０４を備える回路パッケージ４００を第１樹脂モールド工程により製造し、次に、被計測気体３０を流す副通路を成形する例えば表側副通路溝３３２や裏側副通路溝３３４を有するハウジング３０２を、第２樹脂モールド工程にて製造する。この第２樹脂モールド工程で、前記回路パッケージ４００をハウジング３０２の樹脂内に内蔵して、ハウジング３０２内に樹脂モールドにより固定する。このようにすることで、流量検出部６０２が被計測気体３０との間で熱伝達を行って流量を計測するための熱伝達面露出部４３６と副通路、例えば表側副通路溝３３２や裏側副通路溝３３４の形状との関係、例えば位置関係や方

10

20

30

40

50

向の関係を、極めて高い精度で維持することが可能となる。回路パッケージ４００毎に生じる誤差やばらつきを非常に小さい値に抑え込むことが可能となる。結果として回路パッケージ４００の計測精度を大きく改善できる。例えば従来の接着剤を使用して固定する方式に比べ、２倍以上、計測精度を向上できる。熱式流量計３００は量産により生産されることが多く、ここに厳密に計測しながら接着剤で接着する方法には、計測精度の向上に関して限界がある。しかし、本実施例のように第１樹脂モールド工程により回路パッケージ４００を製造し、その後被計測気体３０を流す副通路を成形する第２樹脂モールド工程にて副通路を成形すると同時に回路パッケージ４００と前記副通路とを固定することで、計測精度のばらつきを大幅に低減でき、各熱式流量計３００の計測精度を大幅に向上することが可能となる。このことは、図５や図６に示す実施例だけでなく、図７に示す実施例においても同様である。

10

【０１０２】

例えば図５や図６に示す実施例でさらに説明すると、表側副通路溝３３２と裏側副通路溝３３４と熱伝達面露出部４３６との間に関係を、規定の関係となるように高い精度で回路パッケージ４００をハウジング３０２に固定できる。このことにより、量産される熱式流量計３００においてそれぞれ、各回路パッケージ４００の熱伝達面露出部４３６と副通路との位置関係や形状などの関係を、非常に高い精度で、定常的に得ることが可能となる。回路パッケージ４００の熱伝達面露出部４３６を固定した副通路溝、例えば表側副通路溝３３２と裏側副通路溝３３４とが非常に高い精度で成形できるので、この副通路溝から副通路を成形する作業は、表カバー３０３や裏カバー３０４でハウジング３０２の両面を覆う作業である。この作業は大変シンプルで、計測精度を低下させる要因が少ない作業工程である。また、表カバー３０３や裏カバー３０４は成形精度の高い樹脂モールド工程により生産される。従って回路パッケージ４００の熱伝達面露出部４３６と規定の関係で設けられる副通路を高い精度で完成することが可能である。このような方法により、計測精度の向上に加え、高い生産性が得られる。

20

【０１０３】

これに対して従来は、副通路を製造し、次に副通路に計測部を接着剤で接着することにより、熱式流量計を生産していた。このように接着剤を使用する方法は、接着剤の厚みのばらつきが大きく、また接着位置や接着角度が製品毎にばらつく。このため計測精度を上げることには限界があった。さらにこれらの作業を量産工程で行う場合に、計測精度の向上が大変難しくなる。

30

【０１０４】

本発明に係る実施例では、先ず、流量検出部６０２を備える回路パッケージ４００を第１樹脂モールドにより生産し、次に回路パッケージ４００を樹脂モールドにより固定すると共に同時に前記樹脂モールドで副通路を成形するための副通路溝を第２樹脂モールドにより、成形する。このようにすることにより、副通路溝の形状、および前記副通路溝に極めて高い精度で流量検出部６０２を固定できる。

【０１０５】

流量の計測に関係する部分、例えば流量検出部６０２の熱伝達面露出部４３６や熱伝達面露出部４３６が取り付けられる計測用流路面４３０を、回路パッケージ４００の表面に成形する。その後、計測用流路面４３０と熱伝達面露出部４３６はハウジング３０２を成形する樹脂から露出させる。すなわち熱伝達面露出部４３６および熱伝達面露出部４３６周辺の計測用流路面４３０を、ハウジング３０２を成形する樹脂で覆わないようにする。回路パッケージ４００の樹脂モールドで成形した計測用流路面４３０や熱伝達面露出部４３６を、あるいは温度検出部４５２を、そのままハウジング３０２の樹脂モールド後も利用し、熱式流量計３００の流量計測や温度計測に使用する。このようにすることで計測精度が向上する。

40

【０１０６】

本発明に係る実施例では、回路パッケージ４００をハウジング３０２に一体成形することにより、副通路を有するハウジング３０２に回路パッケージ４００を固定しているので

50

、少ない固定面積で回路パッケージ４００をハウジング３０２に固定できる。すなわち、ハウジング３０２に接触していない回路パッケージ４００の表面積を多く取ることができる。前記ハウジング３０２に接触していない回路パッケージ４００の表面は、例えば空隙に露出している。吸気管の熱はハウジング３０２に伝わり、ハウジング３０２から回路パッケージ４００に伝わる。ハウジング３０２で回路パッケージ４００の全面あるいは大部分を包含するのではなく、ハウジング３０２と回路パッケージ４００との接触面積を小さくしても、高精度でしかも高い信頼性を維持して、回路パッケージ４００をハウジング３０２に固定できる。このためハウジング３０２から回路パッケージ４００への熱伝達を低く抑えることが可能となり、計測精度の低下を抑制できる。

【０１０７】

10

図５や図６に示す実施例では、回路パッケージ４００の露出面の面積Ａを、ハウジング３０２の成形用モールド材で覆われている面積Ｂと同等あるいは、面積Ａを面積Ｂより多くすることが可能である。実施例では面積Ａの方が面積Ｂより多くなっている。このようにすることにより、ハウジング３０２から回路パッケージ４００への熱の伝達を抑制できる。また回路パッケージ４００を成形している熱硬化性樹脂の熱膨張係数とハウジング３０２を成形している熱可塑性樹脂の膨張係数の差による応力を低減できる。

【０１０８】

４． 回路パッケージ４００の外観

４．１ 熱伝達面露出部４３６を備える計測用流路面４３０の成形

図１４に第１樹脂モールド工程で作られる回路パッケージ４００の外観を示す。なお、回路パッケージ４００の外観上に記載した斜線部分は、第１樹脂モールド工程で回路パッケージ４００を製造した後に、第２樹脂モールド工程でハウジング３０２を成形する際に、第２樹脂モールド工程で使用する樹脂により回路パッケージ４００が覆われる固定面４３２を示す。図１４（Ａ）は回路パッケージ４００の左側面図、図１４（Ｂ）は回路パッケージ４００の正面図、図１４（Ｃ）は回路パッケージ４００の背面図である。回路パッケージ４００は、後述する流量検出部６０２や処理部６０４を内蔵し、熱硬化性樹脂でこれらがモールドされ、一体成形される。

20

【０１０９】

図１４（Ｂ）に示す回路パッケージ４００の表面には、被計測気体３０を流すための面として作用する計測用流路面４３０が被計測気体３０の流れ方向に長く延びる形状で成形されている。この実施例では計測用流路面４３０は、被計測気体３０の流れ方向に長く延びる長方形を成している。この計測用流路面４３０は、図１４（Ａ）に示す如く、他の部分より薄く作られていて、その一部に熱伝達面露出部４３６が設けられている。内蔵されている流量検出部６０２は、熱伝達面露出部４３６を介して被計測気体３０と熱伝達を行い、被計測気体３０の状態、例えば被計測気体３０の流速を計測し、主通路１２４を流れる流量を表す電気信号を出力する。

30

【０１１０】

内蔵されている流量検出部６０２（図１９参照）が高精度で被計測気体３０の状態を計測するには、熱伝達面露出部４３６の近傍を流れる気体が層流であり乱れが少ないことが望ましい。このため熱伝達面露出部４３６の流路側面と気体を導く計測用流路面４３０の面との差が所定値以下であることが望ましい。例えば熱伝達面露出部４３６の流路側面と計測用流路面４３０の面との段差はない方が好ましい。このような構成により、流量計測精度を高精度に保ちつつ、流量検出部６０２に不均等な応力および歪が作用するのを抑制することが可能となる。なお、上記段差は流量計測精度に影響を与えない程度の段差であれば設けてもよい。

40

【０１１１】

熱伝達面露出部４３６を有する計測用流路面４３０の裏面には、図１４（Ｃ）に示す如く、回路パッケージ４００の樹脂モールド成形時に内部基板あるいはプレートを支持する金型の押さえの押さえ跡４４２が残っている。熱伝達面露出部４３６は被計測気体３０との間で熱のやり取りを行うために使用される場所であり、被計測気体３０の状態を正確に

50

計測するためには、流量検出部 6 0 2 と被計測気体 3 0 との間の熱伝達が良好に行われることが望ましい。このため、熱伝達面露出部 4 3 6 の部分が第 1 樹脂モールド工程での樹脂で覆われるのを避けなければならない。熱伝達面露出部 4 3 6 とその裏面である計測用流路面裏面 4 3 1 の両面に金型を当て、この金型により熱伝達面露出部 4 3 6 への樹脂の流入を防止する。熱伝達面露出部 4 3 6 の裏面に凹部形状の押さえ跡 4 4 2 が成形されている。この部分は、流量検出部 6 0 2 等を構成する素子が近くに配置されており、これら素子の発熱をできるだけ外部に放熱することが望ましい。成形された凹部は、樹脂の影響が少なく、放熱し易い効果を奏している。

【 0 1 1 2 】

半導体素子で構成される流量検出部（流量検出素子）6 0 2 には、熱伝達面露出部 4 3 6 に相当する半導体ダイヤフラムが形成されており、半導体ダイヤフラムは、流量検出素子 6 0 2 の裏面に空隙を成形することによりえることができる。前記空隙を密閉すると温度変化による前記空隙内の圧力の変化により、半導体ダイヤフラムが変形し、計測精度が低下する。このためこの実施例では、半導体ダイヤフラム裏面の空隙と連通する開口 4 3 8 を回路パッケージ 4 0 0 の表面に設け、半導体ダイヤフラム裏面の空隙と開口 4 3 8 とを繋ぐ連通路を回路パッケージ 4 0 0 内部に設けている。なお、前記開口 4 3 8 は、第 2 樹脂モールド工程で、樹脂により塞がれることがないように、図 1 4 に示す斜線が記載されていない部分に設けられている。

【 0 1 1 3 】

第 1 樹脂モールド工程で前記開口 4 3 8 を成形することが必要であり、開口 4 3 8 の部分とその裏面とに金型を当て、表裏両面を金型で押すことにより、開口 4 3 8 の部分への樹脂の流入を阻止し、開口 4 3 8 を成形する。開口 4 3 8 および半導体ダイヤフラムの裏面の空隙と開口 4 3 8 とを繋ぐ連通路の成形については、後述する。

【 0 1 1 4 】

4.2 温度検出部 4 5 2 および突出部 4 2 4 の成形と効果

回路パッケージ 4 0 0 に設けられた温度検出部 4 5 2 は、温度検出部 4 5 2 を支持するために被計測気体 3 0 の上流方向に延びている突出部 4 2 4 の先端も設けられて、被計測気体 3 0 の温度を検出する機能を備えている。高精度に被計測気体 3 0 の温度を検出するためには、被計測気体 3 0 以外部分との熱の伝達をできるだけ少なくすることが望ましい。温度検出部 4 5 2 を支持する突出部 4 2 4 は、その根元より、先端部分が細い形状を成し、その先端部分に温度検出部 4 5 2 を設けている。このような形状により、温度検出部 4 5 2 への突出部 4 2 4 の根元部からの熱の影響が低減される。

【 0 1 1 5 】

また、温度検出部 4 5 2 で被計測気体 3 0 の温度が検出された後、被計測気体 3 0 は突出部 4 2 4 に沿って流れ、突出部 4 2 4 の温度を被計測気体 3 0 の温度に近づける作用を為す。このことにより、突出部 4 2 4 の根元部の温度が温度検出部 4 5 2 に及ぼす影響が抑制されている。特にこの実施例では、温度検出部 4 5 2 を備える突出部 4 2 4 の近傍が細く、突出部 4 2 4 の根元に行くに従って太くなっている。このため、被計測気体 3 0 がこの突出部 4 2 4 の形状に沿って流れ、突出部 4 2 4 を効率的に冷却する。

【 0 1 1 6 】

突出部 4 2 4 の根元部で斜線部は第 2 樹脂モールド工程でハウジング 3 0 2 を成形する樹脂により覆われる固定面 4 3 2 である。突出部 4 2 4 の根元部の斜線部に窪みが設けられている。これは、ハウジング 3 0 2 の樹脂に覆われない窪み形状の部分が設けられていることを示している。このように突出部 4 2 4 の根元部のハウジング 3 0 2 の樹脂に覆われない窪み形状の部分を作ることにより、被計測気体 3 0 により突出部 4 2 4 がさらに冷却し易くしている。

【 0 1 1 7 】

4.3 回路パッケージ 4 0 0 の端子

回路パッケージ 4 0 0 には、内蔵する流量検出部 6 0 2 や処理部 6 0 4 を動作させるための電力の供給、および流量の計測値や温度の計測値を出力するために、接続端子 4 1 2

10

20

30

40

50

が設けられている。さらに、回路パッケージ４００が正しく動作するかどうか、回路部品やその接続に異常が生じていないかの検査を行うために、端子４１４が設けられている。この実施例では、第１樹脂モールド工程で流量検出部６０２や処理部６０４を、熱硬化性樹脂を用いてトランスファモールドすることにより回路パッケージ４００が作られる。トランスファモールド成形を行うことにより、回路パッケージ４００の寸法精度を向上することができるが、トランスファモールド工程では、流量検出部６０２や処理部６０４を内蔵する密閉した金型の内部に加圧した高温の樹脂が圧入されるので、出来上がった回路パッケージ４００について、流量検出部６０２や処理部６０４およびこれらの配線関係に損傷が無いかを検査することが望ましい。この実施例では、検査のための端子４１４を設け、生産された各回路パッケージ４００についてそれぞれ検査を実施する。検査用の端子４１４は計測用には使用されないもので、上述したように、端子４１４は外部端子内端３６１には接続されない。なお各接続端子４１２には、機械的弾性力を増すために、湾曲部４１６が設けられている。各接続端子４１２に機械的弾性力を持たせることで、第１樹脂モールド工程による樹脂と第２樹脂モールド工程による樹脂の熱膨張係数の相違に起因して発生する応力を吸収することができる。すなわち、各接続端子４１２は第１樹脂モールド工程による熱膨張の影響を受け、さらに各接続端子４１２に接続される外部端子内端３６１は第２樹脂モールド工程による樹脂の影響を受ける。これら樹脂の違いに起因する応力の発生を吸収することができる。

【０１１８】

４．４ 第２樹脂モールド工程による回路パッケージ４００の固定とその効果

図１４で斜線の部分は、第２樹脂モールド工程において、ハウジング３０２に回路パッケージ４００を固定するために、第２樹脂モールド工程で使用する熱可塑性樹脂で回路パッケージ４００を覆うための、固定面４３２を示している。図５や図６を用いて説明したとおり、計測用流路面４３０および計測用流路面４３０に設けられている熱伝達面露出部４３６と副通路の形状との関係が、規定された関係となるように、高い精度で維持されることが重要である。第２樹脂モールド工程において、副通路を成形すると共に同時に副通路を成形するハウジング３０２に回路パッケージ４００を固定するので、前記副通路と計測用流路面４３０および熱伝達面露出部４３６との関係を極めて高い精度で維持できる。すなわち、第２樹脂モールド工程において回路パッケージ４００をハウジング３０２に固定するので、副通路を備えたハウジング３０２を成形するための金型内に、回路パッケージ４００を高い精度で位置決めして固定することが可能となる。この金型内に高温の熱可塑性樹脂を注入することで、副通路が高い精度で成形されると共に、回路パッケージ４００が高い精度で固定される。

【０１１９】

この実施例では、回路パッケージ４００の全面を、ハウジング３０２を成形する樹脂で覆う固定面４３２とするのではなく、回路パッケージ４００の接続端子４１２側に表面が露出する、すなわちハウジング３０２用樹脂で覆われない部分を設けている。図１４に示す実施例では、回路パッケージ４００の表面の内、ハウジング３０２用樹脂に包含される固定面４３２の面積より、ハウジング３０２の樹脂に包含されないハウジング３０２用樹脂から露出している面積の方が広がっている。

【０１２０】

回路パッケージ４００を成形する熱硬化性樹脂と固定部３７２を備えるハウジング３０２を成形する熱可塑性樹脂とでは熱膨張係数に差があり、この熱膨張係数差に基づく応力が回路パッケージ４００にできるだけ加わらないようにすることが望ましい。回路パッケージ４００の表面の固定面４３２を少なくすることで、熱膨張係数の差に基づく影響を低減できる。例えば幅Ｌの帯状とすることにより、回路パッケージ４００の表面の固定面４３２を少なくすることができる。

【０１２１】

また突出部４２４の根元に固定面４３２を設けることで、突出部４２４の機械的強度を増すことができる。回路パッケージ４００の表面において、被計測気体３０が流れる軸に

10

20

30

40

50

沿う方向に帯状の固定面を設け、さらに被計測気体 30 が流れる軸と交差する方向の固定面を設けることで、より強固に回路パッケージ 400 とハウジング 302 とを互いに固定することができる。固定面 432 において、計測用流路面 430 に沿って幅 L で帯状に回路パッケージ 400 を取り巻いている部分が上述した被計測気体 30 の流れ軸に沿う方向の固定面であり、突出部 424 の根元を覆う部分が、被計測気体 30 の流れ軸を横切る方向の固定面である。

【0122】

5. 回路パッケージへの回路部品の搭載

図 15 は、図 14 (B) の C - C 断面の 1 部を示す図であり、ダイヤフラム 672 および流量検出部 (流量検出素子) 602 の内部に設けられた空隙 674 と孔 520 とを繋ぐ連通孔 676 を説明する、説明図である。

10

【0123】

後述するように被計測気体 30 の流量を計測する流量検出部 602 にはダイヤフラム 672 が設けられており、ダイヤフラム 672 の背面には空隙 674 が設けられている。ダイヤフラム 672 には図示していないが被計測気体 30 と熱のやり取りを行い、これによって流量を計測するための素子が設けられている。ダイヤフラム 672 に成形させている素子間に、被計測気体 30 との熱のやり取りとは別に、ダイヤフラム 672 を介して素子間に熱が伝わると、正確に流量を計測することが困難となる。このためダイヤフラム 672 は熱抵抗を大きくする必要があり、ダイヤフラム 672 ができるだけ薄く作られている。

20

【0124】

また、回路パッケージ 400 は、リードに相当する第 2 プレート 536 に、連通通路を形成するための第 1 のプレート 532 が配置されている。第 1 プレート 532 には、チップ状の流量検出部 602 および LSI として作られている処理部 604 が搭載されている。流量検出部 602 の各端子と処理部 604 とがアルミパッドを介してワイヤ 542 で電氣的に接続されている。さらに、処理部 604 は、アルミパッドを介してワイヤ 543 で第 2 プレート 536 に接続されている。

【0125】

流量検出部 (流量検出素子) 602 は、ダイヤフラム 672 の熱伝達面 437 が露出するように、第 1 樹脂モールド工程により成形された回路パッケージ 400 の第 1 樹脂に埋設されて固定されている。ダイヤフラム 672 の表面は図示しない前記素子 (図 20 に示す発熱体 608、上流測温抵抗体である抵抗 652、抵抗 654 と下流測温抵抗体である抵抗 656、抵抗 658 など) が設けられている。前記素子は、ダイヤフラム 672 に相当する熱伝達面露出部 436 において素子表面の熱伝達面 437 を介して図示していない被計測気体 30 と互いに熱の伝達を行う。熱伝達面 437 は各素子の表面で構成しても良いし、その上に薄い保護膜を設けても良い。素子と被計測気体 30 との熱伝達がスムーズに行われ、一方で素子間の直接的な熱伝達ができるだけ少ない方が望ましい。

30

【0126】

流量検出部 (流量検出素子) 602 の前記素子が設けられている部分は、計測用流路面 430 の熱伝達面露出部 436 に配置されていて、熱伝達面 437 が計測用流路面 430 を成形している樹脂から露出している。流量検出素子 602 の外周部は計測用流路面 430 を成形している第 1 樹脂モールド工程で使用された熱硬化性樹脂で覆われている。仮に流量検出素子 602 の側面のみが前記熱硬化性樹脂で覆われ、流量検出素子 602 の外周部の表面側 (すなわちダイヤフラム 672 の周りの領域) に熱硬化性樹脂で覆われていないとすると、計測用流路面 430 を成形している樹脂に生じる応力を流量検出素子 602 の側面のみで受けることとなり、ダイヤフラム 672 に歪が生じ、特性が劣化する恐れがある。図 15 に示すように流量検出素子 602 の表側外周部も前記熱硬化性樹脂で覆われる状態とすることにより、ダイヤフラム 672 の歪が低減される。一方熱伝達面 437 と被計測気体 30 が流れる計測用流路面 430 との段差が大きいと、被計測気体 30 の流れが乱れ、計測精度が低下する。従って熱伝達面 437 と被計測気体 30 が流れる計測用流

40

50

路面 4 3 0 との段差 W が小さいことが望ましい。

【 0 1 2 7 】

ダイヤフラム 6 7 2 は各素子間の熱伝達を抑制するために非常に薄く作られていて、流量検出素子 6 0 2 の裏面に空隙 6 7 4 を成形することにより薄肉化が図られている。この空隙 6 7 4 を密閉すると温度変化により、ダイヤフラム 6 7 2 の裏面に形成されている空隙 6 7 4 の圧力が温度に基づき変化する。空隙 6 7 4 とダイヤフラム 6 7 2 の表面との圧力差が大きくなると、ダイヤフラム 6 7 2 が圧力を受けて歪を生じ、高精度の計測が困難となる。このため、第 1 プレート 5 3 2 には外部に開口する開口 4 3 8 に繋がる孔 5 2 0 が設けられ、この孔 5 2 0 と空隙 6 7 4 とを繋ぐ連通孔 6 7 6 が設けられている。この連通孔 6 7 6 は例えば第 1 プレート 5 3 2 と第 2 プレート 5 3 6 の 2 枚のプレートで作られる。第 1 プレート 5 3 2 には孔 5 2 0 と孔 5 2 1 が設けられ、さらに連通孔 6 7 6 を作るための溝が設けられている。第 2 プレート 5 3 6 で溝および孔 5 2 0 と孔 5 2 1 を塞ぐことで、連通孔 6 7 6 が作られる。この連通孔 6 7 6 と孔 5 2 0 とにより、ダイヤフラム 6 7 2 の表面および裏面に作用する気圧が略等しくなり、計測精度が向上する。

10

【 0 1 2 8 】

上述のとおり、第 2 プレート 5 3 6 で溝および孔 5 2 0 と孔 5 2 1 を塞ぐことにより、連通孔 6 7 6 を作ることができるが、他の方法として、リード（リードフレーム）を第 2 プレート 5 3 6 として使用することができる。プレート 5 3 2 の上にはダイヤフラム 6 7 2 および処理部 6 0 4 として動作する L S I が設けられている。これらの下側には、ダイヤフラム 6 7 2 および処理部 6 0 4 を搭載したプレート 5 3 2 を支えるためのリードフレームが設けられている。従ってこのリードフレームを利用することにより、構造がよりシンプルとなる。また前記リードフレームをグランド電極として使用することができる。このように第 2 プレート 5 3 6 の役割を前記リードフレームに持たせ、このリードフレームを用いて、第 1 プレート 5 3 2 に成形された孔 5 2 0 と孔 5 2 1 を塞ぐと共に第 1 プレート 5 3 2 に成形された溝を前記リードフレームで覆うようにして塞ぐことにより連通孔 6 7 6 を形成することで、全体構造がシンプルとなるのに加え、リードフレームのグランド電極としての作用により、ダイヤフラム 6 7 2 および処理部 6 0 4 に対する外部からのノイズの影響を低減できる。

20

【 0 1 2 9 】

回路パッケージ 4 0 0 において、熱伝達面露出部 4 3 6 が形成されている回路パッケージ 4 0 0 の裏面に、押さえ跡 4 4 2 が残っている。第 1 樹脂モールド工程において、熱伝達面露出部 4 3 6 への樹脂の流入を防止するために熱伝達面露出部 4 3 6 の部分に金型、例えば入れ駒を当て、さらにその反対面の押さえ跡 4 4 2 の部分に金型を当て、両金型により熱伝達面露出部 4 3 6 への樹脂の流入を阻止する。このようにして熱伝達面露出部 4 3 6 の部分を成形することにより、極めて高い精度で、被計測気体 3 0 の流量を計測できる。

30

【 0 1 3 0 】

図 1 6 は第 1 樹脂モールド工程により第 2 のプレート、端子等を含む金属製のフレーム枠を熱硬化性樹脂でモールドし、熱硬化性樹脂で覆われた状態を示す。このモールド成形により、回路パッケージ 4 0 0 の表面に計測用流路面 4 3 0 が成形され、熱伝達面露出部 4 3 6 が計測用流路面 4 3 0 に設けられている。また熱伝達面露出部 4 3 6 に相当するダイヤフラム 6 7 2 の裏面の空隙 6 7 4 は開口 4 3 8 とつながる構成となっている。突出部 4 2 4 の先端部に被計測気体 3 0 の温度を計測するための温度検出部 4 5 2 が設けられており、内部に温度検出素子 5 1 8 が内蔵されている。突出部 4 2 4 の内部では、熱伝達を抑制するために、温度検出素子 5 1 8 の電気信号を取り出すためのリードが分断され、熱抵抗の大きい接続線 5 4 6 が配置されている。これにより、温度検出部 4 5 2 への突出部 4 2 4 の根元からの熱伝達が抑制され、熱による影響が抑制される。

40

【 0 1 3 1 】

さらに突出部 4 2 4 の根元に傾斜部 5 9 4 や傾斜部 5 9 6 が作られている。第 1 樹脂モールド工程での樹脂の流れがスムーズになると共に、車に装着されて動作している状態で

50

、傾斜部 5 9 4 や傾斜部 5 9 6 により、温度検出部 4 5 2 で計測された被計測気体 3 0 が突出部 4 2 4 からその根元の方にスムーズに流れ、突出部 4 2 4 の根元が冷却され、温度検出部 4 5 2 への熱の影響を低減できる効果がある。この図 1 6 の状態の後、リード 5 1 4 が端子毎に切り離され、接続端子 4 1 2 や端子 4 1 4 となる。

【 0 1 3 2 】

第 1 樹脂モールド工程において、熱伝達面露出部 4 3 6 や開口 4 3 8 への樹脂の流れ込みを防ぐことが必要である。このため、第 1 樹脂モールド工程では、熱伝達面露出部 4 3 6 や開口 4 3 8 の位置に、樹脂の流れ込みを阻止する、例えばダイヤフラム 6 7 2 より大きい入れ駒を当て、その裏面に押さえを当て、両面から挟み込む。図 1 4 (C) には、図 1 6 の熱伝達面露出部 4 3 6 や開口 4 3 8 あるいは図 1 4 (B) の熱伝達面露出部 4 3 6 や開口 4 3 8 と対応する裏面に、押さえ跡 4 4 2 や押さえ跡 4 4 1 が残っている。

【 0 1 3 3 】

図 1 6 で枠 5 1 2 から切り離されたリードの切断面が、樹脂面から露出することにより、リードの切断面から水分などが使用中に内部に侵入する恐れがある。このようなことがないようにすることが耐久性向上の観点や信頼性向上の観点で重要である。例えば傾斜部 5 9 4 や傾斜部 5 9 6 のリード切断部が第 2 樹脂モールド工程で樹脂により覆われ、リードの切断面が、前記樹脂により覆われる。このことによりリードの切断面の腐食や切断部からの水の侵入が防止される。リードの切断面は温度検出部 4 5 2 の電気信号を伝える重要なリード部分と近接している。従って切断面を第 2 樹脂モールド工程で覆うことが望ましい。

【 0 1 3 4 】

6 . 熱式流量計 3 0 0 の生産工程

6 . 1 回路パッケージ 4 0 0 の生産工程

図 1 7 および図 1 8 は熱式流量計 3 0 0 の生産工程を示し、図 1 7 は回路パッケージ 4 0 0 の生産工程を示し、図 1 8 は熱式流量計の生産工程を示す。図 1 7 において、ステップ 1 は金属製のフレーム枠を生産する工程を示す。このフレーム枠は例えばプレス加工によって作られる。

【 0 1 3 5 】

ステップ 2 は、ステップ 1 で作られた第 2 のプレートを含むフレーム枠に、まず第 1 プレート 5 3 2 を搭載し、さらに第 1 プレート 5 3 2 に流量検出部 6 0 2 や処理部 6 0 4 を搭載し、さらに温度検出素子 5 1 8、チップコンデンサなどの回路部品を搭載する。またステップ 2 では、回路部品間や回路部品とリード間、リード同士の電氣的な配線を行う。このステップ 2 で、リード 5 4 4 とリード 5 4 8 間を、熱抵抗を大きくするための接続線 5 4 6 で接続する。ステップ 2 では、回路部品がフレーム枠 5 1 2 に搭載され、さらに電氣的な接続がなされた電気回路が作られる。

【 0 1 3 6 】

次にステップ 3 で、第 1 樹脂モールド工程により、熱硬化性樹脂でモールドされる。この状態を図 1 6 に示す。また、ステップ 3 で、接続されているリードをそれぞれフレーム枠 5 1 2 から切り離し、さらにリード間も切り離し、図 1 4 に示す回路パッケージ 4 0 0 を完成する。この回路パッケージ 4 0 0 には、図 1 4 に示す通り、計測用流路面 4 3 0 や熱伝達面露出部 4 3 6 が成形されている。

【 0 1 3 7 】

ステップ 4 で、出来上がった回路パッケージ 4 0 0 の外観検査や動作の検査を行う。ステップ 3 の第 1 樹脂モールド工程では、ステップ 2 で作られた電気回路を金型内に固定し、金型に高温の樹脂を高い圧力で注入するので、電気部品や電気配線の異常が生じていないかを検査することが望ましい。この検査のために図 1 4 に示す接続端子 4 1 2 に加え端子 4 1 4 が使用される。なお、端子 4 1 4 はその後使用されないのので、この検査の後、根元から切断しても良い。

【 0 1 3 8 】

6 . 2 熱式流量計 3 0 0 の生産工程と特性の補正

図 18 で、図 17 により生産された回路パッケージ 400 と外部端子 306 とが使用され、第 2 樹脂モールド工程の前にステップ 5 で接続端子 412 と外部端子内端 361 との接続が行われる。ステップ 6 で第 2 樹脂モールド工程によりハウジング 302 がつくられる。このハウジング 302 は樹脂製の副通路溝やフランジ 312 や外部接続部 305 が作られると共に、図 14 に示す回路パッケージ 400 の斜線部分が第 2 樹脂モールド工程の樹脂で覆われ、回路パッケージ 400 がハウジング 302 に固定される。これと同時に、図 10 ~ 図 13 で示した、樹脂被覆部 330 が成形される。前記第 1 樹脂モールド工程による回路パッケージ 400 の生産（ステップ 3）と第 2 樹脂モールド工程による熱式流量計 300 のハウジング 302 の成形との組み合わせにより、流量検出精度が大幅に改善される。さらに、樹脂被覆部 330 を第 2 樹脂モールド工程においてハウジング本体とともに一体的に成形することにより、端子接続部 320 を別工程において樹脂等により被覆する場合に比べて、安価かつ効率的に端子接続部 320 の防食を実施することができる。さらに、樹脂被覆部 330 を第 2 樹脂モールド工程においてハウジング本体とともに一体的に成形することにより、熱式流量計の使用時の温度変化に伴い、ハウジング本体とともに樹脂被覆部 330 も一体となって膨張収縮するため、端子接続部 320 に温度変化に伴う負荷が作用し難い構造とすることができる。

10

【0139】

ステップ 6 によりハウジング 302 が完成すると、次にステップ 8 で、表カバー 303 と裏カバー 304 がハウジング 302 に取り付けられ、ハウジング 302 の内部が表カバー 303 と裏カバー 304 で密閉されるとともに、被計測気体 30 を流すための副通路が完成する。表カバー 303 と裏カバー 304 をハウジング 302 に取り付け際には、接着剤によりこれらを接着してもよいが、レーザを用いてこれらを溶着することが好ましい。これにより、表カバー 303 と裏カバー 304 がハウジング 302 との接着性（溶着性）を高めることができる。これにより、たとえ熱式流量計 300 は使用される環境下においても、上述した回路室 321 内の密閉性を継続的に維持することができる。さらに、表カバー 303 と裏カバー 304 の材質に、ハウジング 302 の材料に比べてレーザが透過する熱可塑性樹脂（例えば透明または白色の樹脂）を用い、ハウジング 302 にカバーの材料に比べてレーザが吸収し易い熱可塑性樹脂（例えばカバーの樹脂を黒色に着色した樹脂）を用いることにより、表カバー 303 または裏カバー 304 と、ハウジング 302 との界面における溶着性をより高めることができる。

20

30

【0140】

ここで、ポリプロピレン（PP）、ポリアミド（PA）、ポリエチレン（PE）、ポリカーボネイト（PC）、ABS 樹脂、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）などの熱可塑性樹脂を用いた場合には、これらの樹脂はそのままの状態では透明または白色であるので、これらの樹脂にレーザを透過することができる。したがって、これらの樹脂でカバーを成形すればよい。一方、レーザを吸収させるために、レーザを吸収する樹脂（ハウジングを構成する樹脂）は、これらの樹脂に対して、レーザ吸収性を有する着色剤を添加したものをを用いる。その着色剤として、例えば、カーボンブラック等の炭素系材料、複合酸化物系顔料等の無機系着色料等を挙げることができる。このような結果、カバー側からレーザを照射することにより、レーザはカバーを透過して、ハウジングの樹脂に吸収され、カバーに接触した（または略接触した）ハウジングの樹脂が溶融し、ハウジングとカバーとの対向した部分を溶着することができる。さらに、カバーとハウジングの溶着性を高めるためには、双方の樹脂が同じ樹脂であることが好ましい。

40

【0141】

さらに、図 7 で説明した絞り構造が表カバー 303 あるいは裏カバー 304 に設けられた突起部 356 により、作られる。なお、この表カバー 303 はステップ 10 でモールド成形により作られ、裏カバー 304 はステップ 11 でモールド成形によって作られる。また、これら表カバー 303 と裏カバー 304 はそれぞれ別工程で作られ、それぞれ異なる金型により成形されて作られる。

50

【 0 1 4 2 】

ステップ 9 で、実際に副通路に気体が導かれ、特性の試験が行われる。上述したように副通路と流量検出部の関係が高い精度で維持されているので、特性の試験による特性補正を行うことで、非常に高い計測精度が得られる。また第 1 樹脂モールド工程と第 2 樹脂モールド工程で副通路と流量検出部の関係を左右する位置決めや形状関係の成形が行われるので、長期間使用しても特性の変化が少なく、高精度に加え高信頼性が確保される。

【 0 1 4 3 】

7. 熱式流量計 3 0 0 の回路構成

7.1 熱式流量計 3 0 0 の回路構成の全体

図 1 9 は熱式流量計 3 0 0 の流量検出回路 6 0 1 を示す回路図である。なお、先に実施例で説明した温度検出部 4 5 2 に関する計測回路も熱式流量計 3 0 0 に設けられているが、図 1 9 では省略している。熱式流量計 3 0 0 の流量検出回路 6 0 1 は、発熱体 6 0 8 を有する流量検出部 6 0 2 と処理部 6 0 4 とを備えている。処理部 6 0 4 は、流量検出部 6 0 2 の発熱体 6 0 8 の発熱量を制御すると共に、流量検出部 6 0 2 の出力に基づいて流量を表す信号を、端子 6 6 2 を介して出力する。前記処理を行うために、処理部 6 0 4 は、Central Processing Unit (以下 CPU と記す) 6 1 2 と入力回路 6 1 4、出力回路 6 1 6、補正值や計測値と流量との関係を表すデータを保持するメモリ 6 1 8、一定電圧をそれぞれ必要な回路に供給する電源回路 6 2 2 を備えている。電源回路 6 2 2 には車載バッテリーなどの外部電源から、端子 6 6 4 と図示していないグランド端子を介して直流電力が供給される。

【 0 1 4 4 】

流量検出部 6 0 2 には被計測気体 3 0 を熱するための発熱体 6 0 8 が設けられている。電源回路 6 2 2 から、発熱体 6 0 8 の電流供給回路を構成するトランジスタ 6 0 6 のコレクタに電圧 V 1 が供給され、CPU 6 1 2 から出力回路 6 1 6 を介して前記トランジスタ 6 0 6 のベースに制御信号が加えられ、この制御信号に基づいて前記トランジスタ 6 0 6 から端子 6 2 4 を介して発熱体 6 0 8 に電流が供給される。発熱体 6 0 8 に供給される電流量は前記 CPU 6 1 2 から出力回路 6 1 6 を介して発熱体 6 0 8 の電流供給回路を構成するトランジスタ 6 0 6 に加えられる制御信号により制御される。処理部 6 0 4 は、発熱体 6 0 8 で熱せられることにより被計測気体 3 0 の温度が当初の温度より所定温度、例えば 1 0 0 、だけ高くなるように発熱体 6 0 8 の発熱量を制御する。

【 0 1 4 5 】

流量検出部 6 0 2 は、発熱体 6 0 8 の発熱量を制御するための発熱制御ブリッジ 6 4 0 と、流量を計測するための流量検知ブリッジ 6 5 0 と、を有している。発熱制御ブリッジ 6 4 0 の一端には、電源回路 6 2 2 から一定電圧 V 3 が端子 6 2 6 を介して供給され、発熱制御ブリッジ 6 4 0 の他端はグランド端子 6 3 0 に接続されている。また流量検知ブリッジ 6 5 0 の一端には、電源回路 6 2 2 から一定電圧 V 2 が端子 6 2 5 を介して供給され、流量検知ブリッジ 6 5 0 の他端はグランド端子 6 3 0 に接続されている。

【 0 1 4 6 】

発熱制御ブリッジ 6 4 0 は、熱せられた被計測気体 3 0 の温度に基づいて抵抗値が変化する測温抵抗体である抵抗 6 4 2 を有しており、抵抗 6 4 2 と抵抗 6 4 4、抵抗 6 4 6、抵抗 6 4 8 はブリッジ回路を構成している。抵抗 6 4 2 と抵抗 6 4 6 の交点 A および抵抗 6 4 4 と抵抗 6 4 8 との交点 B の電位差が端子 6 2 7 および端子 6 2 8 を介して入力回路 6 1 4 に入力され、CPU 6 1 2 は交点 A と交点 B 間の電位差が所定値、この実施例ではゼロボルト、になるようにトランジスタ 6 0 6 から供給される電流を制御して発熱体 6 0 8 の発熱量を制御する。図 1 9 に記載の流量検出回路 6 0 1 は、被計測気体 3 0 のもとの温度に対して一定温度、例えば常に 1 0 0 、高くなるように発熱体 6 0 8 で被計測気体 3 0 を加熱する。この加熱制御を高精度に行えるように、発熱体 6 0 8 で暖められた被計測気体 3 0 の温度が当初の温度に対して一定温度、例えば常に 1 0 0 、高くなったときに、前記交点 A と交点 B 間の電位差がゼロボルトとなるように発熱制御ブリッジ 6 4 0 を構成する各抵抗の抵抗値が設定されている。従って図 1 9 に記載の流量検出回路 6 0 1 で

は、CPU 612は交点Aと交点B間の電位差がゼロボルトとなるよう発熱体608への供給電流を制御する。

【0147】

流量検知ブリッジ650は、抵抗652と抵抗654、抵抗656、抵抗658の4つの測温抵抗体で構成されている。これら4つの測温抵抗体は被計測気体30の流れに沿って配置されており、抵抗652と抵抗654は発熱体608に対して被計測気体30の流路における上流側に配置され、抵抗656と抵抗658は発熱体608に対して被計測気体30の流路における下流側に配置されている。また計測精度を上げるために抵抗652と抵抗654は発熱体608までの距離が互いに略同じくなるように配置されており、抵抗656と抵抗658は発熱体608までの距離が互いに略同じくなるように配置されている。

10

【0148】

抵抗652と抵抗656との交点Cと、抵抗654と抵抗658との交点Dとの間の電位差が端子631と端子632を介して入力回路614に入力される。計測精度を高めるために、例えば被計測気体30の流れがゼロの状態、前記交点Cと交点Dとの間の電位差がゼロとなるように流量検知ブリッジ650の各抵抗が設定されている。従って前記交点Cと交点Dとの間の電位差が、例えばゼロボルトの状態では、CPU 612は被計測気体30の流量がゼロとの計測結果に基づき、主通路124の流量がゼロを意味する電気信号を端子662から出力する。

【0149】

20

被計測気体30が図19の矢印方向に流れている場合、上流側に配置されている抵抗652や抵抗654は、被計測気体30によって冷却され、被計測気体30の下流側に配置されている抵抗656と抵抗658は、発熱体608により暖められた被計測気体30により暖められ、これら抵抗656と抵抗658の温度が上昇する。このため、流量検知ブリッジ650の交点Cと交点Dとの間に電位差が発生し、この電位差が端子631と端子632を介して、入力回路614に入力される。CPU 612は流量検知ブリッジ650の交点Cと交点Dとの間の電位差に基づいて、メモリ618に記憶されている前記電位差と主通路124の流量との関係を表すデータを検索し、主通路124の流量を求める。このようにして求められた主通路124の流量を表す電気信号が端子662を介して出力される。なお、図19に示す端子664および端子662は新たに参照番号を記載しているが、先に説明した図5や図6あるいは図10に示す接続端子412に含まれている。

30

【0150】

上記メモリ618には、上記交点Cと交点Dとの電位差と主通路124の流量との関係を表すデータが記憶されており、さらに回路パッケージ400の生産後に、気体の実測値に基づいて求められた、ばらつきなどの測定誤差の低減のための補正データが記憶されている。なお、回路パッケージ400の生産後の気体の実測およびそれに基づく補正值のメモリ618への書き込みは、図4に示す外部端子306や補正用端子307を使用して行われる。本実施例では、被計測気体30を流す副通路と計測用流路面430との配置関係や、被計測気体30を流す副通路と熱伝達面露出部436との配置関係が、高精度に非常にばらつきが少ない状態で、回路パッケージ400が生産されているので、前記補正值による補正で、極めて高い精度の計測結果が得られる。

40

【0151】

7.2 流量検出回路601の構成

図20は、上述した図19の流量検出回路601の回路配置を示す回路構成図である。流量検出回路601は矩形形状の半導体チップとして作られており、図20に示す流量検出回路601の左側から右側に向かって、矢印の方向に、被計測気体30が流れる。

【0152】

半導体チップで構成される流量検出部（流量検出素子）602には、半導体チップの厚さを薄くした矩形形状のダイヤフラム672が成形されて、このダイヤフラム672には、破線で示す薄厚領域（すなわち上述した熱伝達面）603が設けられている。この薄厚

50

領域 6 0 3 の裏面側には、上述した空隙が形成されており、前記空隙が図 1 4 や図 5 に示す開口 4 3 8 に連通し、前記空隙内の気圧は開口 4 3 8 から導かれる気圧に依存する。

【 0 1 5 3 】

ダイヤフラム 6 7 2 の厚さを薄くすることで、熱伝導率が低くなっており、ダイヤフラム 6 7 2 の薄厚領域（熱伝達面）6 0 3 に設けられた抵抗 6 5 2 や抵抗 6 5 4、抵抗 6 5 8、抵抗 6 5 6 へのダイヤフラム 6 7 2 を介しての熱伝達が抑えられ、被計測気体 3 0 との熱伝達により、これらの抵抗の温度が略定まる。

【 0 1 5 4 】

ダイヤフラム 6 7 2 の薄厚領域 6 0 3 の中央部には、発熱体 6 0 8 が設けられており、この発熱体 6 0 8 の周囲に発熱制御ブリッジ 6 4 0 を構成する抵抗 6 4 2 が設けられている。そして、薄厚領域 6 0 3 の外側に発熱制御ブリッジ 6 4 0 を構成する抵抗 6 4 4、6 4 6、6 4 8 が設けられている。このように成形された抵抗 6 4 2、6 4 4、6 4 6、6 4 8 によって発熱制御ブリッジ 6 4 0 が構成される。

【 0 1 5 5 】

また、発熱体 6 0 8 を挟むように、上流測温抵抗体である抵抗 6 5 2、抵抗 6 5 4 と下流測温抵抗体である抵抗 6 5 6、抵抗 6 5 8 が配置されており、発熱体 6 0 8 に対して被計測気体 3 0 が流れる矢印方向の上流側に、上流測温抵抗体である抵抗 6 5 2、抵抗 6 5 4 が配置され、発熱体 6 0 8 に対して被計測気体 3 0 が流れる矢印方向の下流側に下流測温抵抗体である抵抗 6 5 6、抵抗 6 5 8 が配置されている。このようにして、薄厚領域 6 0 3 に配置されている抵抗 6 5 2、抵抗 6 5 4 と抵抗 6 5 6、抵抗 6 5 8 とにより流量検知ブリッジ 6 5 0 が成形される。

【 0 1 5 6 】

また、上記発熱体 6 0 8 の双方の端部は、図 2 0 の下側に記載した端子 6 2 4 および 6 2 9 にそれぞれ接続されている。ここで、図 1 9 に示すように、端子 6 2 4 にはトランジスタ 6 0 6 から発熱体 6 0 8 に供給される電流が加えられ、端子 6 2 9 はグランドとして接地される。

【 0 1 5 7 】

発熱制御ブリッジ 6 4 0 を構成する抵抗 6 4 2、抵抗 6 4 4、抵抗 6 4 6、抵抗 6 4 8 は、それぞれ接続されて、端子 6 2 6 と 6 3 0 に接続される。図 1 9 に示すように、端子 6 2 6 には電源回路 6 2 2 から一定電圧 V 3 が供給され、端子 6 3 0 はグランドとして接地される。また、上記抵抗 6 4 2 と抵抗 6 4 6 との間、抵抗 6 4 6 と抵抗 6 4 8 との間かの接続点は、端子 6 2 7 と端子 6 2 8 に接続される。図 2 0 に記載の如く、端子 6 2 7 は抵抗 6 4 2 と抵抗 6 4 6 との交点 A の電位を出力し、端子 6 2 8 は抵抗 6 4 4 と抵抗 6 4 8 との交点 B の電位を出力する。図 1 9 に示すように、端子 6 2 5 には、電源回路 6 2 2 から一定電圧 V 2 が供給され、端子 6 3 0 はグランド端子として接地グランドされる。また、上記抵抗 6 5 4 と抵抗 6 5 8 との接続点は端子 6 3 1 に接続され、端子 6 3 1 は図 1 9 の点 B の電位を出力する。抵抗 6 5 2 と抵抗 6 5 6 との接続点は端子 6 3 2 に接続され、端子 6 3 2 は図 1 9 に示す交点 C の電位を出力する。

【 0 1 5 8 】

図 2 0 に示すように、発熱制御ブリッジ 6 4 0 を構成する抵抗 6 4 2 は、発熱体 6 0 8 の近傍に成形されているので、発熱体 6 0 8 からの発熱で暖められた気体の温度を精度良く計測することができる。一方、発熱制御ブリッジ 6 4 0 を構成する抵抗 6 4 4、6 4 6、6 4 8 は、発熱体 6 0 8 から離れて配置されているので、発熱体 6 0 8 からの発熱の影響を受け難い構成に成っている。抵抗 6 4 2 は発熱体 6 0 8 で暖められた気体の温度に敏感に反応するように構成されており、抵抗 6 4 4 や抵抗 6 4 6、抵抗 6 4 8 は発熱体 6 0 8 の影響を受けにくい構成となっている。このため、発熱制御ブリッジ 6 4 0 による被計測気体 3 0 の検出精度が高く、被計測気体 3 0 をその初期温度に対して所定温度だけ高める制御を高精度で行うことができる。

【 0 1 5 9 】

この実施例では、ダイヤフラム 6 7 2 の裏面側に空隙が形成されており、この空隙が図

10

20

30

40

50

14や図5に記載の開口438に連通しており、ダイヤフラム672の裏面側空隙の圧力とダイヤフラム672の表側の圧力との差が大きくなるようにしている。この圧力差によるダイヤフラム672の歪を抑制できる。このことは流量計測精度の向上に繋がる。

【0160】

上述したようにダイヤフラム672は薄厚領域603を成形し、薄厚領域603を含む部分の厚さを非常に薄くしており、ダイヤフラム672を介しての熱伝導を極力抑制している。従って流量検知ブリッジ650や発熱制御ブリッジ640は、ダイヤフラム672を介しての熱伝導の影響が抑制され、被計測気体30の温度に依存して動作する傾向がより強まり、計測動作が改善される。このため高い計測精度が得られる。

【産業上の利用可能性】

10

【0161】

本発明は、上述した気体の流量を計測するための計測装置に適用できる。

【符号の説明】

【0162】

300 ... 熱式流量計

301 ... 第2の樹脂

302 ...ハウジング

303 ...表カバー

304 ...裏カバー

305 ...外部接続部

20

306 ...外部端子

307 ...補正用端子

310 ...計測部

320 ...端子接続部（接続部）

321 ...回路室

330 ...樹脂被覆部

332 ...表側副通路溝

334 ...裏側副通路溝

356 ...突起部

361 ...外部端子内端

30

372 ...固定部

400 ...回路パッケージ

401 ...第1の樹脂

412 ...接続端子

414 ...端子

424 ...突出部

430 ...計測用流路面

432 ...固定面

436 ...熱伝達面露出部

438 ...開口

40

452 ...温度検出部

590 ...圧入孔

594 ...傾斜部

596 ...傾斜部

601 ...流量検出回路

602 ...流量検出部

604 ...処理部

608 ...発熱体

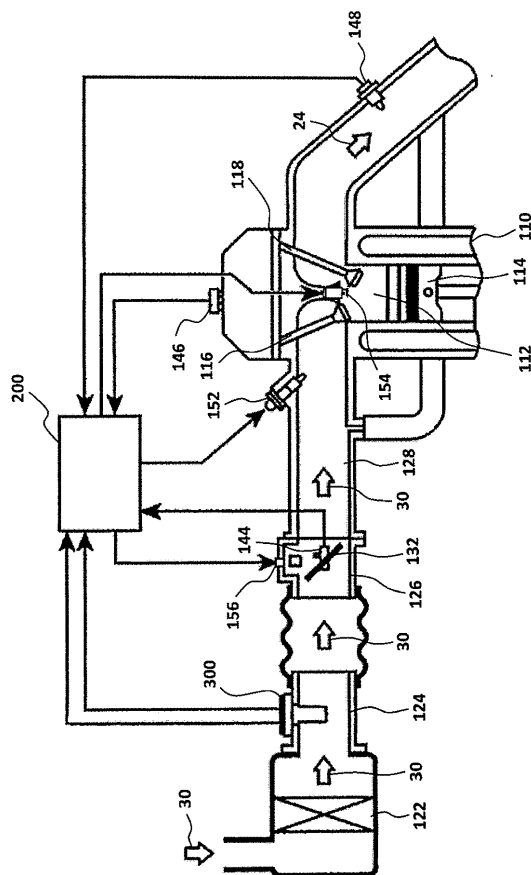
640 ...発熱制御ブリッジ

650 ...流量検知ブリッジ

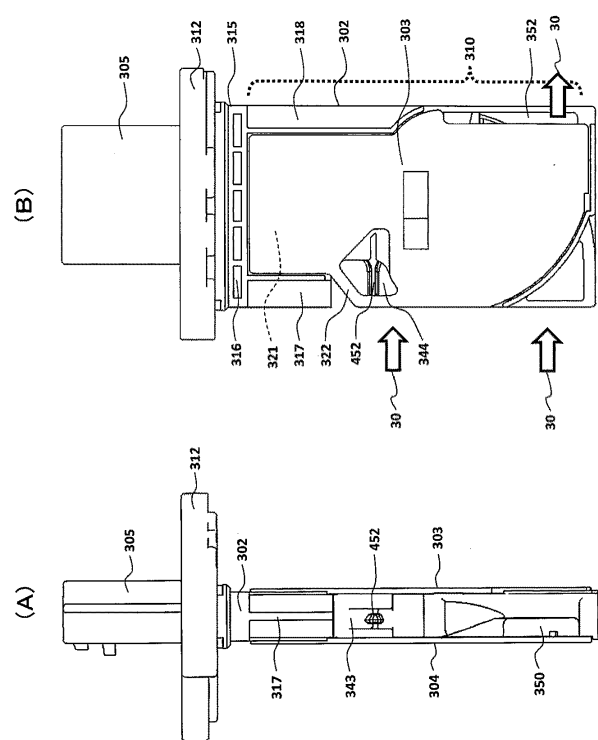
50

6 7 2 ...ダイヤフラム

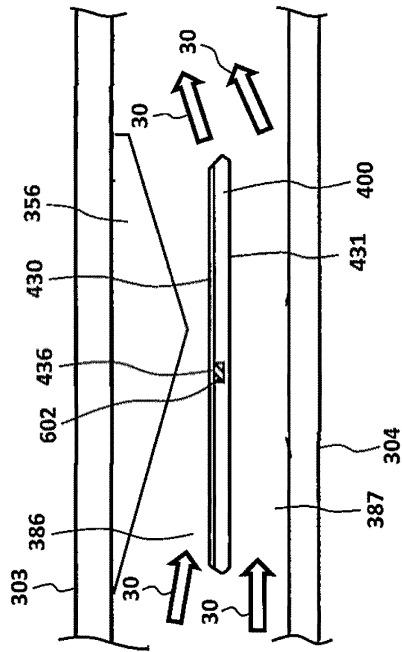
【図 1】



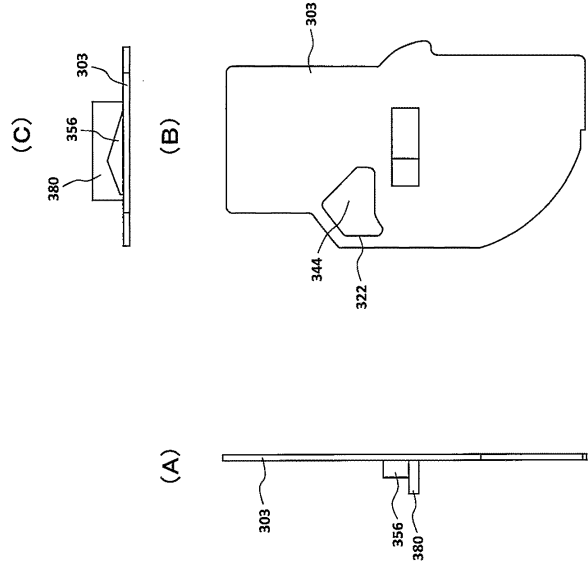
【図 2】



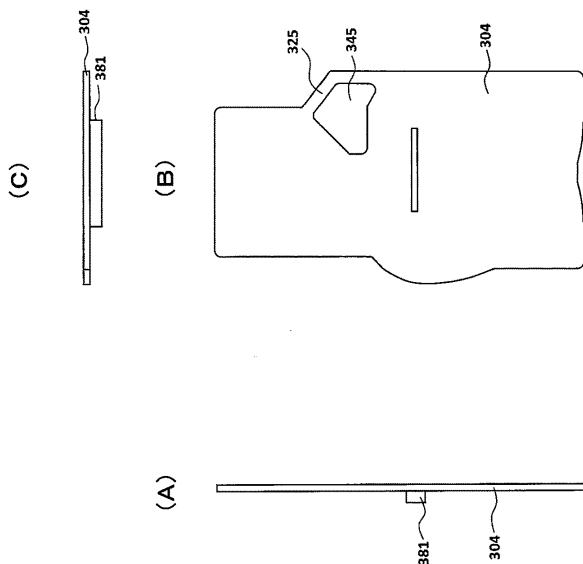
【図 7】



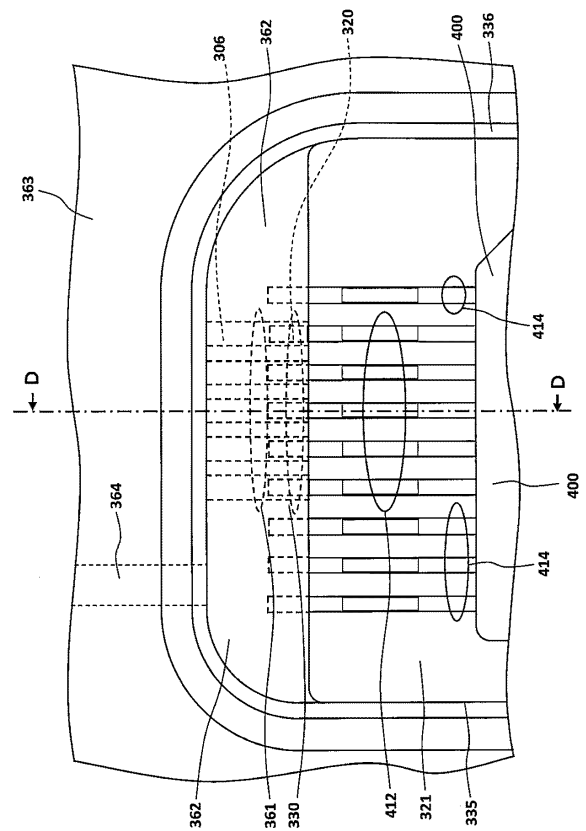
【図 8】



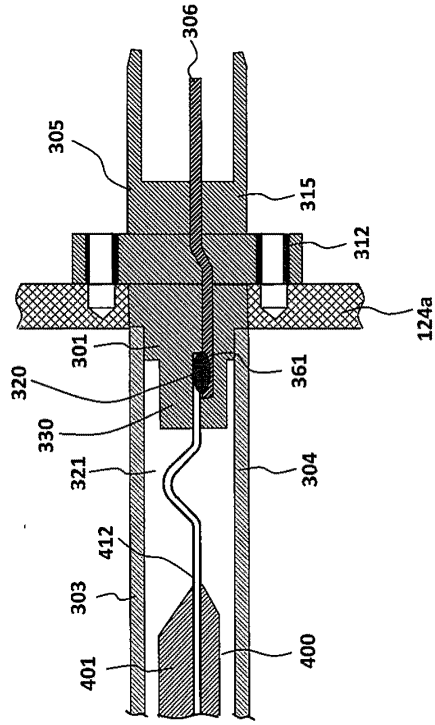
【図 9】



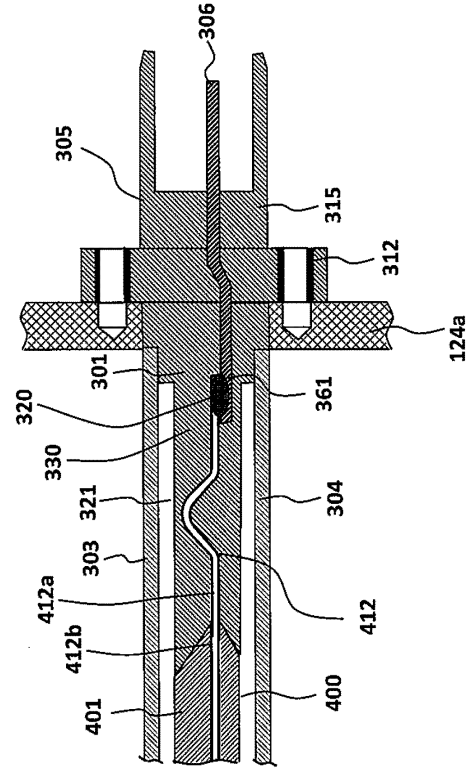
【図 10】



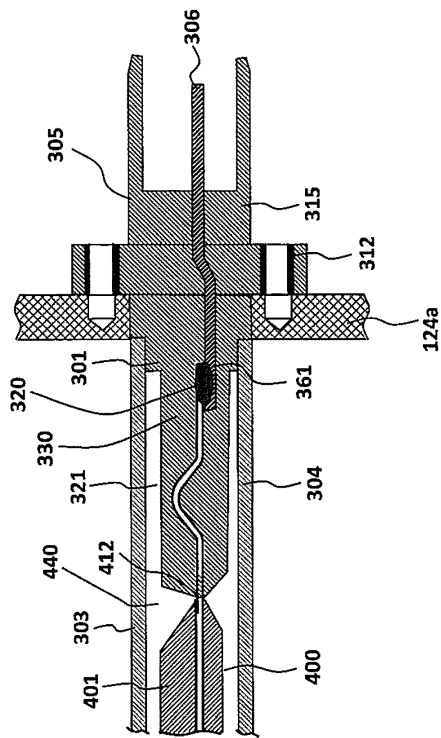
【図 1 1】



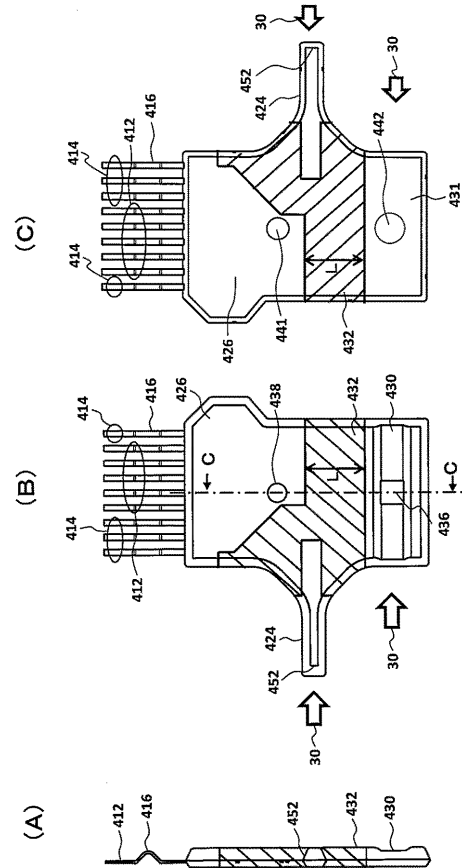
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 森野 毅
茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内
- (72)発明者 土井 良介
茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内
- (72)発明者 上ノ段 暁
茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官 森 雅之

- (56)参考文献 特許第 5 1 9 5 8 1 9 (J P , B 2)
特許第 3 5 8 7 7 3 4 (J P , B 2)
特許第 5 4 8 7 0 5 9 (J P , B 2)
特許第 5 1 6 8 1 8 4 (J P , B 2)
特許第 3 3 2 3 7 4 5 (J P , B 2)
特許第 5 2 0 6 4 2 9 (J P , B 2)
特許第 6 1 8 2 6 8 5 (J P , B 2)
特許第 6 1 0 6 7 8 8 (J P , B 2)
特許第 5 9 3 4 0 3 2 (J P , B 2)
特許第 4 1 6 9 8 0 2 (J P , B 2)
特許第 5 6 6 9 4 9 5 (J P , B 2)
特開 2 0 0 8 - 1 1 1 7 5 8 (J P , A)
特許第 6 2 5 9 9 4 5 (J P , B 2)
特許第 6 3 4 2 5 6 9 (J P , B 2)
特許第 3 7 8 7 5 0 9 (J P , B 2)
特開 2 0 0 9 - 2 7 0 9 3 0 (J P , A)
特許第 5 1 8 3 1 6 4 (J P , B 2)
特許第 4 0 0 7 1 4 3 (J P , B 2)
特開 2 0 0 6 - 2 7 8 9 5 1 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 8 8 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 5 7 2 (J P , A)
特許第 3 5 8 3 7 7 3 (J P , B 2)
特開 2 0 1 2 - 5 2 8 0 9 (J P , A)
特許第 4 9 2 9 3 3 3 (J P , B 2)
特開 2 0 0 5 - 1 7 2 5 2 6 (J P , A)
特許第 4 1 8 0 6 1 3 (J P , B 2)
特許第 5 2 1 2 1 5 9 (J P , B 2)
特許第 5 2 0 8 0 9 9 (J P , B 2)
特許第 5 9 7 6 0 8 5 (J P , B 2)
特許第 6 1 4 4 8 5 9 (J P , B 2)
特開 2 0 0 4 - 2 8 6 3 1 (J P , A)
特許第 3 8 7 8 2 0 3 (J P , B 2)
特許第 6 5 6 1 1 9 2 (J P , B 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 F 1 / 6 8