

(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2014-1992
(P2014-1992A)

(43) 公開日 平成26年1月9日(2014.1.9)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
GO1F 1/684 (2006.01) GO1F 1/68 1O1Z 2F035
 GO1F 1/68 1O1A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2012-136390 (P2012-136390)
 (22) 出願日 平成24年6月15日 (2012.6.15)

(71) 出願人 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100091096
 弁理士 平木 祐輔
 (74) 代理人 100105463
 弁理士 関谷 三男
 (74) 代理人 100102576
 弁理士 渡辺 敏章
 (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
 (72) 発明者 田代 忍
 茨城県ひたちなか市高場2477番地 株
 式会社日立カーエンジニアリング内
 最終頁に続く

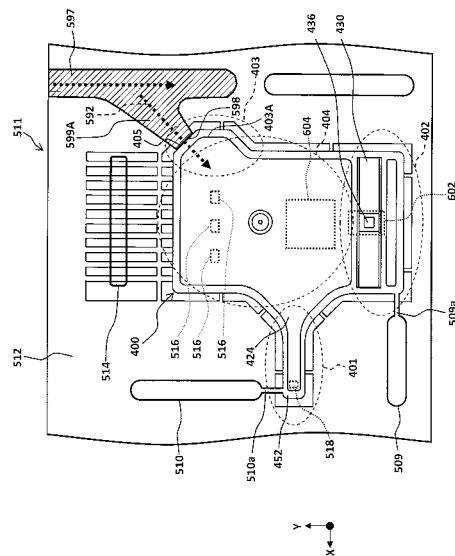
(54) 【発明の名称】 熱式流量計

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】樹脂漏れの発生を防ぎつつキャビティの隅々までモールド樹脂を充填可能な配置構成の回路パッケージを有する熱式流量計を提供する。

【解決手段】熱式流量計は温度検出素子518と、流量検出部602と、回路部品516、604とをリードフレーム511に搭載してモールド樹脂で封止した回路パッケージ400を有している。回路パッケージ400は、回路部品516、604が配置される本体部404と、温度検出素子518が配置される第1のパッケージ突出部401と、流量検出部602が配置される第2のパッケージ突出部402とを有している。そして、モールド樹脂の充填入口部405が本体部404に設けられており、充填入口部405が回路部品516、604を間に介して第1のパッケージ突出部401と第2のパッケージ突出部402に対向する位置に配置された構成を有する。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

温度検出素子と、流量検出素子と、回路部品とをリードに搭載して金型内に配置し、該金型内にモールド樹脂を充填して形成された回路パッケージを有する熱式流量計であって

、
前記回路パッケージは、前記回路部品が配置される本体部と、前記本体部から突出して前記温度検出素子が配置される第 1 のパッケージ突出部と、該第 1 のパッケージ突出部から離間して前記本体部から突出して前記流量検出部が配置される第 2 のパッケージ突出部と、を有し、前記モールド樹脂を前記金型内に充填した充填入口部が前記本体部に設けられており、該充填入口部が前記回路部品を間に介して前記第 1 のパッケージ突出部及び前記第 2 のパッケージ突出部に対向する位置に配置された構成を有することを特徴とする熱式流量計。

10

【請求項 2】

前記本体部は、前記第 1 のパッケージ突出部を有する第 1 辺部と、該第 1 辺部の一端側に配置されて前記第 2 のパッケージ突出部を有する第 2 辺部と、該第 2 辺部の一端側に配置されて前記第 1 辺部に対向する第 3 辺部と、該第 3 辺部の一端側と前記第 1 辺部の他端側との間に配置されて前記第 2 辺部に対向し前記リードが突出する第 4 辺部と、を有し、

前記充填入口部は、前記第 3 辺部と前記第 4 辺部との間の角部に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の熱式流量計。

【請求項 3】

20

前記回路パッケージは、前記本体部の前記角部で且つ前記第 3 辺部に突設された凸部に前記充填入口部が設けられており、前記本体部の前記角部を通過する対角線の延長線上に延在して前記充填入口部に連続する前記金型の入口ゲートを介して前記金型内に前記モールド樹脂を充填して形成された構成を有していることを特徴とする請求項 2 に記載の熱式流量計。

【請求項 4】

前記回路パッケージは、前記本体部の前記角部で且つ前記第 4 辺部に前記充填入口部が設けられており、前記第 3 辺部と同方向に延在して前記充填入口部に連続する前記金型の入口ゲートを介して前記金型内に前記モールド樹脂を充填して形成された構成を有していることを特徴とする請求項 2 に記載の熱式流量計。

30

【請求項 5】

前記回路パッケージは、前記本体部の前記角部で且つ前記第 3 辺部に前記充填入口部が設けられており、前記第 4 辺部と同方向に延在して前記充填入口部に連続する前記金型の入口ゲートを介して前記金型内に前記モールド樹脂を充填して形成された構成を有していることを特徴とする請求項 2 に記載の熱式流量計。

【請求項 6】

前記回路パッケージは、前記第 1 のパッケージ突出部の先端位置と前記第 2 のパッケージ突出部の先端位置に前記モールド樹脂の余剰分が流れ出る樹脂出口部が配置された構成を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の熱式流量計。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は熱式流量計に関する。

【背景技術】**【0002】**

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。

50

【0003】

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2011-252796号公報（特許文献1）に開示されている。

【0004】

特許文献2には、空気流量検出部を有する半導体素子とリードフレームを金型内に設置してモールド樹脂で一体成形する場合に、半導体素子の空気流量検出部をモールド樹脂から露出させるために金型で半導体素子の空気流量検出部を保持して成形する技術が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-252796号公報

【特許文献2】特開2011-122984号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献2に示す技術の場合、半導体素子を保持する保持力を半導体素子に影響を与えない範囲に制限する必要がある一方、モールド樹脂の成型金型を保持した際に金型内部に形成される隙間（キャビティ）の隅々まで行き渡らせるために高温のモールド樹脂を所定値以上の充填圧力で充填する必要がある。したがって、充填圧力の方が保持力よりも大きい場合に、金型と空気流量検出部との間にモールド樹脂が侵入して、空気流量検出部に樹脂漏れが生じるおそれがある。樹脂漏れにより、空気流量の検出精度低下してしまうため、その発生を防ぐ必要がある。

【0007】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、樹脂漏れの発生を防ぎつつキャビティの隅々までモールド樹脂を充填可能な配置構成の回路パッケージを有する熱式流量計を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決する本発明の熱式流量計は、温度検出素子と、流量検出素子と、回路部品とをリードに搭載して金型のキャビティ内に配置し、該キャビティ内にモールド樹脂を充填して形成された回路パッケージを有する熱式流量計であって、前記回路パッケージは、前記回路部品が配置される本体部と、前記本体部から突出して前記温度検出素子が配置される第1のパッケージ突出部と、該第1のパッケージ突出部から離間して前記本体部から突出して前記流量検出部が配置される第2のパッケージ突出部とを有し、前記モールド樹脂を前記キャビティ内に充填した充填入口部が前記本体部に設けられており、該充填入口部が前記回路部品を間に介して前記第1のパッケージ突出部及び前記第2のパッケージ突出部に対向する位置に配置された構成を有することを特徴としている。

【発明の効果】

【0009】

本発明の熱式流量計によれば、樹脂漏れの発生を防ぎつつキャビティの隅々までモールド樹脂を充填可能な配置構成の回路パッケージを有する熱式流量計を得ることができる。なお、上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0010】

【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。

【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】回路パッケージの外観図であり、図8(A)は左側面図、図8(B)は正面図、図8(C)は背面図である。

【図9】回路パッケージのリードフレームに回路部品を搭載した状態を示す図である。

【図10】第1樹脂モールド工程で第1のモールド樹脂を金型内に注入した状態の具体例を示す図である。

【図11】第1樹脂モールド工程で第1のモールド樹脂を金型内に注入した状態の他の具体例を示す図である。

【図12】第1樹脂モールド工程で第1のモールド樹脂を金型内に注入した状態のさらに他の具体例を示す図である。

【図13】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14】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15A】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15B】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16】熱式流量計の流量検出回路を示す回路図である。

【図17】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】

【0011】

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。

【0012】

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。

【0013】

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

10

20

30

40

50

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112とエンジンピストン114を備える内燃機関110の動作に基づき、吸入空気が被計測気体30としてエアクリーナ122から吸入され、主通路124である例えば吸気ボディ、スロットルボディ126、吸気マニホールド128を介してエンジンシリンダ112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30の流量は本発明に係る熱式流量計300で計測され、計測された流量に基づいて燃料噴射弁152より燃料が供給され、吸入空気である被計測気体30と共に混合気の状態を燃焼室に導かれる。なお、本実施例では、燃料噴射弁152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30と共に混合気を成形し、吸気弁116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。

10

【0014】

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152を取り付け、燃料噴射弁152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300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300の使用法を含めた制御パラメータの計測方法および燃料供給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。

20

【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に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。

【0016】

1.1 内燃機関制御システムの制御の概要

30

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。

【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。

40

【0018】

1.2 熱式流量計の計測精度向上の重要性と熱式流量計の搭載環境

50

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。

【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。

10

【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。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、単に発熱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、発熱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。

20

【0022】

2. 熱式流量計 300 の構成

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 16 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。

30

【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伸びる計測部 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

40

50

は、主通路 1 2 4 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。

【 0 0 2 4 】

主通路 1 2 4 の内壁面近傍では流体抵抗が大きく、主通路 1 2 4 の平均的な流速に比べ、流速が低くなる。このため主通路 1 2 4 の内壁面近傍の気体を被計測気体 3 0 として副通路に取り込むと、主通路 1 2 4 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 3 0 0 では、フランジ 3 1 2 から主通路 1 2 4 の中央に向かって延びる薄くて長い計測部 3 1 0 の先端部に入口 3 5 0 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 3 0 0 では、フランジ 3 1 2 から主通路 1 2 4 の中央に向かって延びる計測部 3 1 0 の先端部に入口 3 5 0 が設けられているだけでなく、副通路の出口も計測部 3 1 0 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。

10

【 0 0 2 5 】

熱式流量計 3 0 0 の計測部 3 1 0 はフランジ 3 1 2 から主通路 1 2 4 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 3 0 の一部を副通路に取り込むための入口 3 5 0 と副通路から被計測気体 3 0 を主通路 1 2 4 に戻すための出口 3 5 2 が設けられている。計測部 3 1 0 は主通路 1 2 4 の外壁から中央に向かう軸に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 3 0 0 の計測部 3 1 0 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 3 0 0 は十分な長さの副通路を備えることができ、被計測気体 3 0 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 3 0 0 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 3 0 の流量を計測することが可能である。

20

【 0 0 2 6 】

2.3 温度検出部 4 5 2 の構造

計測部 3 1 0 の先端側に設けられた副通路よりもフランジ 3 1 2 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 3 0 の流れの上流側に向かって開口する入口 3 4 3 が成形されており、入口 3 4 3 の内部には被計測気体 3 0 の温度を計測するための温度検出部 4 5 2 が配置されている。入口 3 4 3 が設けられている計測部 3 1 0 の中央部では、ハウジング 3 0 2 を構成する計測部 3 1 0 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 4 5 2 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 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 が設けられており、前記表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 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 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 とにより、被計測気体 3 0 を取り込むための入口 3 4 3 が成形される。入口 3 4 3 から取り込まれた被計測気体 3 0 は入口 3 4 3 の内部に設けられた温度検出部 4 5 2 に接触することで、温度検出部 4 5 2 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 3 0 2 の外壁から上流側に突出した温度検出部 4 5 2 を支える部分に沿って被計測気体 3 0 が流れ、表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 に設けられた表側出口 3 4 4 および裏側出口 3 4 5 から主通路 1 2 4 に排出される。

30

40

【 0 0 2 7 】

2.4 温度検出部 4 5 2 に関する効果

被計測気体 3 0 の流れに沿う方向の上流側から入口 3 4 3 に流入する気体の温度が温度検出部 4 5 2 により計測され、さらにその気体が温度検出部 4 5 2 を支える部分である温度検出部 4 5 2 の根元部分に向かって流れることにより、温度検出部 4 5 2 を支える部分の温度を被計測気体 3 0 の温度に近づく方向に冷却する作用を為す。主通路 1 2 4 である吸気管の温度が通常高くなり、フランジ 3 1 2 あるいは熱絶縁部 3 1 5 から計測部 3 1 0 内の上流側外壁を通して、温度検出部 4 5 2 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 3 0 が温度検出部 4 5 2 により計測された後、温度検出部 4 5 2 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

50

が冷却される。従ってフランジ 3 1 2 あるいは熱絶縁部 3 1 5 から計測部 3 1 0 内の上流側外壁を通して温度検出部 4 5 2 を支える部分に熱が伝わるのを抑制できる。

【 0 0 2 8 】

特に、温度検出部 4 5 2 の支え部分では、計測部 3 1 0 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 3 1 0 内の上流側外壁と温度検出部 4 5 2 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 3 0 による冷却部分の距離が長くなる。従ってフランジ 3 1 2 あるいは熱絶縁部 3 1 5 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 4 0 0（図 5 と図 6 参照）の固定が容易となる。

10

【 0 0 2 9 】

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ため、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の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。

20

30

【 0 0 3 0 】

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。

【 0 0 3 1 】

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ため、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。

40

【 0 0 3 2 】

50

図6(B)において主通路124を流れる被計測気体30の一部が入口350を成形する入口溝351から裏側副通路溝334内に取り込まれ、裏側副通路溝334内を流れる。裏側副通路溝334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30は徐々に移動する。特に裏側副通路溝334は回路パッケージ400の上流部342で急激に深くなる急傾斜部347が設けられていて、質量の小さい空気の一部は急傾斜部347に沿って移動し、回路パッケージ400の上流部342で図5(B)に記載の計測用流路面430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431の方を移動する。その後回路パッケージ400の下流部341を通り、図5(B)に記載の計測用流路面430の方を流れる。

10

【0033】

熱伝達面露出部436近傍の被計測気体30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332において、上述の回路パッケージ400の上流部342から表側副通路溝332側に移動した被計測気体30である空気は、計測用流路面430に沿って流れ、計測用流路面430に設けられた熱伝達面露出部436を介して流量を計測するための流量検出部602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430を通過した被計測気体30や回路パッケージ400の下流部341から表側副通路溝332に流れてきた空気は共に表側副通路溝332に沿って流れ、出口352を成形するための出口溝353から主通路124に排出される。

【0034】

20

被計測気体30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347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431の方を移動し、異物が熱伝達面露出部436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430の背面である計測用流路面裏面431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124の流れの軸を横切る軸に沿って被計測気体30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30に混入する異物の影響を低減できる。

【0035】

30

この実施例では、裏側副通路溝334で構成される流路は曲線を描きながらハウジング302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124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400の熱伝達面露出部436の副通路への固定が容易となり、さらに被計測気体30を主通路124の中央部に近い位置で取り込むことが容易となる。

【0036】

40

この実施例では、流量を計測するための計測用流路面430の流れ方向における前後に裏側副通路溝334と表側副通路溝332とに貫通する構成から成り、かつ回路パッケージ400の先端側はハウジング302で支持した構成ではなく空洞部382を有し、回路パッケージ400の上流部342の空間と回路パッケージ400の下流部341の空間が繋がった構成である。この回路パッケージ400の上流部342と回路パッケージ400の下流部341を貫通する構成として、ハウジング302の一方面に成形した裏側副通路溝334からハウジング302の他方の面に成形した表側副通路溝332へ被計測気体30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302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。

【0037】

ハウジング302の成形時には、回路パッケージ400に形成された計測用流路面43

50

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400の上流部342と回路パッケージ400の下流部341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302の樹脂モールド成形と同時に、回路パッケージ400をハウジング302に実装することができる。このようにハウジング302の成型金型に回路パッケージ400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400及び熱伝達面露出部436を高精度に実装することが可能となる。

【0038】

なお、裏側副通路溝334の両側には裏側副通路内周壁391と裏側副通路外周壁392が設けられ、これら裏側副通路内周壁391と裏側副通路外周壁392のそれぞれの高さ方向の先端部と裏カバー304の内側面とが密着することで、ハウジング302の裏側副通路が成形される。また表側副通路溝332の両側には表側副通路内周壁393と表側副通路外周壁394が設けられ、これら表側副通路内周壁393と表側副通路外周壁394の高さ方向の先端部と表カバー303の内側面とが密着することで、ハウジング302の表側副通路が成形される。

10

【0039】

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。

【0040】

20

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て、計測用流路面430を有する回路パッケージ400の左右両側で裏側副通路溝334と表側副通路溝332とが繋がっている。

【0041】

30

入口350から取り込まれ、裏側副通路溝334により構成される裏側副通路を流れた被計測気体30は、図7の左側から導かれ、被計測気体30の一部は、回路パッケージ400の上流部342の貫通部を介して、回路パッケージ400の計測用流路面430の表面と表カバー303に設けられた突起部356で作られる流路386の方を流れ、他の被計測気体30は計測用流路面裏面431と裏カバー304で作られる流路387の方を流れる。その後、流路387を流れた被計測気体30は、回路パッケージ400の下流部341の貫通部を介して表側副通路溝332の方に移り、流路386を流れている被計測気体30と合流し、表側副通路溝332を流れ、出口352から主通路124に排出される。

【0042】

40

裏側副通路溝334から回路パッケージ400の上流部342の貫通部を介して流路386に導かれる被計測気体30の方が、流路387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30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387の方に集まる。このため流路386への異物の流入はほとんど無い。

【0043】

流路386では、表側副通路溝332の最先端部に連続して、表カバー303に設けられ突起部356が計測用流路面430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386の絞り部の一方側に計測用流路面430が配置され、計測用流路面430には流量検出部602が被計測気体30との間で熱伝達を行うための熱

50

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。

【 0 0 4 4 】

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。

【 0 0 4 5 】

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 4 6 】

3.3 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。

【 0 0 4 7 】

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 は表カバー 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。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 400 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。

【0048】

また、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のではなく、固定部 372 のフランジ 312 側に、回路パッケージ 400 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 400 の外周面の内のハウジング 302 の樹脂に包含される部分の面積より、ハウジング 302 の樹脂に包含されないハウジング 302 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 400 の計測用流路面 430 の部分も、ハウジング 302 を形成している樹脂から露出している。

【0049】

回路パッケージ 400 の外壁を帯状に全周にわたって覆っている固定部 372 の一部を薄肉とすることで、ハウジング 302 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 400 の周囲を包含するようにして固定部 372 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 400 に対しても悪影響を及ぼす可能性がある。

【0050】

また、回路パッケージ 400 の外周面の内のハウジング 302 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 400 を固定するには、固定部 372 における回路パッケージ 400 の外壁との密着性を高めることが望ましい。ハウジング 302 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 400 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 302 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 372 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 372 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 400 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 400 と固定部 372 との密着性が向上する。

【0051】

回路パッケージ 400 の外壁面を粗くすることにより回路パッケージ 400 と固定部 372 との密着性を向上することができる。回路パッケージ 400 の外壁面を粗くする方法として、回路パッケージ 400 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 400 の表面に細かい凸凹を成形する粗化方法がある。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。

【0052】

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。

【0053】

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 mm 以下に、好ましくは 8 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 mm 以上の幅があれば回路パッケージ 400 を固定できる。

【0054】

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

10

20

30

40

50

、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成形されている。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成形されていることで、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。

10

【0055】

回路パッケージ 400 とフランジ 312 との間に空隙が成形され、この空隙部分が端子接続部 320 として作用している。この端子接続部 320 で回路パッケージ 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溶接などにより電氣的に接続される。端子接続部 320 の空隙は上述したようにハウジング 302 から回路パッケージ 400 への熱伝達を抑制する効果を奏すると共に、回路パッケージ 400 の接続端子 412 と外部端子 306 の外部端子内端 361 との接続作業のために使用可能なスペースとして確保されている。

20

【0056】

3.4 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。例えば従来は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。

30

40

【0057】

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

50

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、表力パー303や裏力パー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。

【0058】

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。

10

【0059】

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。

【0060】

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。

20

【0061】

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
、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。

30

【0062】

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。

40

【0063】

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8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

50

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され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８（Ａ）は回路パッケージ４００の左側面図、図８（Ｂ）は回路パッケージ４００の正面図、図８（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。

【００６４】

図８（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の流れ方向に長く伸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の流れ方向に長く伸びる長方形を成している。この計測用流路面４３０は、図８（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。

10

【００６５】

内蔵されている流量検出部６０２（図１６参照）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。

20

【００６６】

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８（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の状態を正確に計測するためには、流量検出部６０２と被計測気体３０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４３６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４３６とその裏面である計測用流路面裏面４３１の両面に金型を当て、この金型により熱伝達面露出部４３６への樹脂の流入を防止する。熱伝達面露出部４３６の裏面に凹部形状の押さえ跡４４２が成形されている。この部分は、流量検出部６０２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。

30

【００６７】

半導体素子で構成される流量検出部（流量検出素子）６０２には、熱伝達面露出部４３６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、流量検出部６０２の裏面に空隙を成形することにより得ることができる。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４３８を回路パッケージ４００の表面に設け、半導体ダイヤフラム裏面の空隙と開口４３８とを繋ぐ連通路を回路パッケージ４００内部に設けている。なお、前記開口４３８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８に示す斜線が記載されていない部分に設けられている。

40

【００６８】

第１樹脂モールド工程で前記開口４３８を成形することが必要であり、開口４３８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４３８の部分への樹脂の流入を阻止し、開口４３８を成形する。開口４３８および半導体ダイヤフラムの裏

50

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 0 6 9 】

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 の先端に設けられて、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。

10

【 0 0 7 0 】

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 0 7 1 】

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。

20

【 0 0 7 2 】

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 が設けられている。さらに、回路パッケージ 4 0 0 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 4 1 4 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 6 0 2 や処理部 6 0 4 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 4 0 0 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 4 0 0 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 6 0 2 や処理部 6 0 4 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 4 0 0 について、流量検出部 6 0 2 や処理部 6 0 4 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 4 1 4 を設け、生産された各回路パッケージ 4 0 0 についてそれぞれ検査を実施する。検査用の端子 4 1 4 は計測用には使用されないの、上述したように、端子 4 1 4 は外部端子内端 3 6 1 には接続されない。なお各接続端子 4 1 2 には、機械的弾性力を増すために、湾曲部 4 1 6 が設けられている。各接続端子 4 1 2 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 4 1 2 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 4 1 2 に接続される外部端子内端 3 6 1 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。

30

40

【 0 0 7 3 】

4.4 第 2 樹脂モールド工程による回路パッケージ 4 0 0 の固定とその効果

図 8 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 3 0 2 に回路パッケージ 4 0 0 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

50

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。

10

【0074】

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 8 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でハウジング 302 用樹脂から露出している面積の方が広がっている。

【0075】

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。

20

【0076】

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。

30

【0077】

5. 回路パッケージへの回路部品の搭載

5.1 回路パッケージのリードフレーム 511

図 9 に回路パッケージ 400 のリードフレーム 511 およびリードフレーム 511 に搭載された回路部品の搭載状態を示す。なお、破線部 508 は、回路パッケージ 400 のモールド成形時に用いられる金型により覆われて樹脂で封止される樹脂封止領域を示す。そして、破線部 509、510 は、オーバーフローゲートを通してキャビティからオーバーフローしたモールド樹脂が流れ込むオーバーフロー領域を示す。

40

【0078】

リードフレーム 511 は、複数本のリードと、これら複数本のリードに機械的に接続された支持棒 512 を有している。リードフレーム 511 の中央には、プレート 532 が搭載される実装部が設けられている。プレート 532 には、回路部品である、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 にはダイヤフラム 672 が設けられており、これが、上述したモールド成形により上述した熱伝達面露出部 436 に相当する。また、以下に説明する流量検出部 602 の各端子と処理部 604 とがワイヤ 542 で電氣的に接続されている。さらに処理部 60

50

4の各端子と対応するリード514とがワイヤ543で接続されている。また回路パッケージ400の接続端子となる部分とプレート532との間に位置するリード514は、それらの間に回路部品であるチップ部品516が接続されている。

【0079】

このように回路パッケージ400として完成された場合の最も先端側に、ダイヤフラム672を有する流量検出部602を配置し、前記流量検出部602に対して接続端子となる方に処理部604がLSIの状態に配置され、さらに処理部604の端子側に接続用のワイヤ543が配置されている。このように回路パッケージ400の先端側から接続端子の方向に順に、流量検出部602、処理部604、ワイヤ543、チップ部品516、接続用のリード514と配置することで、全体がシンプルとなり、全体が簡潔とした配置となる。

10

【0080】

プレート532を支えるために、実装部が設けられており、この実装部はリード556やリード558により支持枠512に支持固定されている。なお、実装部は、プレート532の下面に接続されるプレート532と同等の面積の図示しないリード面を有しており、プレート532がこの実装部のリード面上に搭載される。これら実装部のリード面はグランド接地されている。これによって、上記流量検出部602や処理部604の回路内の接地を共通して上記リード面を介して行うことでノイズを抑えることができ、被計測気体30の計測精度を向上している。またプレート532から流路の上流側の方に、すなわち上述した流量検出部602や処理部604、チップ部品516の配列方向を横切る方向のX軸に沿って突出するようにして、リード544が設けられている。このリード544には温度検出素子518、例えばチップ状のサーミスタが接続されている。さらに前記突出部の根元である処理部604に近い方に、リード548が設けられ、リード544とリード548とはAuワイヤなどの細線546で電氣的に接続されている。リード548とリード544とを直接接続すると、熱がこれらリード548とリード544とを介して温度検出素子518に伝わり、正確に被計測気体30の温度を計測することができなくなる。このため断面積の小さい線である熱抵抗の大きい線で接続することにより、リード548とリード544との間の熱抵抗を大きくすることができる。これにより、熱の影響が温度検出素子518に及ばないようにし、被計測気体30の温度の計測精度を向上している。

20

【0081】

またリード548はリード552やリード554により、支持枠512に固定されている。これらリード552やリード554と支持枠512との接続部分は、前記突出している温度検出素子518の突出方向に対して傾斜した状態で支持枠512に固定されており、金型もこの部分で斜めの配置となる。第1樹脂モールド工程でモールド用樹脂がこの斜めの状態に沿って流れることにより、温度検出素子518が設けられた先端部分に、第1樹脂モールド工程のモールド用樹脂がスムーズに流れ、信頼性が向上する。

30

【0082】

図9に樹脂の圧入方向を示す矢印592を示している。温度検出素子518、流量検出部602、処理部604やチップ部品516などの回路部品をリードフレーム511に搭載し、そのリードフレーム511を金型で覆い、金型の丸印の位置に設けた樹脂注入用の圧入孔(充填入口部)598から前記矢印592の方向に向かって、前記金型のキャビティ内に熱硬化性樹脂を注入する。圧入孔598は、回路パッケージ400の流量検出部602および温度検出素子518に対向する位置に設けられている。換言すると、前記圧入孔598から熱硬化性樹脂が注入される方向(矢印592の方向)の前方位置には、温度検出素子518及び流量検出部602が配置されている。温度検出素子518は、リード544に搭載されている。温度検出素子518及び流量検出部602よりも圧入孔598に接近した位置には、プレート532や処理部604、チップ部品516などの回路部品が設けられている。このように配置することで、第1樹脂モールド工程で樹脂がスムーズに流れる。第1樹脂モールド工程では、熱硬化性樹脂を使用しており、硬化する前に樹脂を全体に行き渡らせることが重要である。このためリード514における回路部品や配線

40

50

の配置と、圧入孔 5 9 8 や圧入方向の関係がたいへん重要となる。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 は、第 1 樹脂モールド工程で第 1 のモールド樹脂を金型内に充填した実施例を示す図である。

回路パッケージ 4 0 0 は、回路部品が配置される本体部 4 0 4 と、本体部 4 0 4 から突出して温度検出素子 5 1 8 が配置される第 1 のパッケージ突出部 4 0 1 と、第 1 のパッケージ突出部 4 0 1 から離間して本体部 4 0 4 から突出して流量検出部 6 0 2 が配置される第 2 のパッケージ突出部 4 0 2 とを有している。そして、モールド樹脂を金型のキャビティ内に充填した際の入口となる充填入口部 4 0 5 が本体部 4 0 4 に設けられている。充填入口部 4 0 5 は、回路部品を間に介して第 1 のパッケージ突出部 4 0 1 及び第 2 のパッケージ突出部 4 0 2 に対向する位置に配置されている。

10

【 0 0 8 4 】

本体部 4 0 4 は、平面視略矩形の平板形状を有しており、第 1 のパッケージ突出部 4 0 1 を有する上流辺部（第 1 辺部）と、上流辺部の一端側に配置されて第 2 のパッケージ突出部 4 0 2 を有する先端辺部（第 2 辺部）と、先端辺部の一端側に配置されて上流辺部に対向する下流辺部（第 3 辺部）と、下流辺部の一端側と上流辺部の他端側との間に配置されて先端辺部に対向しリードが突出する基端辺部（第 4 辺部）とを有している。

【 0 0 8 5 】

本体部 4 0 4 は、下流辺部と基端辺部との間の角部 4 0 3 で且つ下流辺部に突設された凸部 4 0 3 A を有しており、その凸部 4 0 3 A に充填入口部 4 0 5 が配置されている。

20

【 0 0 8 6 】

回路パッケージ 4 0 0 をモールド成形する金型のキャビティには、回路パッケージ 4 0 0 の角部 4 0 3 の充填入口部 4 0 5 に相当する位置に圧入孔 5 9 8 が設けられており、入口ゲート 5 9 9 A が接続されている。入口ゲート 5 9 9 A は、樹脂充填通路 5 9 7 からキャビティ内にモールド樹脂を供給するための分岐通路であり、本体部 4 0 4 の角部 4 0 3 を通過する対角線の延長線上に延在して圧入孔 5 9 8 に連続する。

【 0 0 8 7 】

樹脂充填通路 5 9 7 は、回路パッケージ 4 0 0 と同一平面上の離間した位置で、回路パッケージ 4 0 0 の基端辺部と先端辺部との間を結ぶ Y 軸方向に沿って下流辺部と平行に延在して設けられている。入口ゲート 5 9 9 A は、樹脂充填通路 5 9 7 の途中位置で分岐して、回路パッケージ 4 0 0 の対角線上に沿うように Y 軸方向に対して斜めに延在して圧入孔 5 9 8 に接続されている。

30

【 0 0 8 8 】

そして、回路パッケージ 4 0 0 の第 1 のパッケージ突出部 4 0 1 の先端に相当する位置と、第 2 のパッケージ突出部 4 0 2 の先端に相当する位置には、キャビティ内からモールド樹脂の余剰分が流れ出る樹脂出口部 5 0 9 A、5 1 0 A が設けられており、それぞれオーバーフロー領域 5 0 9、5 1 0 に接続されている。

【 0 0 8 9 】

回路パッケージ 4 0 0 は、本体部 4 0 4 の角部 4 0 3 でかつ下流辺部に突設された凸部 4 0 3 A に充填入口部 4 0 5 が設けられており、本体部 4 0 4 の角部 4 0 3 を通過して対角線の延長線上に延在する入口ゲート 5 9 9 A を介して、充填入口部 4 0 5 を形成する圧入孔 5 9 8 からキャビティ内にモールド樹脂を充填することによって形成されている。

40

【 0 0 9 0 】

入口ゲート 5 9 9 A は、本体部 4 0 4 の Y 軸方向に対して斜めに接続されているので、入口ゲート 5 9 9 A からキャビティ内にモールド樹脂を充填した場合に、回路パッケージ 4 0 0 の対角線上に沿って流れ込ませることができ、角部 4 0 3 から対角線上に離れた位置に対向して配置されている第 1 のパッケージ突出部 4 0 1 および第 2 のパッケージ突出部 4 0 2 まで、円滑に樹脂を流れ込ませることができ、硬化する前にモールド樹脂をキャビティ全体に行き渡らせることができる。

【 0 0 9 1 】

50

そして、角部 4 0 3 と、第 1 のパッケージ突出部 4 0 1 および第 2 のパッケージ突出部 4 0 2 との間には、処理部 6 0 4 やチップ部品 5 1 6 などの回路部品が配置されているので、入口ゲート 5 9 9 A からキャビティ内に高温高圧で注入されたモールド樹脂は、回路部品に当接してこれらを迂回するようにキャビティ内に広がる。したがって、高温高圧のモールド樹脂が流量検出部 6 0 2 および温度検出素子 5 1 8 に直接衝突するのを防ぎ、モールド樹脂による流量検出部 6 0 2 および温度検出素子 5 1 8 への熱的ダメージを抑制することができる。

【 0 0 9 2 】

また、流量検出部 6 0 2 は、熱伝達面露出部 4 3 6 の部分がモールド樹脂で覆われるのを避けるために、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 の両面に金型の当接部を当接させて、熱伝達面露出部 4 3 6 を保持し、熱伝達面露出部 4 3 6 への樹脂の流入を防止しているため、モールド樹脂が金型の当接部に直接衝突するのを避けることによって、金型により保持する保持力を増大させることなく、熱伝達面露出部 4 3 6 への樹脂の流入を防ぐことができ、熱伝達面露出部 4 3 6 への樹脂漏れ（樹脂かぶり）の発生を防止できる。

なお、樹脂硬化後における回路パッケージ 4 0 0 は、樹脂充填通路 5 9 7 や入口ゲート 5 9 9 A の樹脂を切断して使用する。切断箇所の回路パッケージ 4 0 0 の樹脂表面状態はその他周辺の表面状態に比べて粗く、切断後に入口ゲートの位置を特定することは容易である。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 は、第 1 樹脂モールド工程で第 1 のモールド樹脂を金型内に注入した他の実施例を示す図である。

本実施例では、回路パッケージ 4 0 0 は、本体部 4 0 4 の角部 4 0 3 で且つ基端辺部に充填入口部 4 0 5 が設けられており、入口ゲート 5 9 9 B を介してキャビティ内にモールド樹脂を充填して形成された構成を有している。入口ゲート 5 9 9 B は、樹脂充填通路 5 9 7 の途中位置で分岐して、本体部 4 0 4 の Y 軸方向に沿って下流辺部と同方向に延在して、角部 4 0 3 で且つ基端辺部に設けられた圧入孔 5 9 8 に接続されている。本体部 4 0 4 の基端辺部から突出するリード 5 1 4 は、入口ゲート 5 9 9 B を設けた分だけ上流辺部に偏位するように屈曲された形状を有している。

【 0 0 9 4 】

入口ゲート 5 9 9 B は、本体部 4 0 4 の Y 軸方向に沿って延在しているため、入口ゲート 5 9 9 B からキャビティ内にモールド樹脂を充填した場合に、回路パッケージ 4 0 0 の対角線上に拡がるように流れ込ませることができ、角部 4 0 3 から対角線上に離れた位置に対向して配置されている第 1 のパッケージ突出部 4 0 1 および第 2 のパッケージ突出部 4 0 2 まで、円滑に樹脂を流れ込ませることができ、硬化する前にモールド樹脂をキャビティ全体に行き渡らせることができる。

【 0 0 9 5 】

そして、上記した実施例と同様に、高温高圧のモールド樹脂が流量検出部 6 0 2 および温度検出素子 5 1 8 に直接衝突するのを防ぎ、モールド樹脂による流量検出部 6 0 2 および温度検出素子 5 1 8 への熱的ダメージを抑制することができ、また、金型により保持する保持力を増大させることなく、熱伝達面露出部 4 3 6 への樹脂の流入を防いで、熱伝達面露出部 4 3 6 への樹脂漏れの発生を防止できる。

【 0 0 9 6 】

本実施例では、入口ゲート 5 9 9 B が樹脂充填通路 5 9 7 と平行に延在しているため、図 1 0 に示す実施例と比較して、回路パッケージ 4 0 0 の角部 4 0 3 に凸部 4 0 3 A を設ける必要がない。したがって、回路パッケージ 4 0 0 の外形形状をより単純な形状にすることができ、また、樹脂充填通路 5 9 7 の位置を、凸部 4 0 3 A の省略分 d 1 だけ回路パッケージ 4 0 0 に接近させることができ、金型およびリードフレーム 5 1 1 を小型化することができる。

【 0 0 9 7 】

図12は、第1樹脂モールド工程で第1のモールド樹脂を金型内に注入した他の実施例を示す図である。

本実施例では、回路パッケージ400は、本体部404の角部403で且つ下流辺部に充填入口部405が設けられており、入口ゲート599Cを介してキャビティ内にモールド樹脂を充填して形成された構成を有している。入口ゲート599Cは、樹脂充填通路597の先端付近で分岐して、本体部404のX軸方向に沿って基端辺部と同方向に延在して、角部403で且つ下流辺部に設けられた圧入孔598に接続されている。

【0098】

入口ゲート599Cは、本体部404のX軸方向に沿って延在しているので、入口ゲート599Cからキャビティにモールド樹脂を充填した場合に、回路パッケージ400の対角線上に拡がるように流れ込ませることができ、角部403から対角線上に離れた位置に対向して配置されている第1のパッケージ突出部401および第2のパッケージ突出部402まで、円滑に樹脂を流れ込ませることができ、硬化する前にモールド樹脂をキャビティ全体に行き渡らせることができる。

10

【0099】

そして、上記した実施例と同様に、高温高圧のモールド樹脂が流量検出部602および温度検出素子518に直接衝突するのを防ぎ、モールド樹脂による流量検出部602および温度検出素子518への熱的ダメージを抑制することができ、また、金型により保持する保持力を増大させることなく、熱伝達面露出部436への樹脂の流入を防いで、熱伝達面露出部436への樹脂漏れの発生を防止できる。

20

【0100】

本実施例では、入口ゲート599Cが樹脂充填通路597に直交する方向に延在しているので、図10に示す実施例と比較して、回路パッケージ400の角部403に凸部403Aを設ける必要がなく、また、図11に示す実施例と比較して、リード514の形状を変更する必要がない。したがって、回路パッケージ400とリード514の形状をより単純な形状にすることができ、また、樹脂充填通路597の位置を、凸部403Aの省略分d1だけ回路パッケージ400に接近させることができ、金型およびリードフレーム511を小型化することができる。

【0101】

5.2 ダイヤフラム裏面の空隙と開口とを繋ぐ構造

30

図13は、図9のC-C断面の一部を示す図であり、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とを繋ぐ連通路676を説明する、説明図である。

【0102】

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。

40

【0103】

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672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17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

50

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。

【0104】

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。流量検出部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。仮に流量検出部602の側面のみが前記熱硬化性樹脂で覆われ、流量検出部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部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13に示すように流量検出部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が流れる計測用流路面430との段差Wが小さいことが望ましい。

10

【0105】

ダイヤフラム672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、流量検出部602の裏面に空隙674を成形することにより薄肉化が図られている。この空隙674を密閉すると温度変化により、ダイヤフラム672の裏面に形成されている空隙674の圧力が温度に基づき変化する。空隙674とダイヤフラム672の表面との圧力差が大きくなると、ダイヤフラム672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、プレート532には外部に開口する開口438に繋がる孔520が設けられ、この孔520と空隙674とを繋ぐ連通路676が設けられている。この連通路676は例えば第1プレート532と第2プレート536の2枚のプレートで作られる。第1プレート532には孔520と孔521が設けられ、さらに連通路676を作るための溝が設けられている。第2プレート536で溝および孔520と孔521を塞ぐことで、連通路676が作られる。この連通路676と孔520とにより、ダイヤフラム672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。

20

【0106】

上述のとおり、第2プレート536で溝および孔520と孔521を塞ぐことにより、連通路676を作ることができるが、他の方法として、リードフレームを第2プレート536として使用することができる。図16に記載のように、プレート532の上にはダイヤフラム672および処理部604として動作するLSIが設けられている。これらの下側には、ダイヤフラム672および処理部604を搭載したプレート532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536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532に成形された孔520と孔521を塞ぐと共に第1プレート532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路676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672および処理部604に対する外部からのノイズの影響を低減できる。

30

40

【0107】

回路パッケージ400において、熱伝達面露出部436が形成されている回路パッケージ400の裏面に、押さえ跡442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436への樹脂の流入を防止するために熱伝達面露出部436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442の部分に金型を当て、両金型により熱伝達面露出部436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436の部分成形することにより、極めて高い精度で、被計測気体30の流量を計測でき

50

る。

【0108】

図14は第1樹脂モールド工程により図9に示すリードフレーム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400の表面に計測用流路面430が成形され、熱伝達面露出部436が計測用流路面430に設けられている。また熱伝達面露出部436に相当するダイヤフラム672の裏面の空隙674は開口438とつながる構成となっている。突出部424の先端部に被計測気体30の温度を計測するための温度検出部452が設けられており、内部に温度検出素子518が内蔵されている。突出部424の内部では、熱伝達を抑制するために、温度検出素子518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546が配置されている。これにより、温度検出部452への突出部424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。

10

【0109】

さらに突出部424の根元に傾斜部594や傾斜部596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、傾斜部594や傾斜部596により、温度検出部452で計測された被計測気体30が突出部424からその根元の方にスムーズに流れ、突出部424の根元が冷却され、温度検出部452への熱の影響を低減できる効果がある。この図14の状態の後、リード514が端子毎に切り離され、接続端子412や端子414となる。

【0110】

第1樹脂モールド工程において、熱伝達面露出部436や開口438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436や開口438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672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8(C)に示すように、図14の熱伝達面露出部436や開口438あるいは図8(B)の熱伝達面露出部436や開口438と対応する裏面には、押さえ跡442や押さえ跡441が残っている。

20

【0111】

図14でリードフレーム511の支持枠512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594や傾斜部596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、図9に示すリード552やリード554の支持枠512との切断面が、前記樹脂により覆われる。このことによりリード552やリード554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552やリード554の切断面は温度検出部452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。

30

【0112】

6. 熱式流量計300の生産工程

6.1 回路パッケージ400の生産工程

図15A、図15Bは熱式流量計300の生産工程を示し、図15Aは回路パッケージ400の生産工程を示し、図15Bは熱式流量計の生産工程を示す。図15Aにおいて、ステップ1は図9に示すリードフレームを生産する工程を示す。このリードフレームは例えばプレス加工によって作られる。

40

【0113】

ステップ2は、ステップ1で作られたリードフレームに、まずプレート532を搭載し、さらにプレート532に流量検出部602や処理部604を搭載し、さらに温度検出素子518、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544とリード548間を、熱抵抗を大きくするための接続線546で接続する。ステップ2では、図9に示す、回路部品がリードフレーム511に搭載され、さらに電氣的な接

50

続がなされた電気回路が作られる。

【0114】

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14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リードフレーム511の支持枠512から切り離し、さらにリード間も切り離し、図8に示す回路パッケージ400を完成する。この回路パッケージ400には、図8に示す通り、計測用流路面430や熱伝達面露出部436が成形されている。

【0115】

ステップ4で、出来上がった回路パッケージ400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8に示す接続端子412に加え端子414が使用される。なお、端子414はその後使用されないので、この検査の後、根元から切断しても良い。

【0116】

6.2 熱式流量計300の生産工程と特性の補正

図15Bに示す工程では、図15A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、ステップ5で第2樹脂モールド工程によりハウジング302が作られる。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8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。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。ステップ6で各外部端子内端361の切り離しが行われ、接続端子412と外部端子内端361との接続がステップ7で行われる。

【0117】

ステップ7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。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。

【0118】

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。

【0119】

7. 熱式流量計300の回路構成

7.1 熱式流量計300の回路構成の全体

図16は熱式流量計300の流量検出回路601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452に関する計測回路も熱式流量計300に設けられているが、図16では省略している。熱式流量計300の流量検出回路601は、発熱体608を有する流量検出部602と処理部604とを備えている。処理部604は、流量検出部602の発熱体608の発熱量を制御すると共に、流量検出部602の出力に基づいて流量を表す信号を、端子662を介して出力する。前記処理を行うために、処理部604は、Central Processing Unit(以下CPUと記す)612と入力回路

10

20

30

40

50

614、出力回路616、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618、一定電圧をそれぞれ必要な回路に供給する電源回路622を備えている。電源回路622には車載バッテリーなどの外部電源から、端子664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。

【0120】

流量検出部602には被計測気体30を熱するための発熱体608が設けられている。電源回路622から、発熱体608の電流供給回路を構成するトランジスタ606のコレクタに電圧V1が供給され、CPU612から出力回路616を介して前記トランジスタ606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606から端子624を介して発熱体608に電流が供給される。発熱体608に供給される電流量は前記CPU612から出力回路616を介して発熱体608の電流供給回路を構成するトランジスタ606に加えられる制御信号により制御される。処理部604は、発熱体608で熱せられることにより被計測気体30の温度が当初の温度より所定温度、例えば100、だけ高くなるように発熱体608の発熱量を制御する。

10

【0121】

流量検出部602は、発熱体608の発熱量を制御するための発熱制御ブリッジ640と、流量を計測するための流量検知ブリッジ650と、を有している。発熱制御ブリッジ640の一端には、電源回路622から一定電圧V3が端子626を介して供給され、発熱制御ブリッジ640の他端はグランド端子630に接続されている。また流量検知ブリッジ650の一端には、電源回路622から一定電圧V2が端子625を介して供給され、流量検知ブリッジ650の他端はグランド端子630に接続されている。

20

【0122】

発熱制御ブリッジ640は、熱せられた被計測気体30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642を有しており、抵抗642と抵抗644、抵抗646、抵抗648はブリッジ回路を構成している。抵抗642と抵抗646の交点Aおよび抵抗644と抵抗648との交点Bの電位差が端子627および端子628を介して入力回路614に入力され、CPU612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606から供給される電流を制御して発熱体608の発熱量を制御する。図16に記載の流量検出回路601は、被計測気体30のものと温度に対して一定温度、例えば常に100、高くなるように発熱体608で被計測気体30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608で暖められた被計測気体30の温度が当初の温度に対して一定温度、例えば常に100、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640を構成する各抵抗の抵抗値が設定されている。従って図16に記載の流量検出回路601では、CPU612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。

30

【0123】

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。

40

【0124】

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

50

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、CPU612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。

【0125】

被計測気体30が図16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。CPU612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16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に示す接続端子412に含まれている。

10

【0126】

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。

20

【0127】

7.2 流量検出回路601の構成

図17は、上述した図16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17に示す流量検出回路601の左側から右側に向って、矢印の方向に、被計測気体30が流れる。

30

【0128】

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。この薄厚領域603の裏面側には、上述した空隙が成形されており、前記空隙が図8や図5に示す開口438に連通し、前記空隙内の気圧は開口438から導かれる気圧に依存する。

【0129】

ダイヤフラム672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672の薄厚領域（熱伝達面）603に設けられた抵抗652や抵抗654、抵抗658、抵抗656へのダイヤフラム672を介しての熱伝達が抑えられ、被計測気体30との熱伝達により、これらの抵抗の温度が略定まる。

40

【0130】

ダイヤフラム672の薄厚領域603の中央部には、発熱体608が設けられており、この発熱体608の周囲に発熱制御ブリッジ640を構成する抵抗642が設けられている。そして、薄厚領域603の外側に発熱制御ブリッジ640を構成する抵抗644、646、648が設けられている。このように成形された抵抗642、644、646、648によって発熱制御ブリッジ640が構成される。

【0131】

また、発熱体608を挟むように、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が配置されており、発熱体608に対して被

50

計測気体 30 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 652、抵抗 654 が配置され、発熱体 608 に対して被計測気体 30 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 656、抵抗 658 が配置されている。このようにして、薄厚領域 603 に配置されている抵抗 652、抵抗 654 と抵抗 656、抵抗 658 とにより流量検知ブリッジ 650 が成形される。

【0132】

また、上記発熱体 608 の双方の端部は、図 17 の下側に記載した端子 624 および 629 にそれぞれ接続されている。ここで、図 16 に示すように、端子 624 にはトランジスタ 606 から発熱体 608 に供給される電流が加えられ、端子 629 はグランドとして接地される。

10

【0133】

発熱制御ブリッジ 640 を構成する抵抗 642、抵抗 644、抵抗 646、抵抗 648 は、それぞれ接続されて、端子 626 と 630 に接続される。図 16 に示すように、端子 626 には電源回路 622 から一定電圧 V_3 が供給され、端子 630 はグランドとして接地される。また、上記抵抗 642 と抵抗 646 との間、抵抗 646 と抵抗 648 との間かの接続点は、端子 627 と端子 628 に接続される。図 17 に記載の如く、端子 627 は抵抗 642 と抵抗 646 との交点 A の電位を出力し、端子 628 は抵抗 644 と抵抗 648 との交点 B の電位を出力する。図 16 に示すように、端子 625 には、電源回路 622 から一定電圧 V_2 が供給され、端子 630 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 654 と抵抗 658 との接続点は端子 631 に接続され、端子 631 は図 16 の点 B の電位を出力する。抵抗 652 と抵抗 656 との接続点は端子 632 に接続され、端子 632 は図 16 に示す交点 C の電位を出力する。

20

【0134】

図 17 に示すように、発熱制御ブリッジ 640 を構成する抵抗 642 は、発熱体 608 の近傍に成形されているので、発熱体 608 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 640 を構成する抵抗 644、646、648 は、発熱体 608 から離れて配置されているので、発熱体 608 からの発熱の影響を受け難い構成に成っている。抵抗 642 は発熱体 608 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 644 や抵抗 646、抵抗 648 は発熱体 608 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 640 による被計測気体 30 の検出精度が高く、被計測気体 30 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。

30

【0135】

この実施例では、ダイヤフラム 672 の裏面側に空隙が形成されており、この空隙が図 8 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。

【0136】

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。

40

【0137】

以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。例えば、前記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加える

50

ことも可能である。さらに、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0138】

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。

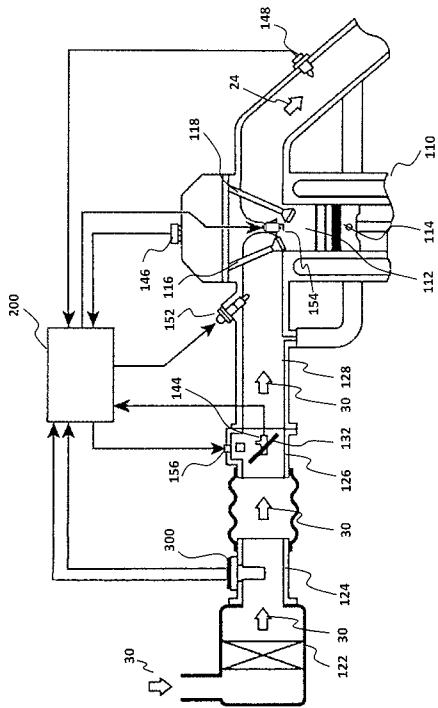
【符号の説明】

【0139】

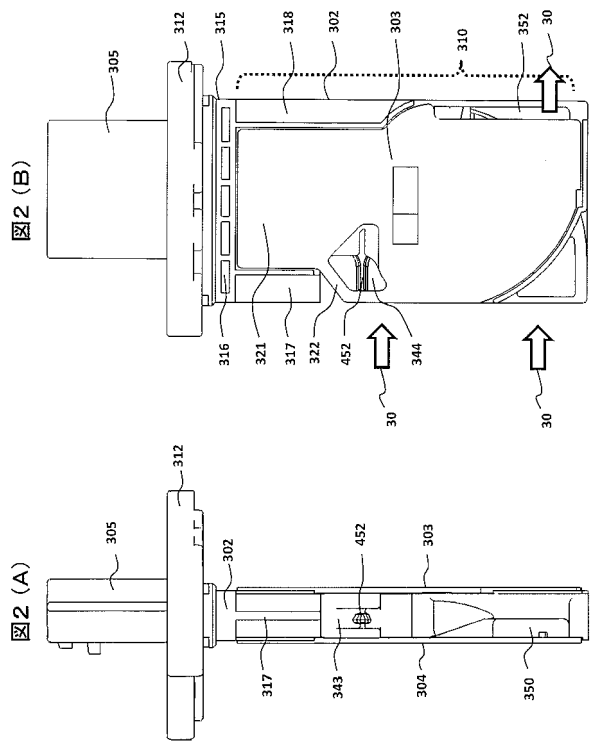
300 ... 熱式流量計	
302 ... ハウジング	
303 ... 表カバー	10
304 ... 裏カバー	
305 ... 外部接続部	
306 ... 外部端子	
307 ... 補正用端子	
310 ... 計測部	
320 ... 端子接続部	
332 ... 表側副通路溝	
334 ... 裏側副通路溝	
356 ... 突起部	
359 ... 樹脂部	20
361 ... 外部端子内端	
372 ... 固定部	
400 ... 回路パッケージ	
401 ... 第1のパッケージ突出部	
402 ... 第2のパッケージ突出部	
403 ... 角部	
403 A ... 凸部	
404 ... 本体部	
405 ... 充填入口部	
412 ... 接続端子	30
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	
452 ... 温度検出部	
511 ... リードフレーム	
516 ... チップ部品 (回路部品)	
518 ... 温度検出素子	40
597 ... 樹脂充填通路	
598 ... 圧入孔	
599 A、599 B、599 C ... 入口ゲート	
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 (回路部品)	
608 ... 発熱体	
640 ... 発熱制御ブリッジ	50

6 5 0 ... 流量検知ブリッジ
6 7 2 ... ダイアフラム

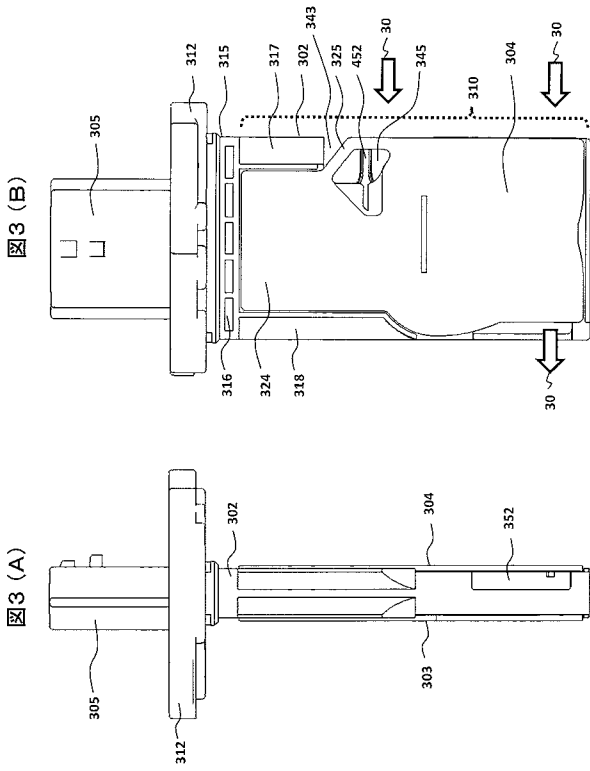
【 図 1 】



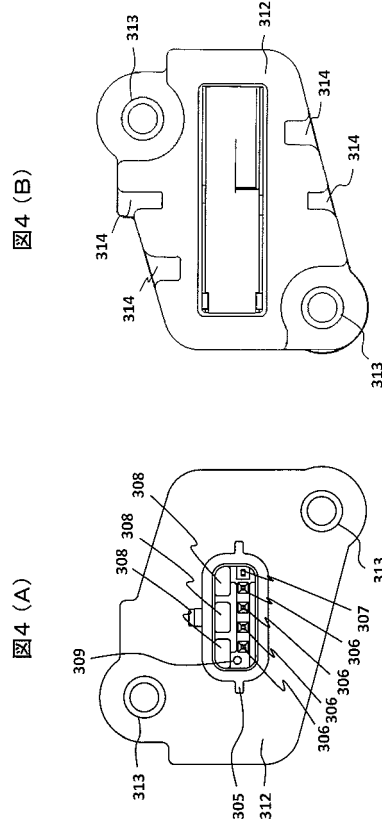
【 図 2 】



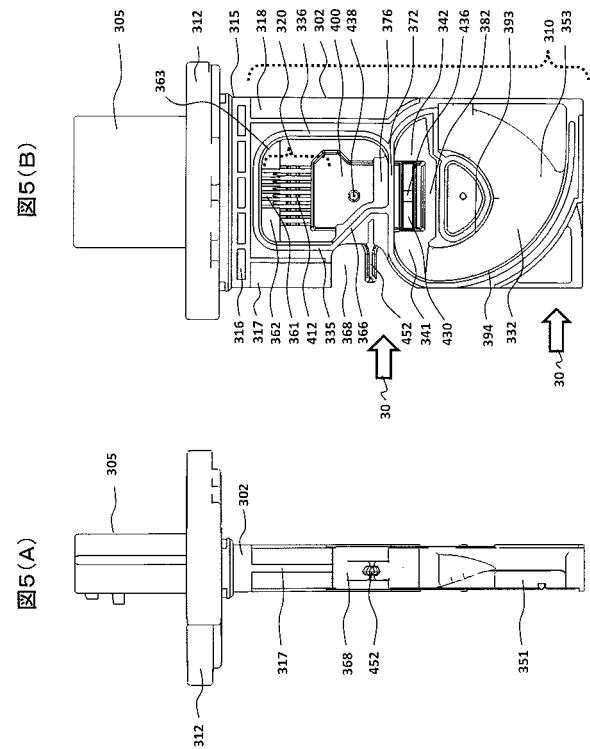
【 図 3 】



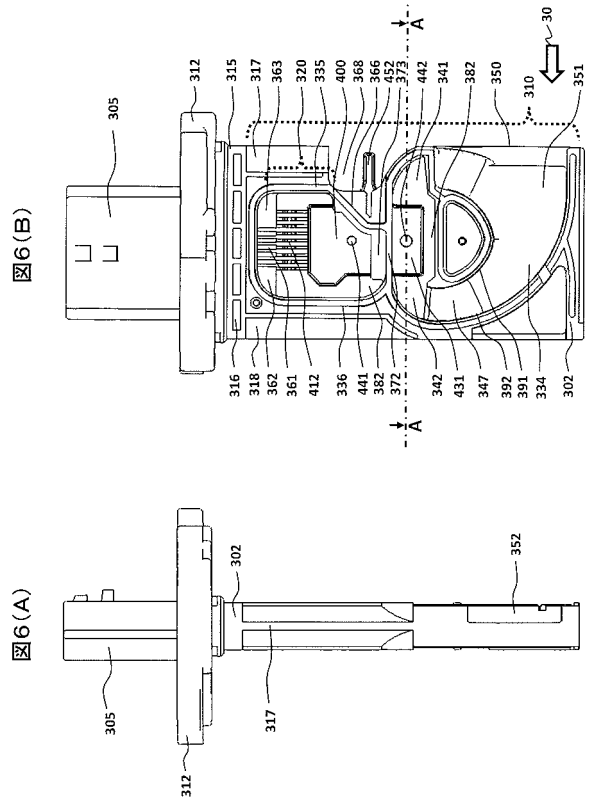
【 図 4 】



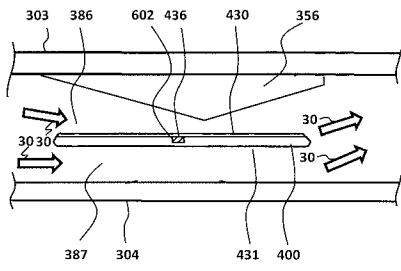
【 図 5 】



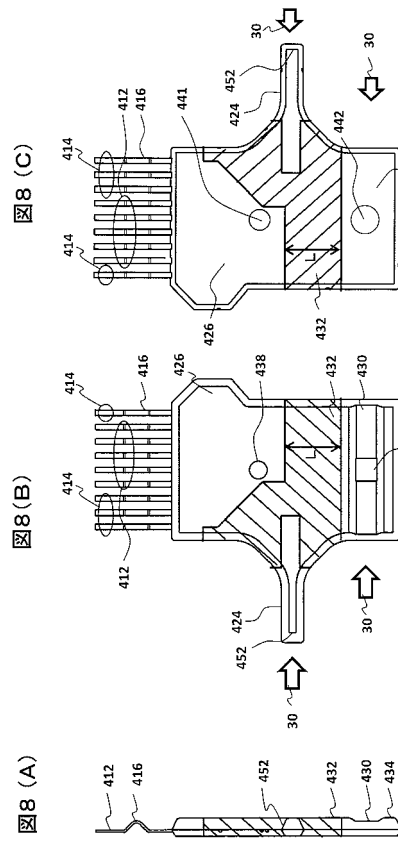
【 図 6 】



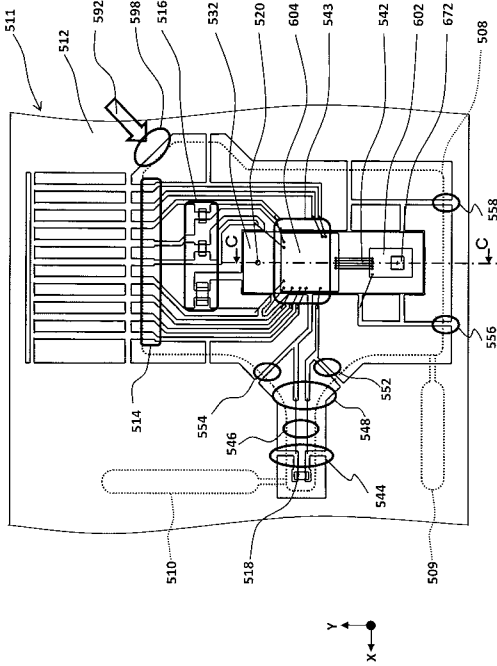
【 図 7 】



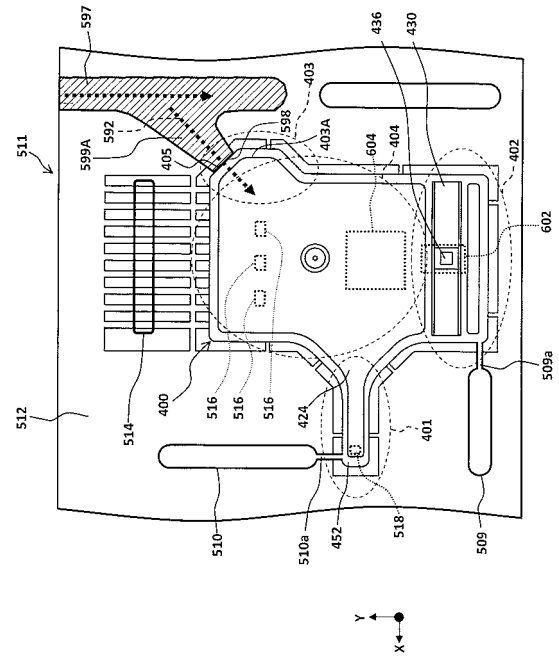
【 図 8 】



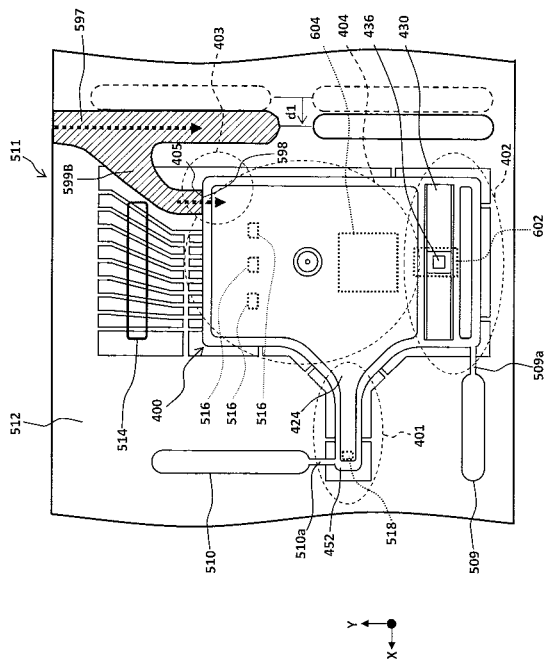
【 図 9 】



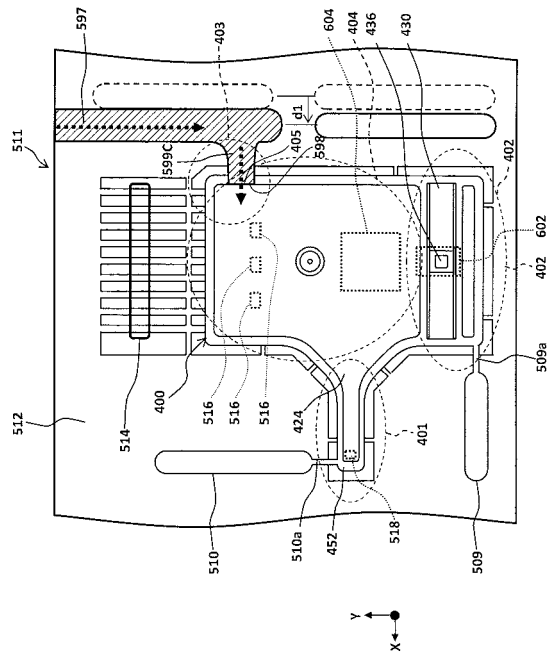
【 図 10 】



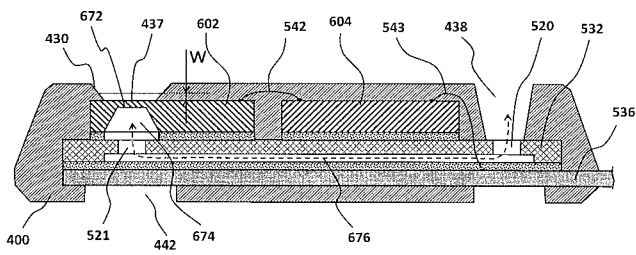
【図 1 1】



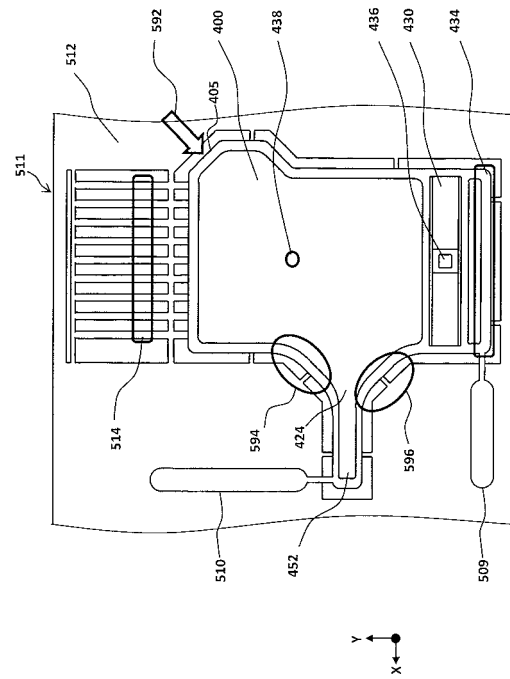
【図 1 2】



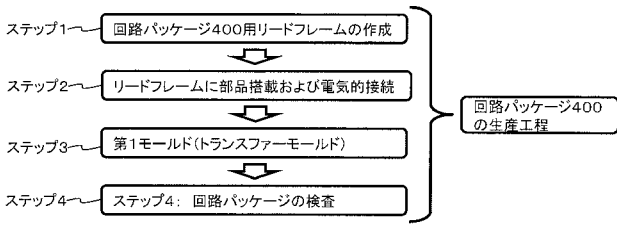
【図 1 3】



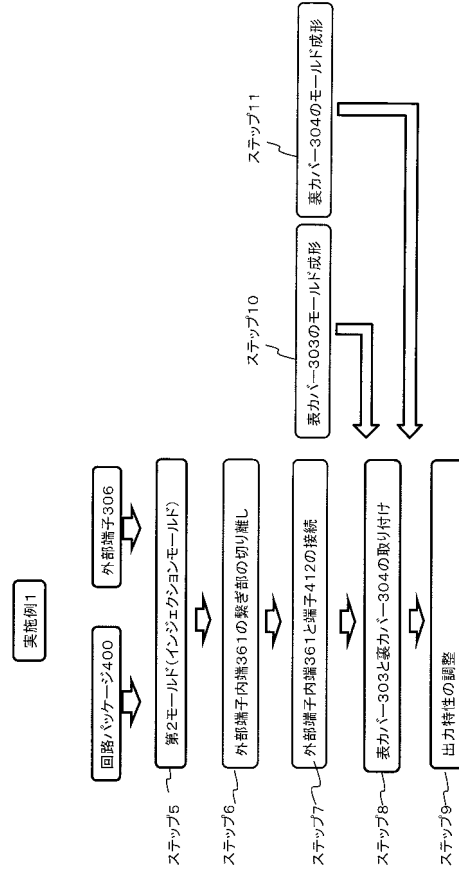
【図 1 4】



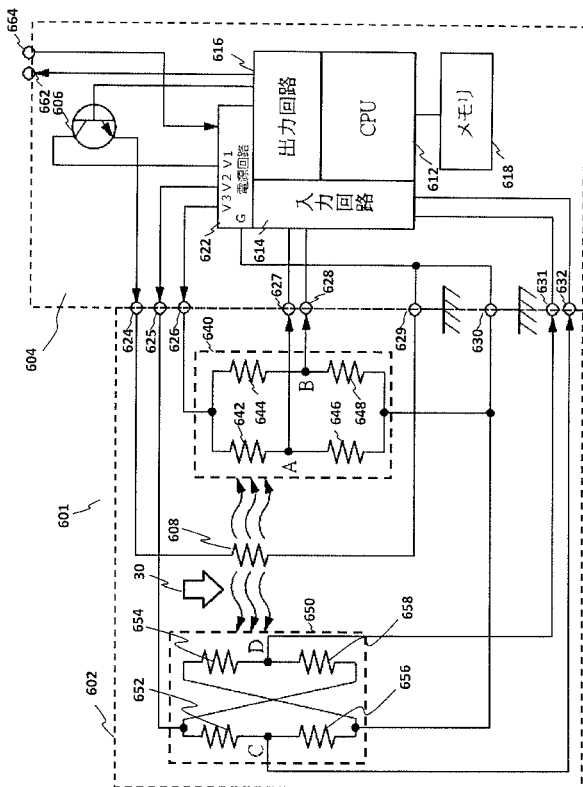
【 図 1 5 A 】



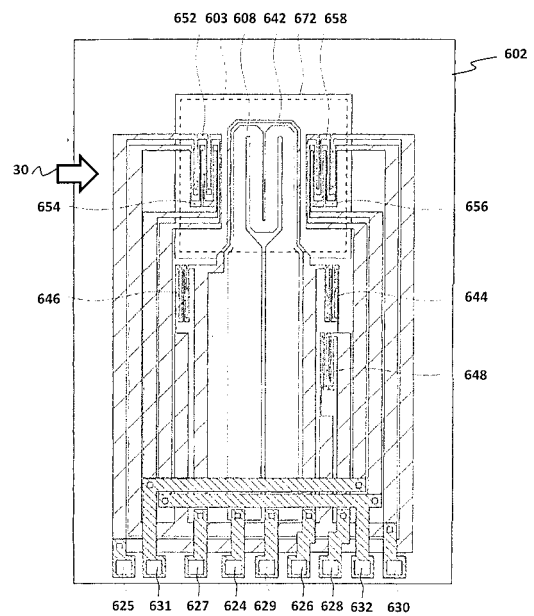
【 図 1 5 B 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 半沢 恵二

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 河野 務

神奈川県横浜市戸塚区吉田町2 9 2 番地 株式会社日立製作所横浜研究所内

Fターム(参考) 2F035 AA02 EA03 EA05 EA08