

(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2014-185865

(P2014-185865A)

(43) 公開日 平成26年10月2日(2014.10.2)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
GO1F 1/692 (2006.01)		GO1F 1/68	104C		2F035
GO1F 1/684 (2006.01)		GO1F 1/68	101A		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2013-59187(P2013-59187)
 (22) 出願日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(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 田代 忍
 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

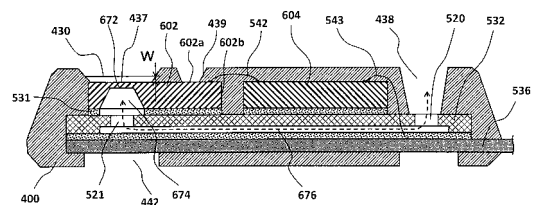
(54) 【発明の名称】 熱式流量計

(57) 【要約】

【課題】 汚損物の流量検出部への付着を防止する熱式流量計を得ること。

【解決手段】 本発明は、半導体チップ602を樹脂モールドした回路パッケージ400を有する熱式流量計300の製造方法であって、半導体チップ602の表面に設けられた熱伝達面437と、半導体チップ602の表面で且つ熱伝達面437から離間した位置に設定された押圧面602aに、金型703を押圧した状態で半導体チップ602を樹脂モールドする工程を含む。

【選択図】 図13



C-C線断面

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体チップを樹脂モールドした回路パッケージを有する熱式流量計の製造方法であって、

前記半導体チップの表面に設けられた熱伝達面と、前記半導体チップの表面で且つ前記熱伝達面から離間した位置に設定された押圧面とに、金型を押圧した状態で前記半導体チップを樹脂モールドする工程を含むことを特徴とする熱式流量計の製造方法。

【請求項 2】

前記押圧面は、前記半導体チップの前記熱伝達面から最も離れた端辺と前記熱伝達面との間の位置に設定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の製造方法。

10

【請求項 3】

前記熱伝達面と前記押圧面とが、繋がっていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の熱式流量計の製造方法。

【請求項 4】

前記半導体チップが搭載される基板を有し、

前記半導体チップは、前記基板との間に介在された接着剤によって前記半導体チップの裏面が前記基板に固定されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の熱式流量計の製造方法。

【請求項 5】

前記半導体チップと共に前記基板に搭載される処理部を有し、

20

前記半導体チップは、前記処理部にワイヤを介して電氣的に接続される複数の端子が 2 組に分かれて設けられており、該 2 組の端子群の間の位置に前記押圧面が設定されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の熱式流量計の製造方法。

【請求項 6】

前記押圧面には、前記半導体チップの検査端子が設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載の熱式流量計の製造方法。

【請求項 7】

前記半導体チップは、流量検出部を有しており、

前記熱伝達面は、前記流量検出部のダイヤフラムによって形成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の製造方法。

30

【請求項 8】

前記半導体チップは、湿度検出部を有しており、

前記押圧面は、前記湿度検出部のダイヤフラムによって形成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の製造方法。

【請求項 9】

前記半導体チップは、流量検出部と処理部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の熱式流量計の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は熱式流量計に関する。

40

【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。

【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

50

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 号公開公報（特許文献 1）に開示されている。

【0004】

特許文献 1 には、内燃機関に導かれる吸入空気量を計測する熱式流量計の技術が開示されている。該公報の熱式流量計は、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構成を有している。

10

【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】

20

【0006】

しかしながら、半導体チップの表面を金型で部分的に押さえるので、半導体チップに曲げ応力が作用して半導体チップが変形するおそれがある。特に、半導体チップと他部品との公差により金型の押圧力が増大する場合があります、半導体チップに過大な曲げ応力が作用して折損に至るおそれがある。

【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、モールド成形による半導体チップの変形を低減することができる熱式流量計の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

30

【0008】

上記課題を解決すべく、本発明に係る熱式流量計の製造方法は、半導体チップを樹脂モールドした回路パッケージを有する熱式流量計の製造方法であって、前記半導体チップの表面に設けられた熱伝達面と、前記半導体チップの表面で且つ前記熱伝達面から離間した位置に設定された押圧面に、金型を押圧した状態で前記半導体チップを樹脂モールドする工程を含むことを特徴としている。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、モールド成形による半導体チップの変形を低減することができる。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。

40

【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

50

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】図 7 は、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 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。

10

【図 1 0】回路パッケージの外観図であり、図 1 0 (A) は左側面図、図 1 0 (B) は正面図、図 1 0 (C) は背面図である。

【図 1 1】回路パッケージのフレーム枠に回路部品を搭載した状態を示す図である。

【図 1 2】図 1 1 に示す流量検出部の拡大図である。

【図 1 3】図 1 0 (B) の C - C 線断面図である。

【図 1 4】回路パッケージのモールド成形方法の実施例を説明する図である。

【図 1 5 - 1】回路パッケージのモールド成形方法の比較例を説明する図である。

【図 1 5 - 2】回路パッケージのモールド成形方法の比較例を説明する図である。

【図 1 6】他の実施例を説明する断面図である。

【図 1 7】他の実施例を説明する断面図である。

20

【図 1 8】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 9】回路パッケージの生産工程を示す図である。

【図 2 0】熱式流量計の生産工程を示す図である。

【図 2 1】熱式流量計の流量検出回路を示す回路図である。

【図 2 2】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実施（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。

30

【 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。

40

【 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、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

50

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被計測気体30と共に混合気を成形し、吸入弁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。

【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。

10

【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、排気ガス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増減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。

20

【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や吸入弁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。排気ガス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。

30

【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

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】

50

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。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。

10

【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。

【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、外部機器との電気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 2 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

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。

40

【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 の中央に向かって伸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

50

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。

【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沿って長く延びる形状を成しているが、幅は、図2(A)及び図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及び図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に関する効果

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過して、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過して温度検出部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）を成しているので、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317が設けられている。上流側突起317は断面積が大きく、フランジ312あるいは熱絶縁部315からの熱伝導が大きい、入口343の手前で上流側突起317が途切れており、さらに上流側突起317の温度検出部452側から温度検出部452への距離が、後述するようにハウジング302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452の支え部分への熱絶縁部315からの熱伝導が抑制される。

10

【0030】

またフランジ312あるいは熱絶縁部315と温度検出部452との間に、後述する端子接続部320および端子接続部320を含む空隙が作られている。このためフランジ312あるいは熱絶縁部315と温度検出部452との間が長くなっており、この長い部分に表カバー303や裏カバー304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124の壁面の温度が温度検出部452に及ぼす影響を低減できる。またフランジ312あるいは熱絶縁部315と温度検出部452との間が長くなることにより、副通路に導く被計測気体30の取り込み部分を主通路124の中央に近づけることができる。主通路124の壁面に関する計測精度の低下を抑制できる。

20

【0031】

図2(B)や図3(B)に示すように、主通路124内に挿入される計測部310は、その両側面が大変狭く、さらに下流側突起318や上流側突起317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300を主通路124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318や上流側突起317が設けられている部分では、表カバー303や裏カバー304の両側部より、上流側突起317や下流側突起318が両サイドに突出する形状をしている。上流側突起317や下流側突起318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303や裏カバー304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300は、空気抵抗が低減され、さらに主通路124を流れる被計測気体により冷却されやすい効果を有している。

30

【0032】

2.6 フランジ312の構造と効果

フランジ312には、その下面である主通路124と対向する部分に、窪み314が複数個設けられており、主通路124との間の熱伝達面を低減し、熱式流量計300が熱の影響を受け難くしている。フランジ312のねじ孔313は熱式流量計300を主通路124に固定するためのもので、これらのねじ孔313の周囲の主通路124に対向する面が主通路124から遠ざけられるように、各ねじ孔313の周囲の主通路124に対向する面と主通路124との間に空間が成形されている。このようにすることで、熱式流量計300に対する主通路124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314は、熱伝導の低減効果だけでなく、ハウジング302の成形時にフランジ312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。

40

【0033】

フランジ312の計測部310側に熱絶縁部315が設けられている。熱式流量計300の計測部310は、主通路124に設けられた取り付け孔から内部に挿入され、熱絶縁

50

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 の取り付け穴の孔内面と接触する熱絶縁部 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 間の前記孔内面と接触する熱絶縁部 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。

10

【 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。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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

50

図であり、図6(B)はハウジング302の背面図である。ハウジング302はフランジ312から計測部310が主通路124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302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332を示し、図6(B)に裏側副通路溝334を示す。副通路の入口350を成形するための入口溝351と出口352を成形するための出口溝353が、ハウジング302の先端部に設けられているので、主通路124の内壁面から離れた部分の気体を、言い換えると主通路124の中央部分に近い部分の流れている気体を被計測気体30として入口350から取り込むことができる。主通路124の内壁面近傍を流れる気体は、主通路124の壁面温度の影響を受け、吸入空気である被計測気体30などの主通路124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124の内壁面近傍を流れる気体は、主通路124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300ではこのような影響を受けに難いので、計測精度の低下を抑制できる。

10

【0038】

上述した表側副通路溝332や裏側副通路溝334で作られる副通路は外壁窪み部366や上流側外壁335や下流側外壁336により熱絶縁部315に繋がっている。また上流側外壁335には上流側突起317が設けられ、下流側外壁336には下流側突起318が設けられている。このような構造により、フランジ312で熱式流量計300が主通路124に固定されることにより、回路パッケージ400を有する計測部310が高い信頼性を持って主通路124に固定される。

20

【0039】

この実施例ではハウジング302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302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302の樹脂モールド工程でハウジング302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302の成形時にハウジング302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332と裏側副通路溝334の両方をハウジング302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302の両面に表カバー303と裏カバー304を設けることでハウジング302の両面の副通路を完成されることができる。金型を利用してハウジング302の両面に表側副通路溝332と裏側副通路溝334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。

30

【0040】

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)に示す裏側露出面403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。

40

【0041】

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

50

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。

【 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裏側露出面 4 0 3 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 の背面である裏側露出面 4 0 3 側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 1 2 4 の流れの軸を横切る軸に沿って被計測気体 3 0 の進路を急に変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。

10

【 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。

20

【 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 3 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。

30

【 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。

【 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。

40

【 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 1 と裏側副通路外周壁 3 9 2 が設けられ、これら裏側副通路内周壁 3 9 1 と裏側副通路外周壁 3 9 2 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

50

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。

【0048】

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。

【0049】

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。

【0050】

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 は被計測流体 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 は被計測流体 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 を包含しているため、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。

【0051】

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 との間の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。

【0052】

3.2 副通路の流路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。

【0053】

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

10

20

30

40

50

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 は裏側露出面 403 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。

【0054】

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量の大きい物質は、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。

10

【0055】

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伝達面露出部 436 が設けられている。流量検出部 602 の計測が高精度で行われるためには、熱伝達面露出部 436 の部分で被計測気体 30 が渦の少ない層流であることが望ましい。また流速が早い方が計測精度が向上する。このために計測用流路面 430 に対向して表カバー 303 に設けられた突起部 356 が計測用流路面 430 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 30 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早くなり、この絞り部分に流量を計測するための熱伝達面露出部 436 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

【0056】

計測用流路面 430 に設けた熱伝達面露出部 436 に対向するようにして突起部 356 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 356 は、計測用流路面 430 に設けた熱伝達面露出部 436 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 430 に設けた熱伝達面露出部 436 に対向する方のカバーが表カバー 303 であるので表カバー 303 に熱伝達面露出部 436 を設けているが、表カバー 303 あるいは裏カバー 304 の内の流路面 430 に設けた熱伝達面露出部 436 に対向する方のカバーに設ければ良い。回路パッケージ 400 における計測用流路面 430 および熱伝達面露出部 436 を設ける面がどちらになるかにより、熱伝達面露出部 436 に対向する方のカバーがどちらになるかが変わる。

30

【0057】

図 5 および図 6 において、計測用流路面 430 に設けられた熱伝達面露出部 436 の裏側露出面 403 に、回路パッケージ 400 の樹脂モールド工程で使用された金型の押さえ跡 442 が残っている。押さえ跡 442 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 442 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 400 を樹脂モールドで成形する際に、流量検出部 602 が有する半導体ダイアフラムの保護が重要となる。このために熱伝達面露出部 436 の裏面（裏側露出面 403）の押さえが重要である。また熱伝達面露出部 436 に回路パッケージ 400 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 436 を含む計測用流路面 430 を金型で囲い、また熱伝達面露出部 436 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 400 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 436 の背面からの押さえが重要である。また流量検出部 602 には半導体ダイアフラムが使用されており、半導体ダイアフラムにより作られ

40

50

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 5 8 】

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 を備え絞りを作るのに使用される。このため成形制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 3 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 5 9 】

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 0 】

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流路を、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られ、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 1 】

裏カバー 3 0 4 と裏側露出面 4 0 3 による流路 3 8 7 の成形も同様である。流路 3 8 6 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られ、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 6 を高精度で作ることができ、生産性も向上する。

【 0 0 6 2 】

3.4 第 2 樹脂モールド工程によるハウジング 3 0 2 成形と効果

上述した図 5 および図 6 に示すハウジング 3 0 2 において、流量検出部 6 0 2 や処理部 6 0 4 を備える回路パッケージ 4 0 0 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

【0063】

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

30

【0064】

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。

【0065】

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。

40

【0066】

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 4

50

36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。

【0067】

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を固定しているため、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。

10

【0068】

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。

20

【0069】

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10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10(A)は回路パッケージ400の左側面図、図10(B)は回路パッケージ400の正面図、図10(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。

30

【0070】

回路パッケージ400は、図10(B)、図10(C)に示すように、被計測気体30の流れ方向に直交する縦長の平板形状を有しており、固定面432がハウジング302にモールド固定されることにより、先端部401が副通路内に突出し、先端部401の表側露出面402と裏側露出面403とが被計測気体30の流れ方向に沿って互いに平行に配置されるようになっている。

【0071】

図10(B)に示す回路パッケージ400の表面400aのうち、先端部401の表側露出面402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。計測用流路面430は、図10(A)に示す如く、他の部分より薄く作られていて、計測用流路面430は、その一部に熱伝達面露出部436が設けられている。

40

【0072】

内蔵されている流量検出部602(図21参照)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。

50

【 0 0 7 3 】

内蔵されている流量検出部 6 0 2 が高精度で被計測気体 3 0 の状態を計測するには、熱伝達面露出部 4 3 6 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 4 3 6 の流路側面と気体を導く計測用流路面 4 3 0 の面との段差は小さい方が好ましい。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 6 0 2 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。そして、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ることができる。

【 0 0 7 4 】

熱伝達面露出部 4 3 6 を有する計測用流路面 4 3 0 の裏側露出面 4 0 3 には、図 1 0 (C) に示す如く、回路パッケージ 4 0 0 の樹脂モールド成形時に内部基板あるいはプレート 10 を支持する金型の押さえ跡 4 4 2 が残っている。熱伝達面露出部 4 3 6 は被計測気体 3 0 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 3 0 の状態を正確に計測するためには、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 とその裏面である裏側露出面 4 0 3 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。

【 0 0 7 5 】

表側露出面 4 0 2 の熱伝達面露出部 4 3 6 の近傍位置には、図 1 0 (B) に示す如く、回路パッケージ 4 0 0 の樹脂モールド成形時に流量検出部 (流量検出素子) 6 0 2 を支持する金型による凹部形状の押さえ跡 4 3 9 が形成されており、流量検出部 6 0 2 の押圧面 6 0 2 a が露出している。20 半導体チップである流量検出部 6 0 2 は、回路パッケージ 4 0 0 の樹脂モールド成形時に金型 7 0 3 によって熱伝達面露出部 4 3 6 となる熱伝達面 4 3 7 が押圧されると、曲げ応力が作用して変形するおそれがある。そこで、熱伝達面 4 3 7 と共に、流量検出部 6 0 2 の表面で且つ熱伝達面 4 3 7 から離間した位置に設定された押圧面 6 0 2 a も金型 7 0 3 で押圧して、流量検出部 6 0 2 に曲げ応力が作用するのを防止している。

【 0 0 7 6 】

熱伝達面露出部 4 3 6 の裏側露出面 4 0 3 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。30

【 0 0 7 7 】

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、流量検出部 6 0 2 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 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 0 に示す斜線が記載されていない部分、すなわち、固定面 4 3 2 以外の部分に設けられている。40

【 0 0 7 8 】

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 0 7 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 50

ために被計測気体 30 の上流方向に延びている突出部 424 の先端も設けられて、被計測気体 30 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 30 の温度を検出するには、被計測気体 30 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 452 を支持する突出部 424 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 452 を設けている。このような形状により、温度検出部 452 への突出部 424 の根元部からの熱の影響が低減される。

【0080】

また、温度検出部 452 で被計測気体 30 の温度が検出された後、被計測気体 30 は突出部 424 に沿って流れ、突出部 424 の温度を被計測気体 30 の温度に近づける作用を為す。このことにより、突出部 424 の根元部の温度が温度検出部 452 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 452 を備える突出部 424 の近傍が細く、突出部 424 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 30 がこの突出部 424 の形状に沿って流れ、突出部 424 を効率的に冷却する。

【0081】

突出部 424 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 302 を成形する樹脂により覆われる固定面 432 である。突出部 424 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 302 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 424 の根元部のハウジング 302 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 30 により突出部 424 がさらに冷却し易くしている。

【0082】

4.3 回路パッケージ 400 の端子

回路パッケージ 400 には、内蔵する流量検出部 602 や処理部 604 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 412 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の、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。

【0083】

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 10 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。

【0084】

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10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。

10

【0085】

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

【0086】

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

【0087】

5. 回路パッケージへの回路部品の搭載

5.1 回路パッケージのフレーム枠

図11に回路パッケージ400のフレーム枠512およびフレーム枠512に搭載された回路部品516のチップの搭載状態を示す。図12は、図11の流量検出部602の拡大図である。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る部分を示す。

【0088】

フレーム枠512にリード514が機械的に接続されており、フレーム枠512の中央に、プレート(基板)532が搭載され、プレート532にチップ状の流量検出部(流量検出素子)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は、プレート532との間に介在された接着剤531によって流量検出部602の裏面がプレート532に固定されている。流量検出部602には、流量検出領域にダイヤフラム672が形成されており、以下に説明する流量検出部602の各端子623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604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、それらの間にチップ状の回路部品516が接続されている。

40

【0089】

流量検出部602は、プレート532に沿う長方形を有しており、流量検出部602の

50

中心よりも長辺方向の一方側である、回路パッケージ400の先端側となる部分にダイヤフラム672が配置されている。そして、流量検出部602の中心よりも長辺方向他方側である、回路パッケージ400の基端（接続端子）側となる部分には、ワイヤ542が接続される複数の端子623が設けられている。複数の端子は、図12に示すように、流量検出部602の表面で且つダイヤフラム672から最も離れた端辺となる短辺部602bに沿って設けられている。複数の端子623は、流量検出部602の短辺部602bに沿って2組に分かれて設けられており、これら2組の端子群の間の位置に、金型703によって押圧される押圧面602aが設定されている。

【0090】

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、回路部品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。

【0091】

プレート532を支えるために、太いリードが設けられており、このリードはリード556やリード558により枠512に固定されている。なお、プレート532の下面には上記太いリードと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が設けられており、プレート532がこのリード面上に搭載される。これら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回路部品516の軸を横切る方向の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とは細い接続線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。

【0092】

またリード548はリード552やリード554により、枠512に固定されている。これらリード552やリード554と枠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。

【0093】

図11に樹脂の圧入方向を示す矢印592を示している。回路部品を搭載したリードフレームを金型で覆い、金型に樹脂注入用の圧入口590を丸印の位置に設け、前記矢印592の方向から熱硬化性樹脂を前記金型内に注入する。前記圧入口590から矢印592の方向に、回路部品516や温度検出素子518があり、温度検出素子518を保持するためのリード544がある。さらに矢印592の方向と近い方向にプレート532や処理部604、流量検出部602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5

10

20

30

40

50

14における回路部品や配線の配置と、圧入口590や圧入方向の関係がたいへん重要となる。

【0094】

5.2 回路パッケージのダイヤフラム裏面の空隙と開口とを繋ぐ構造

図13は、図10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。

【0095】

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(流量検出素子)602は、流量検出素子の流量検出領域にダイヤフラムが形成されるように、流量検出部602の裏面には空隙を形成している。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(図23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。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。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。

【0096】

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。

【0097】

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、流量検出領域に相当する熱伝達面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。

【0098】

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、第1プレート532の裏面側から塞ぐことで、連通路676が形成される。

【0099】

このようにして、孔521、連通路676、および孔520により、空隙674と回路パッケージ400の外部とを連通する連通路440が形成される。具体的には、連通路440は、第1～第3の連通路により構成されており、第1の連通路は、空隙674と繋がった連通路521aから第1プレート532である基板の厚さ方向に沿って形成された通路であり、孔521に相当する。第2の連通路は、第1の連通路と連通するとともに基板の厚さと交差する方向（本実施例では略直角方向）に沿って形成された通路であり、連通路676に相当する。さらに、第3の連通路は、第2の連通路と外部とを連通するとともに、基板の厚さ方向に沿って形成された通路であり、孔520に相当する。このように連通路440を設けることにより、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。

10

【0100】

上述した如く、第1プレート（基板）532の表面には、流量検出部602の空隙674と回路パッケージ400の外部とを連通する連通路の連通路521aが形成される。この連通路521aを流量検出部602の空隙674で覆い、空隙674の開口縁674aの全体を、接着面532aで囲うように、メラミン、フェノール、エポキシ、シリコンなどの熱硬化性樹脂からなるペースト状接着剤を介して流量検出部602が接着される。このペースト状接着剤に導電性を付与すべく、このペースト状接着剤に例えば針状の銀または銅粒子などの導電性粒子がさらに添加されていてもよい。なお、接着剤は、ペースト状のものに限定されず、一定厚みを有するテープ状のものであってもよい。

20

【0101】

ここで、流量検出部602を第1プレート（基板）532に搭載する際には、接着剤塗布工程において、第1プレート532に接着剤531を塗布する。次に、素子実装工程において、接着剤531が塗布された第1のプレート532に、流量検出部602を実装する。素子実装された状態で、上述した如く第1の樹脂でオーバーモールドし、回路パッケージ400に成形される。

30

【0102】

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（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。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。

40

【0103】

さらに、これらの実施例では、回路パッケージ400において、熱伝達面露出部436

50

が形成されている回路パッケージ400の裏側露出面403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の流量を計測できる。

【0104】

図14は、第1樹脂モールド工程による回路パッケージのモールド成形方法の実施例を説明する断面図であり、図14(A)は、金型キャビティ内にモールド樹脂を射出する前の状態を示し、図14(B)は、射出後の状態を示す。図15は、回路パッケージのモールド成形方法の比較例を説明する断面図であり、図15(A)は、射出前の状態を示し、図15(B)、(C)は、射出後の状態を示す。

10

【0105】

流量検出部602は、接着剤531によって第1プレート532の上に接着された状態で金型701、702のキャビティ内に配置されている。そして、熱伝達面露出部436にモールド樹脂が流れ込まないようにするために、弾性フィルム705を介して金型703が押圧されて、ダイヤフラム672の熱伝達面437が金型703の当接部711で囲まれている。

【0106】

ここで、比較例である図15(A)に示すように、流量検出部602の熱伝達面437のみを金型703で押圧すると、図15(B)に示すように、押圧部分の接着剤が圧縮されて他の部分よりも厚さが薄くなり、流量検出部602に曲げ応力が作用し、流量検出部602は、熱伝達面437から離間する位置の端部602bがプレート532から浮き上がる方向に変形する。流量検出部602に作用する曲げ応力は、金型703の押圧力が大きくなるのに応じて増大する。

20

【0107】

例えば、金型703、704の間に挟まれる流量検出部602、第1プレート532、第2プレート536の厚さ寸法及び接着剤531の厚さ等が全て積層寸法公差範囲内である場合には、金型703の押圧力が弾性フィルム705により吸収出来るため、流量検出部602が破損に至ることはない。しかしながら、製造上の誤差等により流量検出部602等の積層寸法公差範囲を超え、且つ弾性フィルム705による押圧力の吸収限界を超えた場合、流量検出部602に過大な曲げ応力が作用するおそれがある。流量検出部602は、板状の半導体チップであるので、過大な曲げ応力が作用すると変形して折損に至る可能性がある。

30

【0108】

また、図15(C)に示すように、曲げ応力の作用により、接着剤531が剥がれて流量検出部602の端部602bがプレート532から浮き上がり、流量検出部602とプレート532との間に隙間が形成されると、かかる隙間にトランスファモールドによって高圧の樹脂が流れ込むことによって、流量検出部602に過大な曲げ応力が作用して変形や折損に至る可能性がある。

40

【0109】

これに対して、本実施例では、図14(A)、(B)に示すように、当接部711の他に、金型703に当接部712を設けて流量検出部602に当接させている。当接部712は、流量検出部602の表面で且つ熱伝達面437から離間した位置に設定された押圧面602aに当接される。押圧面602aは、流量検出部602の熱伝達面437から最も離れた端辺である短辺部602bと熱伝達面437との間の位置に設定されており、本実施例では、短辺部602bの近傍位置に設定されている。

【0110】

したがって、金型703を流量検出部602に押圧した場合に、流量検出部602の表面に当接部711と712の両方を当接させて流量検出部602を多点で押圧でき、流量

50

検出部 602 全体に均等な荷重を加えることができる。したがって、流量検出部 602 等の積層寸法公差範囲を超え、且つ弾性フィルム 705 による押圧力の吸収限界を超えた場合であっても、流量検出部 602 に過大な曲げ応力が作用することはない。したがって、樹脂モールド工程において金型によって流量検出部 602 に不均等な荷重が加えられるのを防ぎ、流量検出部 602 に過大な曲げ応力が作用して流量検出部 602 に変形や折損が生ずるのを防止できる。そして、金型 703 の当接部 711 と 712 の両方を当接させて押圧した状態で樹脂モールドが行われるので、接着剤 531 が剥がれて流量検出部 602 の短辺部 602 b がプレート 532 から浮き上がるのを防ぎ、間にモールド樹脂が充填されて流量検出部 602 に過大な曲げ応力が作用して流量検出部 602 に変形や折損が生ずるのを防止できる。

10

【0111】

回路パッケージ 400 の表面には、図 10 (B) に示すように、副通路内に露出する先端部分に、当接部 712 による押さえ跡 439 が形成されて、押圧面 602 a が露出している。押圧面 602 a には、例えば、図 12 に示すように、流量検出部 602 の動作を検査するための検査端子 621 を設けることができる。したがって、回路パッケージ 400 をモールド成形した後、あるいは、ハウジング 302 をモールド成形した後で、検査端子 621 から流量検出部 602 の動作を検査を行うことができる。

【0112】

上記した実施例では、金型 703 に 2 つの当接部 711、712 を設けて流量検出部 602 を押圧する場合について説明したが、さらに複数の当接部を設けてもよい。また、熱伝達面 437 と押圧面 602 a との間に亘って当接する単一の当接部を金型 703 に設けて流量検出部 602 を押圧してもよく、かかる場合には、熱伝達面 437 と押圧面 602 a とが繋がった形状となる。熱伝達面 437 と押圧面 602 a との間に亘って当接する単一の当接部を金型 703 に設けた場合、金型の寸法精度が高くなり、弾性フィルム 705 を介して流量検出部 (半導体チップ) 602 に加わる荷重がアンバランスになるのを防ぐことができる。また、弾性フィルム 705 を介して金型荷重が加わるエリアが広範囲に貼るため、定性的には曲げ応力の発生リスクを減少させることができる。

20

【0113】

図 16 は、他の実施例を説明する断面図であり、図 10 の C - C 線断面図に相当するものである。

30

本実施例では、押さえ跡 439 により露出する押圧面 602 a に湿度検出部が形成されている。すなわち、半導体チップである流量検出部 602 は、湿度検出部も有している。押圧面 602 a は、湿度検出部の半導体ダイヤフラムによって形成されている。半導体ダイヤフラムは、流量検出部 602 の裏面に空隙 675 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。したがって、本実施例では、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。

【0114】

図 17 は、他の実施例を説明する断面図であり、図 10 の C - C 線断面図に対応するものである。

40

本実施例では、流量検出部 602 と処理部 604 が、一つの半導体チップ 605 内に構成されている。すなわち、半導体チップ 605 は、流量検出部 602 と処理部 604 を有している。

【0115】

半導体チップ 605 は、その表面に設けられた熱伝達面 437 と、半導体チップ 605 の表面で且つ熱伝達面 437 から離間した位置に設定された押圧面 602 a に、金型 703 が押圧された状態で樹脂モールドされる。これにより、回路パッケージ 400 の表面 400 a には、回路室内に露出する部分に、当接部 712 による押さえ跡 439 が形成され

50

て、押圧面 602 a が露出する。

【0116】

本実施例によれば、金型 703 で流量検出部 602 を押圧した場合に、半導体チップ 605 の表面に設けられた熱伝達面 437 と、半導体チップ 605 の表面で且つ熱伝達面 437 から離間した位置に設定された押圧面 602 a の両方を押圧することができ、半導体チップ 605 全体に均等な荷重を加えることができる。特に、本実施例では、押圧面 602 a と熱伝達面 437 との間に処理部 604 が設けられており、互いの距離が離れているので、熱伝達面 437 のみを押圧した場合には、短辺部 602 b が浮き上がりやすいが、熱伝達面 437 と押圧面 602 a の両方で押圧することによって、短辺部 602 b の浮き上がりを効果的に防ぐことができる。

10

【0117】

したがって、流量検出部 602 等の積層寸法公差範囲を超え、且つ弾性フィルム 705 による押圧力の吸収限界を超えた場合であっても、流量検出部 602 に過大な曲げ応力が作用することはない。したがって、樹脂モールド工程において金型 703 によって半導体チップ 605 に不均等な荷重が加えられるのを防ぎ、過大な曲げ応力が作用して半導体チップ 605 の変形や折損が生ずるのを防止できる。そして、金型 703 で押圧した状態で樹脂モールドが行われるので、接着剤 531 が剥がれて半導体チップ 605 の熱伝達面 437 から最も離れた端辺である短辺部 605 b がプレート 532 から浮き上がるのを防ぎ、間にモールド樹脂が充填されて半導体チップ 605 に過大な曲げ応力が作用して変形や折損が生ずるのを防止できる。

20

【0118】

図 18 は第 1 樹脂モールド工程により金属製のリードを含む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 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。

30

【0119】

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 18 に示す状態の後、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。

【0120】

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 10 (C) には、図 19 の熱伝達面露出部 436 や開口 438 あるいは図 10 (B) の熱伝達面露出部 436 や開口 438 と対応する裏面 400 b に、押さえ跡 442 や押さえ跡 441 が残っている。

40

【0121】

図 18 で枠 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

50

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、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。

【0122】

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19および図20は熱式流量計300の生産工程を示し、図19は回路パッケージ400の生産工程を示し、図20は熱式流量計の生産工程を示す。図19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。

10

【0123】

ステップ2は、ステップ1で作られたフレーム枠に、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、リード同士の電気的な配線を行う。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、回路部品がフレーム枠に搭載され、さらに電気的な接続がなされた電気回路が作られる。

20

【0124】

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18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から切り離し、さらにリード間も切り離し、図10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10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。

【0125】

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10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ため、この検査の後、根元から切断しても良い。

30

【0126】

6.2 熱式流量計300の生産工程と特性の補正

図20に示す工程では、図19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10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で各外部端子内端の切り離しが行われ、接続端子と外部端子内端との接続がステップ7で行われる。

40

【0127】

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

50

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。

【0128】

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。

【0129】

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 21 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 21 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 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。

【0130】

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、CPU 612 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 CPU 612 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。

【0131】

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。

【0132】

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、CPU 612 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 21 に記載の流量検出回路 601 は、被計測気体 30 のもとの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

10

20

30

40

50

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 21 に記載の流量検出回路 601 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。

【0133】

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

【0134】

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。

20

【0135】

被計測気体 30 が図 21 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 21 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。

30

【0136】

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

【0137】

7.2 流量検出回路 601 の構成

図 22 は、上述した図 21 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 22 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。

【0138】

50

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10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。

【0139】

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。

10

【0140】

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。

【0141】

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。

20

【0142】

また、上記発熱体608の双方の端部は、図22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21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。

【0143】

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21に示すように、端子626には電源回路622から一定電圧V3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22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627は抵抗644と抵抗648との交点Bの電位を出力する。図21に示すように、端子625には、電源回路622から一定電圧V2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21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21に示す交点Cの電位を出力する。

30

40

【0144】

図22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

50

る制御を高精度で行うことができる。

【0145】

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10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。

【0146】

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。

10

【産業上の利用可能性】

【0147】

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】

【0148】

30 ... 被計測気体

124 ... 主通路

300 ... 熱式流量計

302 ... ハウジング

303 ... 表カバー

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

361 ... 外部端子内端

372 ... 固定部

400 ... 回路パッケージ

402 ... 表側露出面（露出面）

412 ... 接続端子

414 ... 端子

424 ... 突出部

430 ... 計測用流路面

432 ... 固定面

434 ... 固定面

436 ... 熱伝達面露出部

437 ... 熱伝達面

438 ... 開口

452 ... 温度検出部

461 ... 案内内部

461 A ... 上流案内内部

461 B ... 下流案内内部

462、463 ... 凹溝部

20

30

40

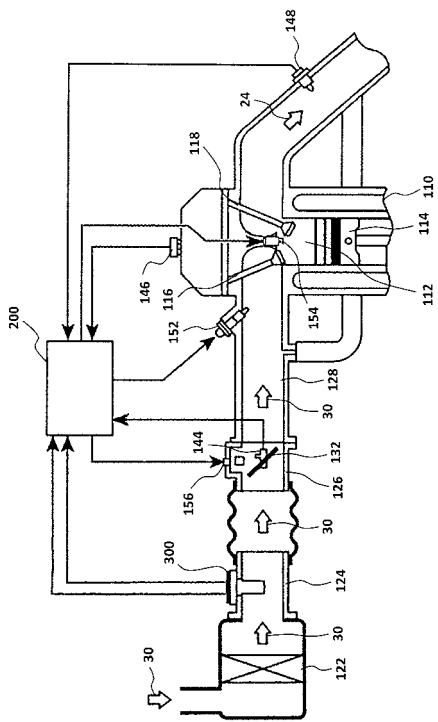
50

- 4 6 4、4 6 5 ... 凸条部
- 4 6 6 ... 凹部
- 4 6 7 ... 凸条部
- 5 3 1 ... 接着剤
- 5 3 2 ... 第 1 プレート (基板)
- 5 3 6 ... 第 2 プレート
- 5 4 2 ... ワイヤ
- 5 9 0 ... 圧入孔
- 5 9 4 ... 傾斜部
- 5 9 6 ... 傾斜部
- 6 0 1 ... 流量検出回路
- 6 0 2 ... 流量検出部 (半導体チップ)
- 6 0 2 a ... 押圧面
- 6 0 4 ... 処理部
- 6 0 8 ... 発熱体
- 6 2 3 ... 端子
- 6 4 0 ... 発熱制御ブリッジ
- 6 5 0 ... 流量検知ブリッジ
- 6 7 2 ... ダイアフラム
- 7 0 1、7 0 2、7 0 3、7 0 4 ... 金型

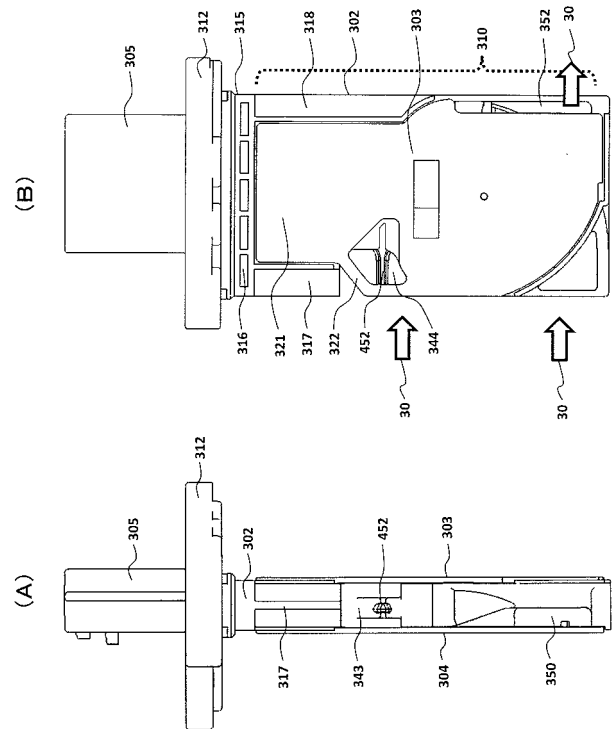
10

20

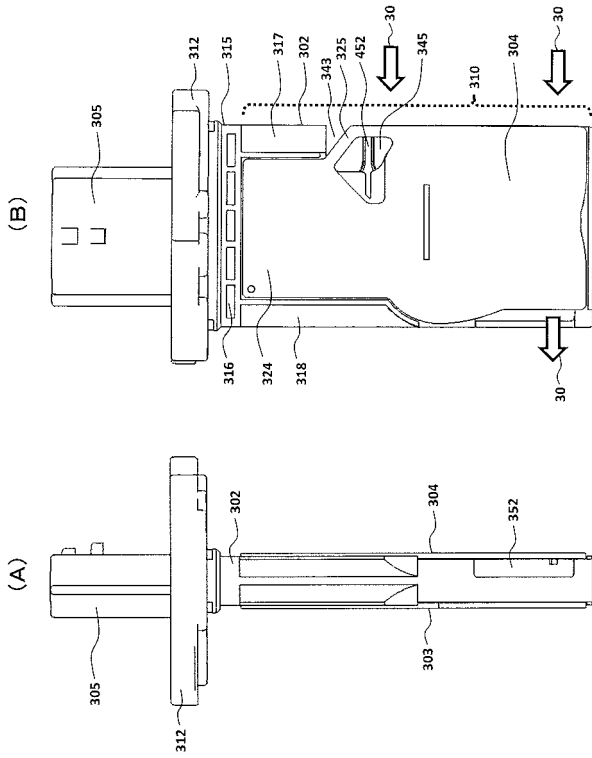
【 図 1 】



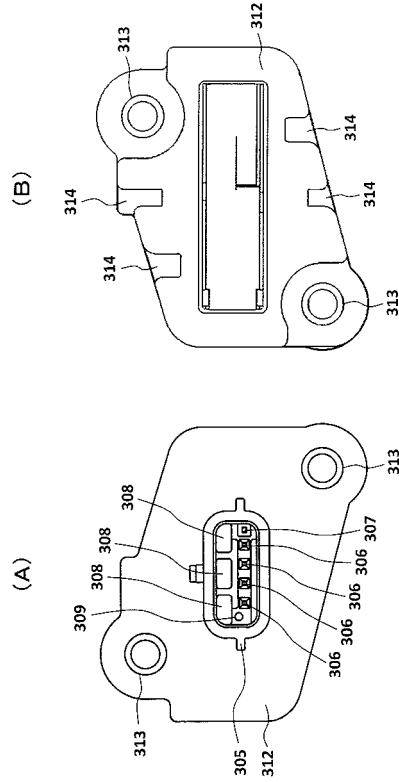
【 図 2 】



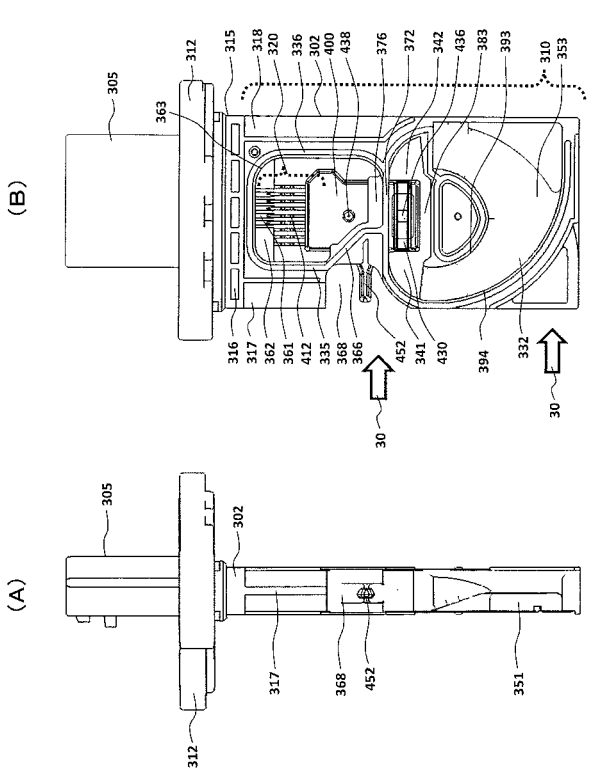
【 図 3 】



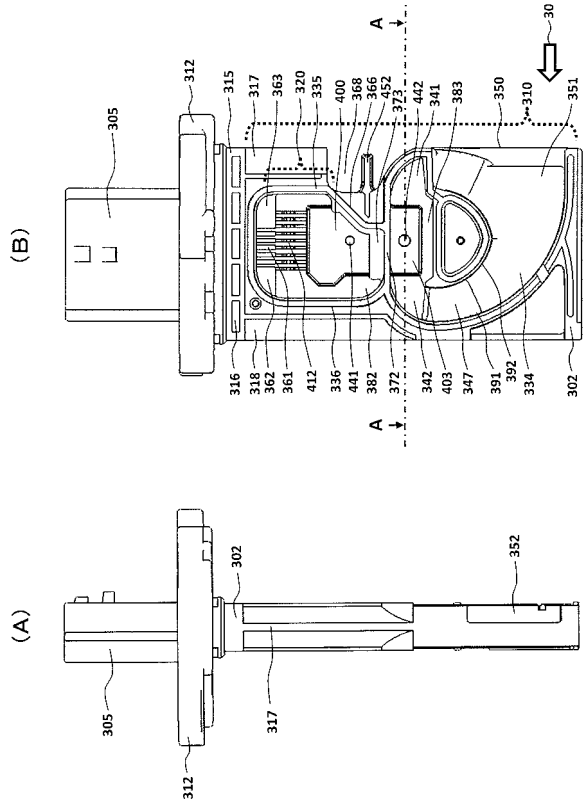
【 図 4 】



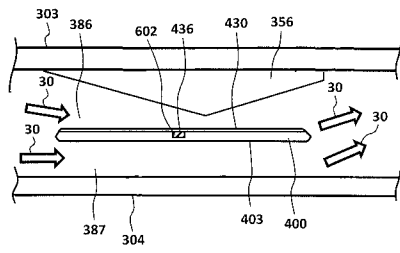
【 図 5 】



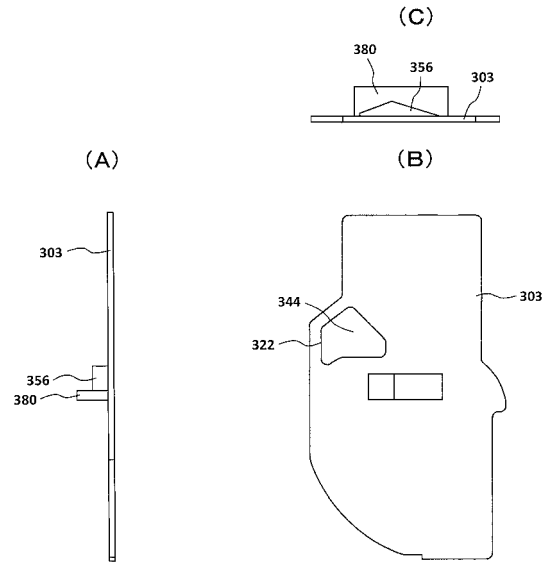
【 図 6 】



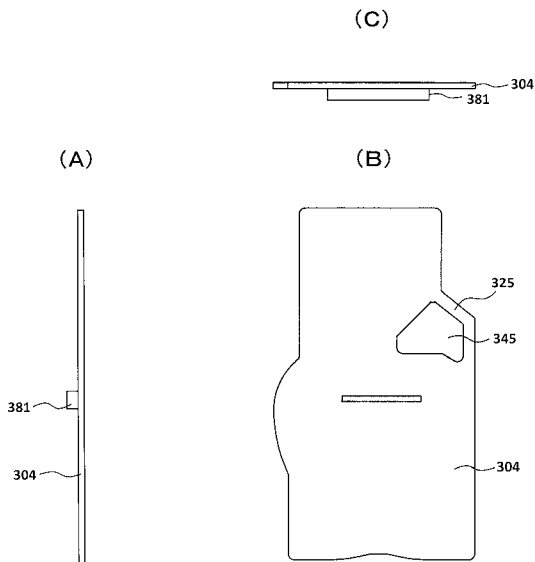
【 図 7 】



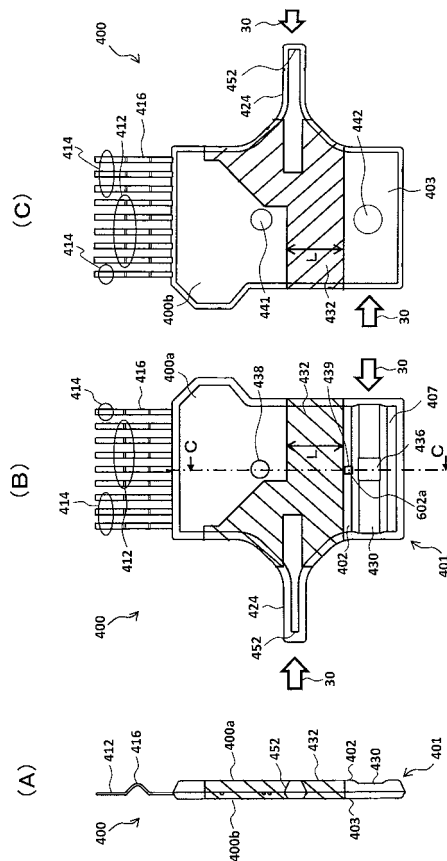
【 図 8 】



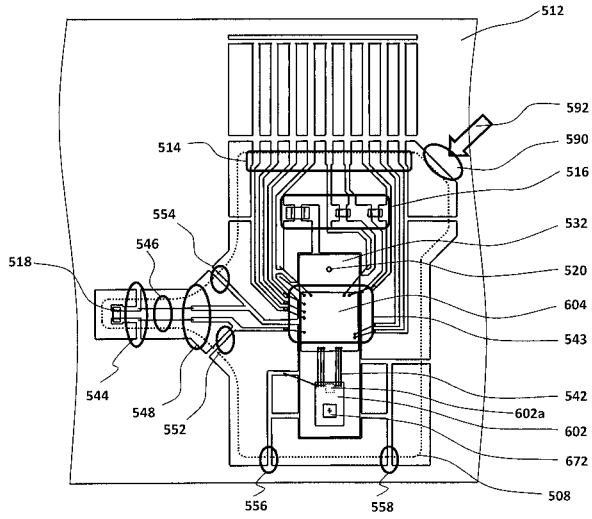
【 図 9 】



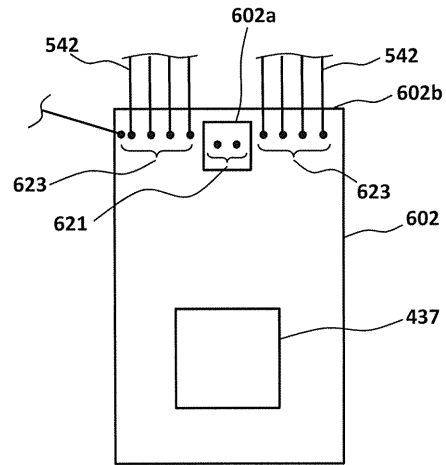
【 図 10 】



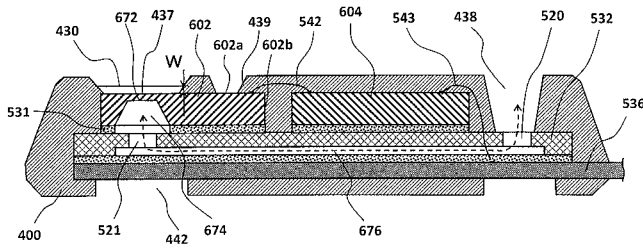
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

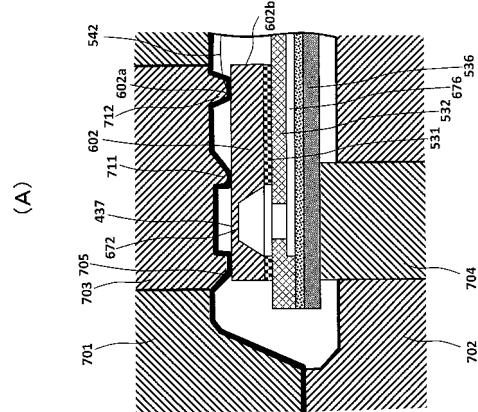
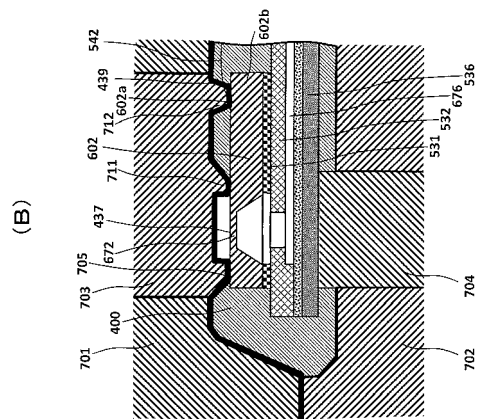


【 図 1 3 】

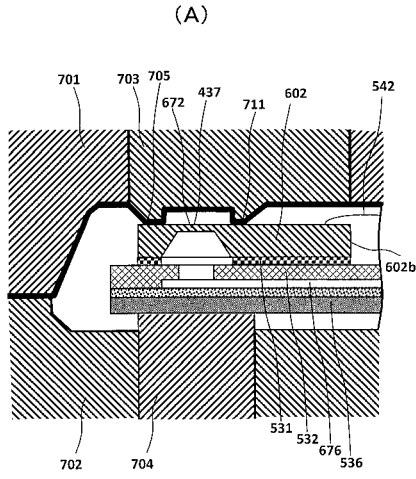


C-C線断面

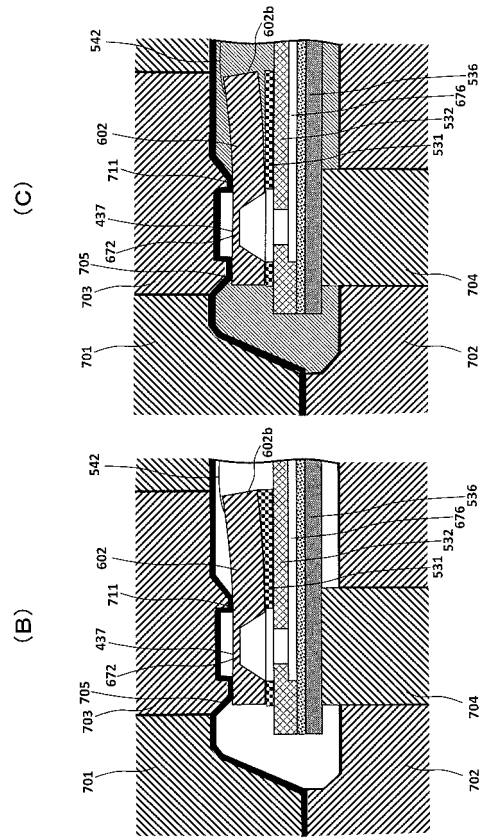
【 図 1 4 】



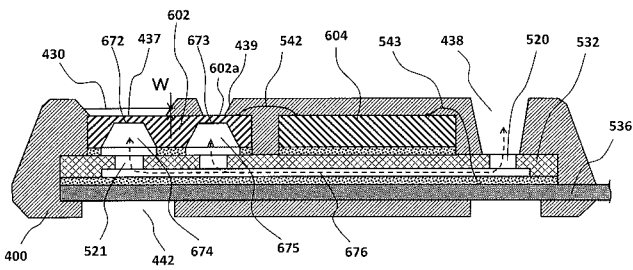
【 図 15 - 1 】



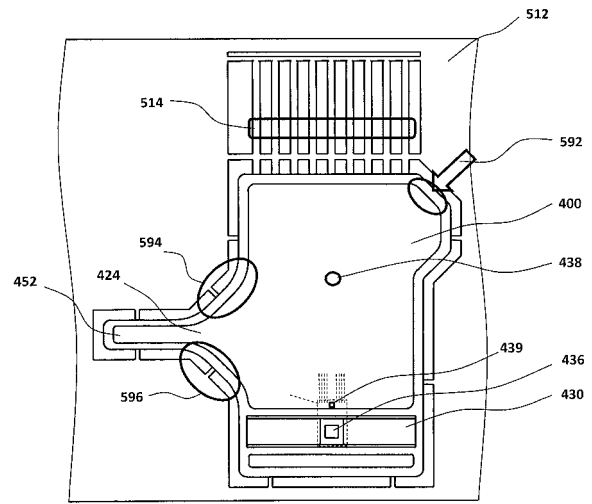
【 図 15 - 2 】



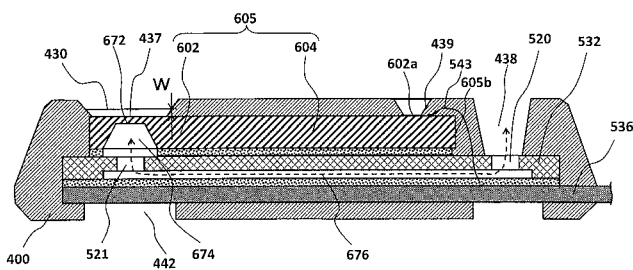
【 図 16 】



【 図 18 】



【 図 17 】



フロントページの続き

(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

(72)発明者 森野 毅

茨城県ひたちなか市高場2-5-20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 渡辺 翼

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