

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6198697号
(P6198697)

(45) 発行日 平成29年9月20日(2017.9.20)

(24) 登録日 平成29年9月1日(2017.9.1)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 F 1/684 (2006.01) G O 1 F 1/684 A

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-165270 (P2014-165270)	(73) 特許権者	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
(22) 出願日	平成26年8月14日(2014.8.14)	(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(65) 公開番号	特開2016-42035 (P2016-42035A)	(74) 代理人	100105463 弁理士 関谷 三男
(43) 公開日	平成28年3月31日(2016.3.31)	(74) 代理人	100102576 弁理士 渡辺 敏章
審査請求日	平成28年7月22日(2016.7.22)	(72) 発明者	上ノ段 暁 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2520番地 日 立オートモティブシステムズ株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱式流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主通路を流れる被計測気体の一部を取り込む副通路と、前記副通路を流れる被計測気体の流量を検出する流量検出部とを備え、該流量検出部が計測した計測値に基づいて前記主通路を流れる被計測気体の流量を検出する熱式流量計であって、

前記熱式流量計は、前記流量検出部と、該流量検出部に電氣的に接続されたリード端子と、を備えており、

該リード端子の一方端は、第1保持部で保持されており、前記リード端子の他方端は、第2保持部で保持されており、

前記リード端子は、前記第1保持部から前記第2保持部に向かって直線状に延在した第1直線部と、前記第2保持部から前記第1保持部に向かって直線状に延在した第2直線部と、

前記第1直線部と前記第2直線部との間において、前記第1直線部および前記第2直線部に対して屈曲した屈曲部とを備えており、

該屈曲部は、前記第1直線部の近傍で屈曲した第1屈曲部と、前記第2直線部の近傍で屈曲した第2屈曲部と、前記第1屈曲部と前記第2屈曲部とを繋ぐように屈曲した少なくとも1つの第3屈曲部とを備えており、

前記第1直線部と前記第2直線部とが直交する方向において、前記第1直線部および前記第2直線部の中心線から前記第3屈曲部の中心線上の最も離れた位置までの最大距離を屈曲部の山高さHとし、前記リード端子の端子厚さをTとしたときに、 $4 \leq H/T \leq 10$

10

20

の関係を満たすことを特徴とする熱式流量計。

【請求項 2】

前記第 3 屈曲部は 1 つであり、

前記第 1 直線部と前記第 1 屈曲部との境界部から前記第 2 直線部と前記第 2 屈曲部との境界部までの距離を L_1 とし、

前記第 1 保持部と前記第 1 直線部との境界部から前記第 2 保持部と前記第 2 直線部との境界部までの距離を L_2 としたときに、

$0.4 \leq L_1 / L_2 \leq 1.0$ の関係を満たし、かつ、 $0.15 \leq H / L_2 \leq 0.35$ の関係を満たす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】

前記第 1 屈曲部の曲率を R_1 、前記第 2 屈曲部の曲率を R_2 、前記第 3 屈曲部の曲率を R_3 としたときに、 $0.4 \leq R_3 / R_1 \leq 2.5$ 、かつ、 $0.4 \leq R_3 / R_2 \leq 2.5$ を満たす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】

前記第 3 屈曲部の曲げ角度は、 $90^\circ \sim 150^\circ$ の範囲にあ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 5】

前記第 3 屈曲部は 1 つであり、前記第 3 屈曲部は前記第 1 屈曲部と前記第 2 屈曲部と間の中央に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。

【請求項 6】

前記第 1 直線部の中心線と、前記第 2 直線部の中心線とは、オフセットし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 7】

前記熱式流量計は、前記流量検出部と、前記リード端子を含むリードフレームとを備え、第 1 樹脂で成形された回路パッケージと、前記副通路の一部を形成するとともに前記回路パッケージを固定した第 2 樹脂からなるハウジングと、を備えており、

前記第 1 保持部は前記回路パッケージの前記第 1 樹脂であり、前記第 2 保持部は、前記ハウジングの前記第 2 樹脂または前記ハウジングに固定された接続端子の溶接部であることを特徴とする請求項 1 に記載の熱式流量計。

【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。

【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。

【0004】

このような熱式流量計の技術として、主通路から取り込まれた被計測気体を流すための副通路と、該副通路を流れる被計測気体との間で熱伝達面を介して熱伝達を行うことにより、被計測気体の流量を計測するための流量検出部を備える熱式流量計が提案されている（特許文献 1 参照）。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

この特許文献 1 には、1 樹脂モールド工程により流量検出部と流量検出部に接続されたリードとを封止した回路パッケージと、第 2 樹脂モールド工程により副通路の一部を形成するとともに回路パッケージを固定したハウジングとを備える熱式流量計が記載されている。リードは、回路パッケージの本体から突出してハウジングに固定されるアウトリードを有しており、アウトリードに屈曲形状を有する屈曲部が設けられている点が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 1 1 7 3 3 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

ところで、特許文献 1 の如き熱式流量計は、アウトリードであるリード端子が、その両端で保持されており、熱式流量計の使用時にその両端の距離が変化した際に、屈曲部が変形することにより、リード端子に係る応力を緩和していた。しかしながら、このような屈曲部を設けた場合、屈曲部の形状によっては、熱式流量計の使用時の冷熱サイクルによる熱応力が起因して、屈曲部にクラックが発生することがあった。

【 0 0 0 8 】

本発明は、このような点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、冷熱サイクルが作用する環境下で使用する場合であっても、リード端子に作用する応力を緩和することができる熱式流量計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

前記課題を鑑みて、本発明に係る熱式流量計は、主通路を流れる被計測気体の一部を取り込む副通路と、前記副通路を流れる被計測気体の流量を検出する流量検出部とを備え、該流量検出部が計測した計測値に基づいて前記主通路を流れる被計測気体の流量を検出する熱式流量計である。熱式流量計は、前記流量検出部と該流量検出部に電氣的に接続されたリード端子とを備えており、該リード端子の一方端は、第 1 保持部で保持されており、前記リード端子の他方端は、第 2 保持部で保持されており、前記リード端子は、前記第 1 保持部から前記第 2 保持部に向かって直線状に延在した第 1 直線部と、前記第 2 保持部から前記第 1 保持部に向かって直線状に延在した第 2 直線部と、前記第 1 直線部と前記第 2 直線部との間において、前記第 1 直線部および前記第 2 直線部に対して屈曲した屈曲部とを備えている。屈曲部は、前記第 1 直線部の近傍で屈曲した第 1 屈曲部と、前記第 2 直線部の近傍で屈曲した第 2 屈曲部と、前記第 1 屈曲部と前記第 2 屈曲部とを繋ぐように屈曲した少なくとも 1 つの第 3 屈曲部とを備えている。前記第 1 直線部と前記第 2 直線部と直交する方向において、前記第 1 直線部および前記第 2 直線部の中心線から前記第 3 屈曲部の中心線の最も離れた位置までの最大距離を屈曲部の山高さ H とし、前記リード端子の端子厚さを T としたときに、 $4 \leq H / T \leq 10$ の関係を満たす。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、熱式流量計が使用される冷熱サイクルが作用する環境下であっても、リード端子に作用する応力を緩和することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【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。

【図 2 A】本発明に係る熱式流量計の外観を示す正面図。

【図 2 B】本発明に係る熱式流量計の外観を示す左側面図。

10

20

30

40

50

【図 2 C】本発明に係る熱式流量計の外観を示す背面図。

【図 2 D】本発明に係る熱式流量計の外観を示す右側面図。

【図 3 A】本発明に係る熱式流量計から表カバーを取り外したハウジングの状態を示す正面図。

【図 3 B】本発明に係る熱式流量計から裏カバーを取り外したハウジングの状態を示す背面図。

【図 4】図 2 A の A - A 矢視断面図。

【図 5 A】図 3 A に示す回路パッケージの左側面図。

【図 5 B】図 3 A に示す回路パッケージの正面図。

【図 5 C】図 3 A に示す回路パッケージの背面図。

10

【図 6】図 3 A の端子接続部近傍の拡大図。

【図 7 A】図 6 の D - D 線に沿った矢視模式的断面図であり、実施例 1 に係る熱式流量計のリード端子の接続状態を示した矢視模式的断面図。

【図 7 B】図 7 A に示すリード端子をモデル化した図。

【図 8】図 7 B に示すモデルに基づいたリード端子の H / T と最大主ひずみの関係を示した図。

【図 9 A】図 7 B に示すモデルに基づいたリード端子の L 1 / L 2 と最大主ひずみの関係を示した図。

【図 9 B】図 7 B に示すモデルに基づいたリード端子の H / L 2 と最大主ひずみの関係を示した図。

20

【図 10 A】実施例 2 に係る熱式流量計のリード端子の接続状態を示した模式的断面図。

【図 10 B】図 10 A に示すリード端子をモデル化した図。

【図 11 A】実施例 3 に係る熱式流量計のリード端子の接続状態を示した模式的断面図。

【図 11 B】図 11 A に示すリード端子をモデル化した図。

【図 12 A】実施例 4 に係る熱式流量計のリード端子の接続状態を示した模式的断面図。

【図 12 B】図 12 A に示すリード端子をモデル化した図。

【図 13 A】実施例 5 に係る熱式流量計のリード端子の接続状態を示した模式的断面図。

【図 13 B】図 13 A に示すリード端子をモデル化した図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

30

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

1. 内燃機関制御システムとこれに配置される熱式流量計

図 1 は、電子燃料噴射方式の内燃機関制御システムに、本実施形態に係る熱式流量計を使用した一実施形態を示すシステム図である。図 1 に示すように、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 I A としてエアクリーナ 122 から吸入され、主通路 124 が形成された吸気管 71 を含む例えば吸気ボディ、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。

【0013】

燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体 I A の流量は、本実施形態に係る熱式流量計 30 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 I A と共に混合気の状態で燃焼室に導かれる。なお、本実施形態では、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 I A 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。

40

【0014】

熱式流量計 30 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 30 の使用方法を含めた制御パラメータの計測方法および燃料供給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

50

射する方式を図 1 に示す。

【 0 0 1 5 】

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 1 5 4 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 1 1 8 から排気管に導かれ、排気 E A 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 I A の流量は、アクセルペダルの操作に基づいてその開度が変化するスロットルバルブ 1 3 2 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 1 3 2 の開度を制御して前記燃焼室に導かれる吸入空気の流量を制御することにより、内燃機関が発生する機械エネルギーを制御することができる。

10

【 0 0 1 6 】

エアクリーナ 1 2 2 から取り込まれ主通路 1 2 4 を流れる吸入空気である被計測気体 I A の流量、湿度および温度が、熱式流量計 3 0 により計測され、熱式流量計 3 0 から吸入空気の流量、湿度および温度を表す電気信号が制御装置 2 0 0 に入力される。また、スロットルバルブ 1 3 2 の開度を計測するスロットル角度センサ 1 4 4 の出力が制御装置 2 0 0 に入力され、さらに内燃機関のエンジンピストン 1 1 4 や吸気弁 1 1 6 や排気弁 1 1 8 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 1 4 6 の出力が、制御装置 2 0 0 に入力される。排気 E A 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 1 4 8 の出力が制御装置 2 0 0 に入力される。

【 0 0 1 7 】

制御装置 2 0 0 は、熱式流量計 3 0 の出力である吸入空気の流量、湿度、および温度、および回転角度センサ 1 4 6 からの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 1 5 2 から供給される燃料量、また点火プラグ 1 5 4 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 3 0 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 1 4 8 で計測された空燃比の状態に基づいて制御されている。制御装置 2 0 0 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 1 3 2 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 1 5 6 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。

20

【 0 0 1 8 】

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 3 0 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 3 0 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 3 0 により計測される吸入空気である被計測気体 I A の流量の計測精度の向上が極めて重要である。

30

【 0 0 1 9 】

2 . 熱式流量計の外観とその取り付け状態

図 2 は、熱式流量計 3 0 の外観を示している。図 2 A は熱式流量計 3 0 の正面図、図 2 B は左側面図、図 2 C は背面図、図 2 D は右側面図である。

40

熱式流量計 3 0 はハウジング 3 0 2 と表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 とを備えている。ハウジング 3 0 2 は、熱式流量計 3 0 を、主通路を構成する吸気ボディに固定するためのフランジ 3 1 2 と、外部機器との電気的な接続を行うための外部端子を有する外部接続部 (コネクタ部) 3 0 5 と、流量等を計測するための計測部 3 1 0 を備えている。計測部 3 1 0 の内部には、副通路を作るための副通路溝が設けられている。

【 0 0 2 0 】

上述した表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 を覆うことにより、副通路が形成されたケーシングとなる。計測部 3 1 0 の内部には、主通路を流れる被計測気体 I A の流量を計測するための流量検出部 6 0 2 や主通路を流れる被計測気体 I A の温度を計測するための温度検出部 4 5 2 を備える回路パッケージ 4 0 0 が設けられている (図 3 A、3 B 参照)。

50

【 0 0 2 1 】

熱式流量計 3 0 は、フランジ 3 1 2 を吸気ボディ（吸気管）7 1 に固定することにより、計測部 3 1 0 が主通路内に片持ち状に支持される。図 2 A および図 3 B では、熱式流量計 3 0 と吸気管 7 1 との位置関係を明確にするため、仮想線で吸気管 7 1 を示している。

【 0 0 2 2 】

熱式流量計 3 0 の計測部 3 1 0 は、フランジ 3 1 2 から主通路 1 2 4 の径方向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 I A の一部を副通路に取り込むための主取込口 3 5 0（図 2 C 参照）と副通路から被計測気体 I A を主通路 1 2 4 に戻すための排出口 3 5 5（図 2 D 参照）が設けられている。

【 0 0 2 3 】

熱式流量計 3 0 の主取込口 3 5 0 が、フランジ 3 1 2 から主通路の径方向の中心方向に向かって延びる計測部 3 1 0 の先端側に設けられることにより、主通路の内壁面から離れた部分の気体を副通路に取り込むことができる。これにより、主通路の内壁面の温度の影響を受け難くなり、気体の流量や温度の計測精度の低下を抑制できる。なお、後述するように本実施形態では、主取込口 3 5 0 の中心は、主通路 1 2 4 の被計測気体 I A が流れる方向 D に沿った中心線 C L に対してオフセットしている。

【 0 0 2 4 】

また、主通路 1 2 4 の内壁面近傍では流体抵抗が大きく、主通路の平均的な流速に比べ、流速が低くなる。本実施例の熱式流量計 3 0 では、フランジ 3 1 2 から主通路の中央に向かって延びる薄くて長い計測部 3 1 0 の先端部に主取込口 3 5 0 が設けられているので、主通路中央部の流速の速い気体を副通路（計測用通路）に取り込むことができる。また、副通路の排出口 3 5 5 も計測部 3 1 0 の先端部に設けられているので、副通路内を流れた気体を流速の速い主通路 1 2 4 の中央部近傍に戻すことができる。

【 0 0 2 5 】

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 B 及び図 2 D に記載の如く、狭い形状を成している。すなわち、熱式流量計 3 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 は、被計測気体 I A に対しては流体抵抗を小さくして、十分な長さの副通路を備えることができる。

【 0 0 2 6 】

被計測気体 I A の温度を計測するための温度検出部 4 5 2 が、計測部 3 1 0 の中央部で、計測部 3 1 0 内の上流側外壁が下流側に向かって窪んだ位置に、上流側外壁から上流側に向かって突出する形状を成して設けられている。

【 0 0 2 7 】

表カバー 3 0 3 および裏カバー 3 0 4 は、薄い板状に形成されて、広い冷却面を備える形状を成している。このため熱式流量計 3 0 は、空気抵抗が低減され、さらに主通路 1 2 4 を流れる被計測気体により冷却されやすい効果を有している。

【 0 0 2 8 】

外部接続部 3 0 5 の内部には、図示しない外部端子と補正用端子とが設けられている。外部端子は、計測結果である流量と温度を出力するための端子と、直流電力を供給するための電源端子とで構成される。補正用端子は熱式流量計 3 0 に関する補正値を、熱式流量計 3 0 内部のメモリに記憶するのに使用する端子である。

【 0 0 2 9 】

3 . ハウジング内の副通路と回路パッケージ

次に、図 3 A および図 3 B を用いて、ハウジング 3 0 2 内に構成される副通路及び回路パッケージの構成について説明する。図 3 A および図 3 B は熱式流量計 3 0 から表カバー 3 0 3 または裏カバー 3 0 4 を取り外したハウジング 3 0 2 の状態を示している。図 3 A は、本発明に係る熱式流量計から表カバーを取り外したハウジングの状態を示す正面図であり、図 3 B は、本発明に係る熱式流量計から裏カバーを取り外したハウジングの状態を示す背面図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

ハウジング 3 0 2 には、計測部 3 1 0 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。副通路 3 3 0 は、主通路 1 2 4 を流れる被計測気体の一部を取り込むために熱式流量計 3 0 内に形成された通路である。本実施例ではハウジング 3 0 2 の表裏両面に副通路溝 3 3 2 , 3 3 4 が設けられている。表カバー 3 0 3 及び裏カバー 3 0 4 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、ハウジング 3 0 2 の両面に連続した副通路 3 3 0 が形成される。このような構造とすることで、第 2 樹脂（熱可塑性樹脂）によるハウジング 3 0 2 の成形時（樹脂モールド工程）にハウジング 3 0 2 の両面に設けられる金型を使用して、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 の一部に形成し、これらを繋ぐようにハウジング 3 0 2 を貫通した貫通部 3 8 2 を形成し、この貫通部 3 8 2 に回路パッケージ 4 0 0 の流量検出素子（流量検出部）6 0 2 を配置することができる。

10

【 0 0 3 1 】

図 3 B に示すように、主通路を流れる被計測気体 I A の一部は、主取込口 3 5 0 から裏側副通路溝 3 3 4 内に取り込まれ、裏側副通路溝 3 3 4 内を流れる。裏側副通路溝 3 3 4 に裏カバー 3 0 4 を覆うことにより、熱式流量計 3 0 には、副通路 3 3 0 のうち、第 1 の通路 3 1 と第 2 の通路 3 2 の上流側の一部が形成される。

【 0 0 3 2 】

第 1 の通路 3 1 は、主通路 1 2 4 を流れる被計測気体 I A を取り込む主取込口 3 5 0 から、取り込んだ被計測気体 I A の一部を排出する排出口 3 5 5 まで形成された汚損物質の排出用通路である。第 2 の通路 3 2 は、第 1 の通路 3 1 に流れる被計測気体 I A を取り込む副取込口 3 4 から、流量検出部 6 0 2 に向かって形成された流量計測用通路である。主取込口 3 5 0 は、主通路 1 2 4 の上流側に面して開口しており、排出口 3 5 5 は、主通路 1 2 4 の下流側に面して開口しており、排出口 3 5 5 の開口面積は、主取込口 3 5 0 の開口面積よりも小さい。これにより、主取込口 3 5 0 からの被計測気体 I A を第 2 の通路 3 2 にも流れ易くすることができる。

20

【 0 0 3 3 】

裏面副通路溝 3 3 4 のうち、第 2 の通路 3 2 （流量検出部 6 0 2 までの通路）の通路溝は、流れ方向に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 I A は徐々に移動する。裏側副通路溝 3 3 4 には回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 で急激に深くなる急傾斜部 3 4 7 が設けられている。質量の小さい空気の一部は急傾斜部 3 4 7 に沿って移動し、回路パッケージ 4 0 0 の貫通部 3 8 2 のうち上流部 3 4 2 で図 4 に示す計測用流路面 4 3 0 の方を流れる。一方質量の大きい異物は遠心力によって急激な進路変更が困難なため、急傾斜部 3 4 7 に沿って流ることができず、図 4 に示す計測用流路面裏面 4 3 1 の方を流れる。その後、貫通部 3 8 2 のうち下流部 3 4 1 を通り、図 3 A に示す表側副通路溝 3 3 2 を流れる。

30

【 0 0 3 4 】

上述した如く、回路パッケージ 4 0 0 の計測用流路面 4 3 0 を含む部分は、貫通部 3 8 2 の空洞内に配置され、この貫通部 3 8 2 は計測用流路面 4 3 0 を有する回路パッケージ 4 0 0 の左右両側で裏側副通路溝 3 3 4 と表側副通路溝 3 3 2 とが繋がっている。

40

【 0 0 3 5 】

図 3 A に示すように、貫通部 3 8 2 において、上流部 3 4 2 から被計測気体 I A である空気は計測用流路面 4 3 0 に沿って流れる。このとき、流量検出部 6 0 2 に設けられた熱伝達面 4 3 7 を介して流量を計測するための流量検出部 6 0 2 との間で熱伝達が行われ、流量の計測が行われる。なお、この流量の計測原理は、熱式流量計として一般的な検出原理であってよく、本実施例の如く、回路パッケージ 4 0 0 の流量検出部 6 0 2 が計測した計測値に基づいて主通路を流れる被計測気体の流量を検出することができるものであれば、検出するための構成は特に限定されるものではない。

【 0 0 3 6 】

計測用流路面 4 3 0 を通過した被計測気体 I A や回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1

50

から表側副通路溝 3 3 2 に流れてきた空気は共に表側副通路溝 3 3 2 に沿って流れ、第 2 の通路 3 2 の出口溝 3 5 3 から、主通路 1 2 4 の下流側に面した排出口を介して主通路 1 2 4 に排出される。

【 0 0 3 7 】

この実施例では、裏側副通路溝 3 3 4 で構成される第 2 の通路 3 2 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、フランジ側に最も近い位置では副通路 3 3 0 を流れる被計測気体 I A は主通路 1 2 4 の流れに対して逆方向の流れとなる。この逆方向の流れの部分となる貫通部 3 8 2 で、ハウジング 3 0 2 の一方側に設けられた第 2 の通路 3 2 のうち裏面側に設けられたセンサ上流側通路 3 2 a が、他方側に設けられた第 2 の通路 3 2 の表面側に設けられたセンサ下流側通路 3 2 b に繋がる。

10

【 0 0 3 8 】

すなわち、この実施例では、回路パッケージ 4 0 0 の先端側は貫通部 3 8 2 の空洞内に配置される。回路パッケージ 4 0 0 の上流側に位置する上流部 3 4 2 の空間と回路パッケージ 4 0 0 の下流側に位置する下流部 3 4 1 の空間は、この貫通部 3 8 2 に含まれることになり、貫通部 3 8 2 は、上述した如く、ハウジング 3 0 2 の表面側と裏面側とを貫通するように割り貫かれている。これにより、上述した如く、貫通部 3 8 2 で、ハウジング 3 0 2 の表面側の表側副通路溝 3 3 2 により形成されたセンサ上流側通路 3 2 a と、裏面側の裏側副通路溝 3 3 4 により形成されたセンサ下流側通路 3 2 b とが連通する。

【 0 0 3 9 】

なお、図 4 に示すように、計測用流路面 4 3 0 側の空間と計測用流路裏面 4 3 1 側の空間とは、ハウジング 3 0 2 にインサートされた回路パッケージ 4 0 0 によって区分されており、ハウジング 3 0 2 によっては区分されていない。上流部 3 4 2 の空間と、下流部 3 4 1 の空間と、計測用流路面 4 3 0 側の空間と、計測用流路裏面 4 3 1 側の空間とによって形成される一つの空間が、ハウジング 3 0 2 の表面と裏面とに連続して形成されており、この一つの空間にハウジング 3 0 2 にインサートされた回路パッケージ 4 0 0 が片持ち状で突出している。このような構成とすることで、1 回の樹脂モールド工程でハウジング 3 0 2 の両面に副通路溝を成形でき、また両面の副通路溝を繋ぐ構造を合わせて成形することが可能となる。

20

【 0 0 4 0 】

回路パッケージ 4 0 0 は、第 2 樹脂により成形されたハウジング 3 0 2 の固定部 3 7 2 , 3 7 3 , 3 7 6 で、ハウジング 3 0 2 に埋設するように固定されている。このような固定構造は、ハウジング 3 0 2 を第 2 樹脂で成形すると同時に、回路パッケージ 4 0 0 をハウジング 3 0 2 にインサート成形することにより、熱式流量計 3 0 に実装することができる。なお、本実施形態では、第 1 樹脂は、回路パッケージ 4 0 0 を成形するための樹脂であり、第 2 樹脂は、ハウジング 3 0 2 を成形するための樹脂である。

30

【 0 0 4 1 】

表側副通路溝 3 3 2 の両側には、表側副通路内周壁（第 2 通路用壁）3 9 3 と表側副通路外周壁（第 2 通路用壁）3 9 4 が設けられ、これら表側副通路内周壁 3 9 3 と表側副通路外周壁 3 9 4 の高さ方向の先端部と表カバー 3 0 3 の内側面とが密着することで、ハウジング 3 0 2 の下流側副通路が形成される。

40

【 0 0 4 2 】

主取込口 3 5 0 から取り込まれ、裏側副通路溝 3 3 4 により構成される第 1 の通路 3 1 を流れた被計測気体 I A は、図 3 B の右側から左側に向かって流れる。ここで第 1 の通路 3 1 から分岐するように形成された第 2 の通路 3 2 の副取込口 3 4 に、取込んだ被計測気体 I A の一部が、分流して流れる。流れた被計測気体 I A は、貫通部 3 8 2 の上流部 3 4 2 を介して、回路パッケージ 4 0 0 の計測用流路面 4 3 0 の表面と表カバー 3 0 3 に設けられた突起部 3 5 6 で作られる流路 3 8 6 の方を流れる（図 4 参照）。

【 0 0 4 3 】

他の被計測気体 I A は計測用流路裏面 4 3 1 と裏カバー 3 0 4 で作られる流路 3 8 7 の方を流れる。その後、流路 3 8 7 を流れた被計測気体 I A は、貫通部 3 8 2 の下流部 3 4

50

1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IAと合流する。合流した被計測気体IAは、表側副通路溝332を流れ、出口352を經由してハウジングに形成された排出口355から主通路124に排出される。

【0044】

裏側副通路溝334から貫通部382の上流部342を介して流路386に導かれる被計測気体IA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、副通路溝が形成されている。これにより、被計測気体IA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。

【0045】

流路386では、突起部356は絞りを形成しており、被計測気体IAを渦の少ない層流にする。また突起部356は被計測気体IAの流速を高める。これにより、計測精度が向上する。突起部356は、計測用流路面430に設けた流量検出部602の熱伝達面露出部436に対向する方のカバーである表カバー303に形成されている。

【0046】

ここで、図3Bに示すように、裏側副通路溝334は、対向して形成された第1通路用壁395と、裏側副通路内周壁(第2通路用壁)392と、裏側副通路外周壁(第2通路用壁)391とにより形成されている。これら裏側副通路内周壁392と裏側副通路外周壁391と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の第1の通路31と第2の通路32のセンサ上流側通路32aが成形される。

【0047】

図3Aおよび図3Bに示すように、ハウジング302には、フランジ312と副通路溝が形成された部分との間に空洞部336が形成されている。この空洞部336の中に、回路パッケージ400のリード端子412と、外部接続部305の接続端子306とを接続する端子接続部320が設けられている。リード端子412と接続端子306(の内端部361)とは、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。

【0048】

4. 回路パッケージの外観

図5Aは回路パッケージ400の左側面図、図5Bは回路パッケージ400の正面図、図5Cは回路パッケージ400の背面図である。図5A～図5Cに示す回路パッケージ400は、流量検出部602と、流量検出部602からの信号を処理する処理部(図示せず)と、これらに接続されたリードフレームを少なくともも備えており、これらは第1樹脂(熱硬化性樹脂)でリードフレームのリード端子412が露出するように一体成形されている。第1樹脂で流量検出部602や処理部を、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が作られるため、回路パッケージ400の寸法精度を向上することができる。

【0049】

図5Bに示す回路パッケージ400の表面には、被計測気体IA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IAの流れ方向に長く延びる形状で成形されている。計測用流路面430は、被計測気体IA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5Aに示す如く、他の部分より薄く作られていて、その一部に、第1樹脂から露出した熱伝達面露出部436が設けられている。熱伝達面露出部436は流量検出部602の一部を構成している。流量検出部602は、熱伝達面露出部436を介して被計測気体IAと熱伝達を行い、被計測気体IAの状態、例えば被計測気体IA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。

【0050】

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られる。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。

そこで、半導体ダイヤフラム裏面の空隙と連通する開口438が回路パッケージ400の表面に設けられている。

【0051】

なお、回路パッケージ400の裏面には、図5Cに示すように、熱伝達面露出部436の露出および開口438を成形するために、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441, 442が形成されている。

【0052】

回路パッケージ400は、流量検出部602の熱伝達面露出部436が、ハウジング302、表カバー303、および裏カバー304により形成された副通路内に露出するように、第2樹脂で成形されたハウジングに固定される。図5A~図5Cに示す回路パッケージ400の外観上に記載した斜線部分は、第1樹脂で回路パッケージ400を成形した後に、第2樹脂でハウジング302を成形する際に、第2樹脂で回路パッケージ400が覆われる固定面432である。

【0053】

5. 回路パッケージ400のリード端子

回路パッケージ400には、内蔵する流量検出部602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、これらに電氣的に接続されたリードフレームが設けられている。リードフレームは、第1樹脂で封止された封止部から突出するように、第1樹脂から露出した複数のリード端子412を有している。リード端子412は、一定幅で一直線状に延在する帯板形状を有しており、複数本が同一平面上で平行に配列されている。図5A~図5Cに示すように、リードフレームには、外部への接続端子306(図6参照)に接続されるリード端子412と、回路パッケージ400を検査する検査用端子414が第1樹脂から露出するように形成されている。

【0054】

図6は、図3Aの端子接続部近傍の拡大図である。ここで、図5A~図5Cではリード端子412と同等の長さの検査用端子414を示しているが、回路パッケージ400の動作確認後(検査終了後)には、計測用の端子として用いない。したがって、図6に示すように検査用端子414は切断される(図6参照)。したがって、図6に示すように検査用端子414は、接続端子306には接続されない。

【0055】

接続端子306は、ハウジング302に固定されており、回路パッケージ400側に突出する内端部361が、それぞれ対応するリード端子412と重なり合うように、配置されている。内端部361は、フランジ312側から回路パッケージ400側に向かって突出してリード端子412と同じ方向に延在している。リード端子412の板厚は、接続端子306の内端部361の板厚よりも薄い構成を有している。

【0056】

リード端子412と接続端子306(内端部361)は、回路パッケージ400とフランジ312との間に成形された空隙部分である端子接続部320で、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て固定されている。リード端子412と内端部361との接続部は、吸気管よりも主通路内側に配置されている。

【0057】

ここで、熱式流量計30は、計測部310の基端部側が内燃機関の輻射熱により高温化し、先端部側が吸入空気の冷却により低温化して、吸入空気の流れ方向に対して交差する方向に温度差を生じる。特に、回路パッケージ400が第1樹脂(熱硬化性樹脂)で成形され、ハウジング302が第2樹脂(熱可塑性樹脂)で形成され、熱膨張係数が互いに相違しているため、温度差によりリード端子412には応力が作用しやすい。

【0058】

ハウジング302と、回路パッケージ400と、リード端子412と、接続端子306等の各部品は、互いに異なる熱膨張係数を有しており、熱式流量計30全体に、軸方向の膨張収縮に加えて、曲げやねじれの変形が伴う。したがって、回路パッケージ400内の

10

20

30

40

50

細線（ワイヤ）や薄板（リード）などの剛性の低い部位に最大主応力が加わり、破断に至る可能性がある。

【 0 0 5 9 】

特に、熱式流量計 3 0 は、常に高温に晒されている部品と異なり、全体が高温もしくは低温の状態と、吸入空気の冷却効果により部分的に低温化して部位に応じて温度差を有する状態とを交互に繰り返す、その頻度が極めて高い。このように、各部品の熱による膨張収縮が多い過酷な環境で使用されるものであることから、熱による応力を緩和する必要がある。

【 0 0 6 0 】

このような結果、リード端子 4 1 2 は、その両端を保持されており、熱式流量計 3 0 の使用時の温度変化（熱サイクル）によりその両端の距離が変化する。特に、リード端子 4 1 2 の一方端は回路パッケージ 4 0 0 の第 1 樹脂により保持（拘束）されており、他方側は、ハウジング 3 0 2 に固定された接続端子 3 0 6 に接続されているので、材料の熱膨張係数の相違等により、リード端子 4 1 2 の両端の距離は変化しやすい。

【 0 0 6 1 】

そこで、リード端子 4 1 2 には、機械的弾性力を増すために、応力吸収用屈曲部 4 1 6 が設けられている。応力吸収用屈曲部 4 1 6 は、リード端子 4 1 2 の両固定部間に配置されており、応力吸収用屈曲部 4 1 6 は、第 1 樹脂で封止された平板状のリードフレーム本体のリード面に交差する方向であるリード厚さ方向に屈曲されて形成されている。以下にリード端子 4 1 2 の実施例を、以下の実施例 1 ~ 実施例 5 に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 6 2 】

〔実施例 1〕

図 7 A は、図 6 の D - D 線に沿った模式的断面図であり、実施例 1 に係る熱式流量計のリード端子の接続状態を示した模式的断面図である。図 7 B は、図 7 A に示すリード端子をモデル化した図である。

【 0 0 6 3 】

図 7 A に示すように、本実施例では、リード端子 4 1 2 の一方端は、回路パッケージ 4 0 0 の第 1 樹脂からなる第 1 保持部 5 1 で保持されており、リード端子の他方端は、溶接部である第 2 保持部 5 2 で保持されている。リード端子 4 1 2 は、第 1 保持部 5 1 から第 2 保持部 5 2 に向かって直線状に延在した第 1 直線部 4 1 と、第 2 保持部 5 2 から第 1 保持部 5 1 に向かって直線状に延在した第 2 直線部 4 2 とを備えている。本実施例では、第 1 直線部 4 1 と第 2 直線部 4 2 とは同一平面状にあり、これらの中心線は一致している。

【 0 0 6 4 】

リード端子 4 1 2 は、上述したように、第 1 直線部 4 1 と第 2 直線部 4 2 との間において、第 1 直線部 4 1 および第 2 直線部 4 2 に対して、リード端子 4 1 2 の厚さ方向に屈曲した応力吸収用屈曲部（屈曲部）4 1 6 とを備えている。

【 0 0 6 5 】

ここで、応力吸収用屈曲部 4 1 6 は、第 1 直線部 4 1 の近傍で屈曲した第 1 屈曲部 4 3 と、第 2 直線部 4 2 の近傍で屈曲した第 2 屈曲部 4 4 と、第 1 屈曲部 4 3 と前記第 2 屈曲部 4 4 とを繋ぐように屈曲した 1 つの第 3 屈曲部 4 5 とを備えている。本実施例では、第 1 屈曲部 4 3 と第 2 屈曲部 4 4 とは同一方向に屈曲している。

【 0 0 6 6 】

ここで、本実施例では、図 7 B に示すように、第 1 直線部 4 1 と第 2 直線部 4 2 と直交する方向において、第 1 直線部 4 1 および第 2 直線部 4 2 の延在方向に沿った中心線 L_n から、第 3 屈曲部 4 5 の屈曲した中心線の最も離れた位置までの最大距離を屈曲部の山高さ H とし、リード端子 4 1 2 の端子厚さを T としたときに、 $4 \frac{H}{T} \geq 10$ の関係を満たしている。

【 0 0 6 7 】

このような関係は、発明者の有限要素法による解析結果に基づくものである。図 7 B に示すような前提条件で、種々のパラメータを変動させて解析を実施した。ここで、図 7 B

10

20

30

40

50

に示す、 L_1 は、第1直線部41と第1屈曲部43との境界部41bから第2直線部42と第2屈曲部44との境界部42bまでの距離である。 L_2 は、第1保持部51と第1直線部41との境界部41aから第2保持部52と第2直線部42との境界部42aまでの距離である。 $R_1 \sim R_3$ は、第1～第3屈曲部のそれぞれの中心線の曲率である。さらに、 θ は、第3屈曲部45の曲げ角度であり、第1屈曲部43と第3屈曲部45との間に形成された直線部分に沿った仮想線と、第2屈曲部44と第3屈曲部45との間に形成された直線部分に沿った仮想線とがなす角度である。

【0068】

これらのパラメータを変化させて、解析を行った結果、リード端子412を拘束した状態で、一方向から荷重を作用させた時に、リード端子412に作用する最大主ひずみ（すなわち応力）が最も変化する因子が、 H/T であること解った。図8は、図7Bに示すモデルに基づいたリード端子の H/T と最大主ひずみの関係を示した図であり、解析結果の一例である。

10

【0069】

図8に示す結果から、 $4 < H/T < 10$ の範囲であれば、リード端子412に作用する応力集中を低減することができる。ここで、 H/T は4より小さくなるに従って、リード端子412の最大主ひずみは飛躍的に大きくなる。すなわち、山高さ H は小さく、端子厚さ T が厚い場合には、応力吸収用屈曲部416が変形し難くなるからである。一方、 H/T が10を超えても、最大主ひずみ（応力）を大幅に低減させる効果は期待できず、 H の大きさが大きくなりすぎてしまう。なお、実際に製作した熱式流量計のうち、 $H/T < 4$ における2点の条件ではリード端子412に破損する場合があった。さらに、図8に示す H 、 T 以外の他のパラメータを変更した場合であっても、図8に示すような H/T の関係は成立することが確認できた。

20

【0070】

次に、 $4 < H/T < 10$ を満たすことを前提に、発明者らの解析から、リード端子412に作用する最大主ひずみ（すなわち応力）が変化する因子は、 L_1/L_2 および H/L_2 であることが解った。図9Aは、図7Bに示すモデルに基づいたリード端子の L_1/L_2 と最大主ひずみの関係を示した図である。図9Bは、図7Bに示すモデルに基づいたリード端子の H/L_2 と最大主ひずみの関係を示した図であり、これらの解析結果は一例である。

30

【0071】

図9A、図9Bに示すように、 $0.4 < L_1/L_2 < 1.0$ の関係を満たし、かつ、 $0.15 < H/L_2 < 0.35$ の関係を満たした時に、リード端子412に作用する応力集中を低減することができる。

【0072】

ここで、 L_1/L_2 が0.4よりも小さい、または H/L_2 が0.15よりも小さい場合には、リード端子412の最大主ひずみは飛躍的に大きくなる。すなわち、 L_2 が大きいほど、応力吸収用屈曲部416の曲げ角度を緩やかにすることができる。このような条件を満たすことで、第3屈曲部45の曲げ角度 θ を、 $90^\circ \sim 150^\circ$ の範囲に設定することができる。曲げ角度 θ が 90° 未満の場合には、第3屈曲部45に過度の応力が作用してしまい、曲げ角度 θ が 150° を超えた場合には、曲げにより応力吸収用屈曲部416が変形し難くなってしまふ。また、 L_2 は小さいほどリード端子412の両側から応力吸収用屈曲部416に作用するモーメントを低減することができる。

40

【0073】

また、 L_1/L_2 が1.0を超えた場合、または H/L_2 が0.35を超えた場合の、いずれの場合であっても、最大主ひずみ（応力）を大幅に低減させる効果は期待できず、実際の形状に適用するとリード端子が大きくなる傾向にある。

【0074】

次に、 $4 < H/T < 10$ 、 $0.4 < L_1/L_2 < 1.0$ 、かつ $0.15 < H/L_2 < 0.35$ を満たすことを前提に、 $0.4 < R_3/R_1 < 2.5$ 、かつ、 $0.4 < R_3/R_2$

50

2.5を満たせば、応力吸収用屈曲部416の応力を低減することができる。

【0075】

すなわち、 $R3/R1 < 0.4$ または $R3/R2 < 0.4$ では、 $R3$ に対して $R1$ 、 $R2$ が大きくなりすぎるため、最も応力が集中する第3屈曲部45に作用する応力が飛躍的に大きくなる。一方、 $R3/R1 > 2.5$ または $R3/R2 > 2.5$ では、 $R1$ 、 $R2$ に対して $R3$ が大きくなりすぎるため、第1屈曲部43、第2屈曲部44で応力集中しやすくなる。

【0076】

〔実施例2〕

図10Aは、実施例2に係る熱式流量計のリード端子412の接続状態を示した模式的断面図であり、図10Bは、図10Aに示すリード端子412をモデル化した図である。なお、第1実施例の構成と同じ機能を有する構成は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。本実施例が実施例1と異なる点は、リード端子412が接続端子を兼用している点である。すなわち、実施例1では、リード端子412の第2保持部52は、接続端子306との溶接部であったが、実施例2では、リード端子412の第2保持部52はハウジング302（第2樹脂）である。

10

【0077】

このような場合であっても、図10Bに示すように基本的な構造は変わらないので、第2実施例のリード端子の場合でも、実施例1に係るリード端子と同様に、 $4H/T10$ の関係を満たせば、応力吸収用屈曲部416に作用する応力を低減することができる。さらに $0.4L1/L21.0$ の関係を満たし、かつ、 $0.15H/L20.35$ の関係を満たすことにより、応力吸収用屈曲部416に作用する応力を一層低減することができる。

20

【0078】

また、実施例1および2では、1つの第3屈曲部45が、第1屈曲部43と第2屈曲部44と間の中央に形成されているので、第3屈曲部45には均一に応力が作用しやすい。これにより、最も応力集中しやすい第3屈曲部45に作用する応力を好適に分散することができる。

【0079】

〔実施例3〕

図11Aは、実施例3に係る熱式流量計のリード端子412の接続状態を示した模式的断面図であり、図11Bは、図11Aに示すリード端子412をモデル化した図である。なお、第1実施例の構成と同じ機能を有する構成は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。本実施例が実施例1と異なる点は、第1直線部41の中心線と、第2直線部42の中心線とは、オフセットしている点である。このように、第1直線部41の中心線と、第2直線部42の中心線とをずらすことにより、リード端子412の両側から内側に向かう圧縮応力を、応力吸収用屈曲部416に逃がすことができる。

30

【0080】

また、図11Bに示すように、実施例3のリード端子412の山高さ H は、第2直線部42と直交する方向において、第2直線部42の中心線 L_n から第3屈曲部45の中心線上の最も離れた位置までの距離であり、 $4H/T10$ の関係を満たしている。実施例1と同様にリード端子412に作用する応力集中を低減することができる。

40

【0081】

〔実施例4〕

図12Aは、実施例4に係る熱式流量計のリード端子412の接続状態を示した模式的断面図であり、図12Bは、図12Aに示すリード端子412をモデル化した図である。なお、第1実施例の構成と同じ機能を有する構成は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。本実施例が実施例1と異なる点は、第3の屈曲部を2つ設けた点である。

【0082】

図12Aに示すように、実施例4の応力吸収用屈曲部416は、台形状であり、第1屈

50

曲部 4 3 と第 2 屈曲部 4 4 は、同じ方向に屈曲し、これらを繋ぐように、2 つの第 3 屈曲部 4 5 A , 4 5 B が形成されている。

【 0 0 8 3 】

また、図 1 2 B に示すように、実施例 4 のリード端子 4 1 2 の山高さ H は、第 1 直線部 4 1 と直交する方向において、第 1 直線部 4 1 の中心線 L n から第 3 屈曲部 4 5 A の中心線上の最も離れた位置までの距離であり、 $4 H / T = 1.0$ の関係を満たしている。このような場合であっても、実施例 1 と同様にリード端子 4 1 2 に作用する応力集中を低減することができる。

【 0 0 8 4 】

〔実施例 5〕

図 1 3 A は、実施例 5 に係る熱式流量計のリード端子 4 1 2 の接続状態を示した模式的断面図であり、図 1 3 B は、図 1 3 A に示すリード端子 4 1 2 をモデル化した図である。なお、第 1 実施例の構成と同じ機能を有する構成は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。本実施例が実施例 1 と異なる点は、第 3 の屈曲部を 2 つ設け、サインカーブ状にリード端子 4 1 2 を屈曲させた点である。

【 0 0 8 5 】

図 1 3 A に示すように、実施例 5 の応力吸収用屈曲部 4 1 6 はサインカーブ状であり、第 1 屈曲部 4 3 と第 2 屈曲部 4 4 は、反対方向に屈曲し、これらを繋ぐように、2 つの第 3 屈曲部 4 5 C , 4 5 D が形成されている。

【 0 0 8 6 】

また、図 1 3 B に示すように、実施例 5 のリード端子 4 1 2 の山高さ H は、第 1 直線部 4 1 と直交する方向において、第 1 直線部 4 1 の中心線 L n から第 3 屈曲部 4 5 C の中心線上の最も離れた位置までの距離、または、第 2 直線部 4 2 と直交する方向において、第 2 直線部 4 2 の中心線 L n から第 3 屈曲部 4 5 D の中心線上の最も離れた位置までの距離であり、両者は同じ距離である。そして、リード端子 4 1 2 は、 $4 H / T = 1.0$ の関係を満たしている。このような場合であっても、実施例 1 と同様にリード端子 4 1 2 に作用する応力集中を低減することができる。

【 0 0 8 7 】

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。

【 0 0 8 8 】

たとえば、第 1 実施例のリード端子は、 $0.4 R_3 / R_1 = 2.5$ 、かつ、 $0.4 R_3 / R_2 = 2.5$ を満たすようにしたが、第 2 ~ 第 5 実施例でも同様の関係を満たしてもよく、これにより、リード端子に作用する応力集中を低減することができる。

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

- 3 0 ... 熱式流量計
- 4 1 ... 第 1 直線部
- 4 2 ... 第 2 直線部
- 4 3 ... 第 1 屈曲部
- 4 4 ... 第 2 屈曲部
- 4 5 ... 第 3 屈曲部
- 5 1 ... 第 1 保持部
- 5 2 ... 第 2 保持部
- 3 1 ... 第 1 の通路
- 3 1 A ... 上流側通路
- 3 0 2 ... ハウジング
- 3 0 3 ... 表カバー
- 3 0 4 ... 裏カバー

10

20

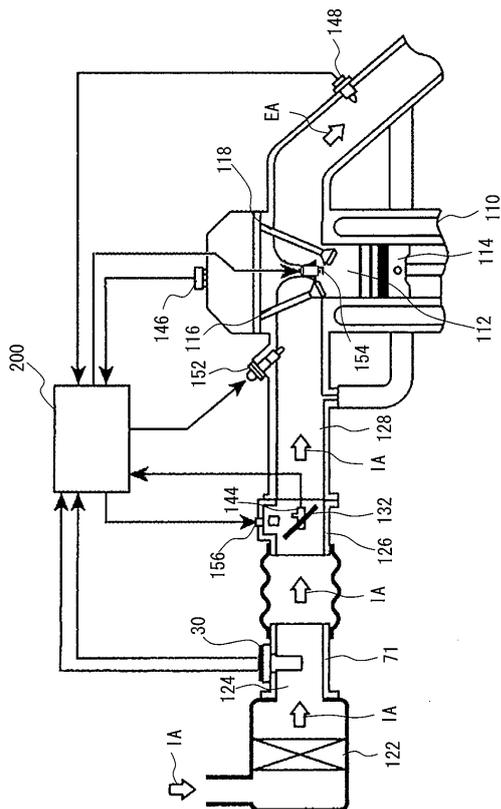
30

40

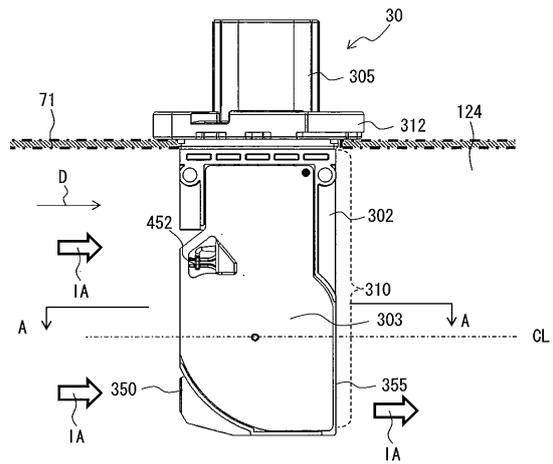
50

- 4 0 0 ... 回路パッケージ
- 4 1 2 ... リード端子
- 4 1 6 ... 応力吸収用屈曲部
- 6 0 2 ... 流量検出部

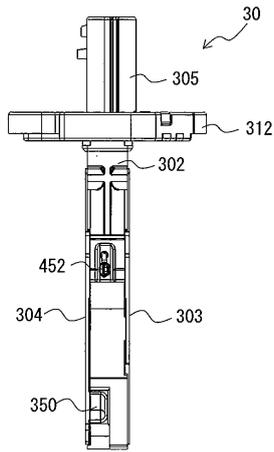
【図1】



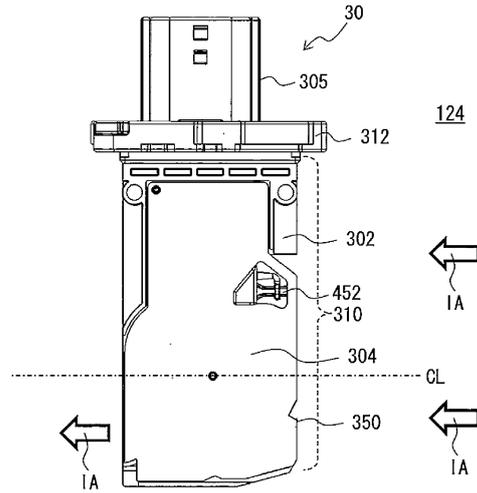
【図2A】



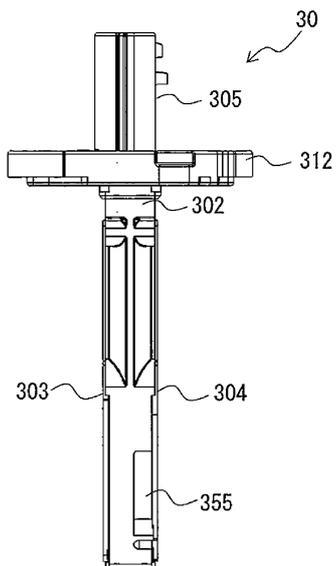
【図 2 B】



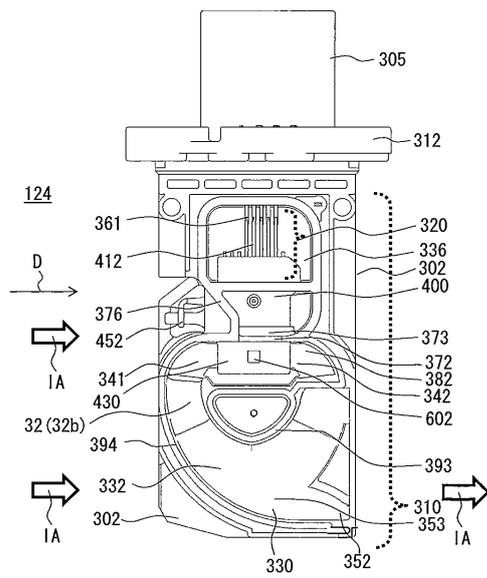
【図 2 C】



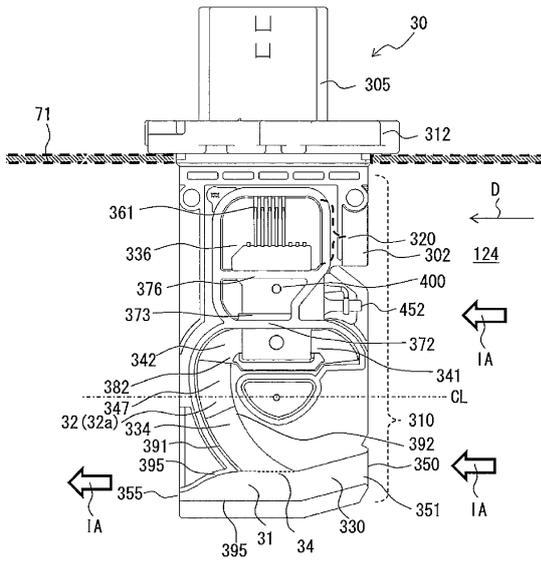
【図 2 D】



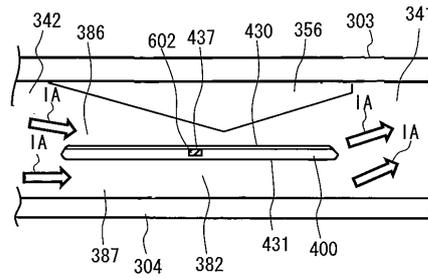
【図 3 A】



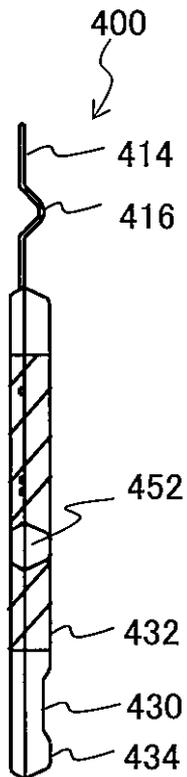
【図3B】



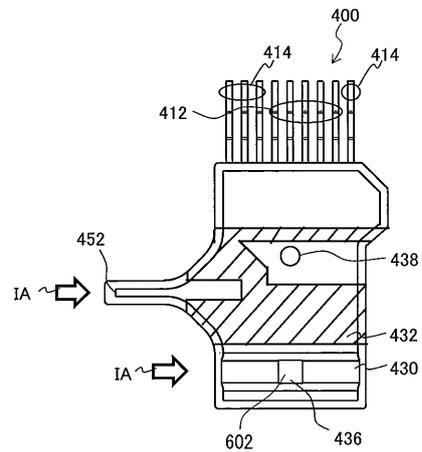
【図4】



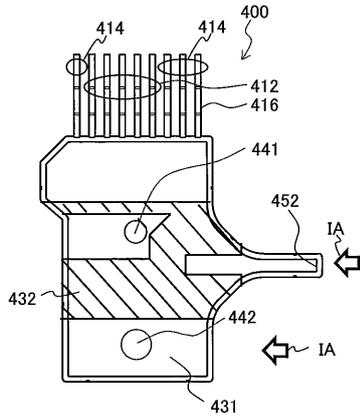
【図5A】



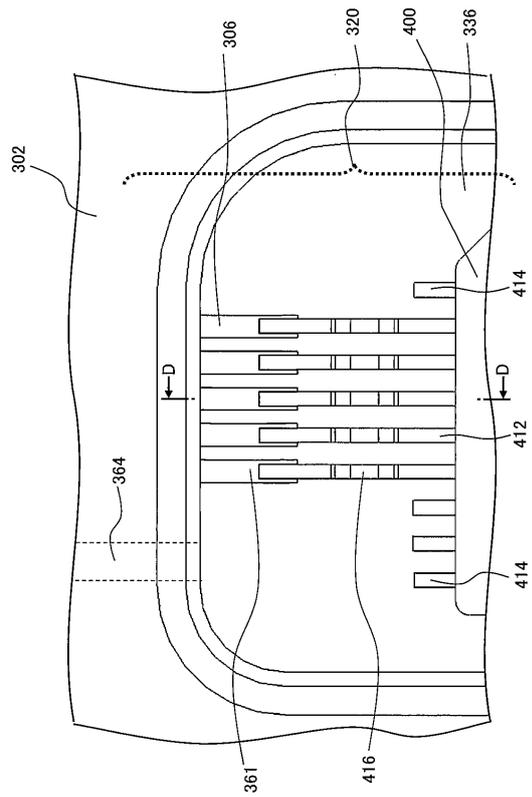
【図5B】



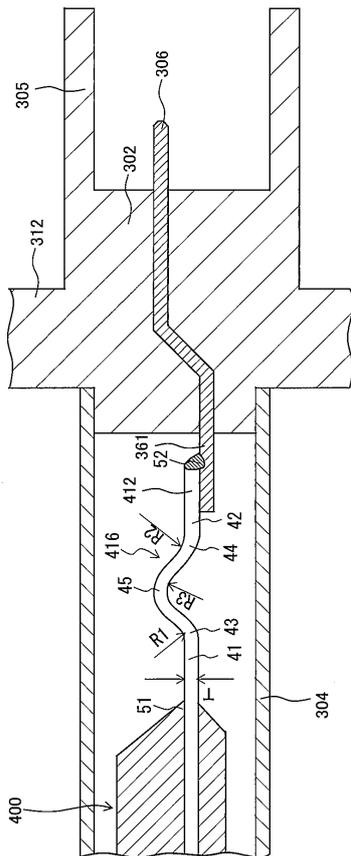
【図5C】



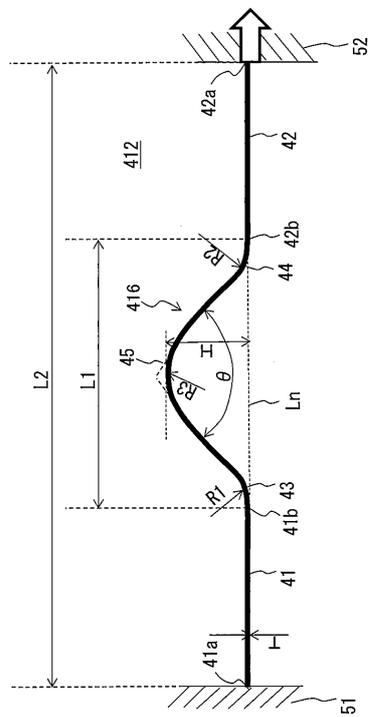
【図6】



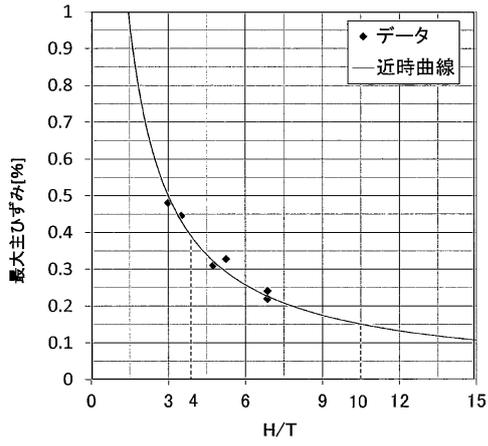
【図7A】



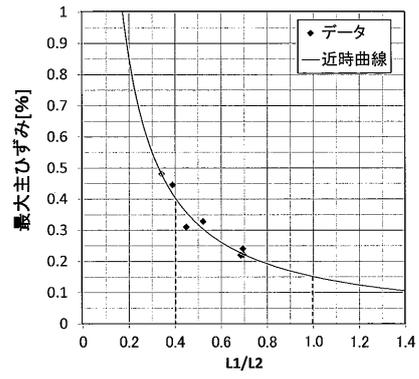
【図7B】



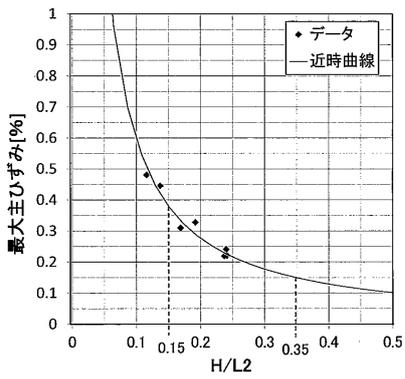
【図 8】



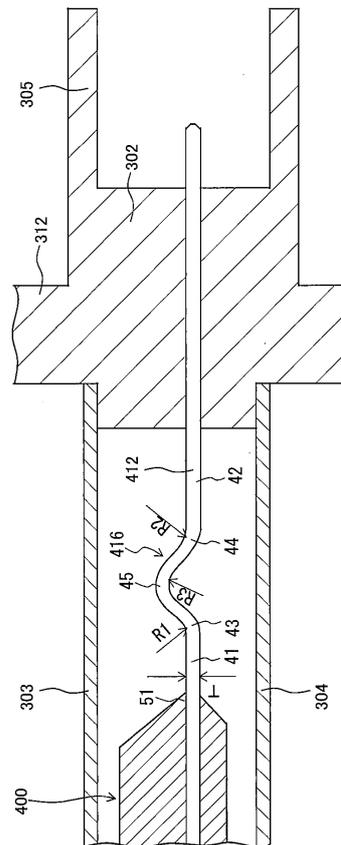
【図 9 A】



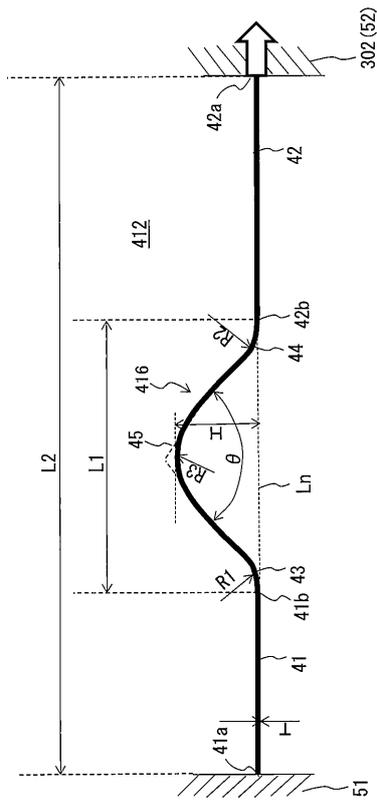
【図 9 B】



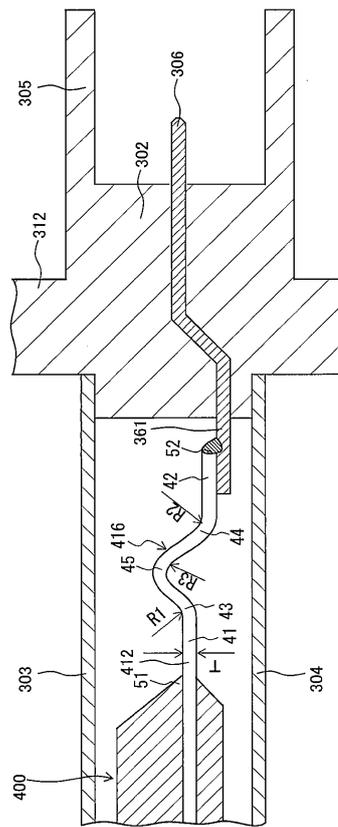
【図 10 A】



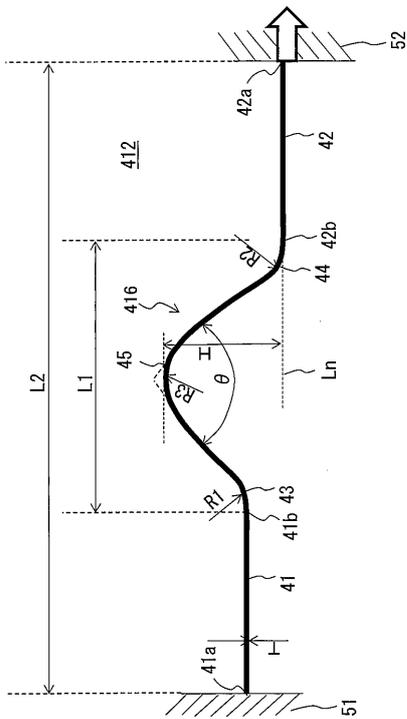
【図10B】



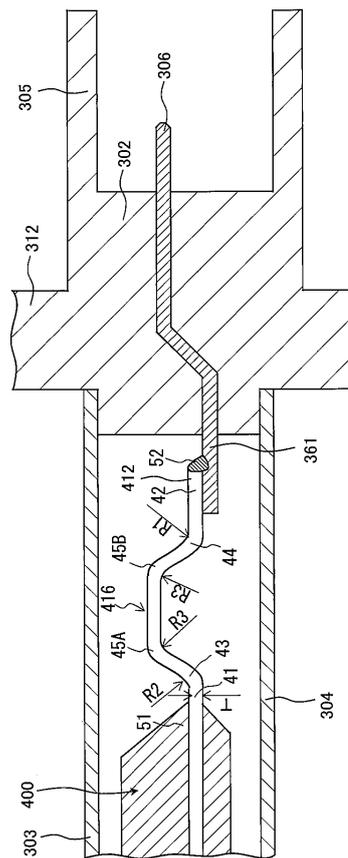
【図11A】



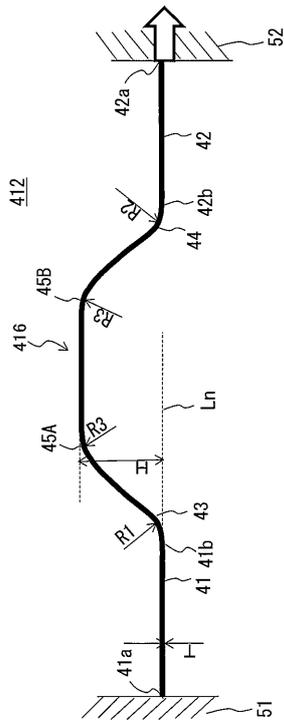
【図11B】



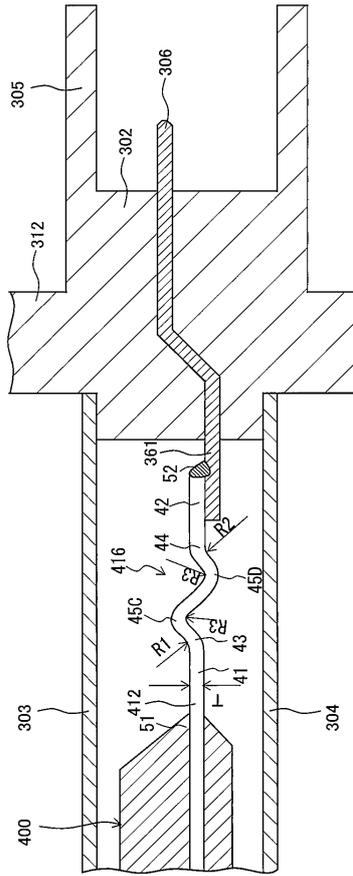
【図12A】



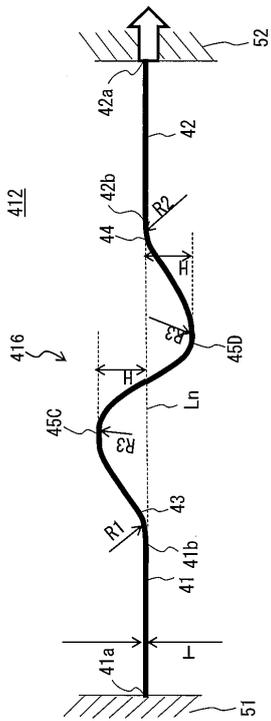
【図 1 2 B】



【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



フロントページの続き

- (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 緒方 公俊
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 渡辺 翼
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特開2014-001990(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 1/684