

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4317556号
(P4317556)

(45) 発行日 平成21年8月19日(2009.8.19)

(24) 登録日 平成21年5月29日(2009.5.29)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 F 1/684 (2006.01) G O 1 F 1/68 1 O 1 A
F O 2 D 35/00 (2006.01) F O 2 D 35/00 3 6 6 E

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-199591 (P2006-199591)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成18年7月21日(2006.7.21)	(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(65) 公開番号	特開2008-26172 (P2008-26172A)	(72) 発明者	中野 洋 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株 式会社日立製作所 日立研究所内
(43) 公開日	平成20年2月7日(2008.2.7)	(72) 発明者	山田 雅通 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株 式会社日立製作所 日立研究所内
審査請求日	平成20年5月1日(2008.5.1)	(72) 発明者	松本 昌大 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株 式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱式流量センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体の流れ方向に沿って設けられたベース部と、該ベース部に取り付けられ、主通路を流れる流体の流量を検知するための発熱抵抗体が基板上に形成されたセンサ素子とを備えた熱式流量センサであって、

前記ベース部に矩形形状の凹部が形成されるとともに、該凹部内に前記センサ素子とその検知部表面が前記凹部の上端縁より低くなるように嵌め込まれて固着され、かつ、前記センサ素子が対面する測定用通路壁部分に絞りが設けられており、

前記絞りは、前記凹部の上流側端縁から下流側に向かって通路断面積が漸減する形状とされ、前記発熱抵抗体が前記絞り通路における最狭部の上流端より下流側に位置していることを特徴とする熱式流量センサ。

10

【請求項2】

主通路内に、流体の流れ方向に沿って、流体の一部が流入通過する副通路が設けられ、該副通路に、流体の流れ方向に沿ってベース部が設けられるとともに、該ベース部に、前記主通路を流れる流体の流量を検知するための発熱抵抗体が基板上に形成されたセンサ素子を取り付けられた熱式流量センサであって、

前記ベース部に矩形形状の凹部が形成されるとともに、該凹部内に前記センサ素子とその検知部表面が前記凹部の上端縁より低くなるように嵌め込まれて固着され、かつ、前記センサ素子が対面する測定用通路壁部分に絞りが設けられおり、

前記絞りは、前記凹部の上流側端縁から下流側に向かって通路断面積が漸減する形状と

20

され、前記発熱抵抗体が前記絞り通路における最狭部の上流端より下流側に位置していることを特徴とする熱式流量センサ。

【請求項 3】

前記絞りは、前記凹部の上流側端縁から下流側に向かって前記通路断面積を漸減させる斜面部分を有しており、該斜面部分の前記流れ方向に沿った長さと同様に前記流れ方向に直交する方向の高さとの比である平均勾配を α とし、前記凹部の上端縁と前記センサ素子の検知部表面との間に形成される段差を D とし、前記凹部の上流側端縁から前記発熱抵抗体の中心までの距離を L とし、 $L > D \cdot \alpha$ が成立するように各部の位置や寸法形状等が設定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の熱式流量センサ。

【請求項 4】

前記発熱抵抗体の中心が、前記凹部の上流側端縁から流れ方向に沿って 1.5 mm 以上離隔せしめられていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の熱式流量センサ。

【請求項 5】

前記センサ素子は、その上流側端縁から下流側端縁までの長さが 3 mm 以上に設定されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の熱式流量センサ。

【請求項 6】

前記発熱抵抗体の中心は、前記センサ素子の中心よりも下流側に位置していることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の熱式流量センサ。

【請求項 7】

前記凹部の上流側上端縁及び / 又は下流側上端縁に、流体の流れ方向に沿って前記センサ素子上に突出する軒部が形成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の熱式流量センサ。

【請求項 8】

前記軒部は、根元側から先端にかけて下方に傾斜するテーパ面が形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の熱式流量センサ。

【請求項 9】

前記副通路における上流端から前記凹部までの間に少なくとも一つの絞りが設けられていることを特徴とする請求項 2 から 8 のいずれか一項に記載の熱式流量センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車載用内燃機関の吸気通路等の通路を流れる空気等の流体の流量を検出するべく、検知部としての発熱抵抗体が基板上に形成されたセンサ素子を備えた熱式流量センサに係り、特に、流量測定精度の向上を図った熱式流量センサに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車などに搭載される内燃機関の吸入空気量を検出する流量センサとして、質量流量を直接測定できる熱式の空気流量センサが主流になっている。

【0003】

近年では、シリコン (Si) などの半導体基板上にマイクロマシン技術を用いて熱式流量センサのセンサ素子を製造するものが提案されている。このような半導体タイプの熱式流量センサは、半導体基板に形成した数ミクロンの薄膜部に、発熱抵抗体と感温抵抗体が形成されている。このセンサは、薄膜であることから熱容量が小さく高速応答・低電力駆動が可能である。また、微細加工により発熱抵抗体の上下流の温度差を検出し、順流・逆流を判別する構造を形成することが容易である。

【0004】

半導体タイプの熱式流量センサは、板状のセンサ素子であるため、センサ素子周りに流体の流れの乱れが生じると測定精度に大きく影響を与える。このような流体の流れの乱れの影響を受けない構造とすることが課題である。

10

20

30

40

50

【0005】

このような課題に着目した従来技術としては、例えば下記特許文献1に所載のものがある。かかる文献所載の熱式流量センサは、センサ素子を設置するためのベース部材の端部で流れに乱れが生ずることによる測定誤差やセンサ素子自身の基板の端部で発生する流体の流れの乱れによる測定誤差を低減しようとするものである。

【0006】

【特許文献1】特開平10-300546号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

多くの半導体タイプの熱式流量センサは、流体が流れる測定用通路内壁部分（ベース部）や主通路内に設けられた副通路内壁部分（測定用通路内壁部分）にセンサ素子を設置している。センサ素子の実装形態としては、前記ベース部に矩形状の凹部を形成し、この凹部内にセンサ素子を嵌め込んで接着剤等で固着することが多い。

【0008】

センサ素子を凹部内に設置する場合、測定用通路内壁面とセンサ素子（検知部）表面を同じ高さで設置することが望ましいが、製造条件によりセンサ素子表面が測定用通路内壁面から突出したり陥没したりする（段差が形成される）など、バラツキが生じる。

【0009】

センサ素子が測定用通路内壁面から突出した場合、センサ素子端部で流れに乱れ（剥離）が発生し、真の流れとセンサ素子周りの流れが異なってしまう測定誤差を生じる。かかる測定誤差低減のため、前記特許文献1に所載の熱式流量センサは、センサ素子上の発熱抵抗体を、剥離が発生するセンサ素子端部から離隔するようにしている。しかし、センサ素子端部からの離隔距離を確保するためにはセンサ素子表面積を大きくすることが必要であり、コストアップが避けられない。

【0010】

さらに、センサ素子が測定用通路内壁面から突出もしくは同一平面である場合、流体に混入したダストなどが、センサ素子の薄膜部に衝突し破壊してしまうという問題もある。

【0011】

また、センサ素子が測定用通路内壁面から陥没している場合、測定用通路内壁面とセンサ素子表面との段差により流れに乱れ（剥離）が生じる。

【0012】

ところが、前記特許文献1に所載の熱式流量センサは、上記のような実装時のバラツキが考慮されていない。センサ素子表面が測定用通路内壁面から突出したり陥没したりして段差が生じた場合、この段差での剥離点から発熱抵抗体までの距離を確保することにより改善することが可能であるが、前述と同様にセンサ素子面積が大きくなってコストアップしてしまう問題が生じる。

【0013】

本発明は、前記した従来の問題を解消すべくなされたもので、その目的とするところは、センサ素子のサイズを最小限にして、コストアップをさほど招くことなく、流体の流れの乱れによる測定誤差・ダストの衝突による破壊等を低減し得る熱式流量センサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

前記目的を達成すべく、本発明に係る熱式流量センサでは、以下の手段を講じた。

すなわち、本発明に係る熱式流量センサの一態様は、基本的には、通路内を流れる流体の流れ方向に沿って設けられたベース部と、該ベース部に取り付けられ、前記主通路を流れる流体の流量を検知するための発熱抵抗体が基板上に形成されたセンサ素子とを備える。

【0015】

10

20

30

40

50

そして、前記ベース部に矩形状の凹部が形成されるとともに、該凹部内に前記センサ素子とその検知部表面が前記凹部の上端縁より低くなるように嵌め込まれて固着され、かつ、前記センサ素子が対面する測定用通路壁部分に絞りが設けられるとともに、前記発熱抵抗体が、前記凹部の上流側端縁から流れ方向に沿って、前記凹部の上端縁と前記センサ素子の検知部表面との間に形成される段差に起因して生じる流体の流れの乱れの影響を受けない位置まで離隔せしめられていることを特徴としている。

【0016】

本発明に係る熱式流量センサの他の態様は、基本的には、主通路内に、流体の流れ方向に沿って、流体の一部が流入通過する副通路が設けられ、該副通路に、流体の流れ方向に沿ってベース部が設けられるとともに、該ベース部に、前記主通路を流れる流体の流量を検知するための発熱抵抗体が基板上に形成されたセンサ素子を取り付けられる。

10

【0017】

そして、前記ベース部に矩形状の凹部が形成されるとともに、該凹部内に前記センサ素子とその検知部表面が前記凹部の上端縁より低くなるように嵌め込まれて固着され、かつ、前記センサ素子が対面する測定用通路壁部分に絞りが設けられるとともに、前記発熱抵抗体が、前記凹部の上流側端縁から流れ方向に沿って、前記凹部の上端縁と前記センサ素子の検知部表面との間に形成される段差に起因して生じる流体の流れの乱れの影響を受けない位置まで離隔せしめられていることを特徴としている。

【0018】

この場合、好ましい態様では、前記絞りは、前記凹部の上流側端縁から下流にかけて通路断面積が漸減する形状とされ、前記発熱抵抗体が前記絞り通路における最狭部の上流端より下流側に位置せしめられる。

20

【0019】

より好ましい態様では、前記凹部の上端縁と前記センサ素子の検知部表面との段差を D とし、前記絞りの平均勾配を α とし、前記凹部の上流側端縁から前記発熱抵抗体の中心までの距離を L とし、 $L > D \cdot \alpha$ が成立するように各部の位置や寸法形状等が設定される。

【0020】

より具体的な好ましい態様では、前記発熱抵抗体の中心が、前記凹部の上流側端縁から流れ方向に沿って 1.5 mm 以上離隔せしめられる。

30

【0021】

また、好ましくは、前記センサ素子は、その上流側端縁から下流側端縁までの長さが 3 mm 以上に設定される。

【0022】

他の好ましい態様では、前記発熱抵抗体の中心が、前記センサ素子の中心よりも下流側に位置せしめられる。

【0023】

別の好ましい態様では、前記凹部の上流側上端縁及び/又は下流側上端縁に、流体の流れ方向に沿って前記センサ素子上に突出する軒部が形成される。

【0024】

この場合、前記軒部は、好ましくは、根元側から先端にかけて下方に傾斜するテーパ面が形成される。

40

【0025】

さらに別の好ましい態様では、前記副通路における上流端から前記凹部までの間に少なくとも1つの絞りが設けられる。

【0026】

次に、上記各態様を捕捉説明する。

一般に、半導体タイプのセンサ素子は、シリコン基板上に薄膜部を形成し、薄膜部上に発熱抵抗体を形成する。発熱抵抗体の材料は、不純物をドーブした単結晶シリコンやポリシリコンのほか、白金などの金属で形成する。また、セラミックや金属を材料とした基板

50

を用いて形成したもので良い。ベース部は、樹脂やセラミック・金属を材料として板状に、矩形状の凹部を形成したものである。ベース部は、平面形状であることが好ましい。もしくは、測定すべき流体が流れる主通路の内面壁をベース部としてこれに凹部を形成し、センサ素子を設置する形態としてもよい。この場合、凹部周辺は平面形状であることが好ましい。

【0027】

ベース部の凹部内に設置したセンサ素子の検知部表面は、凹部周辺の表面位置（上端縁）よりも低くして、それらの間に段差を生じさせる。センサ素子裏面に接着剤等を塗布して、凹部内に嵌め込んで接着する場合、センサ素子の設置高さは $\pm 20 \mu\text{m}$ 程度ばらつきがある。そのため、ベース部材表面から $20 \mu\text{m}$ 以上低い位置にセンサ素子表面が位置するようになることが好ましい。ただし、接着精度を向上させた場合においてはこの限りでない。

10

【0028】

センサ素子が設置された通路において、センサ素子に対面する測定用通路壁部分に絞りを設ける。この絞りは、ベース部の凹部近傍に形成し、ベース部の凹部上の空気流を圧縮する効果が得られるものである。具体的には、凹部の上流側の段差から徐々に通路断面積を小さくする形状とする。

【0029】

より具体的には、センサ素子上の発熱抵抗体（の中心）は、ベース部の凹部の端縁から、好ましくは、 1.5 mm 以上離隔させる。ここでは、ベース部材の凹部の上流側及び下流側の上端縁とセンサ素子表面との間には段差が形成されるので、センサ素子上の発熱抵抗体は、前記上流側の段差より 1.5 mm 以上下流側に位置するように形成する。半導体タイプのセンサ素子における発熱抵抗体とは、センサ素子上の薄膜部上に形成したもので、空気流による前記発熱抵抗体の放熱量または発熱抵抗体周辺の温度変化を検知することにより流量が測定される。

20

【0030】

車載用内燃機関の吸入空気量を測定する際、吸気通路（主通路）内の流体（空気）に逆流が発生する場合がある。逆流時においても空気流の乱れによる誤差を低減するため、次のような手段を講じる。すなわち、前述の構成では、上流側の段差から、発熱抵抗体を 1.5 mm 離隔したが、下流側の段差からも 1.5 mm 以上離隔する構成とする。言い換えれば、ベース部材の凹部の幅（流れ方向の長さ）を 3 mm 以上とし、発熱抵抗体をセンサ素子の中心に配置し、センサ素子を凹部の中心に配置する。これにより、逆流にも対応可能である。

30

【0031】

逆流の測定を必要としない熱式流量センサの場合、下流側の段差からの距離を確保しなくても良い。したがって、センサ素子中の下流側に発熱抵抗体を形成し、発熱抵抗体の位置をセンサ素子中心よりも下流にオフセットさせた配置にする。これにより、センサ素子の面積を縮小することができる。

【0032】

センサ素子上の発熱抵抗体と、センサ素子対面の測定用通路壁部分に形成した絞りとの関係は次のようにすることが好ましい。センサ素子の対面壁に形成した絞り形状を、ベース部材に形成した凹部の上流側端部から下流にかけて流路面積が小さくなるようにし、前記センサ素子の発熱抵抗体を絞り通路の最狭部の上流端より下流に形成する。

40

【0033】

さらには、ベース部材の凹部周辺の表面とセンサ素子表面との段差を D とし、前記センサ素子の対面壁に形成した絞りの平均勾配を (Y/X) [ただし、 Y ：勾配面の高さ、 X ：勾配面の流れ方向に沿った長さ] とすると、前記段差 D （凹部の上流側端縁）から前記センサ素子上の発熱抵抗体までの距離 L を、 $L > D \cdot$ とする。こうすることで、段差 D に起因して生じた流体の流れの乱れ（剥離）が、前記絞りによって抑制されて安定した流れになった後、つまり、段差 D に起因して生じる流体の流れの乱れ（剥離）の影響を受

50

けることなく、発熱抵抗体により流量測定ができる。

【0034】

熱式流量センサで、微小流量を測定する場合、センサ素子の感度が小さくなって測定精度が悪化する。したがって、副通路内の流速を速くする構成を付加することが好ましい。具体的には、副通路の開口（上流端）から前記凹部の上流端との間に、少なくとも1つの絞りを設け、副通路の開口部の通路面積よりも凹部上流端近くの通路断面面積を狭めた副通路形状とする。

【0035】

センサ素子対面側に設けた絞りにより空気流を加速させることも可能であるが、十分な流速となるように絞りの勾配を大きくすると、絞りにより流体に剥離が発生し、センサ素子（発熱抵抗体）上の流れが乱れてしまう。したがって、副通路内の流体を加速する第1絞り部と、前記段差による剥離を抑制する第2絞り部を形成することが好ましい。ここで、第1絞り部とは、センサ素子より上流にあって、副通路内の流速を加速するものであれば、いかなる形状でもよい。さらに、第1絞り部と第2絞り部との間には、第1絞り部によって乱れた流体を安定するための区間を設けることが好ましい。具体的には、通路断面面積が一定である中間通路部を設ける。

【発明の効果】

【0036】

本発明によれば、センサ素子が対面する測定用通路壁部分に設けられた絞りにより、凹部の上端縁とセンサ素子の検知部表面との間に形成される段差に起因して生じる流体の流れの乱れ（剥離）が抑制されるので、流量測定（検知）部分である発熱抵抗体上では、流体の流れの乱れが収まって安定した流れとなる。そのため、前記段差に起因して生じる流体の流れの乱れ（剥離）の影響を受けることなく、発熱抵抗体により流量測定が可能となり、流量測定精度が向上する。この場合、絞りを設けたことによってセンサ素子のサイズを大きくする必要がなくなり、そのため、コストアップをさほど招くことなく、流体の流れの乱れによる測定誤差を低減でき、さらには、前記段差を設けたことにより、ダスト等の衝突・不着によるセンサ素子の破壊等も低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

以下、本発明の熱式流量センサの実施の形態を図面を参照しながら説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態の熱式流量センサ1Aを主通路10（車載用内燃機関の吸気通路）に設置した状態を示す横断面図、図2は、図1のA-A矢視線に従う拡大断面図、図3は、図2のB部の拡大図である。

【0038】

図示例の熱式流量センサ1Aは、主通路10を流れる流体の流量を検知するための発熱抵抗体3が基板上に形成されたセンサ素子2及び流量検出用の電子回路部品や配線パターンが形成された回路基板15を内蔵するとともに、断面矩形の副通路7が設けられたセンサハウジング14を有し、このセンサハウジング14が主通路10内に取り付けられている。なお、前記センサ素子2と回路基板15とは、ワイヤーボンディングにより電氣的に接続されている。

【0039】

前記副通路7は、主通路10を流れる流体の一部が流入通過するように、主通路10を流れる流体の流れ方向Pに沿って（主通路10と平行に）設けられている。副通路7は、上流側から順次、前側開口12、前側通路部12A、前側絞り13、測定用通路部8、後側絞り13'、後側通路部13A、後側開口12'からなっている。

【0040】

そして、前記測定用通路部8に前記センサ素子2が設置されている。

【0041】

すなわち、前記副通路7における測定用通路部8の中央部下側部分がセンサ素子取付用

10

20

30

40

50

のベース部 4 とされ、このベース部 4 に矩形状の凹部 5 が形成されるとともに、該凹部 5 内に前記センサ素子 2 がその検知部表面が前記凹部 5 の上端縁（上流側端縁及び下流側端縁）5 a、5 b より低くなるように嵌め込まれて接着剤 6 により固着されている。

【0042】

加えて、前記センサ素子 2 が対面する測定用通路壁部分（測定用通路部 8 におけるセンサ素子 2 の真上部分）に絞り 9 が設けられるとともに、前記発熱抵抗体 3 が、前記凹部 5 の上流側端縁 5 a から流れ方向 P に沿って、前記凹部 5 の上端縁 5 a と前記センサ素子 2 の検知部表面（上面）との間に形成される段差 D に起因して生じる流体の流れの乱れの影響を受けない位置まで離隔せしめられている。

【0043】

より詳細には、前記絞り 9 は、断面逆台形（二等辺）状で、前記凹部 5 の上流側端縁 5 a から下流にかけて、通路断面積が漸減する部分（斜面 9 a 部分）とされ、続いて流れ方向 P と平行な部分（平面 9 c 部分）、下流側端縁 5 b までの通路断面積漸増部分（斜面 9 b 部分）となっており、前記発熱抵抗体 3 は、前記絞り通路（前記斜面 9 a、平面 9 c、及び斜面 9 b 部分）における最狭部（平面 9 c 部分）の上流端より下流側に位置せしめられている。

【0044】

ここでは、図 3 に示される如くに、前記段差 D は、20 μ m 以上とされ、また、測定用通路部 8 における絞り 9 部分より上流側の縦方向長（高さ）K は約 3 mm、最狭部（平面 9 c 部分）の縦方向長（高さ）J は約 1.7 mm となっている。

【0045】

そして、本実施形態では、前記発熱抵抗体 3 が、前記凹部 5 の上流側端縁 5 a から流れ方向 P に沿って、前記段差 D に起因して生じる流体の流れの乱れの影響を受けない位置まで離隔せしめられている（後述するように、凹部 5 の上流側端縁 5 a から発熱抵抗体 3 の中心までの距離 L を 1.5 mm 以上に設定している）。

【0046】

次に、以上の構成についての補足説明並びに作用効果を説明する。

主通路 10 に流体が流れると、流体の一部が副通路 7 に導入される。副通路 7 内に導入された流体は、前側絞り 13 によって加速される。前側絞り 13 を設けることによって、特に低流量時において測定用通路部 8 の流速が高められるので、感度を向上することができる。前側絞り 13 によって加速された流体は、測定用通路部 8 へと流れる。測定用通路部 8 では、前記段差 D により流体の流れの乱れ（剥離）が発生する。しかし、凹部 5 の対面壁に形成した絞り 9 により、剥離した流れが抑制される。

【0047】

ここで、段差 D を設けることの利点について説明する。主通路 10 を流れる流体は、自動車用の内燃機関の場合、空気である。しかし、主通路（吸気通路）10 内の吸入空気にはダストや水、オイルなどが含まれている。センサ素子 2 には、薄膜部が形成されているため、空気中のダストが衝突することにより薄膜部が破壊されてしまう。また、水やオイルなどの付着によりセンサ素子 2 が汚染されてしまう。このような問題に対応するため、センサ素子 2 の設置位置を測定用通路壁面から低くし、段差 D を設ける。段差 D を設けることにより、ダスト等の衝突・付着が低減される。

【0048】

しかし、段差 D を設けることによって、流体の流れに剥離が発生するという問題が生じる。発生した剥離は、下流側で徐々に自然消滅するが、自然消滅した後に発熱抵抗体 3 が位置するようになると、センサ素子 2 のチップサイズが大きくなってしまう。そこで、剥離を強制的に消滅させるために、センサ素子 2 に対面する測定用通路壁部分に絞り 9 を設けた。この絞り 9 により、剥離流れが圧縮され消滅する。

【0049】

図 4 に発熱抵抗体 3 の位置を変化させたときの、主通路 10 の流量とセンサ素子 2 の出力感度の関係を示す。また、図 5 に、図 4 に示される高流量での感度と凹部 5 の上流側端

10

20

30

40

50

縁 5 a から発熱抵抗体 3 (の中心) までの距離 L (図 3 も参照) の関係を示す。段差 D により発生する剥離は特に高流量での出力感度低下の要因となり、L を 1 mm 以下とすると、高流量での出力感度が大きく低下する。L が 1 . 2 mm、1 . 5 mm となると感度低下が小さくなり、1 . 5 mm 以上とすることでほぼ一定の出力感度となる。したがって、上記構成とした場合 L = 1 . 5 mm 以上とすることで、段差 D による剥離の影響を受けない。

【 0 0 5 0 】

自動車用エンジンの吸入空気は、エンジン回転数により脈動が大きく吸入空気に逆流が発生することがある。逆流発生時においても、前記流れの乱れ (剥離) の影響を低減する必要がある。この場合、センサ素子 2 の下流側の段差からも 1 . 5 mm 以上離隔した位置に発熱抵抗体 3 (の中心) を形成することが好ましい。したがって、空気の流れ方向のセンサ素子 2 の大きさを 3 . 0 mm 以上とし、発熱抵抗体 3 をセンサ素子 2 の中心に形成することが好ましい。また、下流側にも絞り (斜面 9 b 部分) を設け、センサ素子 3 の上下流が対称な構造となるように構成することが好ましい。なお、かかる逆流の測定を必要としない場合は、順方向のみ考慮すればよく、発熱抵抗体 3 をセンサ素子 2 の中心よりも下流側に形成することで、センサ素子のサイズを小さくすることができる。

【 0 0 5 1 】

また、絞り 9 によって、段差 D で発生した剥離を抑制するためには、最低でも段差 D に相当する絞りを形成する必要がある。すなわち、センサ素子 2 の対面壁に形成した絞りの 9 (の斜面 9 a 部分) の平均勾配を (Y / X [ただし、Y : 勾配面の高さ、X : 勾配面の流れ方向に沿った長さ]) とすると、前記段差 D (凹部 5 の上流側端縁 5 a) から前記センサ素子 2 上の発熱抵抗体 3 (の中心) までの距離 L を、 $L > D \cdot$ とする。こうすることで、段差 D に起因して生じた流体の流れの乱れ (剥離) が、前記絞り 9 によって抑制されて安定した流れになった後、つまり、段差 D に起因して生じる流体の流れの乱れ (剥離) の影響を受けることなく、発熱抵抗体 3 により流量測定ができる。

【 0 0 5 2 】

< 第 2 実施形態 >

図 6 は、本発明第 2 実施形態の熱式流量センサ 1 B の主要部を示している。本実施形態の熱式流量センサ 1 B において、第 1 実施形態の熱式流量センサ 1 A の各部に対応する部分には共通の符号を付して、以下においては相違点を重点的に説明する。本実施形態では、ベース部 4 に形成された凹部 5 の上流側上端角部 5 d 及び下流側上端角部 5 e を傾斜面 (面取り) とした。すなわち、段差によって発生する剥離は、通路形状が急激に変化するほど大きくなる。したがって、凹部 5 の上下流端上部の角 5 d、5 e を傾斜面として、徐々に通路形状を変化させることによって剥離を低減することが可能である。なお、角部は、面取りした形状の他、R (丸み) を付けた形状にしてもよい。

【 0 0 5 3 】

< 第 3 実施形態 >

図 7 は、本発明第 3 実施形態の熱式流量センサ 1 C の主要部を示している。本実施形態の熱式流量センサ 1 C において、第 1 実施形態の熱式流量センサ 1 A の各部に対応する部分には共通の符号を付して、以下においては相違点を重点的に説明する。本実施形態では、発熱抵抗体 3 を、センサ素子 2 の中心よりも下流側に位置するように形成する。すなわち、凹部 5 の上流側端縁 5 a から発熱抵抗体 3 (の中心) までの距離を L 1、発熱抵抗体 3 から凹部 5 の下流側端縁 5 b までの距離を L 2 とすると、 $L 1 > L 2$ となる。センサ素子 2 の対面壁に形成した絞り 9 ' は、Y を勾配面の高さ、上流側端縁 5 a から最狭部上流端までの距離を X 1、最狭部下流端から下流側端縁 5 b までの距離を X 2 とすると、 $X 1 > X 2$ となる。

【 0 0 5 4 】

このようにされることにより、次のような利点を得られる。すなわち、自動車エンジン等の内燃機関の吸入空気量は、シリンダーへ流れる順流と、その逆方向へと流れる逆流が存在する。しかし、ほとんどは順方向の流れが支配的である。このような場合、両方向に

対して同じ測定範囲を設ける必要はない。順流に対しては、高流量まで剥離の影響を受けない構成とし、逆流に対しては低流量のみ剥離の影響を受けない構成とすることができる。段差や絞りによる流体の剥離は、段差が大きいほど、また、絞り量が大きいほど低流量で剥離が始まる。したがって、逆流方向の絞りは順流方向の絞りよりも勾配を大きくすることができるので、 $X_1 > X_2$ とすることができ、センサ素子 2 や測定用通路部 8 等を小型化することができる。

【 0 0 5 5 】

< 第 4 実施形態 >

図 8 は、本発明第 4 実施形態の熱式流量センサ 1 D の主要部を示している。本実施形態の熱式流量センサ 1 D において、第 1 実施形態の熱式流量センサ 1 A の各部に対応する部分には共通の符号を付して、以下においては相違点を重点的に説明する。本実施形態では、ベース部 4 に形成した凹部 5 の上流側上端縁及び下流側上端縁に、凹部 5 の開口面積が小さくなるように軒部 2 5、2 5 を設けた。軒部 2 5 はセンサ素子 2 上に張り出す。本実施形態では、凹部 5 を形成したベース部 4 の表面に、貫通穴が設けられた板状の部材を重ねることで、軒部 2 5 を形成している。軒部 2 5 は、根元から先端にかけて薄くなる形状とする。

10

【 0 0 5 6 】

このようにされることにより、次のような利点が得られる。すなわち、本実施形態は、第 2 実施形態と同様に段差による流体の剥離を低減するとともに、センサ素子 2 の裏面への流体の周り込みを低減する。軒部 2 5 は、先端部を薄くし断面形状が三角形となるように形成し、ベース部 4 の表面とセンサ素子 2 表面との間に形成される段差を小さくする構成となっている。したがって、測定用通路部 8 の通路形状が緩やかに変化するため、流れの剥離が発生し難くなる。また、軒形状とすることで、ベース部 4 とセンサ素子 2 との隙間に流体が流れ込むことも低減される。

20

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、センサ素子 2 の上流側と下流側に軒部 2 5 を形成しているが、上流側のみに軒部を形成してもよい。また、本実施形態では、軒部 2 5 を形成するために、ベース部 4 表面に貫通穴が設けられた板状の部材を重ねる構造としたが、軒部 2 5 をベース部 4 と一体形成する構造としてもよい。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 8 】

【 図 1 】 本発明第 1 実施形態の熱式流量センサを主通路に設置した状態を示す横断面図。

【 図 2 】 図 1 の A - A 矢視線に従う拡大断面図。

【 図 3 】 図 3 は、図 2 の B 部の拡大図。

【 図 4 】 主通路流量とセンサ素子出力との関係を示すグラフ。

【 図 5 】 センサ素子出力と発熱抵抗体の位置との関係を示すグラフ。

【 図 6 】 本発明第 2 実施形態の熱式流量センサの主要部を示す断面図。

【 図 7 】 本発明第 3 実施形態の熱式流量センサの主要部を示す断面図。

【 図 8 】 本発明第 4 実施形態の熱式流量センサの主要部を示す断面図。

40

【 符号の説明 】

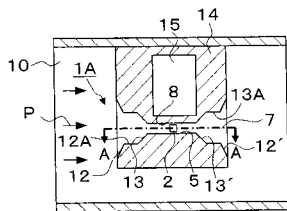
【 0 0 5 9 】

- 1 A、1 B、1 C、1 D・・・熱式流量センサ
- 2・・・センサ素子
- 3・・・発熱抵抗体
- 4・・・ベース部
- 5・・・凹部
- 6・・・接着剤
- 7・・・副通路
- 8・・・測定用通路部
- 9・・・絞り

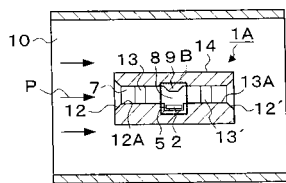
50

- 1 0 . . . 主通路
- 1 2 . . . 開口部
- 1 3 . . . 絞り
- 1 4 . . . ハウジング
- 1 5 . . . 回路基板
- 2 5 . . . 軒部

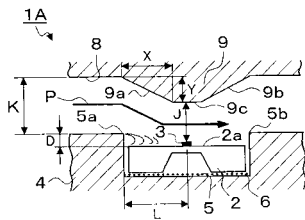
【 図 1 】



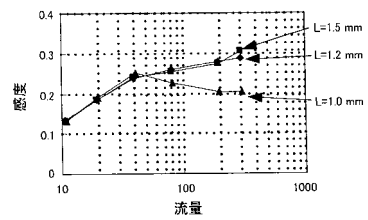
【 図 2 】



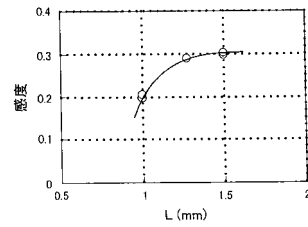
【 図 3 】



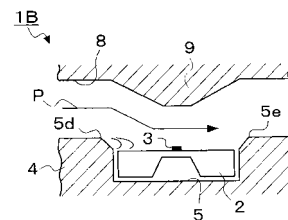
【 図 4 】



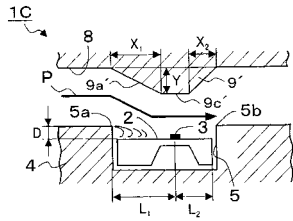
【 図 5 】



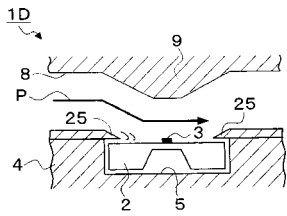
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 泉

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

審査官 岸 智史

(56)参考文献 特開2001-004420(JP,A)

特開2003-315126(JP,A)

特開2000-310552(JP,A)

特開2002-236044(JP,A)

特開2002-174540(JP,A)

特開2005-140544(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/68