

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年11月22日 (22.11.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/88486 A1

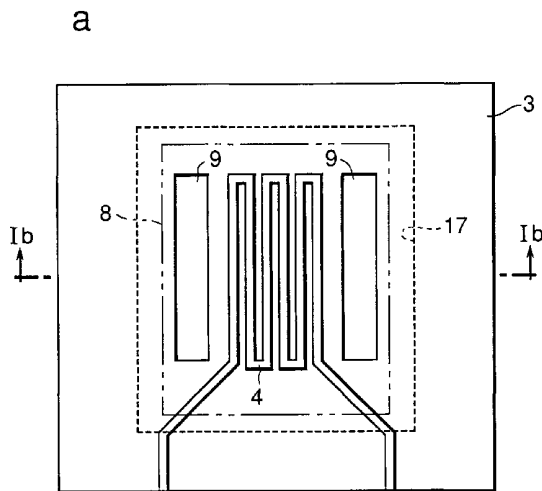
- (51) 国際特許分類: G01F 1/68, 15/04
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/03210
- (22) 国際出願日: 2000年5月19日 (19.05.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂井裕一 (SAKAI, Yuichi) [JP/JP]. 山下 彰 (YAMASHITA,

- Akira) [JP/JP]. 田口元久 (TAGUCHI, Motohisa) [JP/JP]. 山川智也 (YAMAKAWA, Tomoya) [JP/JP]. 河合正浩 (KAWAI, Masahiro) [JP/JP]. 堤 和彦 (TSUTSUMI, Kazuhiko) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青山 葆, 外(AOYAMA, Tamotsu et al.); 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

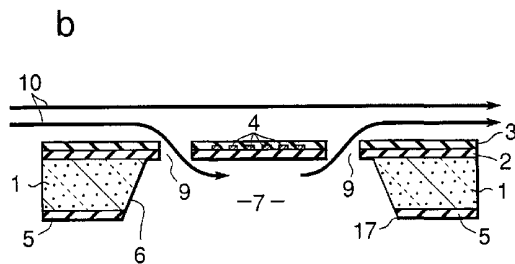
[続葉有]

(54) Title: HEAT-SENSITIVE TYPE FLOW RATE DETECTING ELEMENT AND HOLDER THEREFOR

(54) 発明の名称: 感熱式流量検出素子及びそのホルダ



(57) Abstract: A flow rate detecting element used in heat-sensitive type flow rate sensors for measuring the flow rate of various fluids, particularly, suction air in internal combustion engines. The flow rate detecting element comprises a thin film layer formed by laminating an insulative support film and a protective film on one surface of a planar substrate, wherein the thin film layer is provided with a heat-generating resistor portion and a comparative resistor portion by means of a heat-sensitive resistor disposed in a predetermined pattern between the support film and the protective film, and at least portions of the regions respectively facing the heat-generating resistor and the comparative resistor on the planar substrate are provided with recessed portions extending through the planar substrate in the direction of the thickness, while a fluid passage is provided that communicates with the recessed portion facing the comparative resistor to feed fluid to the recessed portion. The comparative resistor detects the fluid temperature with good responsiveness and on the basis of this information the flow rate or flow speed of fluid can be more accurately measured by the heat-generating resistor.



WO 01/88486 A1

[続葉有]



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

種々の流体、特に内燃機関の吸入空気の流量を測定するための感熱式の流量センサに用いる流量検出素子を提供する。流量検出素子は、平板状基材の1つの表面に絶縁性の支持膜及び保護膜を積層してなる薄膜層を有し、薄膜層には支持膜と保護膜との間に感熱抵抗を所定のパターンで配することによって発熱抵抗部及び比較抵抗部が設けられており、平板状基材において発熱抵抗部及び比較抵抗部にそれぞれ面する領域の少なくとも一部には、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部が設けられており、比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる流体流路が設けられて構成されている。比較抵抗部で流体温度を応答性よく検知し、その情報に基づいて、発熱抵抗部で流体の流量又は流速をより正確に測定することができる。

明 細 書

感熱式流量検出素子及びそのホルダ

5 技術分野

本発明は、流体の流量を測定する感熱式の流量センサに用いる流量検出素子に関する。本発明は、また、そのような流量検出素子を実際に使用する場合に、流量検出素子を収容する素子ホルダにも関する。

10 本発明に係る流量検出素子は、種々の流体、例えば気体及び／又は液体の流量、好ましくは気体、特に空気及び／又はその他の混合気体の流量を測定するために用いることができる。本発明に係る流量検出素子は、特に内燃機関の吸入空気量の計測等に好適に用いることができる。

背景技術

15 本出願人は、本発明と同様の動作原理を有する感熱式の流量検出素子に関する発明について既に出願しており（特開平11-23338号）、図9(a)はその基本的形態の要部に関する模式的な平面図を示しており、図9(b)は図9(a)のIXB-IXB線についての模式的な断面図を示している。

20 図9において、31はシリコン半導体よりなる平板状基材であり、32は窒化シリコンよりなる絶縁性の支持膜であり、34、35、36及び37は例えば白金により形成されている感熱抵抗であって、34は発熱抵抗部、35及び36は測温抵抗部、37は比較抵抗部であり、33は窒化シリコンよりなる絶縁性の保護膜である。

25 図9(b)に示すように、平板状基材31の右側部分においては、基材の一部をエッチングなどの手段によって所定の寸法及び形状にて除去することによって、凹部38が設けられている。平板状基材31の左側部分においては、これも基材の一部をエッチングなどの手段によって所定の寸法及び形状にて除去することによって、基材31の下面側からほぼ三角形形状の断面を有する切欠き部39が基材31の上面側に達しないように設けられている。ここで、下面側及び上面側と

いう用語は、説明の便宜上、本発明の流量検出素子の縦断面を示す図面についての上下方向を図面の用紙の上下方向と対応させて用いている。

平板状基材 3 1 の上面側には支持膜 3 2 及び保護膜 3 3 が積層されており、支持膜 3 2 と保護膜 3 3 との間には、発熱抵抗部 3 4、測温抵抗部 3 5、3 6 及び比較抵抗部 3 7 が、図 9 (a) に示すような所定のパターンにて配されている。ここで、図 9 (a) において、発熱抵抗部 3 4 及びその両側に配されている測温抵抗部 3 5、3 6 を含む、二点鎖線で示す部分は発熱抵抗領域 4 0 を構成している。発熱抵抗領域 4 0 は支持膜 3 2 と保護膜 3 3 とを積層してなる薄膜からなり、その下面側に凹部 3 8 が存在することによって、平板状基材 3 1 に接触しない、いわゆるダイヤフラム構造となっている。

また、比較抵抗部 3 7 の下面側において、平板状基材 3 1 にはその下面側の表面にのみ開口する切欠き部 3 9 が設けられている。しかし、支持膜 3 2 に接触する側において平板状基材 3 1 は残存している。

このような構成を有する流量検出素子は、使用状態においては、各抵抗部 3 4、3 5、3 6 及び 3 7 が図外の電流回路に接続される。例えば、矢印 5 0 で示す方向に流体、例えば空気が流れる場合、比較抵抗部 3 7 が保護膜 3 3 を介してその空気に接触することによって空気の温度を検出する。発熱抵抗部 3 4 の温度は、比較抵抗部 3 7 で検出される温度よりも所定の温度だけ高い温度を維持するように設定される。例えば、自動車用の内燃機関に用いる場合には、発熱抵抗部 3 4 の温度は比較抵抗部 3 7 で検出される温度よりも 2 0 0 °C だけ高い温度を維持するように制御される。

発熱抵抗部 3 4 で発生した熱は、支持膜 3 2 及び保護膜 3 3 を介して測温抵抗部 3 5、3 6 に伝達される。図 9 に示すように、測温抵抗部 3 5 と測温抵抗部 3 6 とは、発熱抵抗部 3 4 を中心にして互いに対称な位置に配置されているので、流体の流れがない場合は、測温抵抗部 3 5 と測温抵抗部 3 6 との間の抵抗値に差は生じない。また、比較抵抗部 3 7 は発熱抵抗部 3 4 から所定の距離だけ離れて設けられているため、発熱抵抗部 3 4 で発生した熱は比較抵抗部 3 7 には実質的に伝達されず、従って比較抵抗部 3 7 の温度は周囲の流体、例えば空気の温度とほぼ等しい温度になっている。

このような流量検出素子に対して、矢印50で示す方向に流体、例えば空気が流れる場合、発熱抵抗部34の温度は測定すべき流体の温度よりも一般に高い温度に設定されるため、上流側の測温抵抗部35は流体によって冷却され、その温度が降下する。他方、下流側の測温抵抗部36は、発熱抵抗部34で発生した熱が流体によって伝達されるため、より小さい温度降下を示すか又は温度上昇を示す。従って、矢印50で示す方向に流体が流れる場合には、上流側の測温抵抗部35は下流側の測温抵抗部36よりも低温になり、2つの測温抵抗部35・36が示す抵抗値の差は、流体の流量又は流速が大きいほど大きくなる。従って、測温抵抗部35と測温抵抗部36の抵抗値の差を検出することによって、流体の流量又は流速を測定することができる。

流体が矢印50とは逆の方向に流れる場合には、上述した場合とは逆に、上流側となる測温抵抗部36が下流側となる測温抵抗部35よりも低温になるので、流体の流れの方向を検出することも可能である。

また、このような感熱式の流量検出素子は、流体の流れの乱れを防止すること、及び発熱抵抗部又は比較抵抗部と流体との接触を効率よく行わせることを目的として、実際には、素子ホルダに入れて使用されている。そのような素子ホルダについても本出願人は既に出願している（特開平10-293052）。

上述したような流量検出素子による流量計測は流体による熱伝達現象を利用するものであるため、流量を正確に測定するためには、その流体の温度を正確にモニターする必要がある。従って、流体の温度が変化する場合であっても、基板上の比較抵抗部37は遅延なくその温度変化を検知する必要がある。例えば、自動車内燃機関の吸入空気量を計測する場合、走行中、例えばトンネルの出入口等において吸入空気温度が急激に変化することがあるが、そのような場合にも、内燃機関の最良の性能を発揮させるためには、空気の温度を迅速かつ正確に検出する必要がある。そのため、流量検出素子には、吸入空気温度に対する良好な応答性が要求される。

ここで、シリコンは比較的大きな熱容量を有しているため、比較抵抗部37の下面側にシリコン製の基材31が存在する場合には、比較抵抗部37については見かけ上の熱容量が大きくなってしまい、流量検出素子の流体温度変化に対する

応答性には一定の限界があった。

発明の開示

そこで、比較抵抗部 37 について、発熱抵抗領域 40 と同様にダイヤフラム構造を採用することも試みられている。しかしながら、比較抵抗部 37 にはより良好な温度応答性が求められており、即ち流体温度の変化を検知する時間は短ければ短い程好ましく、比較抵抗部 37 についてダイヤフラム構造を採用する場合であっても、更に良好な温度応答性が求められている。

この出願は、上述したような感熱式流量検出素子において、特に比較抵抗部の温度応答性に着目して、より向上した温度応答性を示す構造を有する比較抵抗部を備えた流量検出素子を提供することを第 1 の目的とする。

この出願は、そのような良好な温度応答性を示す構造を有する比較抵抗部を備えた感熱式の流量検出素子を、実際に使用する際に、収容する素子ホルダを提供することを第 2 の目的とする。

この出願の第 1 の形態に係る流量検出素子の発明は、

平板状基材の 1 つの表面に絶縁性の支持膜及び保護膜を積層してなる薄膜層を有しており、

薄膜層において、支持膜と保護膜との間に感熱抵抗を所定のパターンで配することによって発熱抵抗部及び比較抵抗部が設けられており、

平板状基材において発熱抵抗部及び比較抵抗部にそれぞれ面する領域の少なくとも一部には、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部が設けられており、

比較抵抗部で検知する流体温度の情報に基づいて、発熱抵抗部で流体の流量又は流速を測定する感熱式の流量検出素子であって、

比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる流体流通路が設けられていることを特徴とする。

このように構成された流量検出素子によれば、比較抵抗部に面する凹部に流体流通路が連絡することによって、その流体流通路を通して流体を凹部の中に円滑に流通させて、ダイヤフラム構造となっている比較抵抗部の下面側にも流体を十分に接触させることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部はその上面側

及び下面側の両方で流体に接触することができ、下面側に接触する流体も流体流通路を通して速やかに流れるので、流体の温度を鋭敏に検知することができる。従って、流体の温度が急激に変化する場合であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

5 この出願の第2の形態に係る流量検出素子の発明は、第1の形態に係る流量検出素子において、少なくとも2つの流体流通路を有することを特徴とする。

 このように構成された流量検出素子においては、少なくとも1つの流体流通路を流体の導入側とし、少なくとも1つの流体流通路を流体の導出側と設定することができ、流体を凹部へより円滑に流通させることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は流体の温度を鋭敏に検知することができ、流体の温度が急激
10 に変化する場合であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

 この出願の第3の形態に係る流量検出素子の発明は、第1の形態に係る流量検出素子において、測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の上流側
15 に少なくとも1つの流体流通路が設けられていることを特徴とする。

 このように構成された流量検出素子においては、測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の上流側に少なくとも1つの流体流通路を設けること
20 によって、流体はその流体流通路を通して凹部へ流入しやすくなり、流体の凹部への流通をより円滑に行わせることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は流体の温度を鋭敏に検知することができ、流体の温度が急激に変化する場合
 であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

 この出願の第4の形態に係る流量検出素子の発明は、第1の形態に係る流量検出素子において、測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の下流側
25 に少なくとも1つの流体流通路が設けられていることを特徴とする。

 このように構成された流量検出素子においては、測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の下流側に少なくとも1つの流体流通路を設けること
 によって、流体はその流体流通路を通して凹部から流出しやすくなり、流体の凹部への流通をより円滑に行わせることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は流体の温度を鋭敏に検知することができ、流体の温度が急激に変化する場

合であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

この出願の第5の形態に係る流量検出素子の発明は、第1の形態に係る流量検出素子において、比較抵抗部及び発熱抵抗部は、測定すべき流体の主たる流れ方向に交差する線上に配されていることを特徴とする。

- 5 このように構成された流量検出素子においては、比較抵抗部と発熱抵抗部とを測定すべき流体の主たる流れ方向に交差する線上に配することによって、比較抵抗部に接触した流体がその後に発熱抵抗部に接触したり、これとは逆に発熱抵抗部に接触した流体がその後に比較抵抗部に接触したりすることを防止することができ、比較抵抗部と発熱抵抗部とが相互に熱的な影響を及ぼし合うことを防止する
- 10 ことができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は、発熱抵抗部の影響を受けることなく、流体の温度をより正確に検知することができる。また、発熱抵抗部は、比較抵抗部の影響を受けることなく、流体との相互作用による温度変化を検知することができる。

- この出願の第6の形態に係る流量検出素子の発明は、第1の形態に係る流量検
- 15 出素子において、比較抵抗部及び発熱抵抗部は、測定すべき流体の主たる流れ方向に直交する線上に配されていることを特徴とする。

- このように構成された流量検出素子においては、比較抵抗部と発熱抵抗部とを測定すべき流体の主たる流れ方向に直交する線上に配することによって、比較抵抗部に接触した流体がその後に発熱抵抗部に接触したり、これとは逆に発熱抵抗部に接触した流体がその後に比較抵抗部に接触したりすることを防止することができ、比較抵抗部と発熱抵抗部とが相互に熱的な影響を及ぼし合うことを防止
- 20 することができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は、発熱抵抗部の影響を受けることなく、流体の温度をより正確に検知することができる。また、発熱抵抗部は、比較抵抗部の影響を受けることなく、流体との相互作用による温度変化を
- 25 検知することができる。

 この出願の第7の形態に係る流量検出素子の発明は、

 平板状基材の1つの表面に絶縁性の支持膜及び保護膜を積層してなる薄膜層を有しており、

 薄膜層において、支持膜と保護膜との間に感熱抵抗を所定のパターンで配する

ことによって発熱抵抗部及び比較抵抗部が設けられており、

平板状基材において発熱抵抗部及び比較抵抗部にそれぞれ面する領域の少なくとも一部には、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部が設けられており、

5 比較抵抗部で検知する流体温度の情報に基づいて、発熱抵抗部で流体の流量又は流速を測定する感熱式の流量検出素子であって、

比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる少なくとも2つの流体流通路が設けられており、

各流体流通路として、

10 (i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

(ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

(iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

15 の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することを特徴とする。

このように構成された流量検出素子においては、第1に、比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる少なくとも2つの流体流通路を有することによって、少なくとも1つの流体流通路を流体の導入側とし、少なくとも1つの流体流通路を流体の導出側と設定することができ、流体を凹部へより円滑に流通させることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は流体の温度を鋭敏に検知することができ、流体の温度が急激に変化する場合であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

25 このように構成された流量検出素子においては、第2に、各流体流通路として、上述するような(i)孔、(ii)溝、及び(iii)管状路の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することによって、各流体流通路を通して凹部への流体の円滑な流通を確保することができる。

この出願の第8の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第7の形態に係る流量検出素子において、

上流側の流体流通路として、薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面

側と下面側との間で流体を流通させる孔を有しており、

下流側の流体流通路として、

(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

5 (ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

(iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することを特徴とする。

10 このように構成された流量検出素子は、上流側の流体流通路として孔を有しており、下流側の流体流通路としては孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の流通路を有していることによって、上流側の孔を通して凹部へ流体を流入させ、その流体は凹部から、孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の下流側の流通路を通して流出させることができ、凹部への流体の円滑な流通を確保す
15 ることができる。従って、比較抵抗部の下面側へも流体を十分に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

この出願の第9の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第8の形態に係る流量検出素子において、上流側にスリットの形態の流体流通路を有し、薄膜層が比較抵抗部の少なくとも一部において、基材の反対側へ凸となるように湾曲している
20 ことを特徴とする。

このように構成された流量検出素子は、薄膜層を比較抵抗部の少なくとも一部において基材の反対側へ凸となるように湾曲させることによって、孔を通して凹部への流体の流入をより円滑に行うことができる。従って、比較抵抗部の下面側に流体をより効率的に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性
25 を示すことができる。

この出願の第10の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第9の形態に係る流量検出素子において、下流側にスリットの形態の流体流通路を有することを特徴とする。

このように構成された流量検出素子は、上流側及び下流側の両方の流体流通路

をスリットとし、薄膜層を比較抵抗部の少なくとも一部において基材の反対側へ凸となるように湾曲させることによって、スリットを通して凹部への流体の流通をより円滑に行うことができる。従って、比較抵抗部の下面側に流体をより効率的に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

5

この出願の第11の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第7の形態に係る流量検出素子において、

上流側の流体流通路として、基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝を有しており、

10

下流側の流体流通路として、

(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

(ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

15

(iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することを特徴とする。

このように構成された流量検出素子は、上流側の流体流通路として溝を有しており、下流側の流体流通路としては孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することによって、上流側の溝を通して凹部へ流体を流入させ、その流体は凹部から、孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の下流側の流通路を通して流出させることができ、凹部への流体の円滑な流通を確保することができる。従って、比較抵抗部の下面側へも流体を十分に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

20

25

この出願の第12の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第11の形態に係る流量検出素子において、流体流通路としての溝を、比較抵抗部に面する凹部壁面又は基材の端部壁面に連絡する開口部における断面積が、溝のその他の部分における断面積よりも大きくなるように設けることを特徴とする。

このように構成された流量検出素子は、比較抵抗部に面する凹部壁面又は基材の端部壁面に連絡する開口部における溝の断面積が、溝のその他の部分における断面積よりも大きく設けられているので、流体が溝の中へ流入しやすくなり、かつ、流体が溝から流出しやすくなる。従って、比較抵抗部の下面側へも流体をより円滑に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

この出願の第13の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第7の形態に係る流量検出素子において、

上流側の流体流通路として、比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路を有しており、

下流側の流体流通路として、

(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

(ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

(iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することを特徴とする。

このように構成された流量検出素子は、上流側の流体流通路として管状路を有しており、下流側の流体流通路としては孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の流通路を有していることによって、上流側の管状路を通して凹部へ流体を流入させ、その流体は凹部から、孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の下流側の流通路を通して流出させることができ、凹部への流体の円滑な流通を確保することができる。従って、比較抵抗部の下面側へも流体を十分に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

この出願の第1の形態に係る素子ホルダの発明は、

平板状基材の1つの表面に絶縁性の支持膜及び保護膜を積層してなる薄膜層を有しており、

薄膜層において、支持膜と保護膜との間に感熱抵抗を所定のパターンで配する

ことによって発熱抵抗部及び比較抵抗部が設けられており、

平板状基材において発熱抵抗部及び比較抵抗部にそれぞれ面する領域の少なくとも一部には、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部が設けられており、

比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる流体流通路が設けられており、

比較抵抗部で検知する流体温度の情報に基づいて、発熱抵抗部で流体の流量又は流速を測定する感熱式の流量検出素子を収容する素子ホルダであって、

全体として翼形状を有しており、

比較抵抗部を基準としてその上流側及び下流側の領域のホルダ表面において、それぞれ少なくとも1つの開口部を有することを特徴とする。

このように構成された素子ホルダは、全体として翼形状を有するため、素子ホルダの周囲において流体の流れをほとんど乱さず、むしろ整流作用を示して、比較抵抗部の上流側の開口部からホルダの内部へ流体を導入し、収容している流量検出素子、特にその比較抵抗部に対してその流体を十分に接触させた後、流体を下流側の開口部からホルダの外部へ排出することができるので、収容している流量検出素子に十分に流体を接触させることができる。従って、流体の流れを実質的に乱すことなく、流量検出素子の比較抵抗部に良好な温度応答性を発揮させることができる。

この出願の第2の形態に係る素子ホルダの発明は、第1の形態に係る素子ホルダにおいて、比較抵抗部の上流側に位置する開口部は、収容している流量検出素子の上面に対応する位置に設けられていることを特徴とする。

このように構成された素子ホルダは、流量検出素子の上流側の流体流通路として孔を有する流量検出素子と組み合わせて使用する場合に、素子ホルダの上流側の開口部と、収容している流量検出素子における流体流通路としての孔とを対向させることができるので、素子ホルダ内及び流量検出素子の周囲における流体の流通をより円滑に行わせることができる。

この出願の第3の形態に係る素子ホルダの発明は、第1の形態に係る素子ホルダにおいて、比較抵抗部の上流側に位置する開口部の下側縁部は、収容している流量検出素子における基材の端部壁面に対応する位置に設けられていることを特

徴とする。

このように構成された素子ホルダは、基材の上流側の端部壁面に開口する管状路を有する流量検出素子と組み合わせて使用する場合に、素子ホルダの上流側の開口部と、收容している流量検出素子における流体流通路としての管状路とを対向させることができるので、素子ホルダ内及び流量検出素子の周囲における流体の流通をより円滑に行わせることができる。

この出願の第4の形態に係る素子ホルダの発明は、第1の形態に係る素子ホルダにおいて、比較抵抗部の上流側に位置する開口部の下側縁部は、收容している流量検出素子における基材の下側表面又はそれより下側の位置に設けられていることを特徴とする。

このように構成された素子ホルダは、流量検出素子の上流側の流体流通路として基材の下側表面に設けられた溝を有する流量検出素子と組み合わせて使用する場合に、素子ホルダの上流側の開口部と、收容している流量検出素子における流体流通路としての溝とを対向させることができるので、素子ホルダ内及び流量検出素子の周囲における流体の流通をより円滑に行わせることができる。

図面の簡単な説明

図1は、流量検出素子に係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、特に実施の形態1～4、9又は12についての特徴を示しており、図1aは流量検出素子の比較抵抗部及びその周囲を示す平面図であり、図1bは図1aにおけるI b - I b線についての断面図である。

図2は、流量検出素子に係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、特に実施の形態13及び14についての特徴を示しており、図2aは流量検出素子の比較抵抗部及びその周囲を示す平面図であり、図2bは図2aにおけるII b - II b線についての断面図、図2cは図2aにおけるII c - II c線についての断面図である。

図3は、流量検出素子に係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、特に実施の形態1～4及び15についての特徴を示しており、図3aは流量検出素子の比較抵抗部及びその周囲を示す平面図であり、図3bは図3aにおける

III b - III b 線についての断面図、図 3 c は図 3 a を右側方から観察した状態の端面図である。

図 4 は、流量検出素子に係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、特に実施の形態 1 ~ 4、9 及び 15 についての特徴を示しており、図 4 a は流量
5 検出素子の比較抵抗部及びその周囲を示す平面図であり、図 4 b は図 4 a における IV b - IV b 線についての断面図、図 4 c は図 4 a を右側方から観察した状態の端面図である。

図 5 は、流量検出素子に係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、特に実施の形態 1 ~ 4、9 及び 16 についての特徴を示しており、図 5 a は流量
10 検出素子の比較抵抗部及びその周囲を示す平面図であり、図 5 b は図 5 a における V b - V b 線についての断面図、図 5 c は図 5 a を右側方から観察した状態の端面図である。

図 6 は、流量検出素子に係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、特に実施の形態 1 4 についての特徴を示しており、図 6 a は流量検出素子の比較
15 抵抗部及びその周囲を示す平面図であり、図 6 b は図 6 a における VI b - VI b 線についての断面図、図 6 c は図 6 a を右側方から観察した状態の端面図である。

図 7 は、素子ホルダに係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、特に素子ホルダの第 2 又は第 3 の形態についての特徴を示しており、図 7 a は流
20 量検出素子を収容している状態の素子ホルダについて、流量検出素子と、流量検出素子の上部表面に対応する高さでの素子ホルダの水平断面図とを模式的に示しており、図 7 b は図 7 a における VII b - VII b 線についての断面図、図 7 c は図 7 a における端面図である。図 7 a は図 7 b における VII a - VII a 線についての断面図に対応する。

図 8 は、素子ホルダに係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、特に素子ホルダの第 4 の形態についての特徴を示しており、図 8 a は流量検出素
25 子を収容している状態の素子ホルダについて、流量検出素子と、流量検出素子の上部表面に対応する高さでの素子ホルダの水平断面図とを模式的に示しており、図 8 b は図 8 a における VIII b - VIII b 線についての断面図、図 8 c は図 8 a における端面図である。図 8 a は図 8 b における VIII a - VIII a 線についての断面

図に対応する。

図9は、従来のダイヤフラム型の感熱式流量検出素子の基本的構成を示す模式図であって、図9 aは流量検出素子を収容している状態の素子ホルダについて、流量検出素子を模式的に示しており、図9 bは図9 aにおけるIX b - IX b 線につ

5

図10は、流量検出素子に係る発明において、基材の中を貫通する管状路を形成する工程を模式的に示す図であって、図10 aはエレクトロケミカルエッチングを行う前の状態の基材の下面を示す図であり、図10 bは基材の下面側の表面にV字溝 a を形成した状態を示す端面図、図10 cは基材の下面側においてV字溝 a から下方へ、溝 b 及び溝 c を形成した状態を示す端面図、図10 dは基材の下面側において、溝 b の部分を塞いで、溝 c の部分を残すことによって管状路を形成した状態を示す端面図である。

10

発明を実施するための最良の形態

15

以下、この出願に係る各発明について、各実施の形態に基づいて説明する。

実施の形態 1

この出願の流量検出素子の発明に係る第1の形態は、図1～6に模式的に示されている。

20

図1について説明すると、1は例えば厚さ約400 μm のシリコンウェハからなる平板状基材であり、この平板状基材1の上面側に、厚さ約1 μm の窒化シリコン膜からなる支持膜2がスパッタリング法等により形成されている。支持膜2の上には、白金よりなる感熱抵抗が、例えば0.2 μm の厚さに、蒸着法やスパッタリング法等によって図に示すような所定のパターンにて配設されて、比較抵抗部4を形成している。この比較抵抗部4は、写真製版法、ウェットエッチング法あるいはドライエッチング法等を用いてパターンニングを行うことにより形成された電流路である。支持膜2及び比較抵抗部4の上面側には、厚さ約1 μm の窒化シリコン膜からなる保護膜3がスパッタリング法等により形成されている。比較抵抗部4をサンドイッチ状に挟んで、支持膜2及び保護膜3を積層して形成さ

25

れる層を、この明細書において薄膜層とも称する。

5 平板状基材 1 の下面側、即ち、基材 1 において支持膜 2 が形成されている側の表面とは反対側の表面は、裏面保護膜 5 によって被覆されている。裏面保護膜 5 は、基材の下面側を保護するための層であって、例えば SiO_2 などによって形成されている。

次いで、裏面保護膜 5 の下面側表面に、基材の下面側に形成しようとする凹部の形状に対応するエッチングホールを形成する。図において、17 は、エッチングホールの外側の輪郭線を示している。エッチングホールは写真製版法等によって形成される。

10 エッチングホールを形成した後、所定のエッチング、例えばアルカリエッチング等によって、基材 1 が部分的に除去される結果、所定の平面形状（図 1 a ではほぼ四角形）を有し、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部 7 が、基材 1 の下面側に形成される。また、図 1 b に示すように、凹部 7 の縦断面の形状はほぼ台形状をしており、基材の下面側が幅広くなっている。この凹部 7 の寸法及び形状は、従来知られている技術によって形成することもできるし、設計上の都合によ

15 って変更を加えることもできる。

図 1 a において、凹部 7 に面する薄膜層の領域であって、比較抵抗部 4 及びその周囲を含む領域を、四角形の二点鎖線によって囲んで符号 8 で示しているが、説明の便宜上、この領域を比較抵抗領域 8 と称する。従って、流量検出素子の比較抵抗領域 8 の下面側には凹部 7 が形成されているので、比較抵抗領域 8 において薄膜層はいわゆるダイヤフラム構造となっていると表現することができる。

20

流量検出素子には、凹部 7 に連絡して、凹部 7 に流体を流通させる流体流通路が設けられている。

この出願の第 1 の形態に係る流量検出素子の発明では、流体流通路は、基本的に、凹部 7 に連絡して凹部 7 に流体を流通させるという機能を果たすことができ

25

れば、どのような寸法及び形状又は形態を有するものであってもよい。

そのような流体流通路の具体的形態としては、図 1 及び 2 に示すように、比較抵抗部の左右両側に配され、薄膜層をその厚さ方向に貫通する孔 9 の形態、図 3、4 及び 6 に示すように、基材の下面側に設けられる溝 13、14、16 の形態、

及び図5に示すように、基材の中を貫通する管状路15の形態を例示することができる。

図1に示す場合の孔は、図1aに示すように、平面形状において、矢印10で示す流体の主たる流れ方向に対して垂直な方向に延びる細長い長方形（スリット）の形態を有しており、図1bに示すように、縦断面の形状において、薄膜層を上下方向について垂直に切り落として、ほぼ平行な2つの垂直壁が形成された形状となっているが、本発明ではこのような形状に特に限定されない。流体流通路は、例えば、平面形状において、三角形、四角形その他の多角形の形状や、円形、長円形、楕円形などの丸みを帯びた形状や、複数の直線及び／又は曲線を組み合わせて形成される形状であってもよいし、断面形状において、断面に現れる基材の壁面の輪郭線も、種々の角度で傾斜した直線や種々の曲線によって構成される線、又はそれらの組合せであってもよい。

本発明に関して、流体の主たる流れ方向という用語は、流体が全体として流れる場合の主たる速度成分が向いている方向を意味する。従って、図1～8に示す例ではすべて、流体が局部的に乱流や渦巻き流を形成することがあっても、流体の主たる流れ方向は左から右へ向かう方向である。図1～8では、流体の流れを矢印10で示している。

孔又はスリットの形態の流体流通路は、例えば、基材に薄膜層を積層した状態で、薄膜層をドライエッチング等によってエッチングしておくことによって容易に形成できる。

また、図1においては、図1bに矢印10で示すように、流体は左側から右側へ流れることを想定しており、2つの流体流通路が比較抵抗領域8の上流側及び下流側に設けられている。しかし、薄膜層の下面側に設けた凹部7への流体の流通をより円滑に行わせることができるのであれば、流体流通路の数についても、設ける位置についても特に限定されない。従って、流体流通路の数は1つであっても、流体流通路を設ける位置は図1aにおいて比較抵抗部4の上側部分又は下側部分であっても、この実施の形態1に係る本発明の範囲に含まれる。また、使用状態において、流体が流れる向きについても図面の形態に必ずしも限定されない。

このように構成された流量検出素子によれば、比較抵抗領域に面する凹部に流体流通路が連絡することによって、その流体流通路を通して流体を凹部の中に円滑に流通させて、ダイヤフラム構造となっている比較抵抗領域の下面側にも流体を十分に接触させることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部はその上面側及び下面側の両方で流体に接触することができ、下面側に接触する流体も流体流通路を通して速やかに流れるので、流体の温度を鋭敏に検知することができる。従って、流体の温度が急激に変化する場合であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

5

10 実施の形態 2

この出願の流量検出素子の発明に係る第 2 の形態は、図 1 ～ 6 に模式的に示されている。

この第 2 の形態に係る流量検出素子の発明は、第 1 の形態に係る流量検出素子において、少なくとも 2 つの流体流通路を有することを特徴とする。

15

図 1 及び 2 に示す例では、比較抵抗部 4 の左右両側の 2 箇所スリット形態の流体流通路 9 が設けられており、図 3 及び 6 に示す例では、比較抵抗部 4 の左側に 3 本の溝 1 3 を設けると共に、比較抵抗部 4 の右側にも 3 本の溝 1 3 を設けており、図 4 に示す例では、比較抵抗部 4 の左側に幅広い 1 本の溝 1 4 を設けると共に、比較抵抗部 4 の右側にも幅広い 1 本の溝 1 4 を設けており、図 5 に示す例では、比較抵抗部 4 の左側に 3 本の管状路 1 5 を設けると共に、比較抵抗部 4 の右側にも 3 本の管状路 1 5 を設けている。図 1 ～ 6 を通じて、流量検出素子の基本的構成は、上述した実施の形態 1 の場合と同様である。

20

このように構成された流量検出素子において、比較抵抗部 4 の流体流通路

形態を採用することができる。

実施の形態 3

この出願の流量検出素子の発明に係る第 3 の形態は、図 1 ～ 6 に模式的に示さ
5 れている。

この第 3 の形態に係る流量検出素子の発明は、第 1 の形態に係る流量検出素子
において、測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の上流側に少
なくとも 1 つの流体流通路が設けられていることを特徴とする。

図 1 ～ 6 について、測定すべき流体の主たる流れ方向は、矢印 10 で示すよう
10 に、図面について左側から右側へ向かう方向である。従って、図 1 ～ 6 に示す全
ての場合に関して、比較抵抗部 4 の上流側、即ち、比較抵抗部 4 の左側に流体流
通路が設けられている。図 1 ～ 6 を通じて、流量検出素子の基本的構成は、上述
した実施の形態 1 の場合と同様である。

このように構成された流量検出素子においては、測定すべき流体の主たる流れ
15 方向について、比較抵抗部の上流側に少なくとも 1 つの流体流通路を設けること
によって、流体はその流体流通路を通して凹部へ流入しやすくなり、流体の凹部
への流通をより円滑に行わせることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗
部は流体の温度を鋭敏に検知することができ、流体の温度が急激に変化する場合
であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

20

実施の形態 4

この出願の流量検出素子の発明に係る第 4 の形態は、図 1 ～ 6 に模式的に示さ
れている。

この第 4 の形態に係る流量検出素子の発明は、第 1 の形態に係る流量検出素子
25 において、測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の下流側に少
なくとも 1 つの流体流通路が設けられていることを特徴とする。

図 1 ～ 6 について、測定すべき流体の主たる流れ方向は、矢印 10 で示すよう
に、図面について左側から右側へ向かう方向である。従って、図 1 ～ 6 に示す全
ての場合に関して、比較抵抗部 4 の下流側、即ち、比較抵抗部 4 の右側に流体流

通路が設けられている。図1～6を通じて、流量検出素子の基本的構成は、上述した実施の形態1の場合と同様である。

このように構成された流量検出素子においては、測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の下流側に少なくとも1つの流体流通路を設けること
5 によって、流体はその流体流通路を通過して凹部から流出しやすくなり、流体の凹部への流通をより円滑に行わせることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は流体の温度を鋭敏に検知することができ、流体の温度が急激に変化する場合であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

10 実施の形態5

この出願の流量検出素子の発明に係る第5の形態は、図7又は8に模式的に示されている。

この第5の形態に係る流量検出素子の発明は、第1の形態に係る流量検出素子において、比較抵抗部及び発熱抵抗部は、測定すべき流体の主たる流れ方向に交
15 差する線上に配されていることを特徴とする。

図7及び8に示す例では、比較抵抗部25の左右両側に流体流通路が設けられており、測定すべき流体の主たる流れ方向は、矢印10で示すように、図面について左側から右側へ向かう方向である。

図7及び8に示す流量検出素子23においては、流体が比較抵抗部25の上面
20 側及び下面側に良好に接触するように流体流通路を設けているので、発熱抵抗部が比較抵抗部の熱的影響を受けることを防止するため、図9に示す例のように発熱抵抗部を比較抵抗部の下流側に配することはできない。従って、本発明に係る流量検出素子を使用する場合、発熱抵抗部と比較抵抗部との配置に関して、発熱抵抗部が比較抵抗部によって熱的影響を受けないか又は受けにくいように考慮する必要がある。
25

そこで、図7に示す例では、比較抵抗部25と発熱抵抗部24とを測定すべき流体の主たる流れ方向に交差する線上に配している。図8に示す例でも同様である。

ここで、流体の主たる流れ方向に交差する線とは、流体の主たる流れ方向と平

行な関係にある線を除くすべての線を意味する。従って、比較抵抗部及び発熱抵抗部を、測定すべき流体の主たる流れ方向と平行な線上に配すること以外の態様は、この発明の範囲に含まれる。従って、比較抵抗部と発熱抵抗部とを1枚の平板状基材の同一表面において、測定すべき流体の主たる流れ方向に交差する線上に配するだけでなく、適当な間隔をおいて2枚又はそれ以上の平板状基材を積み重ねる場合に、比較抵抗部を1枚の基材表面に配し、発熱抵抗部をそれより上側又は下側の基材表面に配することもこの発明の範囲に含まれる。

このように構成された流量検出素子においては、比較抵抗部と発熱抵抗部とを測定すべき流体の主たる流れ方向に交差する線上に配することによって、比較抵抗部に接触した流体がその後に発熱抵抗部に接触したり、これとは逆に発熱抵抗部に接触した流体がその後に比較抵抗部に接触したりすることを防止することができる。従って、比較抵抗部と発熱抵抗部とが相互に熱的な影響を及ぼし合うことを防止することができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は、発熱抵抗部の影響を受けることなく、流体の温度をより正確に検知することができる。また、発熱抵抗部は、比較抵抗部の影響を受けることなく、流体との相互作用による温度変化を検知することができる。

実施の形態6

この出願の流量検出素子の発明に係る第6の形態は、図7又は8に模式的に示されている。

この第6の形態に係る流量検出素子の発明は、第1の形態に係る流量検出素子において、比較抵抗部及び発熱抵抗部は、測定すべき流体の主たる流れ方向に直交する線上に配されていることを特徴とする。

図7及び8に示す例では、比較抵抗部25の左右両側に流体流通路が設けられており、測定すべき流体の主たる流れ方向は、矢印10で示すように、図面について左側から右側へ向かう方向である。

この形態においても、上記の実施の形態5の場合と同様の理由から、図9に示す例のように発熱抵抗部を比較抵抗部の下流側に配することはできない。従って、本発明に係る流量検出素子を使用する場合、発熱抵抗部と比較抵抗部との配置に

関して、発熱抵抗部が比較抵抗部によって熱的影響を受けないか又は受けにくいように考慮する必要がある。

そこで、図7に示す例では、比較抵抗部25と発熱抵抗部24とを測定すべき流体の主たる流れ方向に直交する線上に配している。図8に示す例でも同様である。

5

このように構成された流量検出素子においては、比較抵抗部と発熱抵抗部とを測定すべき流体の主たる流れ方向に直交する線上に配することによって、比較抵抗部に接触した流体がその後に発熱抵抗部に接触したり、これとは逆に発熱抵抗部に接触した流体がその後に比較抵抗部に接触したりすることを防止することができ、比較抵抗部と発熱抵抗部とが相互に熱的な影響を及ぼし合うことを防止することができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は、発熱抵抗部の影響を受けることなく、流体の温度をより正確に検知することができる。また、発熱抵抗部は、比較抵抗部の影響を受けることなく、流体との相互作用による温度変化を検知することができる。

10

15

実施の形態7

この出願の流量検出素子の発明に係る第7の形態は、図1～6に模式的に示されている。

この第7の形態に係る流量検出素子の発明は、

20

比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる少なくとも2つの流体流通路が設けられており、

各流体流通路として、

(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

25

(ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

(iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有する

ことを特徴とする。

図1及び2に示す例では、比較抵抗部4の左右両側の2箇所のスリット状の孔9の形態の流体流通路が設けられており、図3及び6に示す例では、比較抵抗部4の左右両側にそれぞれ3本ずつの溝13、16の形態の流体流通路が設けられており、図4に示す例では、比較抵抗部4の左右両側にそれぞれ幅広い1本の溝14の形態の流体流通路が設けられており、図5に示す例では、比較抵抗部4の左右両側にそれぞれ3本ずつの管状路15の形態の流体流通路が設けられている。図1～6を通じて、流量検出素子の基本的構成は、上述した実施の形態1の場合と同様である。

10 (i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔は、図1に示す例では、比較抵抗領域8の内部の領域に設けられているが、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させるという機能を発揮するのであれば、比較抵抗領域8の外側であって、薄膜層の下面側に基材1が存在する部分に設けることもできる。

15 また、孔の平面形状及び縦断面の形状は、実施の形態1において説明したように、図面に示す形状に特に限定されず、例えば、平面形状において、三角形、四角形その他の多角形の形状や、円形、長円形、楕円形などの丸みを帯びた形状や、複数の直線及び／又は曲線を組み合わせて形成される形状であってもよいし、断面形状において、断面に現れる基材の壁面の輪郭線も、種々の角度で傾斜した直線や種々の曲線によって構成される線、又はそれらの組合せであってもよい。

20 (ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝は、図3に示す例では、図3cのように溝13の開口部分における断面形状はほぼ三角形となっており、ほぼ三角形の断面を有する溝13が、比較抵抗部に面する凹部壁面6と基材の1つ端部壁面18との間を連絡して延びている。図4に示す例では、図4cのように溝14の開口部分における断面形状はほぼ台形となっており、ほぼ台形形状の断面を有する溝14が、比較抵抗部に面する凹部壁面6と基材の1つ端部壁面18との間を連絡して延びている。図6に示す例では、溝の形状は全体として図3に示す例と似ているが、比較抵抗部に面する凹部壁面6又は基材の端部壁

面18に連絡する開口部における溝16の断面積が、溝16のその他の部分における断面積よりも大きく設けられている。従って、この第7の形態に係る流量検出素子において、比較抵抗部に面する凹部壁面6と基材の1つ端部壁面18との間が溝によって連絡される場合には、流体は溝の中を円滑に流通することができる。

これらの図の例では、溝は開口断面が三角形又は四角形であって、平面図に示される溝の輪郭線は直線であって、真っ直ぐに延びる形態となっているが、本発明ではこの形態に限定されず、溝の開口断面は、孔の平面形状の場合と同様に種々の形状を採用することができ、平面図に示される溝の輪郭線も1又はそれ以上の直線及び／又は曲線を組み合わせて形成される形状を採用することができる。

(iii)比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路は、図5に示す例によって示しているが、これは一端が凹部を包囲する基材の凹部壁面6に開口し、他端が基材1の1つの端部壁面18に開口して、基材1の内部をチューブ状に貫通する流体流通路15を意味する。図5の例では、管状路は開口断面が四角形であり、平面図に示される溝の両側の輪郭線は直線で、全体として真っ直ぐ延びる形態となっているが、本発明ではこの形態に限定されず、管状路の開口断面の形状は、孔の平面形状の場合と同様に種々の形状を採用することができ、平面図に示される管状路の輪郭線も1又はそれ以上の直線及び／又は曲線を組み合わせて形成される形状を採用することができる。従って、この第7の形態に係る流量検出素子において、凹部壁面6と基材の端部壁面18との間が管状路によって連絡されることによって、流体は管状路の中を円滑に流通することができる。

シリコン基材にこのような管状路を形成するには、エレクトロケミカルエッチングという技術を用いることができる。エレクトロケミカルエッチングの技術については、H. Ohji, P. T. J. Gennissen, P. J. French 及び K. Tsutumi による「FABRICATION OF ACCELEROMETER USING SINGLE-STEP ELECTROCHEMICAL ETCHING FOR MICRO STRUCTURES (SEEMS)」(IEEE MEMS Workshop 1999, Orlando, USA, pp61-65)という論文に詳細に説明されており、本明細書においては上記文献を引用することによって、その開示内容を本明細書に包含することとする。

管状路の具体的な形成方法については、図10a、b、c及びdを参照して説明する。平板状基材1の上面側に薄膜層を積層すること、及び基材1の下面側を裏面保護膜5で被覆することについては、実施の形態1において説明したのと同様に行う。

- 5 図10aは、図5aに示した基材1を下面側から観察し、更に、図の平面内で左へ90度回転させた状態であって、エレクトロケミカルエッチングを行う前の状態の基材の下面を示す図であり、図10b～10dは、図10aの基材1を矢印[Xb-Xd]の方向から観察した端面図である。従って、図10b～dは、図5bに示す平板状基材1を上下方向についてひっくり返して置いた状態を示しており、この図を参照して、エレクトロケミカルエッチング処理の各処理工程につ
- 10 いて説明する。

- 最初に、図10aに示すように、裏面保護膜5の表面に写真製版等を用いて、形成しようとする管状路15の裏面保護膜5側から見た平面形状の基準となるライン19を描く。図10aにおいて管状路15の平面形状は、凹部壁面6と端部壁面18との間で延びる細長い長方形の形状となっており、個々の管状路15の基準となるライン19を一点鎖線で示している。図10aにおいて1つの端部壁面18と凹部壁面6との間に3本の管状路15を形成しようとしているため、ライン19もこれに対応して3本形成されている。ライン19が描かれた基材1に対して、例えばアルカリエッチング等を施すことによって、図10bに示すような縦断面がV字形状の溝aを各ライン19の位置に形成する。このV字溝aをイニシャルピットとしてエレクトロケミカルエッチングを行うことによって、図10cに示すように、V字溝aから垂直方向（従って、基材の厚さ方向）下向きに延びる溝bを形成する。溝bの深さが所定の深さに達したら、電流密度を増加させることによって溝の幅を水平方向（従って、基材の平面方向）に拡張させ、従って、図10cに示すように、相対的に狭い幅を有し、垂直方向に延びる溝bの先端位置に、四角形の断面を有し、相対的に広い幅の溝cを形成する。その後、CVD法等を用いて溝bの部分を塞ぐことによって、図10dに示すように、基材1の内部に溝cの部分のみを残すことができる。以上のようにして、基材1の内部をチューブ状に貫通する管状路15を形成することができる。
- 15
- 20
- 25

このように構成された流量検出素子においては、第1に、比較抵抗部に面する凹部壁面に連絡して、凹部に流体を流通させる少なくとも2つの流体流通路を有することによって、少なくとも1つの流体流通路を流体の導入側とし、他の少なくとも1つの流体流通路を流体の導出側と設定することができ、流体を凹部へより円滑に流通させることができる。従って、流量検出素子の比較抵抗部は流体の温度を鋭敏に検知することができ、流体の温度が急激に変化する場合であっても、流量検出素子はその温度変化に迅速に応答することができる。

また、このように構成された流量検出素子においては、第2に、各流体流通路として、上述するような(i)孔、(ii)溝、及び(iii)管状路の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することによって、各流体流通路を通して凹部への流体の円滑な流通を確保することができる。

生産効率や種々のコストを考慮すると、1つの基材に形成する流体流通路は、上記の(i)孔、(ii)溝、及び(iii)管状路の群から選ばれるいずれか1種の流体流通路を採用することが好ましいが、場合によっては、(i)孔及び/又は(ii)溝及び/又は(iii)管状路の任意の組合せを採用することもできる。即ち、比較抵抗部4の上流側に(i)孔及び/又は(ii)溝及び/又は(iii)管状路の任意の組合せの流体流通路を設け、比較抵抗部4の下流側には(i)孔及び/又は(ii)溝及び/又は(iii)管状路の任意の組合せであって、上流側の組合せと同じ組合せ、又は上流側の組合せとは異なる組合せの流体流通路を設けることもできる。

実施の形態8

この出願の流量検出素子の発明に係る第8の形態は、図1及び2に模式的に示されている。

この第8の形態に係る流量検出素子の発明は、第7の形態に係る流量検出素子において、

比較抵抗部4の上流側に(i)孔の形態の流通路を有し、下流側に(i)孔、(ii)溝、及び(iii)管状路の群から選ばれる少なくとも1種の形態の流通路を有することを特徴とする。図1～6を通じて、流量検出素子の基本的構成は、

上述した実施の形態1及び7の場合と同様である。また、(i)孔、(ii)溝、及び(iii)管状路の形態についても、上記の実施の形態7において説明したものと同様である。

5 このように構成された流量検出素子は、上流側の流体流通路として孔を有しており、下流側の流体流通路としては孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の流通路を有していることによって、上流側の孔9を通して凹部7へ流体を流入させ、その流体は凹部から、孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の下流側の流通路を通して流出させることができ、凹部7への流体の円滑な流通を確保することができる。従って、比較抵抗部の下面側へも流体を十分に流通させること
10 によって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

実施の形態9

この出願の流量検出素子の発明に係る第9の形態は、図2に模式的に示されている。

15 この第9の形態に係る流量検出素子の発明は、第8の形態に係る流量検出素子において、上流側にスリットの形態の流体流通路9を有し、薄膜層が比較抵抗部の少なくとも一部において、基材の反対側へ凸となるように湾曲していることを特徴とする。

薄膜層を図2に示すような形状に加工することは、平板状基材1の上面側に薄膜層を積層する際に、支持膜2に引っ張り応力を持たせ、保護膜11に圧縮応力を持たせるようにして着膜することによって達成することができる。そのためには、例えば、支持膜2の材料として窒化シリコンを用い、保護膜11の材料として酸化シリコンを用いることができる。更に、このような薄膜層には、比較抵抗部4の上流側の比較抵抗領域8において、流体流通路としてスリット形状の孔9
25 を設けていることから、ダイヤフラム構造を形成すると、ダイヤフラム部分の中央部12は膜の応力によって、上面側(流体側)に湾曲して凸の形状になる。

このように構成された流量検出素子は、薄膜層を比較抵抗部の少なくとも一部において基材の反対側へ凸となるように湾曲させることによって、スリット形状の孔9を通して凹部7への流体の流入をより円滑に行うことができる。従って、

比較抵抗部の下面側に流体をより効率的に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

実施の形態 10

5 この出願の流量検出素子の発明に係る第10の形態は、図2に模式的に示されている。

この出願の第10の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第8の形態に係る流量検出素子において、下流側にスリットの形態の流体流通路を有することを特徴とする。

10 薄膜層を上面側（流体側）に湾曲させて凸な形状とする手段については、実施の形態9において説明したのと同様である。

図2に示す例では、比較抵抗部4の下流側の比較抵抗領域8において、流体流通路としてスリット形状の孔9を設けている。

15 このように構成された流量検出素子は、上流側及び下流側の両方の流体流通路をスリット状の孔9とし、薄膜層を比較抵抗部の少なくとも一部において基材の反対側へ凸となるように湾曲させることによって、孔9を通して凹部7への流体の流通をより円滑に行うことができる。従って、比較抵抗部の下面側に流体をより効率的に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

20

実施の形態 11

この出願の流量検出素子の発明に係る第11の形態は、図3、4及び6に模式的に示されている。

25 この出願の第11の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第7の形態に係る流量検出素子において、

比較抵抗部4の上流側に (ii) 溝の形態の流通路を有し、下流側に (i) 孔、(ii) 溝、及び (iii) 管状路の群から選ばれる少なくとも1種の形態の流通路を有することを特徴とする。図1～6を通じて、流量検出素子の基本的構成は、上述した実施の形態1及び7の場合と同様である。また、(i) 孔、(ii) 溝、

及び (iii) 管状路の形態についても、上記の実施の形態 7 において説明したものと同様である。

このように構成された流量検出素子は、上流側の流体流通路として溝を有しており、下流側の流体流通路としては孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも 1 種の流通路を有することによって、上流側の溝を通して凹部 7 へ流体を流入させ、その流体は凹部 7 から、孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも 1 種の下流側の流通路を通して流出させることができ、凹部への流体の円滑な流通を確保することができる。従って、比較抵抗部の下面側へも流体を十分に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

10

実施の形態 1 2

この出願の流量検出素子の発明に係る第 1 2 の形態は、図 6 に模式的に示されている。

この出願の第 1 2 の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第 1 1 の形態に係る流量検出素子において、流体流通路としての溝 1 6 を、比較抵抗部に面する凹部壁面 6 又は基材の端部壁面 1 8 に連絡する開口部における断面積が、溝のその他の部分における断面積よりも大きくなるように設けることを特徴とする。流量検出素子の基本的構成は、上述した実施の形態 1 及び 7 の場合と同様であり、また、(i) 孔、(ii) 溝、及び (iii) 管状路の形態についても、上記の実施の形態 7 において説明したものと同様である。

15

20

このように構成された流量検出素子は、比較抵抗部に面する凹部壁面 6 又は基材の端部壁面 1 8 に連絡する開口部における溝 1 6 の断面積が、溝のその他の部分における断面積よりも大きく設けられているので、流体が溝の中へ流入しやすくなり、かつ、流体が溝から流出しやすくなる。従って、比較抵抗部の下面側へも流体をより円滑に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

25

実施の形態 1 3

この出願の流量検出素子の発明に係る第 1 3 の形態は、図 5 に模式的に示され

ている。

この出願の第13の形態に係る流量検出素子の発明は、上記第7の形態に係る流量検出素子において、

比較抵抗部4の上流側に (iii) 管状路15の形態の流通路を有し、下流側に (i) 孔、 (ii) 溝、及び (iii) 管状路の群から選ばれる少なくとも1種の形態の流通路を有することを特徴とする。図1～6を通じて、流量検出素子の基本的構成は、上述した実施の形態1及び7の場合と同様である。また、(i) 孔、 (ii) 溝、及び (iii) 管状路の形態についても、上記の実施の形態7において説明したものと同様である。

このように構成された流量検出素子は、上流側の流体流通路として管状路15を有しており、下流側の流体流通路としては孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の流通路を有していることによって、上流側の管状路を通して凹部へ流体を流入させ、その流体は凹部7から、孔、溝及び管状路から選ばれる少なくとも1種の下流側の流通路を通して流出させることができ、凹部7への流体の円滑な流通を確保することができる。従って、比較抵抗部の下面側へも流体を十分に流通させることによって、比較抵抗部は向上した温度応答性を示すことができる。

実施の形態14

この実施の形態では、この出願の流量検出素子のための素子ホルダの発明に係る第1の形態について、図7及び8を参照して説明する。

この第1の形態に係る素子ホルダの発明は、

平板状基材の1つの表面に絶縁性の支持膜及び保護膜を積層してなる薄膜層を有しており、

薄膜層において、支持膜と保護膜との間に感熱抵抗を所定のパターンで配することによって発熱抵抗部及び比較抵抗部が設けられており、

平板状基材において発熱抵抗部及び比較抵抗部にそれぞれ面する領域の少なくとも一部には、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部が設けられており、

比較抵抗部に面する凹部壁面に連絡して、凹部に流体を流通させる流体流通路

が設けられており、

比較抵抗部で検知する流体温度の情報に基づいて、発熱抵抗部で流体の流量又は流速を測定する感熱式の流量検出素子を収容する素子ホルダであって、

全体として翼形状を有しており、

- 5 比較抵抗部を基準としてその上流側及び下流側の領域のホルダ表面において、それぞれ少なくとも1つの開口部を有することを特徴とする。

この発明の素子ホルダが収容する感熱式の流量検出素子は、一般的な感熱式の流量検出素子を意味しており、従って、背景技術の項において説明したような従来の感熱式の流量検出素子も、この出願に係る流量検出素子も含むことを意図している。

10

図7において、24は発熱抵抗部を示しており、25は比較抵抗部を示しており、23は感熱式の流量検出素子を示している。この図は、説明の便宜上、素子ホルダが流量検出素子を収容する形態を説明するために、流量検出素子に関して、発熱抵抗部及び比較抵抗部の2つの要素のみを示しているのであって、流量検出素子がその他の要素も必要に応じて具備し得ることは、当業者であれば容易に理解できるであろう。

15

尚、流量検出素子を収容する素子ホルダについては、出願人は既に特開平10-293052号において開示している。その明細書に説明しているように、例えば、自動車用エンジンの吸入空気量センサに感熱式の流量検出素子を用いる場合、感熱式の流量検出素子を備えた感熱式流量センサは、素子ホルダに収容されて、エアクリーナエレメントの下流に配設される。従って、吸入された空気がエアクリーナエレメントを通過した後、素子ホルダに取り付けられた感熱式流量センサに接触することによって、吸入された空気の流量を求めることができる。ここで、素子ホルダは、1つの効果として、素子ホルダの表面付近での流体の流れを整える作用、即ち整流作用を果たしており、それによって計測感度及びS/N比を向上させ、並びに流体通路内に流れの偏りに対する流量検出特性の変化を低減させるという効果も提供している。

20

25

この発明に係る素子ホルダにおいて、全体として翼形状を有するとは、上記の特開平10-293052号の発明と同様に、素子ホルダは、素子ホルダの表面

付近での流体の流れを整える作用、即ち整流作用を果たすことを意味する。ここでの翼形状とは、流体力学の分野において従来から知られている翼又はフィンであって、流体に対して整流作用を示すものであればいずれの形状であってもよい。

5 また、図7 a 及び8 a に示すように、素子ホルダは、收容している流量検出素子の比較抵抗部を基準として、その上流側及び下流側の領域のホルダ表面に、それぞれ少なくとも1つの開口部を有している。ここで、收容とは、流量検出素子が素子ホルダに取り付けられて、一体となった状態で使用されることを意味しており、流量検出素子は素子ホルダの内部に含まれて、素子ホルダの表面に露出する部分を有さない場合も含まれるし、また、流量検出素子は素子ホルダの内部に
10 含まれているが、素子ホルダの表面に露出する部分を少なくとも部分的に有する場合も含まれる。

また、素子ホルダに設けられる開口部は、收容している流量検出素子の上側表面に対応する位置に設けられていてもよいし、收容している流量検出素子における基材の端部壁面に対応する位置に設けられていてもよいし、收容している流量
15 検出素子における基材の下側表面又はそれより下側の位置に設けられていてもよい。更に、1つの素子ホルダにおいて、比較抵抗部を基準として、その上流側に設けられる開口部の位置と、その下流側に設けられる開口部の位置とは、同じであってもよいし、異なるものであってもよい。

この出願の素子ホルダに係る発明では、收容する流量検出素子が流体と良好に
20 接触して、流体の温度をできるだけ正確に測定し、その結果に基づいて流体の流量をできるだけ正確に測定することを目的としていることから、その機能を達成できるように開口部が設けられていれば、本発明の範囲に含まれるものと考えられる。

尚、この発明の素子ホルダがこの出願に記載する流量検出素子を收容する場合
25 において、

(a) 流量検出素子が、(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上側と下側との間で流体を流通させる孔の形態の流体流通路を有するものであれば、素子ホルダもこれに対応して、收容している流量検出素子の上側表面に対応する位置に開口部を有するものであることが好ましく、

(b) 流量検出素子が、(ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝の形態の流体流通路を有するものであれば、素子ホルダもこれに対応して、收容している流量検出素子における基材の端部壁面に対応する位置に開口部を有するものであることが好ましく、

(c) 流量検出素子が、(iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路の形態の流体流通路を有するものであれば、素子ホルダもこれに対応して、收容している流量検出素子における基材の下側表面又はそれより下側の位置に開口部を有するものであることが好ましい。この関係は、比較抵抗部を基準としてその上流側についても、その下流側についても同様に適用することができる。更に、流量検出素子が、比較抵抗部の上流側及び/又は下流側に、(i) 孔及び/又は(ii) 溝及び/又は(iii) 管状路の任意の組合せの流体流通路を有する場合にも、素子ホルダにはそれらの流体流通路に対応する位置に開口部を設けることができる。

また、素子ホルダに設ける開口部の位置は、図7 a 及び8 a に示すように、流量検出素子の比較抵抗部25のみに流体を流通させ得る位置である。

図7 b に示す態様では、素子ホルダ21の開口部22は、比較抵抗部25の上流側及び下流側の両方において、收容している流量検出素子の上側表面に対応する位置、及び流量検出素子における基材の端部壁面に対応する位置に設けられている。図7 c から理解できるように、素子ホルダ21は、上面側に開口する開口部22を有している。従って、素子ホルダ21は、全体として流体に対する整流作用を果たすと共に、開口部22において流体と流量検出素子との間での良好な接触を確保することができる。

図8 b に示す態様では、素子ホルダ21の開口部26は、比較抵抗部25の上流側及び下流側の両方において、收容している流量検出素子の基材の下側表面又はそれより下側の位置に設けられている。図8 c から理解できるように、素子ホルダ21は、1つの端部壁面に開口する開口部26を有している。従って、素子ホルダ21は、全体として流体に対する整流作用を果たすと共に、開口部26において流体と流量検出素子との間での良好な接触を確保することができる。

実施の形態 1 5

この実施の形態では、この出願の流量検出素子のための素子ホルダの発明に係る第2の形態について、図7を参照して説明する。

- 5 この形態に係る素子ホルダの発明は、上記の実施の形態14において説明した素子ホルダに関して、特に、比較抵抗部の上流側に位置する開口部の下側縁部が、收容している流量検出素子の上面に対応する位置に設けられていることを特徴とする。

- 10 図7は、素子ホルダに係る発明の基本的な実施の形態を示す模式図であって、図7aは流量検出素子を收容している状態の素子ホルダ21について、流量検出素子と、流量検出素子の上部表面に対応する高さでの素子ホルダの水平断面図とを模式的に示しており、図7bは図7aにおけるVIIb-VIIb線についての断面図を示している。

- 15 図7aは図7bにおけるVIIa-VIIa線についての断面図に対応しており、流量検出素子23の周囲は素子ホルダ21によって包囲された状態を示している。図7cは図7aにおける端面図である。

この発明によれば、比較抵抗部25を基準としてその上流側において、

- 20 (a) 流量検出素子が、(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔の形態の流体流通路を有するものである場合（図示せず）に、素子ホルダ21もこれに対応して、收容している流量検出素子の上側表面に対応する位置に開口部22を有するようにすることによって、流体を円滑に流量検出素子の表面に案内することができる。

実施の形態 1 6

- 25 この実施の形態では、この出願の流量検出素子のための素子ホルダの発明に係る第3の形態について、図7を参照して説明する。

この形態に係る素子ホルダの発明は、上記の実施の形態14において説明した素子ホルダに関して、特に、比較抵抗部25の上流側に位置する開口部22の下側縁部は、收容している流量検出素子における基材の端部壁面に対応する位置に

設けられていることを特徴とする。

この発明によれば、比較抵抗部 2 5 を基準としてその上流側において、

(b) 流量検出素子が、(ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の 1 つ端部壁面との間を連絡する少なくとも 1 つの溝の形態の流体流通路を有するものである場合（図示せず）に、素子ホルダ 2 1 もこれに対応して、收容している流量検出素子における基材の端部壁面に対応する位置に開口部 2 2 を有するようによつて、流体を円滑に流量検出素子の表面に案内することができる。

10 実施の形態 1 7

この実施の形態では、この出願の流量検出素子のための素子ホルダの発明に係る第 4 の形態について、図 8 を参照して説明する。

この形態に係る素子ホルダの発明は、上記の実施の形態 1 4 において説明した素子ホルダに関して、特に、比較抵抗部の上流側に位置する開口部の下側縁部が、收容している流量検出素子の上面に対応する位置に設けられていることを特徴とする。

図 8 は、この形態に係る素子ホルダを模式的に示しており、図 8 a は流量検出素子を收容している状態の素子ホルダについて、流量検出素子と、流量検出素子の上部表面に対応する高さでの素子ホルダの水平断面図とを模式的に示しており、図 8 b は図 8 a における VIII b - VIII b 線についての断面図、図 8 c は図 8 a における端面図を示している。図 8 a は図 8 b における VIII a - VIII a 線についての断面図に対応する。

この発明によれば、比較抵抗部 2 5 を基準としてその上流側において、

(c) 流量検出素子が、(iii) 比較抵抗部 2 5 に面する凹部壁面と、基材の 1 つの端部壁面との間を連絡する少なくとも 1 つの管状路の形態の流体流通路を有するものである場合（図示せず）に、素子ホルダ 2 1 もこれに対応して、收容している流量検出素子における基材の下側表面又はそれより下側の位置に開口部 2 6 を有するようによつて、流体を円滑に流量検出素子の表面に案内することができる。

実施例

この出願に係る流量検出素子及び素子ホルダの発明について、流体の温度変化に対する温度応答性は、以下のようにして測定した。

- 5 風洞のような、設定した流量にて気体の流れを形成できる流量測定用チャンバーの中に、必要な電気回路に接続されている流量検出素子を設置して、予め設定されている流量にて、比較的低温の空気を流す。次いで、このチャンバーに流入させる空気を、所定の温度だけ高い温度に加熱した空気に切り換え、その際に流量検出素子から得られる抵抗値の変化を測定し、抵抗値が一定の値を示すようになるまでの時間を求める。この時間の値を、比較の対象とすべき従来の感熱式の流量検出素子について同様の実験をして得られる時間の値と比較して、時間が短縮された割合を、流体の温度変化に対して温度応答性が向上したパーセンテージとして表現する。

15 実施例 1

- 図 8 に示す形態の流量検出素子及び素子ホルダを形成した。素子ホルダにおける開口部の寸法は、図 8 c に示す開口部 26 について $W = 2 \text{ mm}$ 、 $D = 1 \text{ mm}$ に設定した。この素子ホルダを用いて、上記のような流体の温度変化に対する温度応答性を測定したところ、従来の流量検出素子及び素子ホルダを用いた場合と比較して、応答性が 30% 向上するという結果が得られた。

産業上の利用の可能性

- 25 以上説明したように、本発明に係る流量検出素子は、測定すべき流体の温度変化に対して、より敏感に応答するという良好な温度応答性を発揮することができるため、この流量検出素子を種々の流体、例えば気体及び／又は液体の流量、好ましくは気体、特に空気及び／又はその他の混合気体の流量を測定するために用いることによって、流体の流量をより正確に求めることができる。従って、本発明に係る流量検出素子は、特に、流入する空気の正確な流量を常に求める必要がある内燃機関用の流量センサーに採用すると有用である。

また、本発明に係る素子ホルダは、感熱式の流量検出素子を収容して、流体に対して整流作用を及ぼすことに加えて、流量検出素子と流体との間の良好な接触を確保することができるので、特に内燃機関用の流量センサーに採用すると有用である。

請求の範囲

1. 平板状基材の1つの表面に絶縁性の支持膜及び保護膜を積層してなる薄膜層を有しており、

5 薄膜層において、支持膜と保護膜との間に感熱抵抗を所定のパターンで配することによって発熱抵抗部及び比較抵抗部が設けられており、

平板状基材において発熱抵抗部及び比較抵抗部にそれぞれ面する領域の少なくとも一部には、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部が設けられており、

10 比較抵抗部で検知する流体温度の情報に基づいて、発熱抵抗部で流体の流量又は流速を測定する感熱式の流量検出素子であって、

比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる流体流通路が設けられていることを特徴とする流量検出素子。

2. 少なくとも2つの流体流通路を有することを特徴とする請求項1記載の流量検出素子。

15 3. 測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の上流側に少なくとも1つの流体流通路が設けられていることを特徴とする請求項1記載の流量検出素子。

20 4. 測定すべき流体の主たる流れ方向について、比較抵抗部の下流側に少なくとも1つの流体流通路が設けられていることを特徴とする請求項1記載の流量検出素子。

5. 比較抵抗部及び発熱抵抗部は、測定すべき流体の主たる流れ方向に交差する線上に配されていることを特徴とする請求項1記載の流量検出素子。

6. 比較抵抗部及び発熱抵抗部は、測定すべき流体の主たる流れ方向に直交する線上に配されていることを特徴とする請求項1記載の流量検出素子。

25 7. 平板状基材の1つの表面に絶縁性の支持膜及び保護膜を積層してなる薄膜層を有しており、

薄膜層において、支持膜と保護膜との間に感熱抵抗を所定のパターンで配することによって発熱抵抗部及び比較抵抗部が設けられており、

平板状基材において発熱抵抗部及び比較抵抗部にそれぞれ面する領域の少なく

とも一部には、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部が設けられており、

比較抵抗部で検知する流体温度の情報に基づいて、発熱抵抗部で流体の流量又は流速を測定する感熱式の流量検出素子であって、

5 比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる少なくとも2つの流体流通路が設けられており、

各流体流通路として、

(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

10 (ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

(iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することを特徴とする流量検出素子。

15 8. 上流側の流体流通路として、薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔を有しており、

下流側の流体流通路として、

(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

20 (ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

(iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

25 の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することを特徴とする請求項7記載の流量検出素子。

9. 上流側にスリットの形態の流体流通路を有し、薄膜層が比較抵抗部の少なくとも一部において、基材の反対側へ凸となるように湾曲していることを特徴とする請求項8記載の流量検出素子。

10. 下流側にスリットの形態の流体流通路を有することを特徴とする請求項

9 記載の流量検出素子。

1 1. 上流側の流体流通路として、基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝を有しており、

5 下流側の流体流通路として、

(i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

(ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

10 (iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することを特徴とする請求項7記載の流量検出素子。

1 2. 流体流通路としての溝は、比較抵抗部に面する凹部壁面又は基材の端部壁面に連絡する開口部における断面積が、溝のその他の部分における断面積よりも大きく設けられていることを特徴とする請求項11記載の流量検出素子。

1 3. 上流側の流体流通路として、比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路を有しており、

下流側の流体流通路として、

20 (i) 薄膜層をその厚さ方向に貫通して、薄膜層の上面側と下面側との間で流体を流通させる孔、

(ii) 基材の薄膜層とは反対側の表面において、比較抵抗部に面する凹部壁面と基材の1つ端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの溝、及び

25 (iii) 比較抵抗部に面する凹部壁面と、基材の1つの端部壁面との間を連絡する少なくとも1つの管状路

の群から選ばれる少なくとも1種の流通路を有することを特徴とする請求項7記載の流量検出素子。

1 4. 平板状基材の1つの表面に絶縁性の支持膜及び保護膜を積層してなる薄膜層を有しており、

薄膜層において、支持膜と保護膜との間に感熱抵抗を所定のパターンで配することによって発熱抵抗部及び比較抵抗部が設けられており、

平板状基材において発熱抵抗部及び比較抵抗部にそれぞれ面する領域の少なくとも一部には、平板状基材を厚さ方向に貫通する凹部が設けられており、

5 比較抵抗部に面する凹部に連絡して、凹部に流体を流通させる流体流通路が設けられており、

比較抵抗部で検知する流体温度の情報に基づいて、発熱抵抗部で流体の流量又は流速を測定する感熱式の流量検出素子を収容する素子ホルダであって、

全体として翼形状を有しており、

10 比較抵抗部を基準としてその上流側及び下流側の領域のホルダ表面において、それぞれ少なくとも1つの開口部を有することを特徴とする素子ホルダ。

15 15. 比較抵抗部の上流側に位置する開口部の下側縁部は、収容している流量検出素子の上面に対応する位置に設けられていることを特徴とする請求項14記載の素子ホルダ。

15 16. 比較抵抗部の上流側に位置する開口部の下側縁部は、収容している流量検出素子における基材の端部壁面に対応する位置に設けられていることを特徴とする請求項14記載の素子ホルダ。

20 17. 比較抵抗部の上流側に位置する開口部の下側縁部は、収容している流量検出素子における基材の下側表面又はそれより下側の位置に設けられていることを特徴とする請求項14記載の素子ホルダ。

図1a

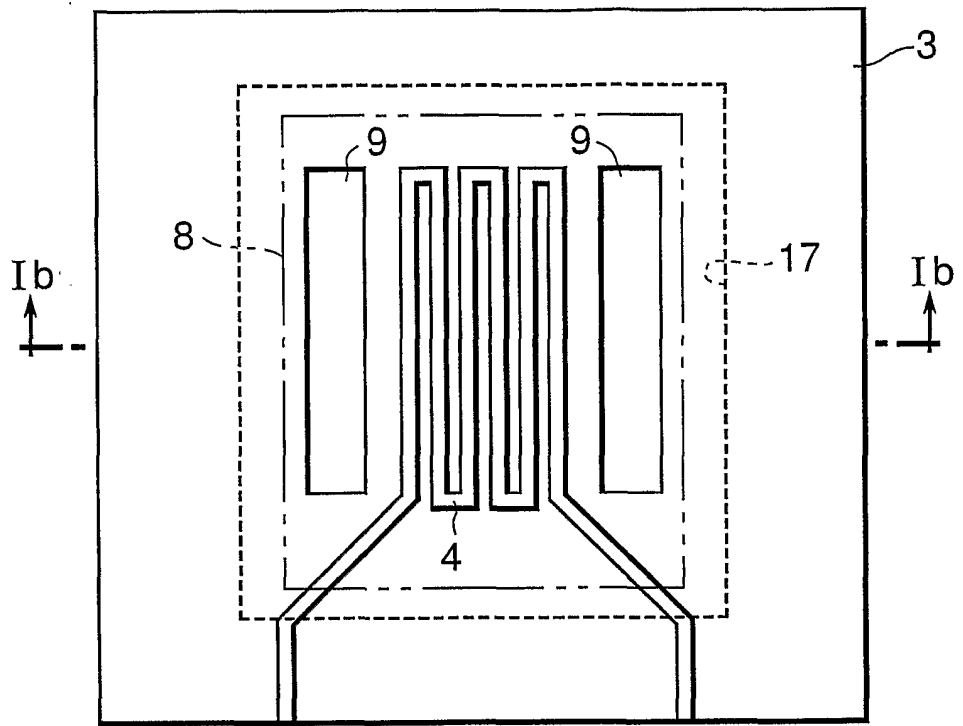


図1b

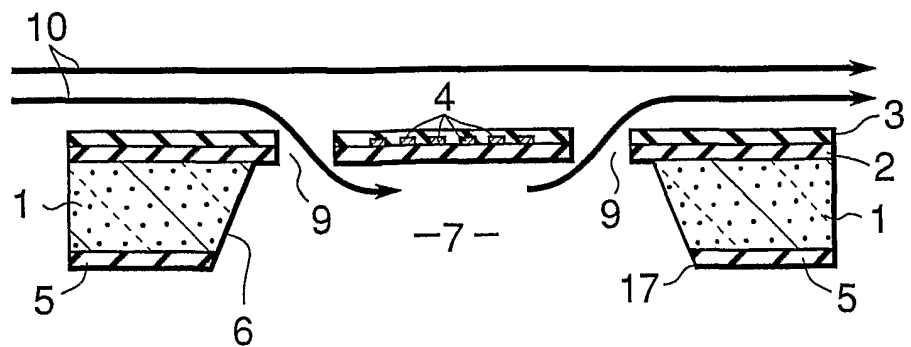


図2a

図2c

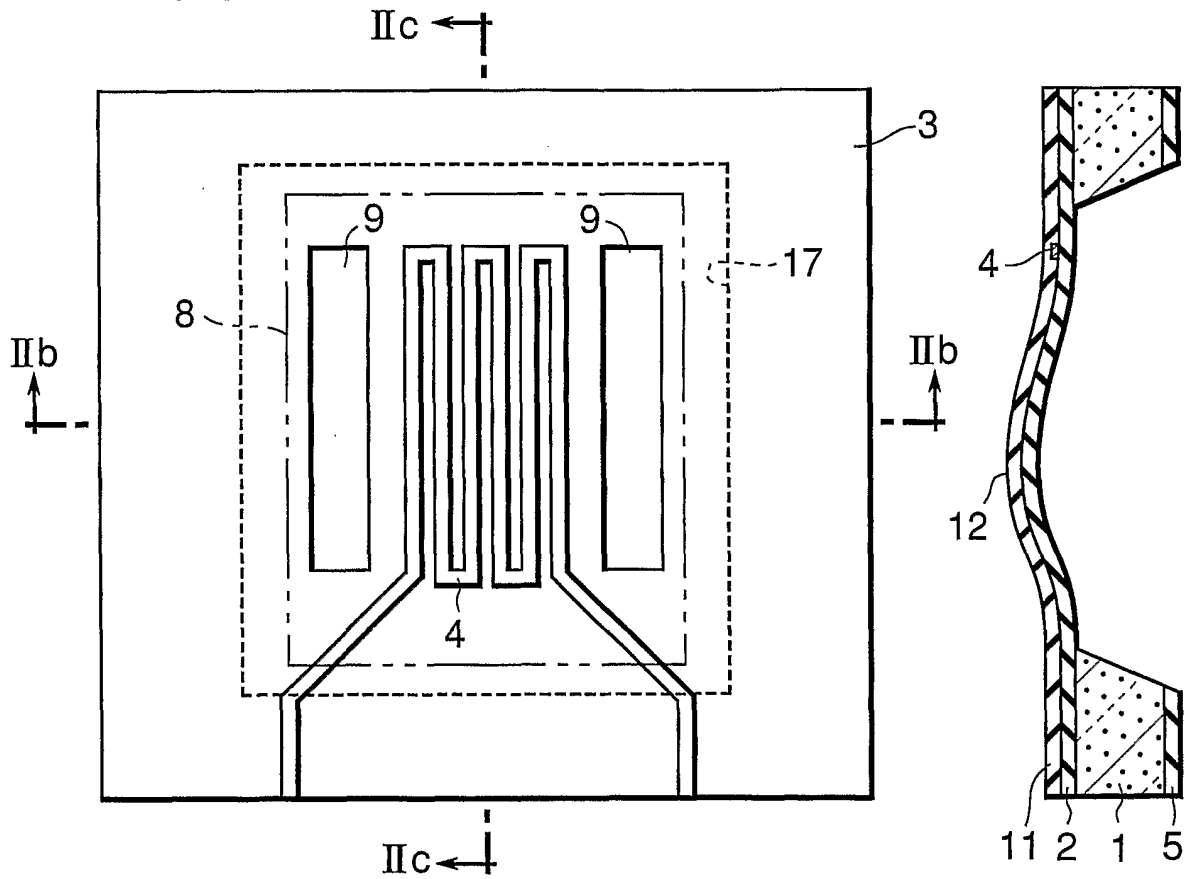


図2b

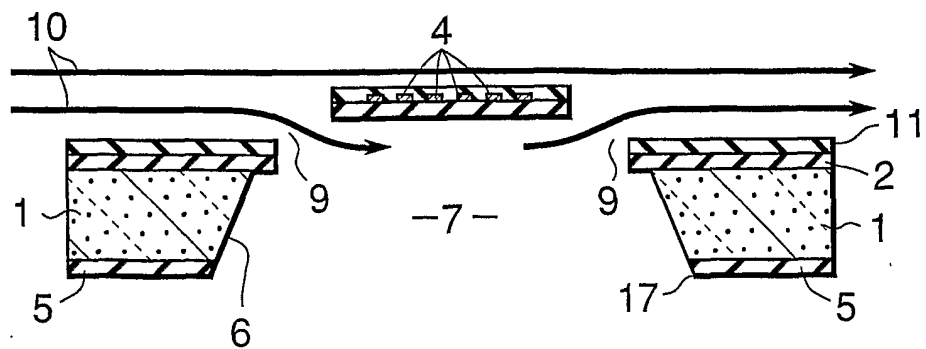


図3a

図3c

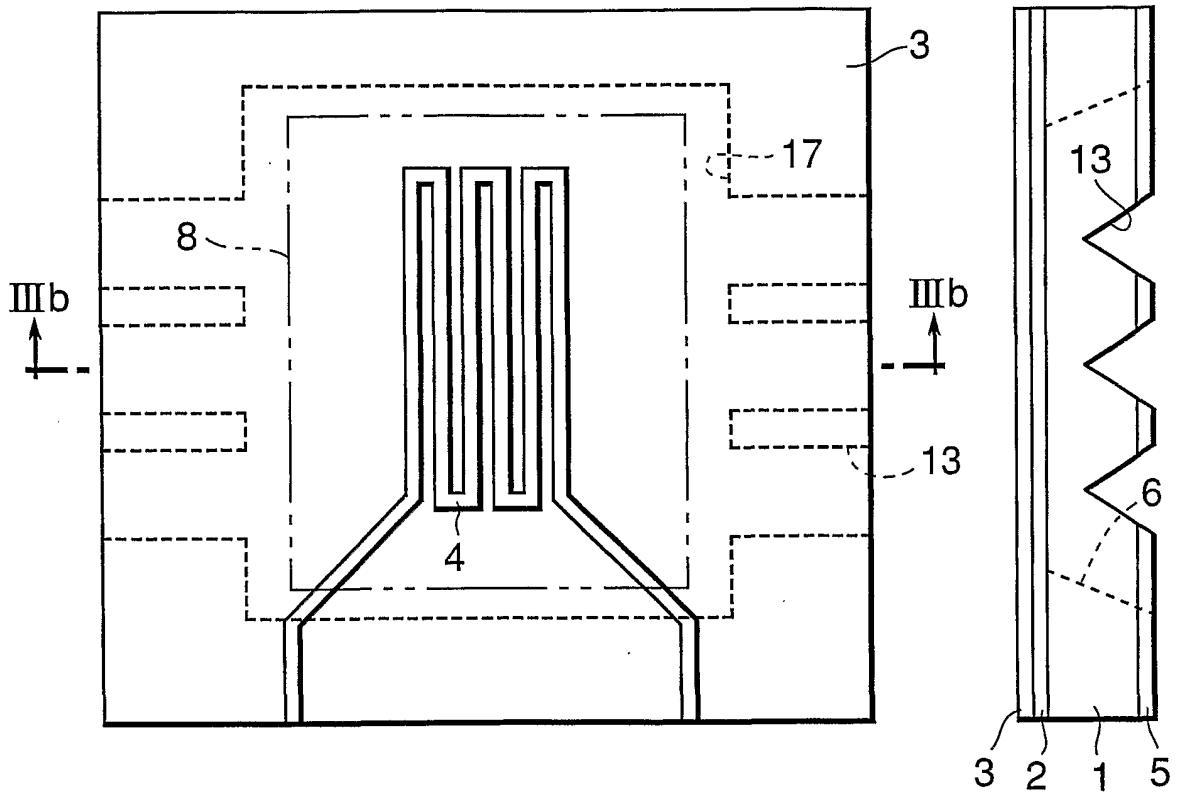


図3b

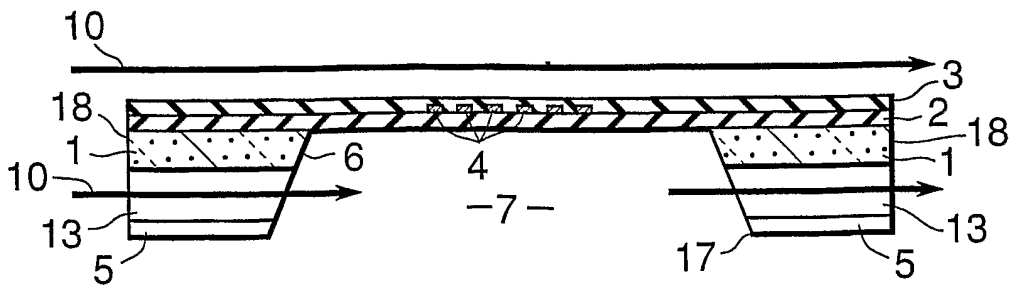


図4a

図4c

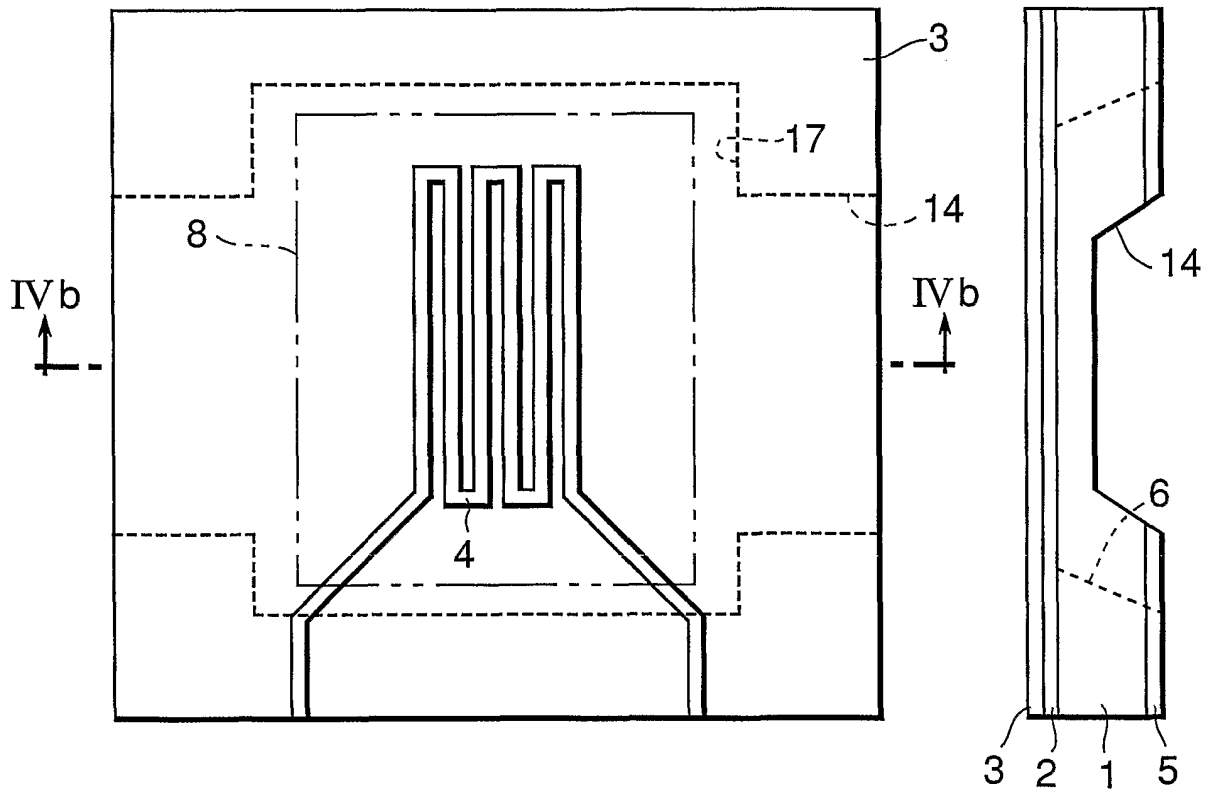


図4b

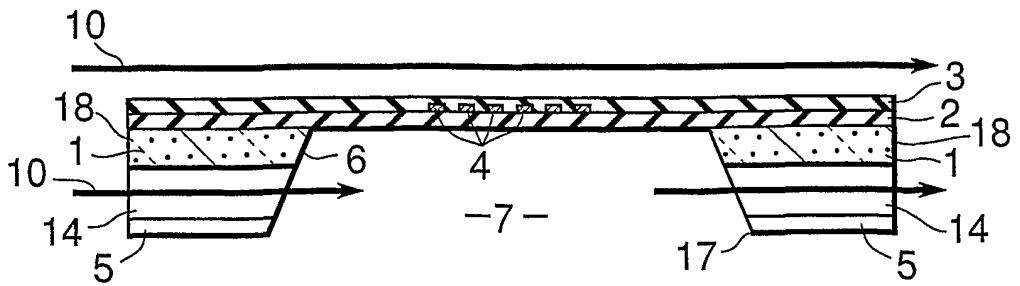


図5a

図5c

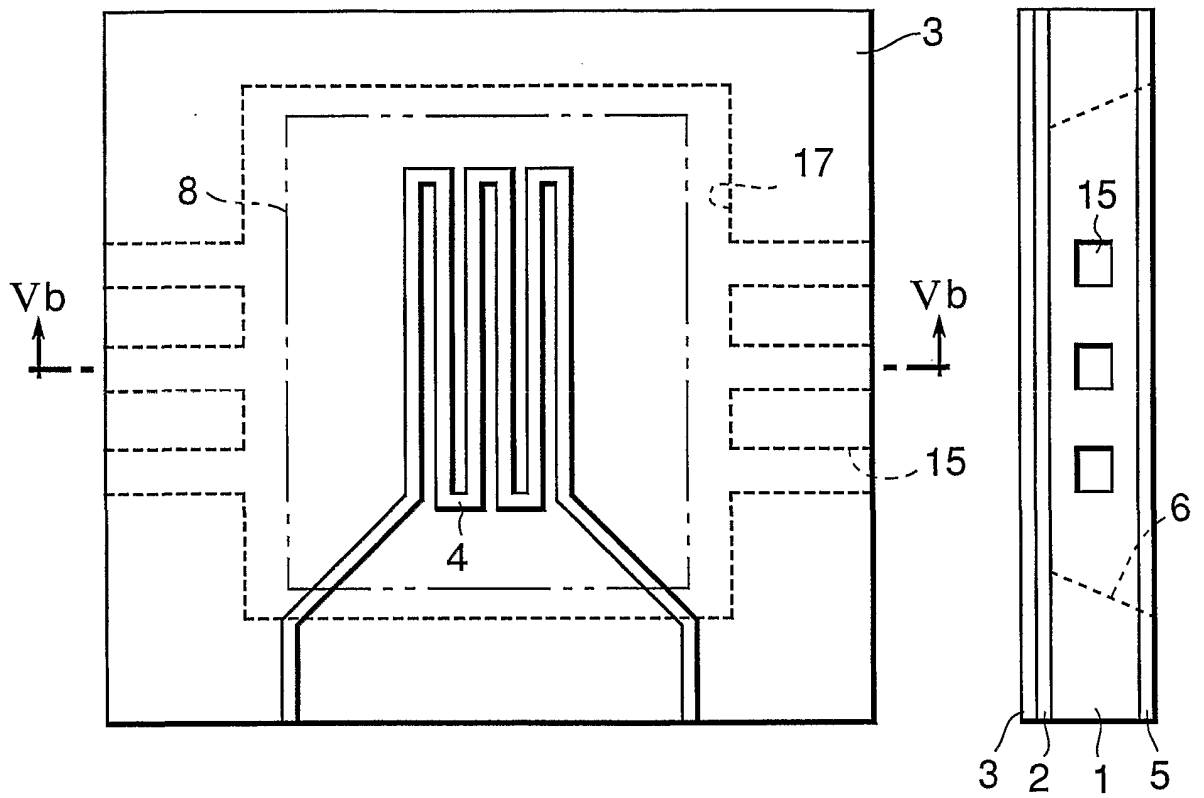


図5b

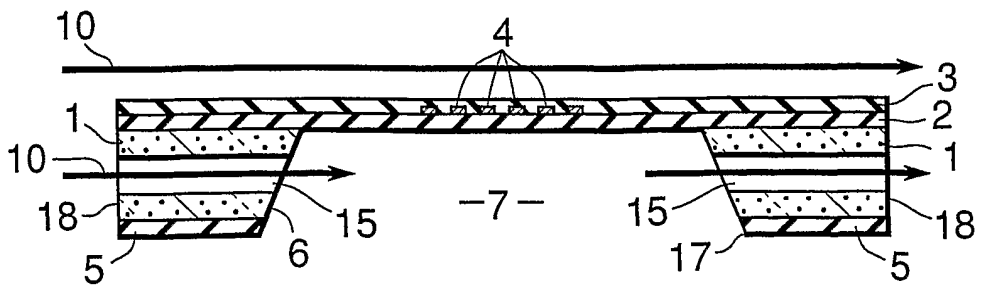


図6a

図6c

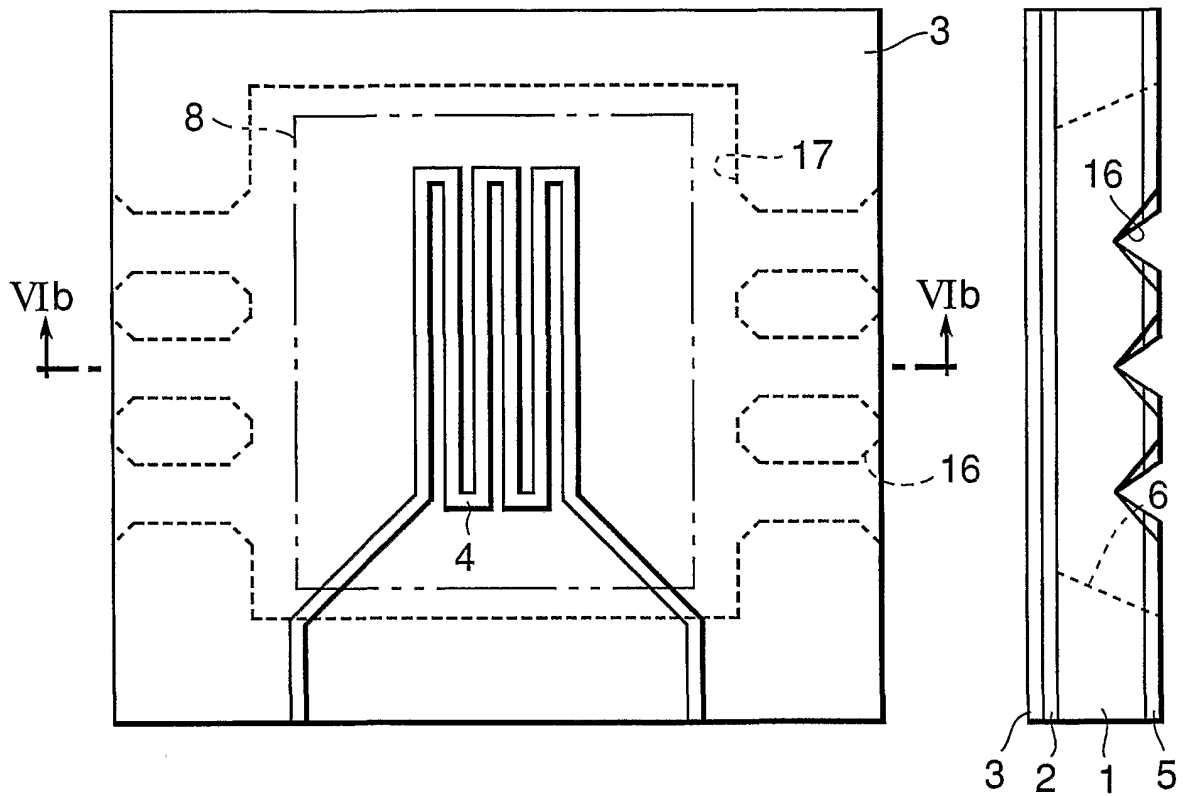


図6b

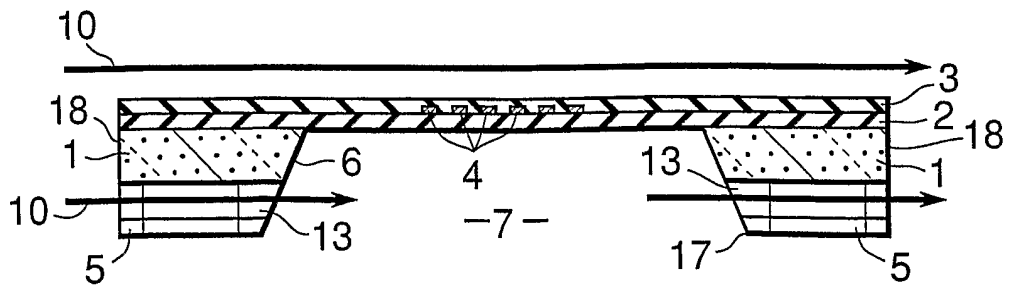


図7a

図7c

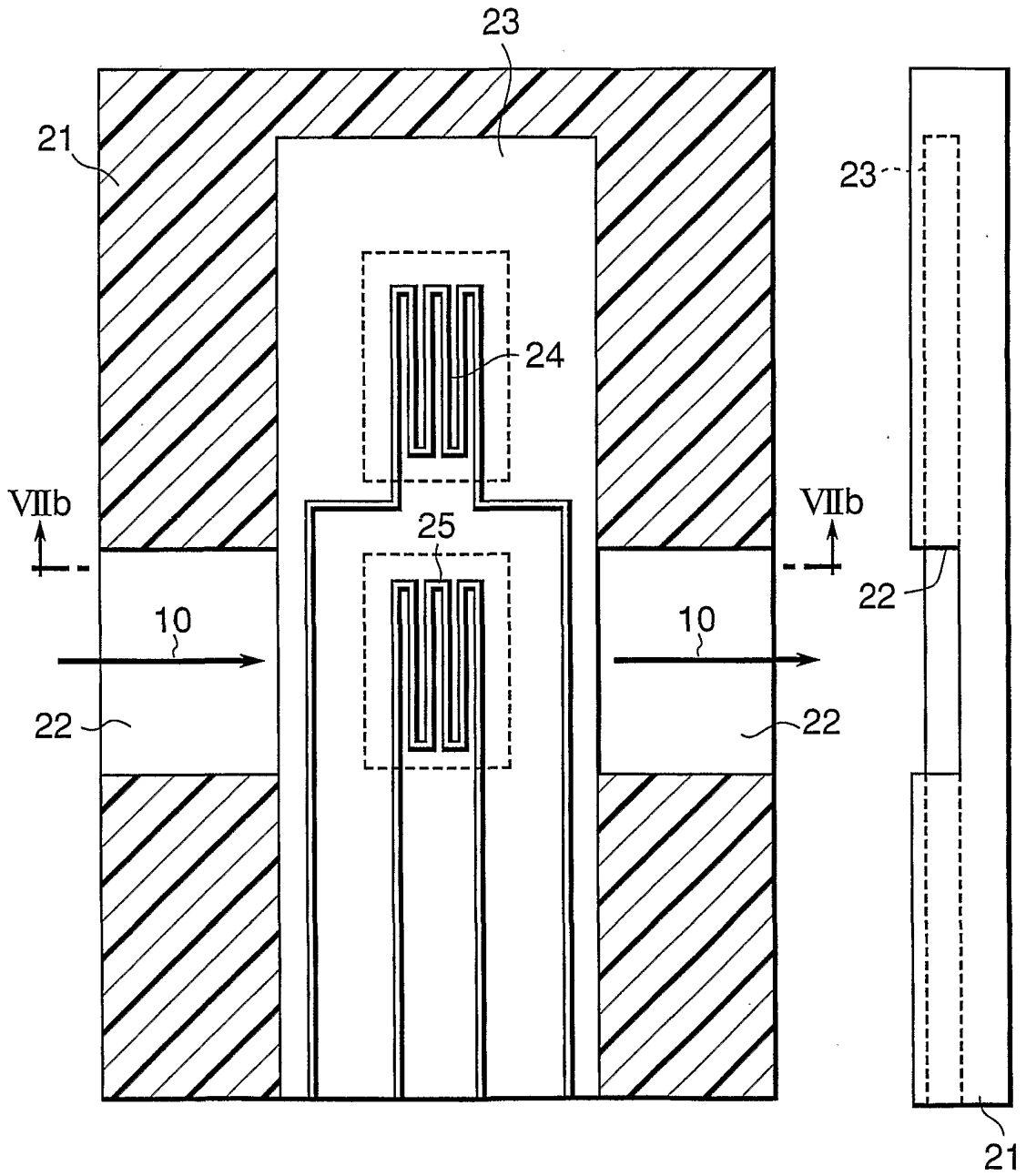


図7b

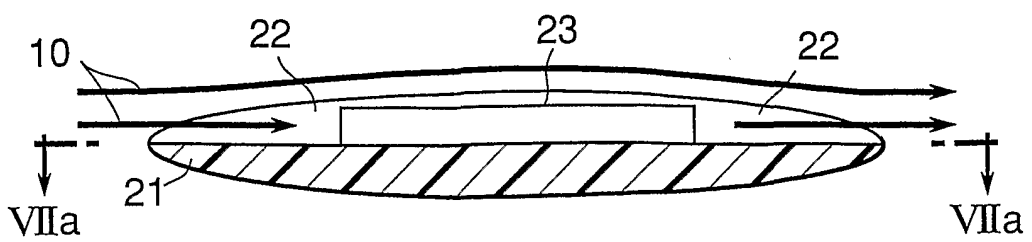


図8a

図8c

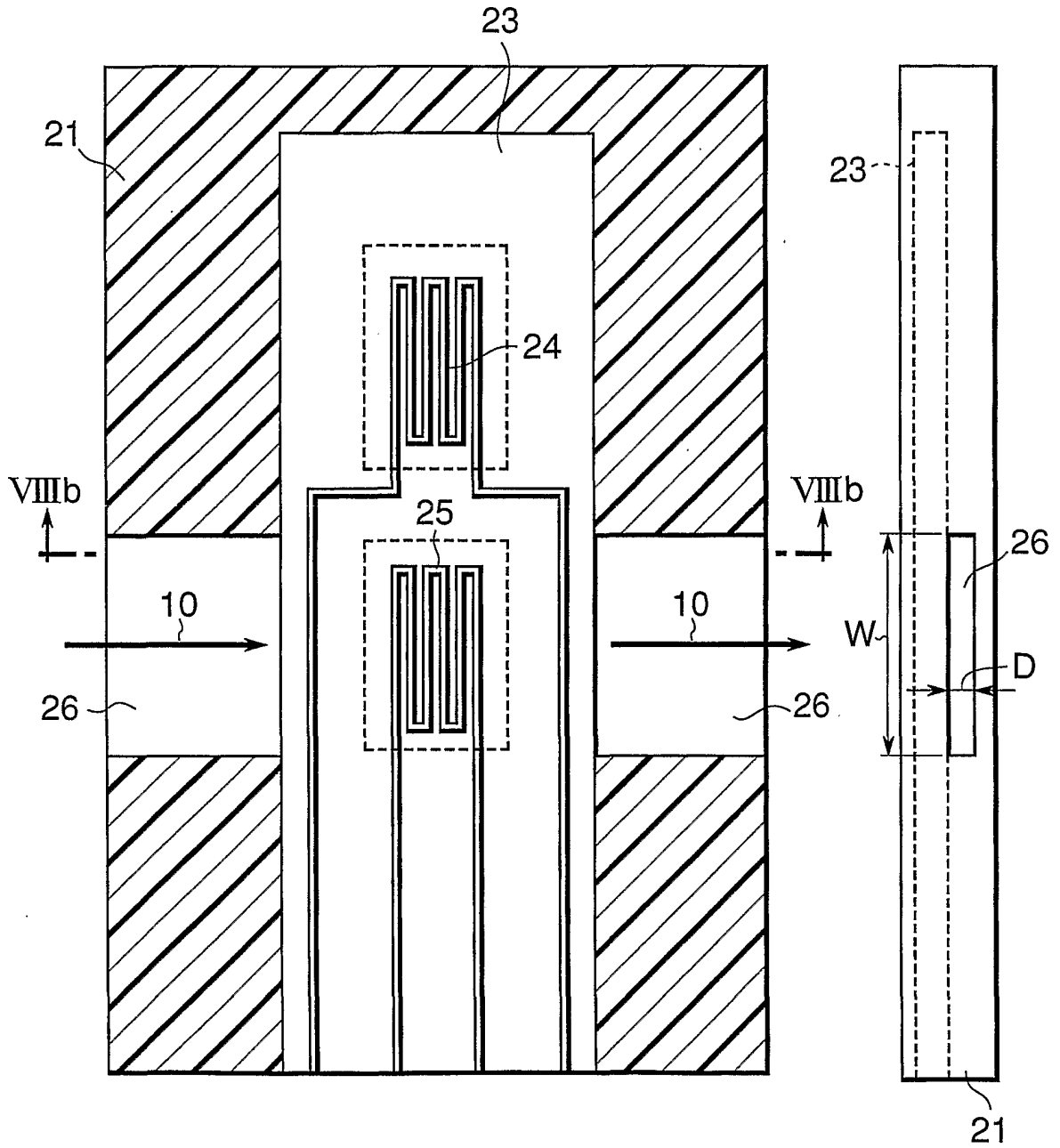


図8b

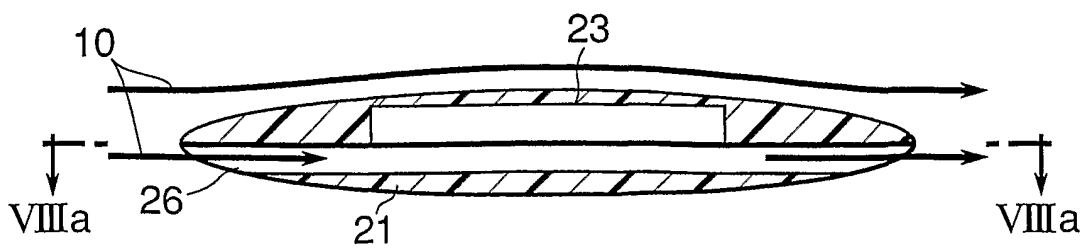


図9a

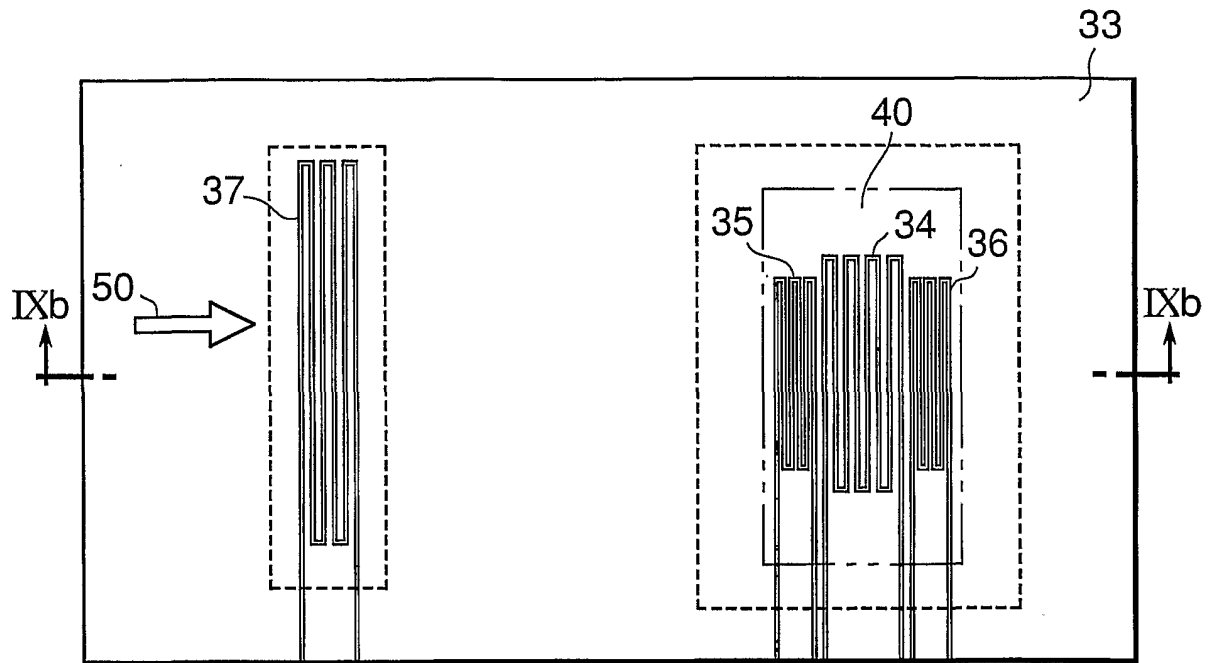


図9b

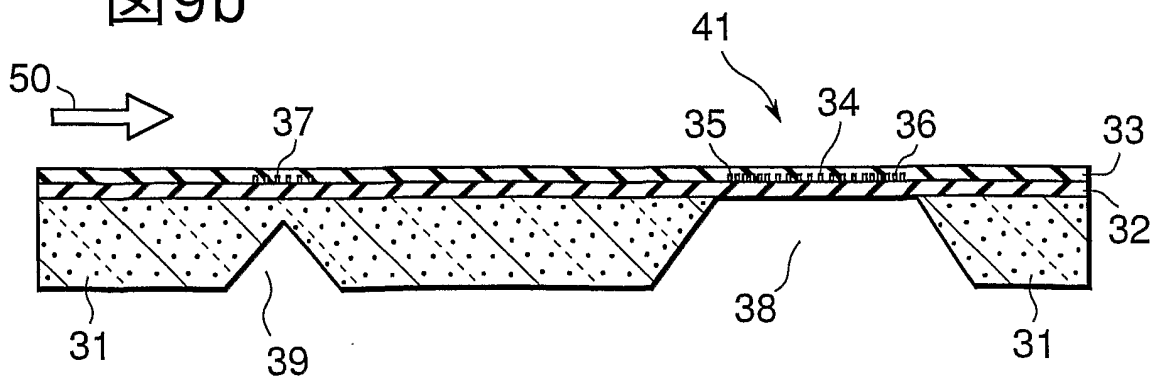


図10a

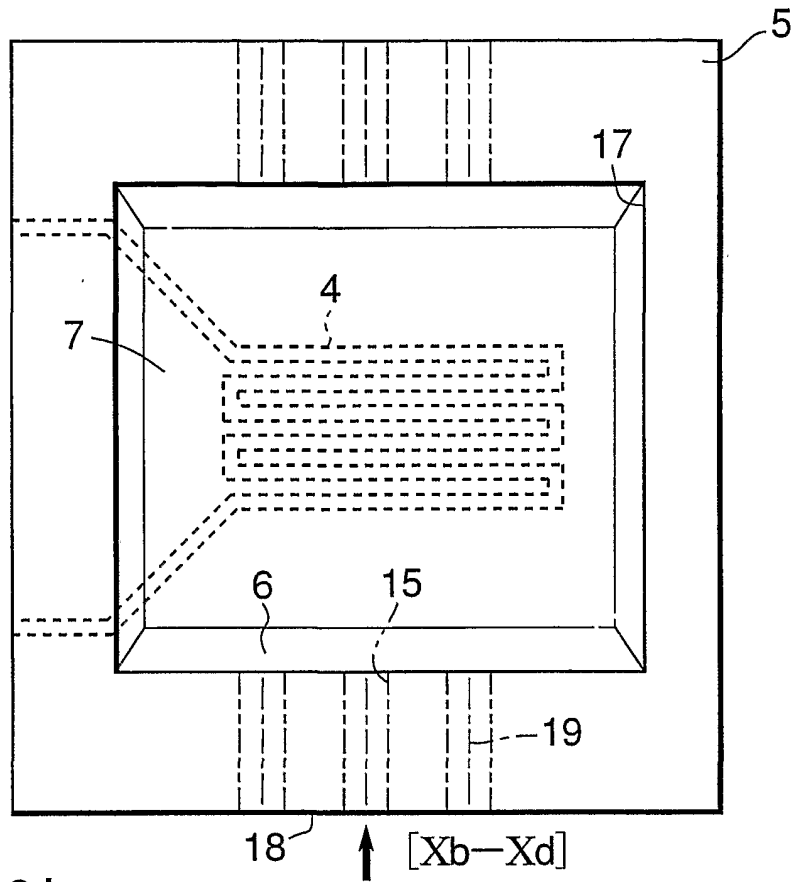


図10b

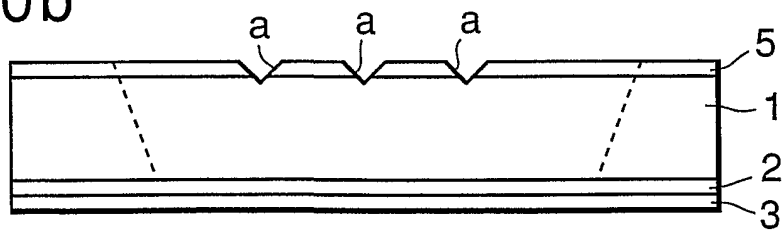


図10c

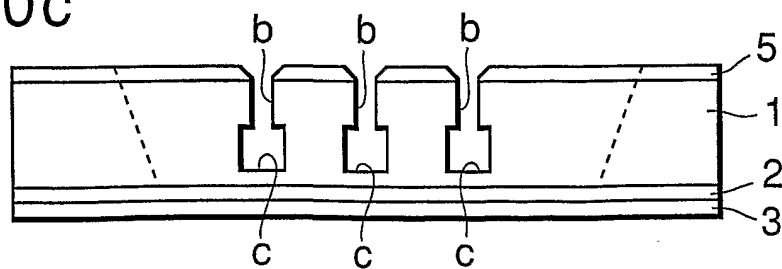
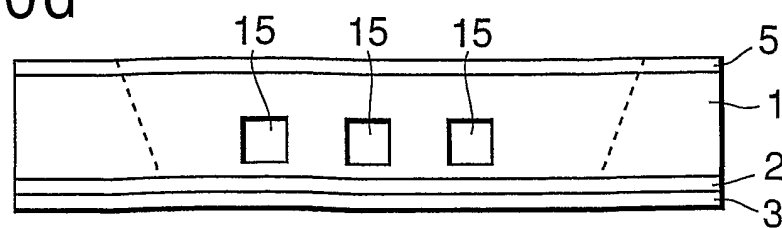


図10d



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01F1/68, G01F15/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01F1/68, G01F15/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 5936157 A (Mitsubishi Electric Corporation), 10 August, 1999 (10.08.99), Full text; all drawings & DE, 19751101, A & JP, 11-23338, A	1-8, 11, 13, 14 9, 10, 12, 15, 16, 17
Y A	JP 10-221142 A (OMRON CORPORATION), 21 August, 1998 (21.08.98), Full text; all drawings Full text; all drawings (Family: none)	1-8, 11, 13, 14 9, 10, 12, 15, 16, 17
Y A	JP 9-329478 A (Tokyo Gas K.K.), 22 December, 1997 (22.12.97), Full text; all drawings Full text; all drawings (Family: none)	5, 6, 14 9, 10, 12, 15, 16, 17
A	JP 10-260068 A (Ricoh Company, Ltd.), 29 September, 1998 (29.09.98), Full text; all drawings (Family: none)	9, 10, 12, 15, 16, 17

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search 06 June, 2000 (06.06.00)	Date of mailing of the international search report 20 June, 2000 (20.06.00)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01F1/68, G01F15/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01F1/68, G01F15/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	US, 5936157, A (三菱電機株式会社) 10. 8月. 1999 (10. 08. 99) 全文, 全図 & DE, 19751101, A & JP, 11-23338, A	1-8, 11, 13, 14 9, 10, 12, 15, 16, 17
Y A	JP, 10-221142, A (オムロン株式会社) 21. 8月. 1998 (21. 08. 98) 全文, 全図 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8, 11, 13, 14 9, 10, 12, 15, 16, 17


C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 06. 06. 00

国際調査報告の発送日 20.06.00

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
森口 正治  2F 9403
電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 9-329478, A (東京瓦斯株式会社) 22. 12月. 1997 (22. 12. 97) 全文, 全図	5, 6, 14
A	全文, 全図 (ファミリーなし)	9, 10, 12, 15, 16, 17
A	JP, 10-260068, A (株式会社リコー) 29. 9月. 1998 (29. 09. 98) 全文, 全図 (ファミリーなし)	9, 10, 12, 15, 16, 17