

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4258084号
(P4258084)

(45) 発行日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(24) 登録日 平成21年2月20日(2009.2.20)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 F 1/68 1 O 4 A
GO 1 F 1/692 (2006.01)

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平11-365037	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成11年12月22日(1999.12.22)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2001-183202(P2001-183202A)	(74) 代理人	100100022 弁理士 伊藤 洋二
(43) 公開日	平成13年7月6日(2001.7.6)		
審査請求日	平成18年1月17日(2006.1.17)	(74) 代理人	100108198 弁理士 三浦 高広
		(74) 代理人	100111578 弁理士 水野 史博
		(72) 発明者	和戸 弘幸 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	竹内 幸裕 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フローセンサおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空洞部(6)を有する基板(1)の前記空洞部(6)上に薄膜構造部(2)が設けられており、この薄膜構造部(2)に膜構成の発熱体(3)と前記発熱体(3)の片側のみに配置された測温体(5)とを形成し、前記薄膜構造部(2)以外の前記基板(1)上に配設された流体温度計(4)と前記測温体(5)で検出した温度の比較により、流体の流量を測定するようにしたフローセンサにおいて、

前記発熱体(3)の温度分布を、前記流体が前記発熱体(3)上に流れていない状態で、前記発熱体(3)のうち前記測温体(5)から近い部分の温度が、前記測温体(5)から遠い部分よりも高くなるようにしたことを特徴とするフローセンサ。

【請求項2】

前記発熱体(3)が蛇行状の形状となるように形成され、前記発熱体(3)のうち前記測温体(5)から近い部分における前記発熱体(3)の間隔が、前記測温体(5)から遠い部分における前記発熱体(3)の間隔と比較して密になっていることを特徴とする請求項1に記載のフローセンサ。

【請求項3】

前記発熱体(3)が蛇行状の形状となるように形成され、前記発熱体(3)のうち前記測温体(5)から近い部分における前記発熱体(3)の線幅が、前記測温体(5)から遠い部分における前記発熱体(3)の線幅と比較して細くなっていることを特徴とする請求項1に記載のフローセンサ。

10

20

【請求項 4】

前記測温体(5)と、前記薄膜構造部(2)における前記測温体(5)側の外周との距離が、前記発熱体(3)と、前記薄膜構造部(2)における前記発熱体(3)側の外周との距離よりも大きくなっていることを特徴とする請求項1に記載のフローセンサ。

【請求項 5】

前記発熱体(3)と前記薄膜構造部(2)における前記発熱体(3)側の外周との間に熱拡散膜(9)が形成されていることを特徴とする請求項1に記載のフローセンサ。

【請求項 6】

前記熱拡散膜(9)が前記発熱体(3)と同一材料であることを特徴とする請求項5に記載のフローセンサ。

10

【請求項 7】

前記発熱体(3)が蛇行状の形状となるように形成され、前記発熱体(3)の折り返し部の幅が前記発熱体(3)のその他の部分の幅と比較して広がっていることを特徴とする請求項4ないし6のいずれか1つに記載のフローセンサ。

【請求項 8】

前記発熱体(3)が蛇行状の形状となるように形成され、前記発熱体(3)の折り返し部の角が丸くなっていることを特徴とする請求項4ないし6のいずれか1つに記載のフローセンサ。

【請求項 9】

請求項6に記載のフローセンサを製造する方法であって、前記発熱体(3)、前記測温体(5)および前記熱拡散膜(9)を同時に形成する工程を有することを特徴とするフローセンサの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、流体の流量を測定するフローセンサおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体基板を用い、この基板に形成された空洞部の一方の開口部に膜構成のヒータと測温体を設けて、ヒータおよび測温体に流れる流体の流量を測定するようにしたフローセンサが種々提案されている。

30

【0003】

図17は、従来のフローセンサの一例を示す斜視図である。図17に示すように、基板1の裏面側から空洞部6を設けてダイアフラムによる電氣的絶縁膜である薄膜構造部2を形成している。薄膜構造部2における基板1の表面側には中央付近に発熱体としての蛇行状のヒータ3が形成され、このヒータ3の両側のうち、図中の白抜き矢印で示される流体の流れの上流側に測温体5が形成されている。また、測温体5の上流側の基板1上には、流体の温度を測定するための流体温度計4が形成されている。

【0004】

このようなフローセンサでは、流体温度計4から得られる流体温度よりも一定温度高い温度になるようにヒータ3を駆動する。そして、流体が流れることにより、図の白抜き矢印で示す順流においては、測温体5は熱を奪われて温度が下がり、白抜き矢印の逆方向である逆流では熱が運ばれて温度が上がるため、この測温体5と流体温度計4との温度差から流体の流量および流れ方向を検出するものである。なお、流体温度計4および測温体5を形成している金属配線の抵抗値変動から温度を測定(検出)している。

40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記した構造の1つの測温体5で検出するフローセンサにおいて、測温体5と流体温度計4との温度差は、流量によって図18に示すように変化する。この図18に示すように、低流量域では直線性がよいが、高流量域では順流時および逆流時とも直線性が悪化する。

50

つまり、低流量域では、ある温度差に対して流量が1つに定まるが、高流量域では定まり難い。特に逆流時では温度差が低下し、正確な流量を検出できなくなる問題がある。

【0006】

これは、薄膜構造部2の熱容量が極めて小さいために、測温体5は順流の流量が増すと流体温度程度まで冷却されて流量に対して変化しなくなり、逆流の場合は流れによるヒータ3からの加熱よりも流れによる冷却が強まり、結果として温度差が得られなくなってしまうためである。

【0007】

このような高流量域での感度低下を防止する方法の1つとしては、特公平6-68451号公報などに開示された技術がある。この公報では、薄膜構造部をブリッジにより形成しているが、この薄膜構造部に熱容量が極めて大きい金属膜を形成し、高流量まで検出できるとしている。

10

【0008】

しかし、ブリッジ上に金属膜を少なくとも2層形成した積層構造とするため、製造工程が複雑になる。また、その構造体内に2層の金属膜を配置するため、応力分布による構造体の反り制御が困難であり、構造体の温度変化に対して各材料の熱膨張係数の差によって反りが変化し、熱ストレスが構造体に生じる。そのため、電源のオン、オフあるいは断続的な通電などによる冷熱サイクルを繰り返すことにより、構造体の破壊やヒータの断線などを引き起こす可能性がある。

【0009】

20

本発明は上記問題に鑑みたもので、簡単な構造で高流量域まで測定できるフローセンサを提供することを目的とする。

【0010】

また、簡単な構造で高流量域まで測定でき、しかも熱ストレスに対して強いフローセンサを提供することを目的とする。

【0011】

さらに、そのようなフローセンサを複雑な工程を要することなく作製できる製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

30

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明においては、空洞部(6)を有する基板(1)の空洞部(6)上に薄膜構造部(2)を設け、この薄膜構造部(2)に膜構成の発熱体(3)と発熱体(3)の片側のみに配置された測温体(5)とを形成し、薄膜構造部(2)以外の基板(1)上に配設された流体温度計(4)と測温体(5)で検出した温度の比較により流体の流量を測定するようにしたフローセンサにおいて、発熱体(3)の温度分布を、流体が発熱体(3)上に流れていない状態で、発熱体(3)のうち測温体(5)から近い部分の温度が測温体(5)から遠い部分よりも高くなるようにしていることを特徴としている。

【0013】

このように、発熱体(3)における測温体(5)から近い部分の温度を高くすることで、測温体(5)の温度を高めることができ、特に、測温体(5)側から発熱体(3)の方向に流体が流れる場合に、測温体(5)が流体温度程度まで冷却されて流量の検出が困難になる流量を高めることができる。従って、簡単な構造で高流量域まで測定できるフローセンサを提供することができる。

40

【0015】

発熱体(3)としては、請求項2に記載の発明のように、蛇行状の形状となるように形成し、発熱体(3)のうち測温体(5)から近い部分における発熱体(3)の間隔が、測温体(5)から遠い部分における発熱体(3)の間隔と比較して密であるものを用いることができる。

【0016】

50

また、この発熱体(3)の他の例としては、請求項3に記載の発明のように、蛇行状の形状となるように形成し、発熱体(3)のうち測温体(5)から近い部分における発熱体(3)の線幅が、測温体(5)から遠い部分における発熱体(3)の線幅と比較して細いものを用いることができる。

【0017】

さらに、請求項4に記載の発明のように、測温体(5)と薄膜構造部(2)における測温体(5)側の外周との距離を、発熱体(3)と薄膜構造部(2)における発熱体(3)側の外周との距離よりも大きくすることにより、発熱体(3)のうち測温体(5)から遠い部分の温度が下がるため、測温体(5)から近い部分の温度を高めることができる。

【0018】

また、請求項5に記載の発明のように、発熱体(3)と薄膜構造部(2)における発熱体(3)側の外周との間に熱拡散膜(9)を形成することにより、発熱体(3)のうち測温体(5)から遠い部分における放熱が促され、請求項4に記載の発明と同様の効果を発揮することができる。

【0019】

また、請求項6に記載の発明のように、熱拡散膜(9)を発熱体(3)と同一材料にすると好適である。

【0030】

請求項7に記載の発明では、請求項4ないし6のいずれか1つに記載の発明において、発熱体(3)を蛇行状の形状となるように形成し、発熱体(3)の折り返し部の幅が発熱体(3)のその他の部分の幅と比較して広いことを特徴としている。

【0032】

請求項8に記載の発明では、請求項5ないし7のいずれか1つに記載の発明において、発熱体(3)を蛇行状の形状となるように形成し、発熱体(3)の折り返し部の角が丸いことを特徴としている。

【0037】

請求項9に記載の発明では、発熱体(3)、測温体(5)および熱拡散膜(9)を同時に形成するようにしているから、複雑な工程を要することなく、請求項6に記載のフローセンサを製造することができる。

【0038】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0039】

【発明の実施の形態】

(第1実施形態)

図1に本発明の第1実施形態に係る感熱式フローセンサの上面図を示す。本実施形態は、図1における白抜き矢印方向で示される、測温体5から発熱体としてのヒータ3の方向(以下、このような流体の流れを順流とする)に流体が流れる場合も、順流とは逆の方向、つまり、ヒータ3から測温体5の方向(以下、このような流体の流れを逆流とする)に流体が流れる場合も測定できるが、特に、順流の場合において、高流量域まで測定できるフローセンサを提供するものである。

【0040】

図1において、図17の従来例と異なるところは、蛇行状に配置されたヒータ3の間隔である。図1に示すように、ヒータ3の折り返し部が薄膜構造部2の周辺部に位置するような方向に蛇行しており、測温体5に最も近いヒータ3の間隔をその他の部分の間隔よりも密にしている。また、ヒータ3の折り返し部の幅をその他の部分よりも太く(広く)しており、さらに、折り返し部の角を丸くしている。

【0041】

ヒータ3には同じ電流が流れているため、このようにヒータ3の間隔を密にした部分は面積当たりの放熱量が増大するため、ヒータ3の温度分布を、流体がヒータ3上に流れてい

10

20

30

40

50

ないとき（以下、無風時とする）にヒータ3のうち測温体5から近い部分の温度が測温体5から遠い部分よりも高くなるようにできる。その結果、無風時に測温体5の温度も高めることができ、順流時において流量が増すと測温体5が流体温度程度まで冷却され、流量に対して変化しなくなるために流量が測定できなくなる限界の流量を引き上げることができる。従って、高流量域まで測定できるフローセンサを提供することができる。

【0042】

このとき、ヒータ3の折り返し部を太くしている。これは、ヒータ3における測温体5側の温度を高めることが必要であり、ヒータ3の折り返し部は太くても温度を高める効果は小さいため、電流集中による断線を防ぐために太くしたものである。また、この折り返し部の角を丸めることで、角部がある場合と比較して電流集中を防ぎ、ヒータ3の寿命を延ばすことできる。

10

【0043】

なお、従来のような均一なヒータ3を用いて、ヒータ3に流す電流を多くしヒータ3からの発熱量を増加させることで、高流量の場合の検出限界は高くなるが、消費電力が大きくなるというデメリットがある。それに対して、本実施形態では、同じ幅のヒータ3で作製した場合と比較して、消費電力を大きく増大させることなく測温体5の温度を高めることができる。

【0044】

次に、上記したフローセンサの製造方法について、図2に示す工程図を参照して説明する。図2(c)は図1におけるA-A断面に相当する。

20

[図2(a)の工程]

まず、基板としてのSi基板1を用い、その上に下部膜7を形成する。この下部膜7は、 Si_3N_4 膜と SiO_2 膜とを組み合わせた2層の絶縁膜となっており、圧縮応力膜と引っ張り応力膜の組み合わせによって下部膜7に生じる応力を緩和するようにしている。

【0045】

この後、ヒータ3、流体温度計4、測温体5およびこれらの電極取り出し部10を構成する膜として、Pt膜を真空蒸着機により200で2000堆積させる。そのとき、接着層として50のTi層をPt膜と下部膜7の間に用いている。そして、エッチングにより、ヒータ3、流体温度計4、測温体5、およびこれらの電極取り出し部10が所定の形状となるようパターニングする。

30

[図2(b)の工程]

下部膜7と同様に Si_3N_4 膜と SiO_2 膜とからなる2層膜の上部膜8を形成する。そして、上部膜8を部分的にエッチングし、上記電極取り出し部10を開口する。

[図2(c)の工程]

全面に5000のAu蒸着をした後、エッチングを行い、上記電極取り出し部10を覆うようにエッチング保護膜11を形成する。これは、次行程で用いるSiエッチング溶液に対して電極取り出し部10を保護し、かつSi基板1から外部配線を取り出すためにAu線を用いる場合にそれとの密着性を高めるために用いられる。

【0046】

そして、空洞部6を形成させるようにSi基板1の裏面に堆積させた Si_3N_4 膜を部分的にエッチングしSi基板1の表面を露出させる。その他の部分はTMAH液に耐性のある Si_3N_4 や SiO_2 膜およびAu膜により保護されている。続いて、TMAH溶液によって裏面からSi基板1の異方性エッチングを行い、空洞部6を形成させる。以上のようにして、図1に示すフローセンサを製造することができる。

40

【0047】

このフローセンサにおいては、従来の製造工程に対して新たな製造工程は必要とせず、ヒータ3の間隔を変えることでヒータ3に生じる温度分布を変化させているため、複雑な工程を要することなく高流量域まで流量を検出することができる。

【0048】

また、薄膜構造部2の構造体内で金属膜を1層にしているため、応力制御が容易となる。

50

具体的には、ヒータ3を薄膜構造部2のほぼ膜中心に配置し、その上下に上部膜8および下部膜7を対称に配置することで、温度変化に対して反り変動が生じず、熱ストレスに対して強い構造とすることができる。

【0049】

なお、上記した製造方法において、ヒータ3、流体温度計4、測温体5およびこれらの電極取り出し部10を構成する膜としては、Pt膜以外に、ポリシリコン、NiCr、TaN、SiC、Wなどを用いることができる。また、下部膜7、上部膜8としては、ヒータ3等を保護できるものであれば、TiO₂、Al₂O₃、Ta₂O₅、MgO膜などの単一膜あるいは多層膜を用いることができる。

【0050】

また、エッチング保護膜11は、露出した電極取り出し部10がSiエッチング溶液に対して耐性があってもよく、また、Au以外の材料でもエッチング耐性があり、接続配線と接着できる材料であれば何でもよい。また、空洞部6を形成するためのエッチングはTMAH溶液による異方性エッチングに限らず、空洞部6が形成できれば何でもよい。

【0051】

以下、第1実施形態の変形例を示す。上記第1実施形態では、測温体5に最も近い部分のヒータ3の間隔を密にすることにより、ヒータ3の温度分布を、無風時にヒータ3のうち測温体5から近い部分の温度が測温体5から遠い部分よりも高くなるようにした。以下の各変形例では、異なる方法によりヒータ3に対して同様の温度分布を持たせ、同様の効果を発揮するものであるため、主にその異なる方法について述べる。

【0052】

初めに、第1実施形態の第1変形例について述べる。図3は、第1実施形態の第1変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部2の上面図である。本変形例では、測温体5に最も近い部分のヒータ3の間隔を最も密に（狭く）し、測温体5から遠ざかるにつれて徐々に間隔を疎に（広く）するようにしている。

【0053】

これにより、測温体5に近いヒータ3の温度をさらに高めることができ、より高流量域まで流量を検出することができる。

【0054】

次に、第1実施形態の第2変形例について述べる。図4は、第1実施形態の第2変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部2の上面図である。本変形例は、測温体5に最も近い部分のヒータ3の線幅を他の部分の線幅と比較して狭く（細く）することにより、ヒータ3の測温体5に近い部分の温度を高めるようにしたものである。

【0055】

ヒータ3には同じ電流が流れているため、ヒータ3のうち線幅を狭くした測温体5に近い部分は抵抗値が他の部分より高くなり、ヒータ3からの発熱量が増大する。その結果、ヒータ3の測温体5に近い部分の温度を高めることができる。

【0056】

次に、第1実施形態の第3変形例について述べる。図5は、第1実施形態の第3変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部2の上面図である。本変形例は、測温体5に最も近い部分のヒータ3の線幅を他の部分の線幅と比較して最も狭く（細く）し、測温体5から遠ざかるにつれて徐々に広く（太く）したものである。これにより、ヒータ3のうちの測温体5に近い部分の温度を第2変形例よりもさらに高めることができる。

【0057】

次に、第1実施形態の第4変形例について述べる。図6は、第1実施形態の第4変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部2の上面図である。本変形例のヒータ3は、図6に示すように、流体の流れ方向と並行に蛇行した、つまり、ヒータ3の折り返し部が薄膜構造部2の周辺部と測温体5近傍とに位置するように蛇行したものである。

【0058】

そして、測温体5に近い部分のヒータ3の線幅を他の部分の線幅と比較して狭く（細く）

10

20

30

40

50

し、測温体 5 から遠ざかるにつれて徐々に広く（太く）することにより、ヒータ 3 の測温体 5 に近い部分の温度を高めるようにしたものである。

【 0 0 5 9 】

次に、第 1 実施形態の第 5 および第 6 変形例について述べる。図 7 は、第 1 実施形態の第 5 変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部 2 の上面図であり、図 8 は、第 1 実施形態の第 6 変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部 2 の上面図である。第 5 および第 6 変形例は、ヒータ 3 のパターンは線間隔も線幅も一定のままである。

【 0 0 6 0 】

そして、第 5 変形例では、図 7 に示すように、ヒータ 3 と薄膜構造部 2 におけるヒータ 3 側の外周との距離 L_1 を、測温体 5 と薄膜構造部 2 における測温体 5 側の外周との距離 L_2 よりも小さくしている。つまり、測温体 5 とは反対側のヒータ 3 の端部と薄膜構造部 2 の端部とをできるだけ近づけるようにしている。

【 0 0 6 1 】

また、第 6 変形例では、図 8 に示すように、ヒータ 3 と薄膜構造部 2 におけるヒータ 3 側の外周との間、つまり、測温体 5 とは反対側のヒータ 3 の端部と薄膜構造部 2 の外周との間に熱拡散膜 9 を形成している。また、この熱拡散膜 9 はヒータ 3 と同一材料であるものを用い、上記図 2 (a) の工程で示したエッチングによる、ヒータ 3、流体温度計 4、測温体 5、およびこれらの電極取り出し部 10 のパターンニングと同時に形成することができる。

【 0 0 6 2 】

第 5 および第 6 変形例では上記構成とすることにより、ヒータ 3 のうち測温体 5 から遠い部分の温度が下がる。これは、ヒータ 3 としては通常金属膜を用いており、薄膜構造部 2 を構成している絶縁物よりも熱伝導率が高く、また、熱拡散膜 9 も熱伝導率が高いため、薄膜構造部 2 を通しての放熱が多くなるためである。そして、ヒータ 3 の平均温度を制御しているため、ヒータ 3 の測温体 5 から遠い部分の温度が下がると、逆にヒータ 3 の測温体 5 に近い部分の温度が高くなる。

【 0 0 6 3 】

第 6 変形例では、ヒータ 3 等を作成する工程において同時に熱拡散膜 9 を形成することにより、製造工程を新たに増やすことなく簡便な方法で高流量域まで検出することができるフローセンサの製造方法を提供することができる。

【 0 0 6 4 】

なお、熱拡散膜 9 としては、製造工程を簡略化するためにはヒータ 3 と同一材料であるものを用いるとよいが、ヒータ 3 の測温体 5 とは反対側の部分の温度を下げるためには、薄膜構造部 2 を構成している絶縁物よりも熱伝導率が高いものを用いればよい。

【 0 0 6 5 】

(第 2 実施形態)

図 9 に本発明の第 2 実施形態に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部 2 の上面図を示す。本実施形態は、順流の場合も逆流の場合も測定できるが、特に、逆流の場合において、高流量域まで測定できるフローセンサを提供するものである。

【 0 0 6 6 】

図 9 において、図 17 の従来例と異なるところは、蛇行状に配置されたヒータ 3 の間隔である。図 9 に示すように、ヒータ 3 の折り返し部が薄膜構造部 2 の周辺部に位置するような方向に蛇行しており、測温体 5 から最も遠いヒータ 3 の間隔をその他の部分の間隔よりも密にしている。

【 0 0 6 7 】

これにより、無風時は、ヒータ 3 の温度分布が、ヒータ 3 のうち測温体 5 から遠い部分の温度が測温体 5 から近い部分よりも高くなるため、測温体 5 の温度は低い。逆流が生じた場合、測温体 5 から遠い側のヒータ 3 部分で温度が下がる。ヒータ 3 の平均温度を制御しているため、測温体 5 から遠い側のヒータ 3 部分での温度の低下を補うためにヒータ 3 電流が増大し、測温体 5 の近傍のヒータ 3 端部での放熱が多くなり測温体 5 の温度が高ま

10

20

30

40

50

る。

【0068】

従って、測温体5の冷却が強まる様な高流量の逆流が流れたときに測温体5の温度が高くなるようにでき、流体の流れによるヒータ3からの加熱よりも流れによる冷却のほうが強まるのを防ぎ、簡単な構造で高流量まで検出することができるフローセンサを提供することができる。

【0069】

なお、第1実施形態と同様に、ヒータ3の折り返し部の幅をその他の部分よりも太く（広く）し、さらに、折り返し部の角を丸くしてもよい。また、第2実施形態に記載のフローセンサの製造方法は、第1実施形態と同様である。また、特に記述していない構成は第1実施形態と同様である。

10

【0070】

以下、第2実施形態の変形例を示す。上記第2実施形態では、測温体5から最も遠い部分のヒータ3の間隔を密にすることにより、ヒータ3の温度分布が、無風時にヒータ3のうち測温体5から遠い部分の温度が測温体5から近い部分よりも高くなるようにした。以下の各変形例では、異なる方法によりヒータ3に対して同様の温度分布を持たせ、同様の効果を発揮するものであるため、主にその異なる方法について述べる。

【0071】

初めに、第2実施形態の第1変形例について述べる。図10は、第2実施形態の第1変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部2の上面図である。本変形例では、測温体5から最も遠い部分のヒータ3の間隔を最も密に（狭く）し、測温体5に近づくにつれて徐々に間隔を疎に（広く）するようにしている。

20

【0072】

このように、ヒータ3間隔をヒータ3全領域にわたり変化させることで、逆流時に、測温体5に近いヒータ3の温度をさらに高めることができ、流量検出範囲をさらに広げることができる。

【0073】

次に、第2実施形態の第2変形例について述べる。図11は、第2実施形態の第2変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部2の上面図である。本変形例は、測温体5から最も遠い部分のヒータ3の線幅を他の部分の線幅と比較して狭く（細く）することにより、ヒータ3の測温体5に近い部分の温度を高めるようにしたものである。

30

【0074】

これにより、第1実施形態の第2変形例と同様の理由からヒータ3の温度分布を変化させることができ、ヒータ3の測温体5から遠い部分の温度を高めることができる。

【0075】

次に、第2実施形態の第3変形例について述べる。図12は、第2実施形態の第3変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部2の上面図である。本変形例は、測温体5から最も遠い部分のヒータ3の線幅を他の部分の線幅と比較して最も狭く（細く）し、測温体5に近づくにつれて徐々に広く（太く）したものである。

40

【0076】

このように、ヒータ3の線幅を全領域にわたり変化させることで、逆流時に、測温体5に近いヒータ3の温度を第2変形例よりも高めることができ、流量検出範囲をさらに広げることができる。

【0077】

（第3実施形態）

図13に本発明の第3実施形態に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部2の上面図を示す。本実施形態は、流体の順流が生じた場合にも、逆流が生じた場合にも高流量域まで測定できるフローセンサを提供するものである。

【0078】

図13において、図17の従来例と異なるところは、蛇行状に配置されたヒータ3の間隔

50

である。図 1 3 に示すように、ヒータ 3 の折り返し部が薄膜構造部 2 の周辺部に位置するような方向に蛇行しており、ヒータ 3 のうち測温体 5 に最も近い部分と測温体 5 から最も遠い部分のヒータ 3 の間隔をヒータ 3 の中央部の間隔よりも密にしている。

【 0 0 7 9 】

ところで、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様に、無風時にヒータ 3 の測温体 5 側の温度、即ち測温体 5 の温度を高めることができ、順流時において、流体の流量が増すと測温体 5 の温度が流体温度程度まで冷却されて流量に対して変化しなくなる限界の流量を引き上げることができる。また、同時に、第 2 実施形態と同様に、逆流が流れた場合、ヒータ 3 のうち測温体 5 から遠い部分で温度が下がるため、逆流の高流量域においてヒータ 3 電流が増大し、測温体 5 の近傍におけるヒータ 3 の端部での放熱が多くなり測温体 5 の温度を高めることができる。

10

【 0 0 8 0 】

その結果、測温体 5 の冷却が強まる高流量の逆流が流れたときに測温体 5 の温度が高くなるようにでき、測温体 5 に対する流れによるヒータ 3 からの加熱よりも流れによる冷却が強まるのを防ぎ、逆流時でも高流量まで検出することができる。従って、順流の場合も逆流の場合も高流量域まで測定できるフローセンサを提供することができる。

【 0 0 8 1 】

なお、第 1 実施形態と同様に、ヒータ 3 の折り返し部の幅をその他の部分よりも太く（広く）し、さらに、折り返し部の角を丸くしてもよい。また、第 3 実施形態に記載のフローセンサの製造方法は、第 1 実施形態と同様である。また、特に記述していない構成は第 1 実施形態と同様である。

20

【 0 0 8 2 】

以下、第 3 実施形態の変形例を示す。上記第 3 実施形態では、測温体 5 から最も遠い部分と近い部分のヒータ 3 の間隔を密にすることにより、ヒータ 3 の温度分布を、無風時にヒータ 3 のうち測温体 5 から遠い部分と近い部分の温度が測温体 5 の中央部よりも高くなるようにした。以下の各変形例では、異なる方法によりヒータ 3 に対して同様の温度分布を持たせ、同様の効果を発揮するものであるため、主にその異なる方法について述べる。

【 0 0 8 3 】

初めに、第 3 実施形態の第 1 変形例について述べる。図 1 4 は、第 3 実施形態の第 1 変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部 2 の上面図である。本変形例では、測温体 5 に最も近い部分と測温体 5 から最も遠い部分のヒータ 3 の間隔を最も密に（狭く）し、ヒータ 3 の中央に近づくにつれ、徐々にヒータ 3 の間隔が疎に（広く）なるようにしている。

30

【 0 0 8 4 】

本変形例によれば、ヒータ 3 の間隔をヒータ 3 の全領域にわたり変化させているため、測温体 5 から近い側と遠い側の温度をさらに高め、順流と逆流の両方において流量検出範囲をさらに広げることができる。

【 0 0 8 5 】

次に、第 3 実施形態の第 2 変形例について述べる。図 1 5 は、第 3 実施形態の第 2 変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部 2 の上面図である。本変形例は、測温体 5 に最も近い部分と最も遠い部分のヒータ 3 の線幅を他の部分の線幅と比較して狭く（細く）している。これにより、第 1 実施形態の第 2 変形例と同様の理由からヒータ 3 における測温体 5 から近い側と遠い側との温度を高めることができる。

40

【 0 0 8 6 】

次に、第 3 実施形態の第 3 変形例について述べる。図 1 6 は、第 3 実施形態の第 3 変形例に係る感熱式フローセンサの薄膜構造部 2 の上面図である。本変形例は、測温体 5 から最も近い部分と最も遠い部分のヒータ 3 の線幅を他の部分の線幅と比較して最も狭く（細く）し、ヒータ 3 の中央に近づくにつれて徐々に広く（太く）したものである。このように、ヒータ 3 の線幅をヒータ 3 の全領域にわたり変化させることにより、順流と逆流の両方において流量検出範囲をさらに広げることが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

50

- 【図1】第1実施形態に係る感熱式フローセンサの上面図である。
- 【図2】第1実施形態に係る感熱式フローセンサの工程図である。
- 【図3】第1実施形態の第1変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図4】第1実施形態の第2変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図5】第1実施形態の第3変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図6】第1実施形態の第4変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図7】第1実施形態の第5変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図8】第1実施形態の第6変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図9】第2実施形態に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図10】第2実施形態の第1変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図11】第2実施形態の第2変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図12】第2実施形態の第3変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図13】第3実施形態に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図14】第3実施形態の第1変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図15】第3実施形態の第2変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図16】第3実施形態の第3変形例に係る薄膜構造部の上面図である。
- 【図17】従来のフローセンサの斜視図である。
- 【図18】従来のフローセンサにおいて、流体温度計と測温体の温度差と流量との関係を示す特性図である。

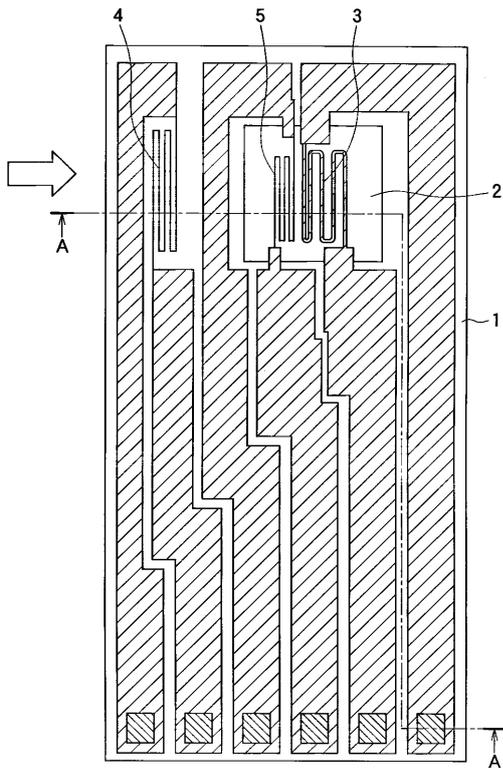
10

【符号の説明】

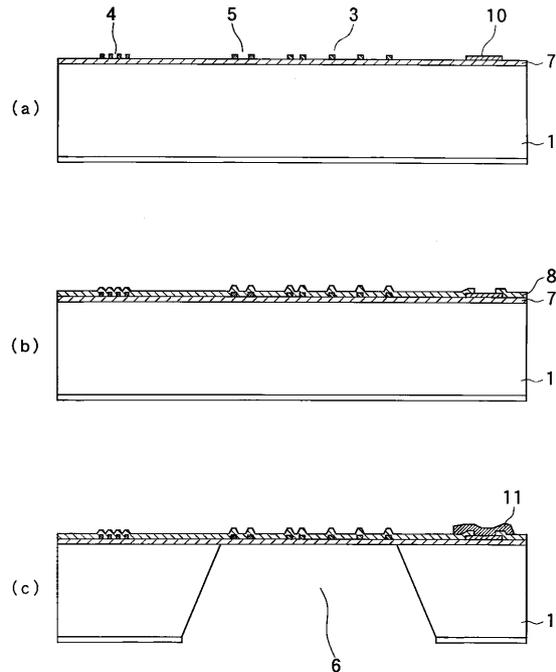
20

- 1 ...基板、2 ...薄膜構造部、3 ...ヒータ、4 ...流体温度計、5 ...測温体、
- 6 ...空洞部、7 ...下部膜、8 ...上部膜、9 ...熱拡散膜、10 ...電極取り出し部、
- 11 ...エッチング保護膜。

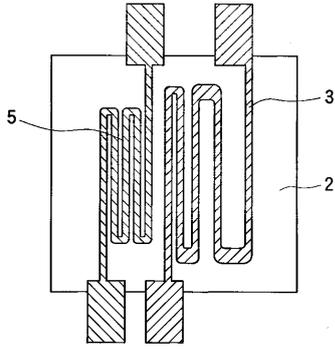
【図1】



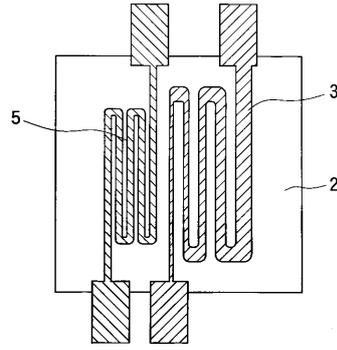
【図2】



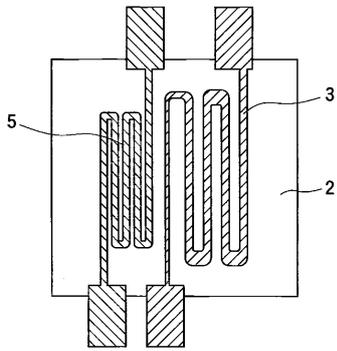
【図 3】



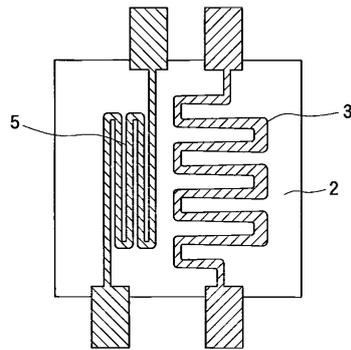
【図 5】



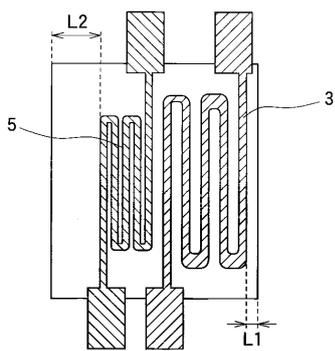
【図 4】



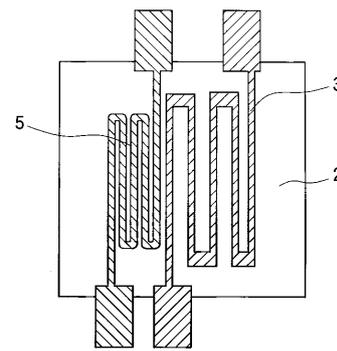
【図 6】



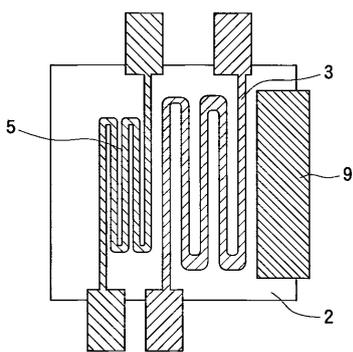
【図 7】



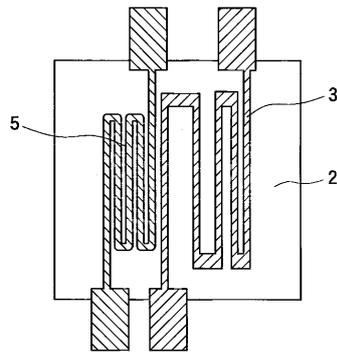
【図 9】



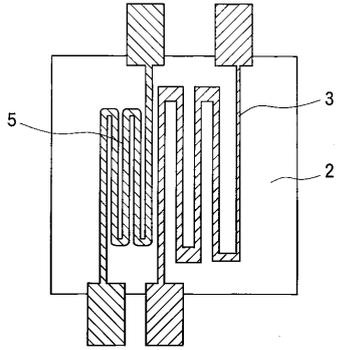
【図 8】



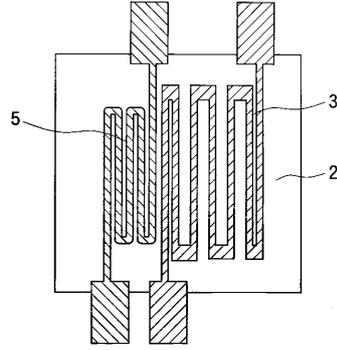
【図 10】



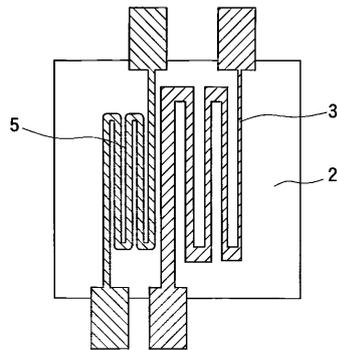
【図 1 1】



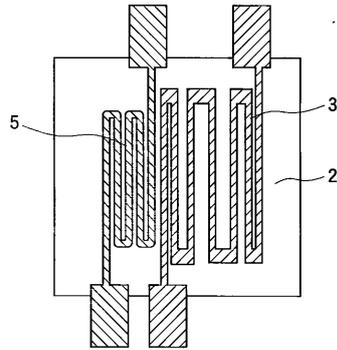
【図 1 3】



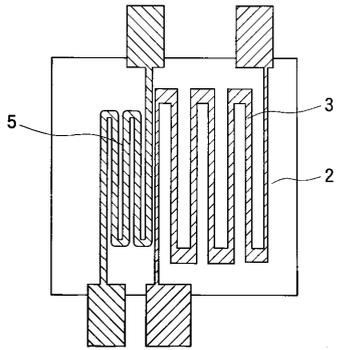
【図 1 2】



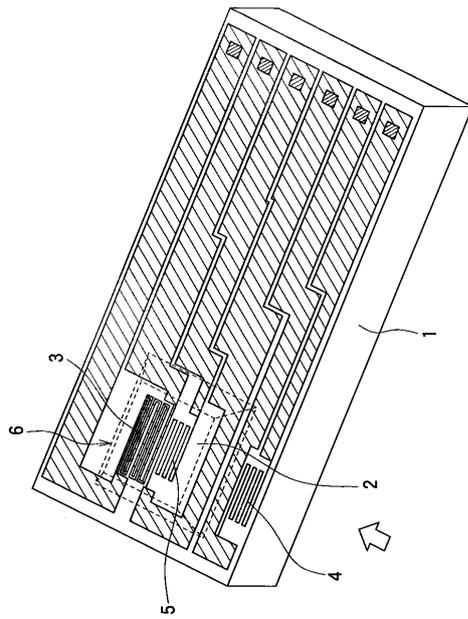
【図 1 4】



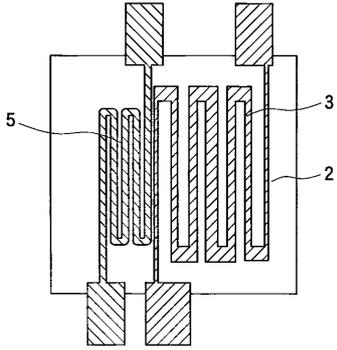
【図 1 5】



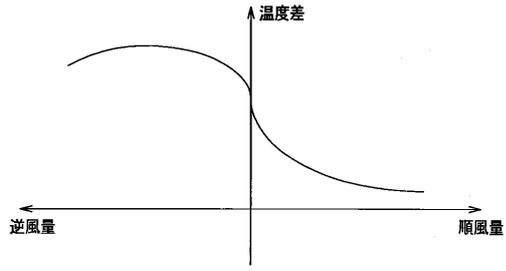
【図 1 7】



【図 1 6】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 岩城 隆雄

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 岸 智史

(56)参考文献 特開平09-229736(JP,A)

特開昭60-236029(JP,A)

特開平09-329480(JP,A)

特開平11-094618(JP,A)

特開平05-157758(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/68