

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5224089号
(P5224089)

(45) 発行日 平成25年7月3日(2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月22日(2013.3.22)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 F 1/682 (2006.01)

G O 1 F 1/68 1 O 4 A

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-151209 (P2007-151209)	(73) 特許権者	390009667
(22) 出願日	平成19年6月7日(2007.6.7)		セイコーNP C株式会社
(65) 公開番号	特開2008-304293 (P2008-304293A)		東京都中央区八丁堀一丁目9番9号
(43) 公開日	平成20年12月18日(2008.12.18)	(74) 代理人	100097629
審査請求日	平成22年6月5日(2010.6.5)		弁理士 竹村 壽
		(72) 発明者	月井 智之
			栃木県那須塩原市下田野531-1 セイ
			コーNP C株式会社内
		審査官	藤原 伸二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱式センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体基板と、前記半導体基板表面に形成され、間隔をおいて一列に配置された第1、第2及び第3のダイヤフラム構造と、中央に位置する前記第2のダイヤフラム構造上にメンブレンを介して形成されたヒータ素子と、前記第2のダイヤフラム構造の両側に配置された前記第1及び第3のダイヤフラム構造上にそれぞれメンブレンを介して形成された第1及び第2のサーモパイルセンサとを具備した熱式センサにおいて、第4及び第5のダイヤフラム構造を更に有し、前記第1、第2及び第3のダイヤフラム構造からなる配列と、前記第4、第2及び第5のダイヤフラム構造からなる配列とは、互いに直角に配置され、前記第4及び第5のダイヤフラム構造上には、それぞれメンブレンを介して形成された第3及び第4のサーモパイルセンサとを備え、前記ヒータ素子と前記各ダイヤフラム構造上に形成された各サーモパイルセンサとの間隔は、1つのダイヤフラム構造に形成されたヒータ素子とサーモパイルセンサとから構成された熱式センサの前記ヒータ素子と前記サーモパイルセンサとの間隔より広くして、冷点及び温点の温度差を大きくすることを特徴とする熱式センサ。

【請求項2】

前記半導体基板は、密閉された容器に収納され、前記第1のサーモパイルセンサによって検出される温度から得られる出力電圧と、前記第2のサーモパイルセンサによって検出される温度から得られる出力電圧との差の変化を測定し、前記容器の状態変化を検出することを特徴とする請求項1に記載の熱式センサ。

【請求項 3】

前記半導体基板は、流体の流れる方向と、前記第 1 及び第 2 のサーモパイルセンサで形成される列の方向とが平行になるように前記流体の流路内に配置され、前記第 1 のサーモパイルセンサによって検出される温度から得られる出力電圧と、前記第 2 のサーモパイルセンサによって検出される温度から得られる出力電圧との差の変化を測定し、前記流体の有無又は流量を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の熱式センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、サーモパイル素子を用いた熱式センサに関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

サーモパイル素子は、非接触で個々の物体から放射される熱を受け、そのエネルギーに応じた熱起電力を発生する熱式センサに用いられる。この熱式センサは、測定する対象によって流体の有無又は流量を検出する熱式フローセンサあるいは容器の状態変化を検出する熱式加速度センサなどに使用される。

特許文献 1 には、ガス等の流体の流量を検出する流体検知センサが開示されている。この流体検知センサは、図 8 に示すように、ヒータの抵抗値を小さくして発熱を大きくすると共にサーモパイルのゼーベック係数を高くしてセンサの感度を向上させている。薄膜状のブリッジ部 135 の上面にポリシリコンからなるヒータ 136 を設け、その両側にサーモパイル 137、138 を配置する。このサーモパイル 137、138 はポリシリコンとアルミニウムの細線によって構成されている。ここでヒータ 136 とサーモパイル 137、138 のポリシリコン細線 141 には、P（燐）がイオン注入等によってドーピングされており、ヒータ 136 のドーピング量がポリシリコン細線 141 よりも大きくなっている。

20

【0003】

この流体検知センサが形成されたシリコン基板 132 には、ヒータ 136 及びその両側に配置されたサーモパイル素子 137、138 の一部を載置するようにダイヤフラム構造が設けられている。このダイヤフラム構造は、空隙部 133 と、この空隙部 133 を覆うブリッジ部 135 から構成されている。ブリッジ部 135 は、シリコン基板 132 の表面を覆う絶縁薄膜 134 の一部から構成されている。

30

特許文献 2 には、状態変化を検知する熱式加速度センサが開示されている。通常の加速度出力の他にセンサの状態を常時モニタできる出力端子を有し、流体の変化による予期せぬ感度低下をシステムに知らせることが可能な熱型加速度センサが記載されている。熱分離された三本の梁のうち中央の梁上には発熱源であるヒータが設けられ、また、左側の梁と中央の梁上には第 1 熱電対が冷接点と温接点とがそれぞれ左、中央の梁の中心部付近に配置された状態で設けられ、また、同様に右側の梁と中央の梁上には第 2 熱電対が冷接点と温接点とがそれぞれ右、中央の梁の中心部付近に配置された状態で設けられている。

【特許文献 1】特開 2001-249040 号公報

【特許文献 2】特開 2000-65850 号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

引用文献 1、2 に示される熱式の流体検知センサ及び加速度センサは、ヒータの直ぐ脇にサーモパイル素子の温点があり、温点を直接暖めて出力を得る構造になっている。しかしながら、ヒータの直ぐ脇にサーモパイル素子を配置すると、温点と冷点の温度差があまりとれず、高出力が得られ難かった。また、サーモパイル素子が一列に並んでいるのでサーモパイル素子の対数を余り増やすことができず、対数が少ないと高出力のセンサが得られないという問題があった。

本発明は、このような事情によりなされたものであって、出力及び感度の向上を可能に

50

するサーモパイル素子を用いた熱式センサを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の熱式センサの一態様は、半導体基板と、前記半導体基板表面に形成され、間隔をおいて一列に配置された第1、第2及び第3のダイヤフラム構造と、中央に位置する前記第2のダイヤフラム構造上にメンブレンを介して形成されたヒータ素子と、前記第2のダイヤフラム構造の両側に配置された前記第1及び第3のダイヤフラム構造上にそれぞれメンブレンを介して形成された第1及び第2のサーモパイルセンサとを具備した熱式センサにおいて、第4及び第5のダイヤフラム構造を更に有し、前記第1、第2及び第3のダイヤフラム構造からなる配列と、前記第4、第2及び第5のダイヤフラム構造からなる配列とは、互いに直角に配置され、前記第4及び第5のダイヤフラム構造上には、それぞれメンブレンを介して形成された第3及び第4のサーモパイルセンサとを備え、前記ヒータ素子と前記各ダイヤフラム構造上に形成された各サーモパイルセンサとの間隔は、1つのダイヤフラム構造に形成されたヒータ素子とサーモパイルセンサとから構成された熱式センサの前記ヒータ素子と前記サーモパイルセンサとの間隔より広くして、冷点及び温点の温度差を大きくすることを特徴としている。

10

【0006】

前記半導体基板は、密閉された容器に収納され、前記第1のサーモパイルセンサによって検出される温度から得られる出力電圧と、前記第2のサーモパイルセンサによって検出される温度から得られる出力電圧との差の変化を測定し、前記容器の状態変化を検出するようにしても良い。前記半導体基板は、流体の流れる方向と、前記第1及び第2のサーモパイルセンサで形成される列の方向とが平行になるように前記流体の流路内に配置され、前記第1のサーモパイルセンサによって検出される温度から得られる出力電圧と、前記第2のサーモパイルセンサによって検出される温度から得られる出力電圧との差の変化を測定し、前記流体の有無又は流量を検出するようにしても良い。

20

【発明の効果】

【0007】

本発明は、ヒータとサーモパイル素子との間隔を従来より広くすることにより、温点と冷点の温度差を広くし出力を向上させると共に感度の向上を可能にする。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0008】

以下、実施例を参照して発明の実施の形態を説明する。

【実施例1】

【0009】

図1乃至図4を参照して実施例1を説明する。

図1は、熱式センサの平面図及び平面図に示すA-A'線に沿う部分の断面図、図2は、図1に示す熱式センサを構成するサーモパイル素子が形成されたシリコン基板の断面図及びサーモパイル素子の模式平面図、図3は、図1に示す熱式センサを構成するヒータの模式平面図、図4は、熱式フローセンサの原理を説明する熱式センサの断面図である。

【0010】

40

熱式フローセンサとして用いられる熱式センサが形成されたシリコン基板1には、ヒータ2及びサーモパイル素子3、4が形成されている。シリコン基板1表面にヒータ2を中心にその両側にサーモパイル素子3、4が配置されている。これらヒータ2及びサーモパイル素子3、4は、それぞれ専用のダイヤフラム(diaphragm)構造の上に形成されている。ダイヤフラム構造は、シリコン基板1上面に上方が広がった凹状に形成されたキャビティとこのキャビティ上に位置するメンブレンから構成される。第1のダイヤフラム構造は、シリコン基板1に形成されたキャビティ11と、シリコン基板1表面に形成され、キャビティ11を被覆するメンブレン11aとから構成され、第1のサーモパイル素子3が載置される。第2のダイヤフラム構造は、シリコン基板1に形成されたキャビティ10と、シリコン基板1表面に形成され、キャビティ10を被覆するメンブレン10aとから構

50

成され、ヒータ2が載置される。第3のダイヤフラム構造は、シリコン基板1に形成されたキャビティ12と、シリコン基板1表面に形成され、キャビティ12を被覆するメンブレン12aとから構成され、第2のサーモパイル素子4が載置される。第1及び第2のサーモパイル素子3、4の上面にはそれぞれ熱吸収膜13、14が形成されている。

【0011】

図2に示すサーモパイル素子は、熱電対が複数個直列に形成配置して構成されている。サーモパイルは、非接触で個々の物体から放射される赤外線エネルギーを受けると、そのエネルギーに応じた熱起電力を発生する熱式センサであり、そのエネルギー絶対量（温度）が検出可能である。

図2を参照して、サーモパイル素子の一例である図1のシリコン基板1上に形成されたサーモパイル素子4を説明する。この実施例ではこの一例に限らず既存のどのようなサーモパイル素子でも用いることができる。サーモパイル素子を構成する熱電対は、温度計の1種であり、異なる2種類の導電材料の細線の両端を接合し、2つの接合点の温度差により発生する熱起電力を測定することにより温度を測定する装置である。

【0012】

シリコン基板1上に、異種の導電材料からなる熱電対24が複数個直列に接続した構造のサーモパイル23を設ける。熱電対24の温接点部22は、シリコン基板1中心付近に、冷接点部21は、シリコン基板1周辺部になるように配置する。サーモパイル23の上は、例えば、SOG(Spin On Glass)などの黒体用絶縁膜17で覆われている。この黒体用絶縁膜17上には、サーモパイル23の温接点部22上で且つ冷接点部21上にかからないように、例えば、金、銀などの熱を吸収する黒体（熱吸収膜）14がアモルファスシリコン膜18を介して配設される。

【0013】

サーモパイル素子4は、シリコン基板1上のダイヤフラム構造の上に設けられている。このサーモパイル素子4を載置するダイヤフラム構造は、キャビティ12とこのキャビティ12を覆ってシリコン基板1の表面上に形成されるメンブレン12aから構成される。キャビティ12は、エッチングなどにより形成され、メンブレン12aは、例えば、シリコン窒化膜を、例えば、プラズマCVD法により形成される。厚さは、100nm程度である。メンブレン12a上に熱電対24を構成するポリシリコン膜20を形成する。ポリシリコン膜20を、例えば、BPSG(Boron-doped Phospho-Silicate Glass)膜などの絶縁膜16で被覆し、絶縁膜16の表面は平坦化される。そして、平坦化された絶縁膜16上に熱電対を構成するアルミニウム（Al）膜19を形成し、アルミニウム膜19とポリシリコン膜20とを接合して複数の熱電対24を形成する。アルミニウム膜19は、黒体用絶縁膜17により被覆される。

【0014】

冷接点部21は、ヒートシンクの作用をするシリコン基板1上に配置されており熱吸収膜に覆われていないので、気体に接触しても温度は変化し難いが、温接点部22は、シリコン基板1から浮いたキャビティ12上に形成されているので、熱容量が小さく、更にその上部に熱吸収膜が形成されているので、加熱された気体に触れると敏感に温度が変化する。

黒体（熱吸収膜）14がヒータからの熱を吸収し、サーモパイル23の温接点部22の温度が上昇し、温接点部22と冷接点部21との間に温度差を生じ、これによって熱電対24にそれぞれ熱起電力が生じる。サーモパイル23には、これらの熱電対24の熱起電力が足し合わされ、サーモパイル引き出し電極25から出力を取り出すことができる。

【0015】

図3は、シリコン基板1上に形成されたヒータ2である。ヒータ2は、例えば、ポリシリコン膜から構成される。しかし、この材料に限らず既存のどのような抵抗材料を用いることができる。ポリシリコン膜をヒータに用いた場合、熱電対の一方の材料がポリシリコン膜であるので、ヒータ及び熱電対を形成する工程を同一プロセスで形成することができる。また、ポリシリコン膜を用いるとヒータ及び熱電対は、燐などの不純物のポリシリコ

10

20

30

40

50

ン膜への添加量を変えることによりその抵抗値などの電気的特性を容易に調整することができる。ヒータ2には両端に引出し電極26が設けられている。

【0016】

次に、図4を参照してこの実施例の熱式フローセンサの作用を説明する。

まず、熱式フローセンサは、ヒータ2に電流を流して発熱させながら上流側及び下流側のサーモパイル素子3、4の出力が監視される。気体の流れていない無風時には、サーモパイル素子3の出力電圧とサーモパイル素子4の出力電圧とは等しい。このとき、センサの熱分布27は、ヒータ2を中心に左右均等に分布している（図4（a））。しかし、矢印で示す方向に、上流側から下流側に向けて気体が移動していると、上流側のサーモパイル素子3の温接点はヒータからの熱の影響が低減されるため降温し、出力電圧が小さくなる。一方、気体によって運ばれる熱で下流側のサーモパイル素子4の温接点は温度が上昇し、出力電圧が大きくなる。従って、両サーモパイル素子3、4の出力電圧値の差により空気の流量を測定することができる。また、この実施例のようにヒータ2の両側にサーモパイル素子3、4を配置した構造の場合には、矢印方向と反対向きに気体が流れた場合にも流体流量（ガス流量）を検出することができる。

10

【0017】

この実施例では、ダイヤフラム構造が2つのサーモパイル素子とヒータのそれぞれに配置されているので、それぞれを従来より接近させる必要はなく、ヒータとサーモパイル素子との間隔を従来より広くすることができ、その結果温点と冷点の温度差を広くして出力を向上させると共に感度を向上させることが可能になる。

20

【実施例2】

【0018】

次に、図5及び図6を参照して実施例3を説明する。

図5は、熱式センサの断面図、図6は、熱式加速度センサの原理を説明する熱式センサの断面図である。この実施例では、熱式センサは、密閉された容器内に配置され熱式加速度センサとして用いられる。

熱式加速度センサとして用いられる熱式センサが形成されたシリコン基板1には、ヒータ36及びサーモパイル素子37、38が形成されている。シリコン基板1表面にヒータ36を中心にその両側にサーモパイル素子37、38が配置されている。これらヒータ36及びサーモパイル素子37、38は、それぞれ専用のダイヤフラム構造の上に形成されている。ダイヤフラム構造は、シリコン基板1上面に上方が広がった凹状に形成されたキャビティとこのキャビティを封止するメンブレンから構成される。第1のダイヤフラム構造は、シリコン基板1に形成されたキャビティ34と、シリコン基板1表面に形成され、キャビティ34を被覆するメンブレン34aとから構成され、第1のサーモパイル素子37が載置される。

30

【0019】

第2のダイヤフラム構造は、シリコン基板1に形成されたキャビティ33と、シリコン基板1表面に形成され、キャビティ33を被覆するメンブレン33aとから構成され、ヒータ36が載置される。第3のダイヤフラム構造は、シリコン基板1に形成されたキャビティ35と、シリコン基板1表面に形成され、キャビティ35を被覆するメンブレン35aとから構成され、第2のサーモパイル素子38が載置される。第1及び第2のサーモパイル素子37、38の上面にはそれぞれ熱吸収膜39、40が形成されている。

40

サーモパイル素子は、熱電対が複数個直列に形成配置して構成されている。サーモパイルは、非接触で個々の物体から放射される熱を受けると、そのエネルギーに応じた熱起電力を発生する熱式加速度センサであり、そのエネルギー絶対量（温度）が検出可能である。

【0020】

次に、図6を参照して熱式加速度センサの作用を説明する。

まず、熱式加速度センサは、ヒータ36に電流を流して発熱させながら上流側及び下流側のサーモパイル37、38の出力が監視される。密閉された容器が静止している時には

50

、サーモパイル素子 37 の出力電圧とサーモパイル素子 38 の出力電圧とは等しい。このとき、センサの熱分布 41 は、ヒータ 36 を中心に左右均等に分布している（図 6（a））。しかし、矢印で示す方向に、下流側から上流側に向けて加速、衝撃が加わったときには、上流側のサーモパイル素子 37 の温接点は、ヒータからの熱の影響が低減されるため降温し、出力電圧が小さくなる。一方、加速度等により熱分布は、下流側に傾き、サーモパイル素子 38 の温接点は、温度が上昇し出力電圧が大きくなる。従って、両サーモパイル素子 37、38 の出力電圧値の差により加速度を測定することができる。

この実施例では、ダイヤフラム構造が 2 つのサーモパイル素子とヒータのそれぞれに配置されているので、それぞれを従来より接近させる必要はなく、ヒータとサーモパイル素子との間隔を従来より広くすることができ、その結果温点と冷点の温度差を広くして出力を向上させると共に感度を向上させることが可能になる。

【実施例 3】

【0021】

次に、図 7 を参照して実施例 3 を説明する。

図 7 は、熱式加速度センサの平面図及びこの平面図の B-B' 線に沿う部分の断面図である。本実施例も熱式センサを熱式加速度センサとして応用した例であり、基本的な構造および機能は前述の実施例 2 と同様である。図 7（a）に示す様に、シリコン基板 1 には、ヒータ 2 及びサーモパイル素子 3、4 が横方向に一直列に形成されている。そして、シリコン基板 1 表面にヒータ 2 を中心にその上下方向の両側にサーモパイル素子 5、6 が配置されている。これらヒータ 2 及びサーモパイル素子 3、4、5、6 は、それぞれ専用のダイヤフラム(diaphragm) 構造の上に形成されている。ダイヤフラム構造は、シリコン基板 1 上面に上方が広がった凹状に形成されたキャビティとこのキャビティを封止するメンブレンから構成される。第 1 乃至第 3 のダイヤフラム構造は、既に述べ、図 5 に示した通りであるので説明を略す。

【0022】

図 7（b）に示す様に、第 4 のダイヤフラム構造は、シリコン基板 1 に形成されたキャビティ 29 と、シリコン基板 1 表面に形成され、キャビティ 29 を被覆するメンブレン 29a とから構成され第 3 のサーモパイル素子 5 が載置される。第 5 のダイヤフラム構造は、シリコン基板 1 に形成されたキャビティ 30 と、シリコン基板 1 表面に形成され、キャビティ 30 を被覆するメンブレン 30a とから構成され、第 4 のサーモパイル素子 6 が載置される。第 1 乃至第 4 のサーモパイル素子 3、4、5、6 の上面にはそれぞれ熱吸収膜 13、14、31、32 が形成されている。

【0023】

この実施例では、ヒータ 2 を中心に 2 つの軸を構成するようサーモパイル素子が配置されている。すなわち、サーモパイル素子 3、ヒータ 2、サーモパイル素子 4 の配列により第一の軸が構成され、サーモパイル素子 5、ヒータ 2、サーモパイル素子 5 の配列により第二の軸が構成される。これにより 2 つの軸方向に対する加速度を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図 1】実施例 1 に係る熱式センサの平面図及び平面図に示す A-A' 線に沿う部分の断面図。

【図 2】熱式センサを構成するサーモパイル素子が形成されたシリコン基板の断面図及びサーモパイル素子の模式平面図。

【図 3】図 1 に示す熱式センサを構成するヒータの模式平面図。

【図 4】熱式フローセンサの原理を説明する熱式センサの断面図。

【図 5】実施例 2 に係る熱式センサの断面図。

【図 6】熱式加速度センサの原理を説明する熱式センサの断面図。

【図 7】実施例 3 に係る熱式センサの平面図及びこの平面図の B-B' 線に沿う部分の断面図。

【図 8】従来の流体検知センサの平面図及び C－C 線断面図。

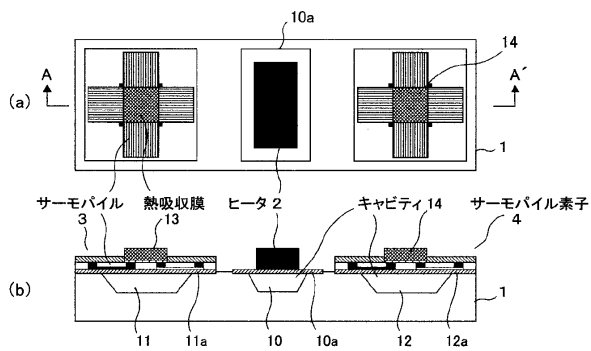
【符号の説明】

【0025】

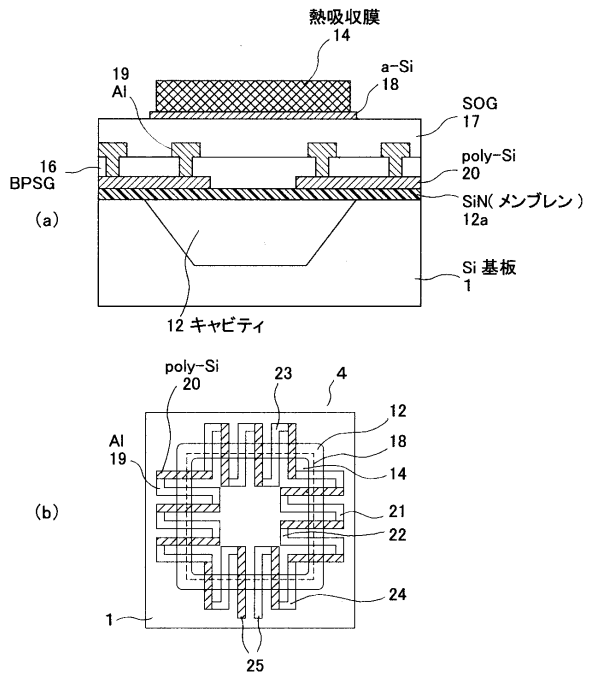
- 1・・・シリコン基板
- 2・・・ヒータ
- 3、4・・・サーモパイル素子
- 10、11、12・・・キャビティ
- 10a、11a、12a・・・メンブレン
- 13、14・・・熱吸収膜
- 21・・・冷接点部
- 22・・・温接点部
- 23・・・サーモパイル
- 24・・・熱電対
- 27、28・・・熱分布

10

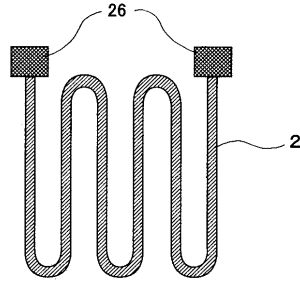
【図 1】



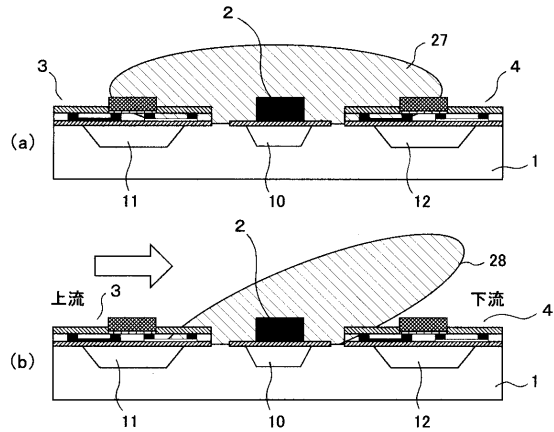
【図 2】



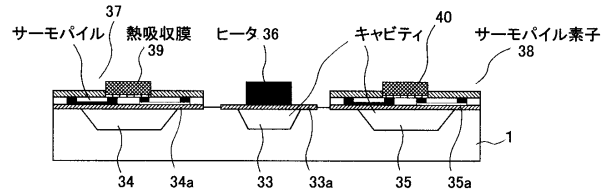
【図 3】



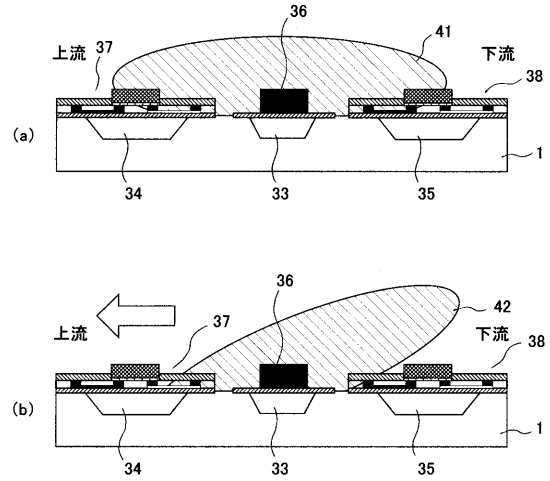
【図 4】



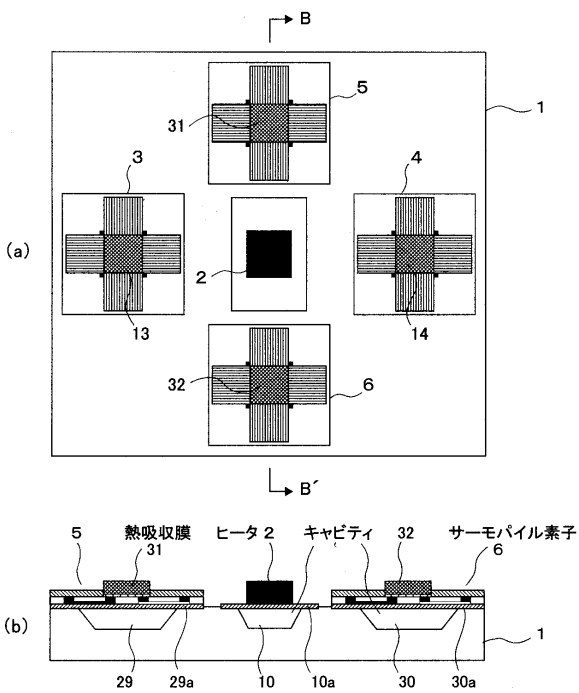
【図 5】



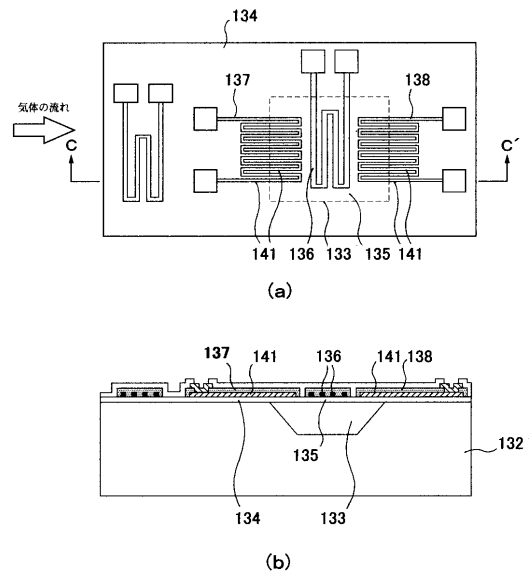
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-064061 (JP, A)
特開2000-283813 (JP, A)
特開平11-023338 (JP, A)
特開2004-061412 (JP, A)
特開2002-081983 (JP, A)
特開平01-147322 (JP, A)
特開2003-282961 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/56-1/90
G01P 15/00-15/16
G01P 5/12