

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4854238号  
(P4854238)

(45) 発行日 平成24年1月18日(2012.1.18)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl.

G01F 1/692 (2006.01)

F 1

G01F 1/68 104A

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-258828 (P2005-258828)  
 (22) 出願日 平成17年9月7日 (2005.9.7)  
 (65) 公開番号 特開2007-71687 (P2007-71687A)  
 (43) 公開日 平成19年3月22日 (2007.3.22)  
 審査請求日 平成20年3月18日 (2008.3.18)

(73) 特許権者 000006666  
 株式会社山武  
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号  
 (74) 代理人 100106378  
 弁理士 宮川 宏一  
 (72) 発明者 池 信一  
 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社山武内  
 (72) 発明者 上運天 昭司  
 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社山武内  
 (72) 発明者 熊佐 淳司  
 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社山武内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フローセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板の上面に形成された凹部の少なくとも一部を覆うように被覆された絶縁膜に発熱素子と測温素子からなる流量検出部が形成されたセンサチップと、該センサチップ上に設けられ前記流量検出部を流れる流体の流路が形成された流路形成部材とを備えたフローセンサであって、

前記発熱素子は、前記流路において流体の流れの方向と直交する方向に形成され、

前記流路の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状を、前記発熱素子により形成される熱温度分布の形状に沿わせる形状に形成したことを特徴とするフローセンサ。

## 【請求項 2】

前記流路の断面形状は、前記流体の流れ方向から見て、前記流量検出部の形成された部分において当該流量検出部の形成部である流路底部が直線状をなし、前記流路底部の両端から立ち上がって形成される流路内周面部においては、前記流量検出部に対向する流路上部の湾曲度合いが、前記流路底部と前記流路上部との間に形成される流路両側側壁部のそれぞれの湾曲度合いよりも小さい略アーチ形に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 3】

前記流路形成部材は透明部材で形成されており、前記流路の断面形状は、少なくとも前記流路上部が湾曲して形成される代わりに直線状に形成されると共に、前記流路側壁部が湾曲して形成される代わりに、前記流体の流れ方向から見て、前記流路上部の両端部に連

なった隅部が湾曲して形成されていることを特徴とする、請求項2に記載のフローセンサ。

**【請求項 4】**

前記流路形成部材は透明部材で形成されており、前記流路の上方の外側面が凸レンズ状に形成されていることを特徴とする、請求項1乃至請求項3の何れかに記載のフローセンサ。

**【請求項 5】**

前記基板はシリコンで形成され、前記流路形成部材はガラスで形成されていることを特徴とする、請求項1乃至請求項4の何れかに記載のフローセンサ。

**【発明の詳細な説明】**

10

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、例えば半導体製造装置に使用するガス等の微少な流量の測定に好適なフローセンサに関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

例えば、半導体製造装置に使用するガス等の流体の流量や流速を検出する流量測定装置として、流体に熱を付与して所定位置における流体の温度差を測定することにより流量を測定する熱式の流量測定装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

**【0003】**

20

図8及び図9は、従来の熱式流量測定装置（フローセンサ）の一例を示し、流量測定装置1は、センサチップ2と、このセンサチップ2の上面に接合された流路形成部材としてのガラスチップ3とにより構成されている。センサチップ2は、シリコン基板4の上面4aに窒化シリコン又は二酸化シリコンの絶縁膜（薄膜）5が形成され、絶縁膜5の中央位置に発熱素子としてのヒータ6と、該ヒータ6の上流側及び下流側に等間隔で測温素子7と測温素子8とが形成され、これらの各リードパターンが両側方に延出され（図9参照）、更にこれらが窒化シリコン又は二酸化シリコンの絶縁膜（薄膜）9により被覆された構成とされている。そして、ヒータ6と測温素子7, 8とにより流量検出部10が形成され、シリコン基板上面4aの流量検出部10の下側位置に流量検出部10とシリコン基板4とを熱的に遮断する凹部4bが形成されている。

30

**【0004】**

ガラスチップ3は、センサチップ2よりも僅かに幅狭とされ、ヒータ6、測温素子7, 8上を測温素子7側から測温素子8側に矢印で示すように流体を流す流路（溝）11が形成された構成とされている。流量検出部10のヒータ6、測温素子7, 8の各リードパターンは、図9に示すようにガラスチップ3の両側面から側方に延出されており、絶縁膜9の前記各リードパターンの先端位置にワイヤボンド接続用の電極パッド9aが形成されている。ガラスチップ3とシリコン基板4は、例えば低融点ガラス12により接合されている。

**【0005】**

40

流量検出部10のヒータ6、測温素子7, 8は、夫々ワイヤボンドにより図示しないヒータ制御回路とブリッジ回路に接続される。前記ヒータ制御回路は、流量検出部10のヒータ6に通電して流路11を流れる流体を加熱し、ブリッジ回路により上流側の測温素子7の温度と下流側の測温素子8の温度との差に対応する信号を検出して流量を測定する。

**【特許文献1】特開昭61-235726号公報（6-7頁、第1図）**

**【発明の開示】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0006】**

上記構成の流量測定装置1において微少な流量を測定するためには流路11の流体の流れる方向と直交する方向の断面積を小さくして流体の流速を大きくすれば良い。このとき、ガラスチップ3の流路11をエンドミル等の工法で形成すると図9に示すように流路1

50

1の流体の流れる方向と直交する方向の両隅部11aが角張り、断面形状が長方形となる。一方、流体の流れる方向と直交する方向におけるヒータ6からの熱は、点線で示すように略アーチ形状の等温面をなして分布している。従って、流路11の高さを低くするとヒータ6からの熱は、上壁面11bから奪われ出す一方、両隅部11aから奪われ難い。従って、流路11の流体の流れる方向と直交する方向の断面積を小さくする場合両隅部11aは、デッドスペースとなる。

【0007】

このため、流路11の高さを低くしてヒータ6と流路11の上壁面11bとの距離が或る領域（例えば、200μm～300μm程度）に達するとヒータ6からの熱が流路11の上壁面11bに奪われて流量検出部10の感度が低下してしまうという問題がある。

10

【0008】

また、エンドミルやサンドブラストのような溝形の流路の成形時に加工面が荒れて透明性が維持できない工法では、センサチップ2にガラスチップ3を接合した後のセンサの内部観察が困難となり、流路11内に侵入した塵埃等に起因する流量検出部10の故障等を検知することができない。

【0009】

また、特許文献1に開示されている流量測定装置において、流路を構成する溝の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状が略台形状をなしているが、異方性エッティングによりシリコン基板に溝を形成する際の製法上このような略台形状の断面形状となるものであり、ヒータの発熱による熱温度分布に沿った形状とされているものではない。

20

【0010】

本発明の目的は、流路形成部材の流路の流体の流れる方向と直交する方向の断面積を小さくして流量検出部の感度を低下させることなく微少流量域の測定を可能とするフロー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】

【0011】

上述した課題を解決するために、本発明の請求項1に係るフローセンサは、基板の上面に形成された凹部の少なくとも一部を覆うように被覆された絶縁膜に発熱素子と測温素子からなる流量検出部が形成されたセンサチップと、該センサチップ上に設けられ前記流量検出部を流れる流体の流路が形成された流路形成部材とを備えたフローセンサであって、

30

前記発熱素子は、前記流路において流体の流れの方向と直交する方向に形成され、前記流路の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状を、前記発熱素子により形成される熱温度分布の形状に沿わせる形状に形成したことを特徴としている。

【0012】

本発明の請求項1に係るフローセンサによると、発熱素子は、流路において流体の流れの方向と直交する方向に形成され、流路の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状を、発熱素子により形成される熱温度分布の形状に沿わせる形状に形成されている。

これにより、発熱素子により形成される熱の温度分布は、当該発熱素子から等温面をなして分布しており、流路の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状を発熱素子の発熱の等温面に沿うような断面形状としてデッドスペースを無くし、流路の断面積を小さくしている。これにより、流路内を流れる流体の流速を大きくすることが可能となり、微少な流量の測定が可能となる。

40

【0013】

また、本発明の請求項2に係るフローセンサは、請求項1に記載のフローセンサにおいて、

前記流路の断面形状は、前記流体の流れ方向から見て、前記流量検出部の形成された部分において当該流量検出部の形成部である流路底部が直線状をなし、前記流路底部の両端から立ち上がって形成される流路内周面部においては、前記流量検出部に対向する流路上部の湾曲度合いが、前記流路底部と前記流路上部との間に形成される流路両側側壁部のそ

50

れぞれの湾曲度合いよりも小さい略アーチ形に形成されていることを特徴としている。

【0014】

流体の流れる方向と直交する方向の断面内における発熱素子の熱温度分布は、略アーチ形状の等温面をなして分布している。そのため、流路の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状をこのよう略アーチ形に形成することで、発熱素子により形成される熱温度分布の形状に略沿わせることができる。これにより、流路の流体の流れる方向と直交する方向の断面積のデッドスペースをなくして流路断面積を小さくすることができる。

【0015】

また、本発明の請求項3に係るフローセンサは、請求項2に記載のフローセンサにおいて、

10

前記流路形成部材は透明部材で形成されており、前記流路の断面形状は、少なくとも前記流路上部が湾曲して形成される代わりに直線状に形成されると共に、前記流路側壁部が湾曲して形成される代わりに、前記流体の流れ方向から見て、前記流路上部の両端部に連なった隅部が湾曲して形成されていることを特徴としている。

【0016】

流路形成部材の流路の少なくとも流量検出部と対向する上面が平面とされていることと、外部から流量検出部を観察することができ、流量検出部に付着した微小な塵埃等を検知することができる。

【0017】

また、本発明の請求項4に記載のフローセンサは、請求項1乃至請求項3の何れかにおいて、前記流路形成部材は透明部材で形成されており、前記流路の上方の外側面が凸レンズ状に形成されていることを特徴としている。

20

【0018】

流路形成部材の流路上方の外側面に形成した凸レンズにより、外部から流路内を拡大して観察することができる、流量検出部等に付着した微小な塵埃等を目視により検知することができる。

【0019】

また、本発明の請求項5に記載のフローセンサは、請求項1乃至請求項4の何れかにおいて、前記基板はシリコンで形成され、前記流路形成部材はガラスで形成されていることを特徴としている。

30

【0020】

シリコンの熱膨張係数とガラスの熱膨張係数とが近似していることで、熱応力に起因する歪みが小さく、センサの検出精度が安定する。

【発明の効果】

【0021】

本発明によると、流路の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状を発熱素子からの熱が実質的に有効に作用する領域の外側近傍において発熱素子によって形成される熱温度分布の形状に合わせることで、流路の断面積を減らしつつ発熱素子からの熱が流路壁に奪われることを最小限に抑えることができ、熱損失による流量検出部の感度低下を防ぎつつ流速を大きくすることができ、微少流量域の測定が可能となる。

40

【0022】

また、流路形成部材を透明部材とし流路の上壁面を平面とすることで、外部から流路内の観察が容易となり、流路内に入り込んだ微小な塵埃等を検知することができる。

【0023】

また、流路形成部材を透明とし外側面の流路上方位置に凸レンズを形成することで、流量検出部等に付着した塵埃等を拡大して目視観察することができる、フローセンサの異常を迅速に検知することができる。

【0024】

更に、センサチップの基板をシリコン基板とし、流路形成部材をガラス部材とすることで、これらの接合部の熱応力に起因する歪みが小さくなり、フローセンサの検出精度が安

50

定する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の一実施形態に係るフローセンサについて図面に基づいて説明する。図1及び図2に示すようにフローセンサ21は、センサチップ22と、このセンサチップ22の上面に接合された流路形成部材としてのガラスチップ23とにより構成されている。センサチップ22は、例えばシリコン基板24の上面24aに全面に亘り窒化シリコン又は二酸化シリコンの絶縁膜(薄膜)25が形成されており、絶縁膜25の中央位置に例えば白金のパターニングでできた発熱素子としてのヒータ26と、このヒータ26の上流側及び下流側に等間隔で例えば白金のパターニングでできた抵抗素子としての測温素子27と測温素子28とが形成されている。 10

【0026】

ヒータ26、測温素子27、28のリードパターン26a、26b、27a、27b、28a、28bは、夫々センサチップ22の両側方に延出している。そして、これらのヒータ26、測温素子27、28及びリードパターン26a、26b、27a、27b、28a、28bは、窒化シリコン又は二酸化シリコンの絶縁膜(薄膜)29により被覆されている。そして、ヒータ26と測温素子27、28とにより流量検出部30が形成されている。

【0027】

シリコン基板24の上面24aには流量検出部30の下方位置に凹部24bが形成されており、絶縁膜25の凹部24bを覆う部位はダイヤフラムとされている。これにより、流量検出部30とシリコン基板24とが熱的に遮断されている。なお、凹部24bは、ここでは詳細には示さないが、絶縁膜25の箇所に多数のスリットをフォトリソグラフィーとエッティングにより形成し、このスリットを介して異方性エッティングをシリコン基板24に施すことによって形成される。 20

【0028】

ガラスチップ23は、図1及び図3に示すようにセンサチップ22よりも僅かに幅狭とされ、透明部材例えば透明な硼珪酸ガラスで形成され、下面中央に長手方向に沿ってガス等の流体を流すための流路(溝)31が形成されている。流路31は、両端部31a、31bがガラスチップ23の両端面23a、23bにおいて開口しており、センサチップ22に形成されている流量検出部30上を例えば測温素子27側から測温素子28側に向かって流体を流すようになっている。なお、硼珪酸ガラスとして例えばバイレックス(登録商標)ガラス或いはテンパックスガラスと称するガラスがある。 30

【0029】

流量検出部30のヒータ26、測温素子27、28のリードパターン26a、26b、27a、27b、28a、28bは、図1及び図3に示すようにガラスチップ23の両側面から延出されており、絶縁膜29の各リードパターンの先端位置にワイヤボンド接続用の電極パッド29aが形成されている。

【0030】

流路31の流体の流れる方向と直交する方向におけるヒータ26からの熱は、前述の図9に示した場合と同様に、図3に点線で示すように略アーチ形状の等温面をなして分布している。そこで、図3に示すように流路31の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状を、ヒータ26により形成される熱温度分布の形状に沿わせる形状に形成している。即ち、ヒータ26からの熱が実質的に有効に作用する領域の外側近傍でかつ当該ヒータ26の発熱の等温面に沿うような形状、具体的には前述した略アーチ形に形成されている。これにより、図9に示した従来の流路11のデッドスペースとしての隅部11aを無くすことができ、流路31の流体の流れる方向と直交する方向の断面積を極めて有効に小さくすることができる。 40

【0031】

因みに、センサチップ22のサイズは、1.5mm×3.5mm～6.0mm×12.0m 50

m / 厚さ 0.5 mm ~ 1.0 mm 程度であり、ガラスチップ 23 サイズは、1.5 mm × 3.5 mm ~ 6.0 mm × 12.0 mm / 厚さ 0.5 mm ~ 2.0 mm である。そして、ガラスチップ 23 の流路（溝）31 のサイズは、0.2 mm ~ 2.0 mm / 深さ 0.2 mm ~ 1.0 mm 程度であり、内壁面 31c は、長径が 0.45 mm、短径が 0.35 mm 程度の曲面をなしている。

#### 【0032】

流路 31 は、加工面即ち、内壁面 31c が平滑な面となるような工法例えは、溶融成型やフッ酸エッティング等により加工しても良く、或いはエンドミルやサンドブラスト等により流路 31 を形成した後にドライ又はウエットエッティングを併用して内壁面 31c が滑らかになるように処理しても良い。このように流路 31 の内壁面 31c を平滑な面とすることでガラスチップ 23 の外側から流量検出部 30 や流路 31 を観察することが容易となる。

#### 【0033】

このガラスチップ 23 は、センサチップ 22 上に流路 31 が流量検出部 30 の上方かつ測温素子 27、ヒータ 26、測温素子 28 の配列方向に沿って配置され、ヒータ 26、測温素子 27, 28 の各リードパターン 26a, 26b, 27a, 27b, 28a, 28b の先端部が図 1 及び図 3 に示すようにガラスチップ 23 の両側面から側方に延出されている。そして、センサチップ 22 の上面にガラスチップ 23 の下面が例えは低融点ガラス 12 により接合されている。このようにしてフローセンサ 21 が形成されている。

#### 【0034】

センサチップ 22 の基板をシリコンとし、ガラスチップ 23 を前述したバイレックス（登録商標）ガラスとした場合、シリコンの熱膨張係数は、 $2.3 \times 10^{-6} /$ 、バイレックス（登録商標）ガラスの熱膨張係数は、 $3.2 \times 10^{-6} /$  で近似しており、これらの接合部の熱応力に起因する歪みが少なく、流量検出部 30 の検出精度が安定する。

#### 【0035】

以下に上記構成のフローセンサ 21 の作用を説明する。ガラスチップ 23 の流路 31 に測温素子 27 側から測温素子 28 側に図 2 の矢印で示すように例えはガス等の流体を流し、流量検出部 30 のヒータ 26 に通電する。ヒータ 26 は、ヒータ制御回路によりシリコン基板 24 に設けられた図示しない周囲温度センサで測定された流体温度よりもある一定温度高く加熱され、流量検出部 30 及び流路 31 を流れるガスを加熱する。流れがないときは、ヒータ 26 の上流側 / 下流側に均一な温度分布が形成されており、上流側の測温素子 27 と下流側の測温素子 28 は、略等しい温度に対応する抵抗値を示す。一方、流れがあるときは、ヒータ 26 の上流側 / 下流側の均一な温度分布がくずれ、上流側の温度が低くなり、下流側の温度が高くなる。そして、ここでは詳細には説明しないが上流側の測温素子 27 と下流側の測温素子 28 により構成されるホイーストンブリッジ回路により上流側の測温素子 27 と下流側の測温素子 28 の抵抗値差つまり温度差を検出し、流路 31 内を流れるガスの流量を測定する。

#### 【0036】

フローセンサ 21 は、流路 31 のガスの流れる方向と直交する方向の断面形状がヒータ 26 によって形成される熱温度分布の形状に沿って形成されていることで、流路断面積を減らしつつヒータ 26 からの熱が内壁面 31c に奪われることを最小限に抑えられる。即ち、フローセンサ 21 は、ヒータ 26 からの内壁面 31c の熱損失による流量検出部 30 の感度低下を防ぎつつ流路 31 内を流れるガスの流速を大きくすることができ、微少流量域の流体の測定が可能となる。

#### 【0037】

また、フローセンサ 21 は、ガラスチップ 23 が透明なガラスにより形成され、かつ流路 31 の内壁面 31c が平滑な面とされていることで、ガラスチップ 23 の外側から流量検出部 30 の観察が容易となり、例えは 100 μm 程度の微小な塵埃等がガスに混じって流路 31 内に浸入して流量検出部 30 に付着した場合でも外部から直接観察することができる。これにより、フローセンサ 21 の異常を迅速に検知することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【0038】

続いて上述した実施形態の変形例について説明する。図4は、本発明に係るフローセンサの第1の変形例を示し、フローセンサ41は、ガラスチップ23の流路32の流体の流れる方向と直交する方向の断面形状を、両上側隅部32dを例えれば中心角が略90°をなす円弧としてヒータ26によって形成される熱温度分布の形状に略沿うように形成し、内壁面32cの上面32eを流体の流れる方向に沿って全長に亘り当該ガラスチップ23の外側上面23cと平行な平面としたものである。なお、流路32の上面32eは、少なくともヒータ26に対応する幅が平らに形成されれば良い。これにより、流量検出部30の観察がしやすくなる。

## 【0039】

因みに、流路32のサイズは、下部の幅が0.8mm、高さが0.3mm、上側側隅部32dの円弧の半径が0.2mm、上面32eの幅が0.4mmとされている。

## 【0040】

図5は、本発明に係るフローセンサの第2の変形例を示し、フローセンサ42は、図4に示すフローセンサ41のガラスチップ23の外側上面23cに流量検出部30の上方位置（真上位置）に当該流量検出部30よりも大径の凸レンズ33を一体に形成したものである。

## 【0041】

これにより、流量検出部30を拡大して観察することが可能となり、流路32内に入り込んで流量検出部30に付着した微小な塵埃等を目視により検査することが可能となる。

## 【0042】

なお、凸レンズは、2点鎖線で示すように流路32よりも幅広で長手方向に沿うシリンドリカルレンズ34としても良い。このようなシリンドリカルレンズ34とすることで、流路32の内部を全長に亘り拡大して観察することが可能となる。

## 【0043】

図6及び図7は、本発明に係るフローセンサの第3の変形例を示し、フローセンサ43は、ガラスチップ23の流路35の両端部35a, 35bを当該ガラスチップ23の外側上面23cに円形状に開口させて形成したものである。これにより、フローセンサ43を半導体製造装置等のガス通路に装着する場合流路35の両端部35a, 35bを前記ガス通路にOリングを介して気密かつ容易に接続することが可能となる。

## 【0044】

なお、上記実施形態においては、1つのヒータ（発熱体）26と、このヒータ26の両側に配置した2つの測温素子27, 28とにより傍熱型の流量検出部30を構成した場合について記述したが、これに限るものではなく、発熱体兼測温素子が1つ、即ち1つのヒータで自己発熱型の流量検出部を構成しても良く、或いは、発熱体兼測温素子が2つ、即ち2つのヒータで自己発熱型の流量検出部を構成しても良い。

## 【0045】

また、上記実施形態においてはセンサチップ22の基板としてシリコンを使用したが、これに限るものではなく、セラミックスや金属を使用しても良い。

## 【0046】

更に流量検出部30の構造は、上記実施形態のように絶縁膜25がシリコン基板24の凹部24bを覆うようなダイヤフラム構造でもよく、或いは絶縁膜25がシリコン基板24の凹部24bの少なくとも一部を覆うようなブリッジ構造でも良い。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0047】

【図1】本発明の一実施形態に係るフローセンサの平面図である。

【図2】図1に示したフローセンサの矢線II-IIに沿う断面図である。

【図3】図1に示したフローセンサの矢線III-IIIに沿う断面図である。

【図4】本発明に係るフローセンサの第1の変形例を示し、流体の流れる方向と直交する方向の断面図である。

10

20

30

40

50

【図5】本発明に係るフローセンサの第2の変形例を示し、流体の流れる方向と直交する方向の断面図である。

【図6】本発明に係るフローセンサの第3の変形例を示す平面図である。

【図7】図6に示したフローセンサの矢線VII-VIIに沿う断面図である。

【図8】従来の流量測定装置の一例を示す断面図である。

【図9】図8に示した流量測定装置の矢線IX-IXに沿う断面図である。

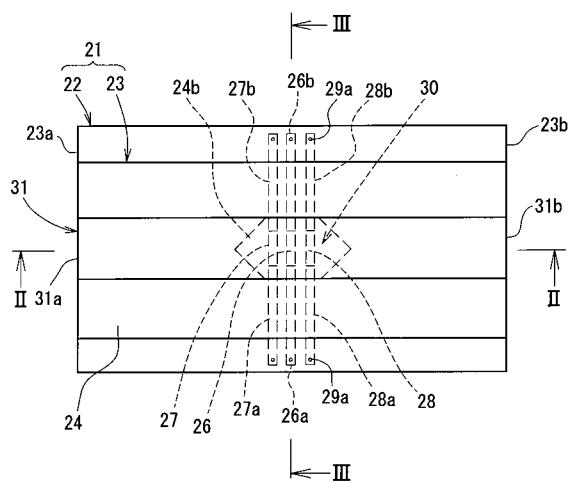
【符号の説明】

【0048】

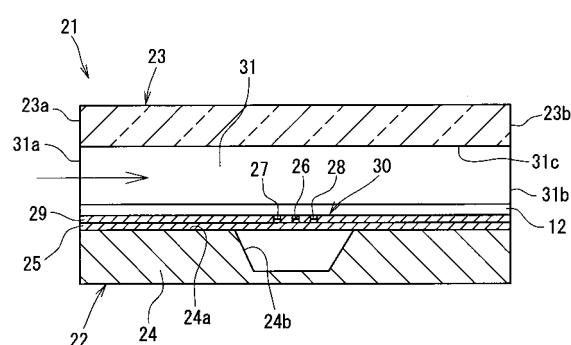
1	流量測定装置	10
2	センサチップ	
3	ガラスチップ(流路形成部材)	
4	シリコン基板	
4 a	上面	
4 b	凹部	
5	絶縁膜	
6	ヒータ(発熱素子)	
7, 8	測温素子	
9	絶縁膜	
9 a	電極パッド	
10	流量検出部	20
11	流路	
11 a	隅部	
11 b	上壁面	
12	低融点ガラス	
21	フローセンサ	
22	センサチップ	
23	ガラスチップ(流路形成部材)	
23 a, 23 b	端面	
23 c	外側上面	
24	シリコン基板	30
24 a	上面	
24 b	凹部	
25	絶縁膜	
26	ヒータ(発熱素子)	
26 a, 26 b	リードパターン	
27	測温素子	
27 a, 27 b	リードパターン	
28	測温素子	
28 a, 28 b	リードパターン	
29	絶縁膜	40
29 a	電極パッド	
30	流量検出部	
31	流路	
31 a, 31 b	端部	
31 c	内壁面	
32	流路	
32 c	内壁面	
32 d	上側隅部	
32 e	上面	
33	凸レンズ	50

3 4 シリンドリカルレンズ  
 3 5 流路  
 3 5 a , 3 5 b 端部  
 4 1 , 4 2 , 4 3 フローセンサ

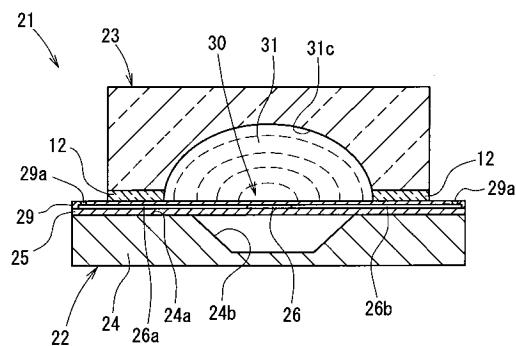
【図1】



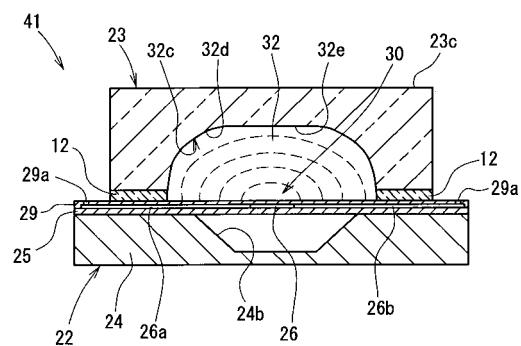
【図2】



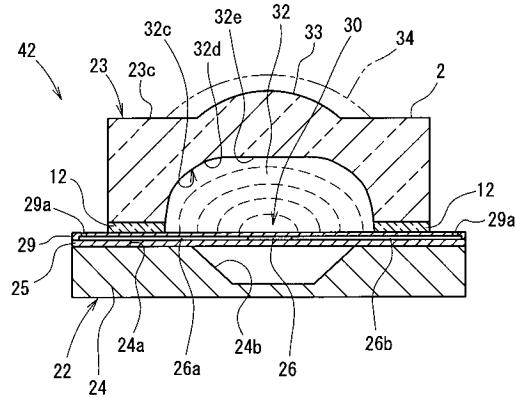
【図3】



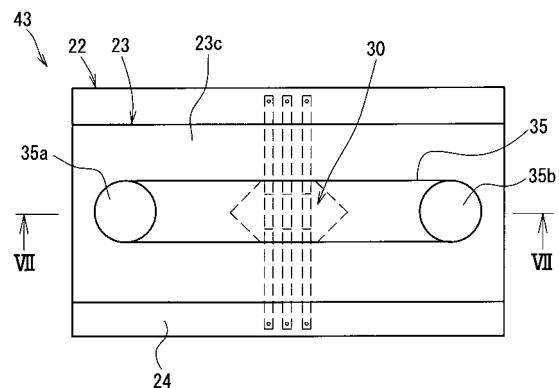
【図4】



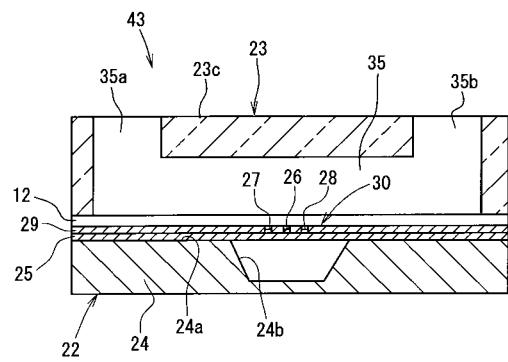
【図5】



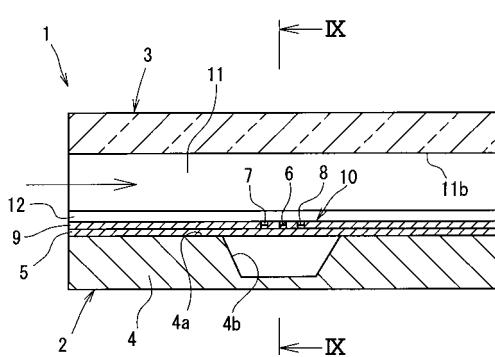
【図6】



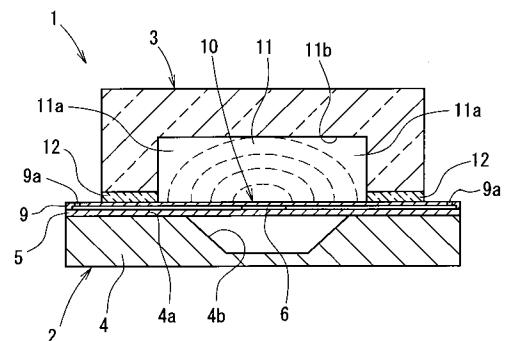
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

審査官 岸 智史

(56)参考文献 米国特許第04548078(US, A)  
特開平05-099942(JP, A)  
特開2003-344133(JP, A)  
米国特許出願公開第2005/0022594(US, A1)  
米国特許出願公開第2003/0002994(US, A1)  
米国特許第06378365(US, B1)  
特開平06-066612(JP, A)  
特開平11-325999(JP, A)  
特開2002-005708(JP, A)  
特開平08-062011(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/68 - 1/699