

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-511836

(P2008-511836A)

(43) 公表日 平成20年4月17日(2008.4.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 F 1/684 (2006.01)	G O 1 F 1/68 1 O 1 A	2 F O 3 5
	G O 1 F 1/68 1 O 1 B	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

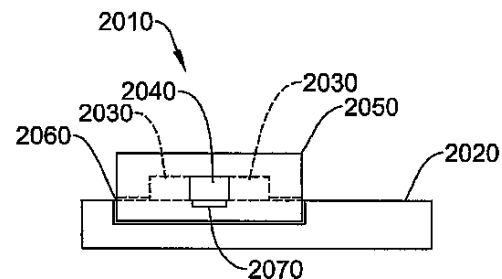
(21) 出願番号	特願2007-530286 (P2007-530286)	(71) 出願人	500575824
(86) (22) 出願日	平成17年8月31日 (2005. 8. 31)		ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
(85) 翻訳文提出日	平成19年4月4日 (2007. 4. 4)		アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/030887	(74) 代理人	100089705
(87) 国際公開番号	W02006/026633		弁理士 社本 一夫
(87) 国際公開日	平成18年3月9日 (2006. 3. 9)	(74) 代理人	100140109
(31) 優先権主張番号	10/930, 546		弁理士 小野 新次郎
(32) 優先日	平成16年8月31日 (2004. 8. 31)	(74) 代理人	100075270
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自己整合流れチャネルを有する流量センサ

(57) 【要約】

検出素子の上に整合された検出素子(2070)及び流れチャネル(2040)を備える基板を有する流量センサが提供される。検出素子は、流体の特性を少なくとも1つ検出する。流れチャネルは、整合層内に形成された1つ又は複数のガイド要素(2030)によって整合される。検出領域を横切る流れチャネルが、ウェハの段階で与えられたガイド要素によって正確に整合され、複数の流量センサで、确实、廉価、且つ一貫した所産を助長する。この流量センサは、過酷な環境での使用に適している。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

流体の少なくとも 1 つの特性を検出するように構成された検出素子を、その上に有する基板と、

前記基板上に堆積され、1 つ又は複数のガイド要素を画定する整合層と、

流れチャンネルと、を備え、

前記ガイド要素が、前記検出素子の上に前記流れチャンネルを整合させる流量センサ。

【請求項 2】

第 1 及び第 2 のガイド要素を備え、前記第 1 及び第 2 のガイド要素が前記流れチャンネルを画定する請求項 1 に記載の流量センサ。

10

【請求項 3】

前記整合層が重合体を含む請求項 1 に記載の流量センサ。

【請求項 4】

前記検出素子がヒータ及び少なくとも 1 つの温度センサを含む請求項 1 に記載の流量センサ。

【請求項 5】

前記基板が、概して比較的低い熱伝導率を有するように選ばれた、水晶、シリコン、セラミック、ガラス、金属及び重合体からなる群から選択される請求項 1 に記載の流量センサ。

【請求項 6】

前記重合体が、ポリ塩化ビニル（メタクリル酸メチル）である請求項 3 に記載の流量センサ。

20

【請求項 7】

前記重合体がフォトレジストである請求項 3 に記載の流量センサ。

【請求項 8】

前記フォトレジストが SU8 である請求項 7 に記載の流量センサ。

【請求項 9】

前記ガイド要素の上に配置され、第 1 及び第 2 の流れチャンネル延長部を画定するモールドされた要素を更に備え、前記第 1 の流れチャンネル延長部が前記流れチャンネルの第 1 の終端と流体連通であり、前記第 2 の流れチャンネル延長部が前記流れチャンネルの第 2 の終端と流体連通である請求項 2 に記載の流量センサ。

30

【請求項 10】

前記基板が前記流れチャンネルの最下部を形成し、前記ガイド要素が前記流れチャンネルの側部を形成し、前記モールドされた要素が前記流れチャンネルの最上部を形成する請求項 9 に記載の流量センサ。

【請求項 11】

前記第 1 及び第 2 の流れチャンネル延長部が、あるアングルで前記流れチャンネルに接続される請求項 9 に記載の流量センサ。

【請求項 12】

前記アングルが実質的に直角である請求項 11 に記載の流量センサ。

40

【請求項 13】

前記第 1 及び第 2 の流れチャンネル延長部が、ある直径を有し、前記アングルと前記検出素子間の距離が、前記第 2 の流れチャンネル延長部の前記直径の 10 倍以上である請求項 12 に記載の流量センサ。

【請求項 14】

前記モールドされた要素が、前記基板及び前記整合層に接着剤で取り付けられ、前記接着剤が前記流れチャンネルに侵入するのを前記整合層が防ぐ請求項 9 に記載の流量センサ。

【請求項 15】

前記流れチャンネルが、前記流れチャンネル内に配置されたコンジットである請求項 1 に記載の流量センサ。

50

【請求項 16】

前記コンジットが使い捨てである請求項 15 に記載の流量センサ。

【請求項 17】

前記コンジットが、ガラス、セラミック、石英ガラス、重合体、金属及びそれらの混合物からなる群から選択された 1 つ又は複数の材料で作成される請求項 15 に記載の流量センサ。

【請求項 18】

前記コンジットがステンレス鋼であり、前記流れチャンネルと前記コンジットの間の接合にオイルが加えられる請求項 17 に記載の流量センサ。

【請求項 19】

前記整合層の上に配置されるモールドされた要素を更に備え、前記モールドされた要素が、流路に沿って前記整合層を越えて延び、前記検出素子の上に前記コンジットを整合させる請求項 15 に記載の流量センサ。

【請求項 20】

前記モールドされた要素の上に配置される蓋を更に備える請求項 19 に記載の流量センサ。

【請求項 21】

前記蓋と前記モールドされた要素が接着剤で取り付けられる請求項 20 に記載の流量センサ。

【請求項 22】

前記流れチャンネル内に配置されるモールドされたチャンネルを更に備える請求項 1 に記載の流量センサ。

【請求項 23】

前記モールドされたチャンネルの上に配置される蓋を更に備え、前記モールドされたチャンネルが、前記流路の最下部及び側部を形成し、前記蓋が、前記流路の最上部を形成する請求項 22 に記載の流量センサ。

【請求項 24】

前記検出素子に隣接する単一のガイド要素を備え、前記流れチャンネルが、前記ガイド要素及び前記基板の上に配置されるモールドされた要素である請求項 1 に記載の流量センサ。

【請求項 25】

流体の少なくとも 1 つの特性を検出するように構成された検出素子を、その上に有する基板と、

前記基板上に堆積され、前記検出素子の上に整合された基準チャンネルを画定する整合層と、

前記基準チャンネル内に配置される流管とを備える流量センサ。

【請求項 26】

流体の少なくとも 1 つの特性を検出するように構成された検出素子を、その上に有する基板と、

前記基板上に配置され、前記検出素子の上に整合された基準チャンネルを画定する重合体構造体と、

流れチャンネルを画定するモールドされた構造体とを備え、前記流れチャンネルが前記検出素子の上に整合されるように、前記モールドされた構造体が前記基準チャンネル内に少なくとも部分的に受けられるように構成される流量センサ。

【請求項 27】

前記モールドされた構造体の上に配置される蓋を更に備える請求項 26 に記載の流量センサ。

【請求項 28】

前記モールドされた構造体が、前記流れチャンネルの最下部及び壁を画定し、前記蓋が、前記流れチャンネルの最上部を画定する請求項 27 に記載の流量センサ。

10

20

30

40

50

【請求項 29】

パターン状に整合された複数の検出素子を有する基板を提供するステップと、
各々が検出素子と隣接して整合される複数のガイド要素を前記基板上に形成するステップと、

前記基板を複数のチップへとダイシングするステップとを含み、各チップが検出素子及び少なくとも1つのガイド要素を有し、検出素子に整合された流れチャネルを各々が有する複数の流量センサを作成する方法。

【請求項 30】

複数のガイド要素を形成する前記ステップが、前記基板上に重合体層を堆積するステップと、前記重合体層内に前記ガイド要素を形成するステップとを含む請求項 29 に記載の方法。

10

【請求項 31】

各チップ上の前記重合体層の上に蓋を与えるステップを更に含む請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

前記重合体がフォトリソトである請求項 30 に記載の方法。

【請求項 33】

前記流れチャネルがエッチングによって形成される請求項 29 に記載の方法。

【請求項 34】

前記レジストがポリ塩化ビニル（メタクリル酸メチル）である請求項 32 に記載の方法

20

【請求項 35】

前記レジストがSU-8である請求項 32 に記載の方法。

【請求項 36】

前記基板が、水晶、シリコン、セラミック、ガラス、金属及び重合体からなる群から選択される請求項 29 に記載の方法。

【請求項 37】

流体の少なくとも1つの特性を検出するためのセンサ手段と、
流体の流れを前記センサ手段の上に導くように配置される流れチャネル整合手段と、
流体の流れを前記流れチャネル整合手段内へと導くための流れ方向づけ手段とを備えるセンサ。

30

【請求項 38】

前記センサ手段が加熱要素を含む請求項 37 に記載のセンサ。

【請求項 39】

前記センサ手段が少なくとも1つの温度検出素子を含む請求項 38 に記載のセンサ。

【請求項 40】

前記流れチャネル整合手段の上に配置される蓋を更に備える請求項 37 に記載のセンサ。

【請求項 41】

前記流れチャネル整合手段が流れチャネルの壁を形成する重合体層を含む請求項 37 に記載のセンサ。

40

【請求項 42】

前記重合体がフォトリソトである請求項 41 に記載のセンサ。

【請求項 43】

前記レジストがポリ塩化ビニル（メタクリル酸メチル）である請求項 42 に記載のセンサ。

【請求項 44】

前記レジストがSU-8である請求項 42 に記載のセンサ。

【請求項 45】

1つ又は複数の流体の物理的特性を測定するためのセンサであって、

50

実質的に固体絶縁性センサ本体及び複数の検出素子で構成されるセンサダイ、
前記センサダイに取り付けられ、前記検出素子の上に配置された複数の流れチャンネルを
画定する重合体基板、及び

前記流れチャンネルに流体連通する複数の流管とを備える、センサ。

【請求項 4 6】

(a) パターン状に整合された複数の検出素子を有する基板を与えるステップと、

(b) 前記基板上に整合層を堆積させるステップと、

(c) 少なくとも 1 つのガイド要素が各検出素子と隣接して整合され、前記ガイド要素
が各検出素子から実質的に等距離である、複数のガイド要素を前記整合層内に形成するス
テップと、

(d) 前記基板をダイシングして、各部片が検出素子及び少なくとも 1 つのガイド要素
を有する複数の部片を形成するステップと、

(e) 流れチャンネルが前記検出素子の上に整合されるように、前記流れチャンネルを含む
モールドされた要素を各部片の前記ガイド要素上に配置するステップとを含み、前記検出
素子の上に整合された前記流れチャンネルを各々が有する複数の流量センサを作成する方法
。

10

【請求項 4 7】

ステップ (e) が、各部片上に様々な大きさの流量チャンネルを配置して、前記検出素子
の上に整合された様々な寸法の流れチャンネルを各々が有する複数の流量センサを実現する
ステップを含む請求項 4 6 に記載の方法。

20

【請求項 4 8】

前記整合層が重合体であり、前記ガイド要素がフォトリソグラフィによって形成される
請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 4 9】

前記モールドされた要素の上に蓋を配置するステップを更に含み、前記モールドされた
要素が前記流れチャンネルの最下部及び側部を形成し、前記蓋が前記流れチャンネルの最上部
を形成する請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 5 0】

前記モールドされた要素が流れチャンネル領域及び少なくとも 1 つの外側に突出するアーム
を含み、前記少なくとも 1 つのアームが前記ガイド要素の上に延び、前記流れチャンネル
領域が前記検出素子の上に整合され、前記流れチャンネルの底面の少なくとも一部分が前記
基板と接触するように前記モールドされた要素が大きさを合わせられる請求項 4 6 に記載
の方法。

30

【請求項 5 1】

前記流れチャンネルの底壁が、前記検出素子の上の前記基板に接する薄い領域を有し、前
記底壁の残りの領域が前記基板から離隔される請求項 5 0 に記載の方法。

【請求項 5 2】

前記蓋が前記流れチャンネル内へ延びる突部を含み、前記流れチャンネルのボリュームを低
減させる請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 3】

前記モールドされた要素が前記ガイド要素上に配置される前に、前記蓋が前記モールド
された要素に取り付けられる請求項 4 9 に記載の方法。

40

【請求項 5 4】

(a) 流体の特性を少なくとも 1 つ検出するように構成される検出素子をその上に有す
る基板、前記検出素子の上に整合された基準チャンネルを画定する、前記基板上の 1 つ又は
複数のガイド要素、及び前記流管が前記検出素子を横切る流路を画定するように前記基準
チャンネル内に配設された第 1 の使い捨ての流管を含む流量センサを与えるステップと、

(b) 前記第 1 の流管を通し、前記検出素子を横切って第 1 の流体を導くステップと、

(c) 前記第 1 の流体の 1 つ又は複数の特性を検出するステップと、

(d) 前記基準チャンネルから前記第 1 の流管を取り除くステップと、

50

(e) 前記基準チャンネル内に前記第 2 の流管を配置するステップと、
(f) 前記第 2 の流管を通し、前記検出素子を横切って第 2 の流体を導くステップと、
(g) 前記第 2 の流体の 1 つ又は複数の特性を検出するステップと、
(h) 追加流体のためにステップ (e) からステップ (g) を繰り返すステップとを含み、複数の流体の 1 つ又は複数の物理的特性を測定する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本出願は、2002年4月22日出願の「過酷な環境向けセンサパッケージ」という名称の米国特許出願第10/128,775号の一部継続出願であり、その出願は、2000年9月7日出願の「最適の材料で作成される流体流量及び流体特性の堅固なマイクロセンサ」という名称の米国特許出願第09/656,694号の一部継続出願であり、その出願は、現在では米国特許第6,184,773号である1998年12月7日出願の「流体流量及び流体特性の堅牢なマイクロセンサ」という名称の米国特許出願第09/207,165号及び現在では米国特許第6,322,247号である「マイクロセンサ容器」という名称の1999年8月5日出願の米国特許出願第09/386,621号の一部継続出願であり、その出願は、現在では米国特許第6,361,206号である同じ「マイクロセンサ容器」という名称の1999年1月28日出願の米国特許出願第09/239,125号の一部継続出願である。上記特許出願の内容及び特許の内容は、参照により本明細書に合体される。

【 0 0 0 2 】

本発明は、一般に、流体の質及び運動を気体又は液体の形で検出するために利用されるセンサに関する。本発明は、より詳細には、シリコン、ガラス、水晶又は他の基板上に微細構造の形で実施される、流体の流量センサ又は特性センサなど、そのような流体の温度センサに関する。本発明は、過酷な環境向けのセンサパッケージに関する。本発明は、検出領域上の流路の整合に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 3 】

流量センサは、液体又は気体の形であり得る流体の運動を検出するための様々な流体検出用途に利用される。あるタイプの流量測定は、例えば、温度センサに基づくものであり、流体の特性を検出するために利用され得る。温度センサは、例えばシリコン基板の上に微細構造の形で実施されてよい。便宜上、用語「流量センサ (flow sensor)」は、そのような温度センサを意味するために制限なしで利用され得る。(例えば米国特許第6,322,247号の図10a~図10f及び米国特許第6,184,773号を参照されたい。両方とも参照により本明細書に合体される。)。そのようなセンサは、熱伝導率、比熱など真性の流体特性(例えば米国特許第5,237,523号及び米国特許第5,311,447号。両方とも参照により本明細書に合体される。)、温度、流速、流量及び圧力など非真性の特性及び他の特性を測定するためにも利用されてよく、また、流れは、強制的に、又は自然対流で生成され得ることを読者は理解するであろう。

【 0 0 0 4 】

熱型 (thermal-type) 流量センサは、加熱素子及び1つ又は複数の熱を受ける素子すなわち検出素子を含む基板から形成され得る。そのような検出素子が2つ利用されるのであれば、それらは、測定される流体 (液体又は気体) の流れの方向に関して加熱素子の上流側及び下流側に配置され得る。流体が基板に沿って流れるとき、上流側で加熱素子によって加熱され、次いで、加熱素子の両側の熱を受ける素子に、熱が非対称に伝達される。非対称の程度が流体の速度に依存し、その非対称性は電子的に検出され得るので、そのような流量センサは、流体の速度及び累積量を測定するために使用され得る。

【 0 0 0 5 】

一般に、そのような流量センサは、センサに対して腐食、放射性汚染、細菌性汚染、過熱、沈殿物又は氷結によって「ストレス」をかける恐れのある、気体又は液体を含む過酷

な流体（例えば、汚染された流体、不潔な流体、凝縮性流体など）にさらされたとき潜在的な劣化の問題に直面する。検出素子に対して、ストレスをかけたり、腐食させたり、氷結させたり、又は過熱させたりする恐れがある「過酷な」気体又は液体の流量又は圧力（差圧又は絶対圧）の高感度の測定（sensitive measurement）は、うまくいくか否か、どちらにせよ大変高くつく難題である。以前に提案された解決策には、センサ信号の劣化、コスト増、及び流体が劣化する可能性という犠牲の上で、センサの感度抑圧が付随するパッシベーション、測定されるべきガス状流体の凝縮又は氷結（freeze-up）を避けるために流体の温度を上昇させるヒータ（又は過熱を防ぐためのクーラ）、又は好ましくない粒子状物質を除去するためのフィルタがある。更に、頻繁に洗浄するか又はセンサを交換して再校正する解決策もあるが、高くつくものである。薄膜に基づく高感度の差圧検出器は、流れが関係しないので汚染から保護され得るが、圧力超過に耐性がないことに加えて、熱型マイクロセンサと比べて感度が低く、一般にカバーする流量範囲が狭く、またより高くつく。

【0006】

従って、熱型マイクロセンサによる液体流、特に導電性流体の測定は、電気的絶縁、流量ノイズ、チップ腐食、流れチャンネルの漏れ又は構造的欠陥の可能性、及び温度測定の点で難しい課題を提起する。一般に、センサチップへの電気的接点は、検出機能に対する障害を回避するために電気的リークに対する抵抗がおよそ20 MΩを上回るように、互いに絶縁されるべきである。Si₃N₄パッシベーション（passivation; 不動態化）膜には、例えばピンホールを有するものがあり、硬化に際してガラス又はテフロン（登録商標）の膜を形成する化合物のスピンオン被覆は、塩水との接触が数日を超えると絶縁を示していない。（テフロン（登録商標）は、デラウェア州19898ウilmington市West 101 West 101・10番通り（101 West 101 West 10th St., Wilmington, Delaware 19898）のイー・アイ・デュボン・ドウ・ヌムール・アンド・カンパニー社の登録商標であることに留意されたい。）過度の架橋及び／又は熱サイクルのためにエポキシ樹脂が脆化しすぎると、ワイヤボンディングを高度に架橋したエポキシ樹脂内でポッティングしてさえ、抵抗が例えば30 MΩに低下し、且つ／又はボンディング破損に至る。その上、チップの上の流れチャンネルが変な形状であると、余分な乱流及びそれに応じた信号ノイズの原因となる。電気接点及びリードアウトワイヤ用に電気的絶縁を提供する別の手法には、流量チャンネル及び接触域からそれらを移動させることがあるが、そのような横方向への変位でチップサイズが拡大し、従ってコストが増加する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

構造的欠陥に関して、厚さ1 μmの高感度流量検出薄膜は、液体が膜に及ぼし得る強い粘性力及び慣性力の結果、容易に壊れる恐れがある。そのような破損は、鋭い気体の圧力又は流量パルスの例にさえ認められている。最後に、温度測定の問題に関して、液体中で一般に差し支えないヒータ温度の上昇（例えば20以下）は、気体中で一般に利用されるもの（例えば100～160）よりはるかに小さい。その結果、信号が比較的小さいために、組成のオフセット、センサ材料のオフセット、及び温度依存性のオフセットの影響が著しく増加し、センサの流量読み取りにおける重大な誤差を引き起こすことがある。

【0008】

上記に基づいて、本発明者は、前述の問題の解決策は、電荷の移動及び分子質量の移動に対する防護壁として機能するのに十分に強いが熱の伝達は十分で温度測定が可能となる「スマートな」当てものを薄膜の検出チップ上に与えるのが適切であると結論づけた。本明細書でより詳細に説明されるように、薄膜は無機化合物（金属さえ）又は疎水性もしくは親水性の高分子材料で構成される材料で作られてよく、これは、電気的リークがなく、流量測定のために何かが入り込むことがないので流体リークがなく、腐食がなく、流体の汚染がなく、また、流量ノイズが低減され、且つオフセット及びドリフトの問題がかなり

低減された高信頼性の実効的な流量センサをもたらす。

【 0 0 0 9 】

流量センサの設計及び製造における別の難題は、検出素子の端から端までの流体流路の整合である。正確で精密な整合は、センサの最適性能を実現するのに必須である。センサのそのような正確な整合には、一般に、各センサの構成要素が個々に位置合せされる必要があり、これは労働集約的で高くつくものである。センサがウェハの段階にある間に、より多くの製造ステップが終了するのであれば、流量センサの製造における時間及びコストが大幅に低減される。本発明は、マイクロセンサがウェハの段階にあるときに流路を正確に整合させることへの解決策を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

10

【 0 0 1 0 】

本発明は、気体及び液体を含む流体の質又は特性の検出に利用される温度センサを提供する。この温度センサは、微細構造の形で、シリコン、ガラス、水晶又は他の基板上で実施され得る。一実施形態では、流量センサは、検出素子、1つ又は複数のガイド要素及び流れチャンネルのある基板を有し、ガイド要素は、検出素子の上の流れチャンネルを整合させる。検出素子は、流体の特性を少なくとも1つ検出する。別の実施形態では、第1及び第2のガイド要素が流れチャンネルを画定する。本流量センサは、検出領域の端から端までの流路が正確且つ精密に整合されるセンサを提供し、複数の流量センサ間での確実且つ一貫した結果を助長する。

【 0 0 1 1 】

20

本発明の別の実施形態では、1つ又は複数の流れチャンネル延長部を画定するモールドされた要素がガイド要素の上に配置され、流れチャンネル延長部は、流れチャンネルと流体連通 (fluid communication) している。流れチャンネルと流れチャンネル延長部の組合せは、検出素子の上に流体流路を画定する。モールドされた要素は、流体流路の最上部を形成することができる。又は、流体流路の最上部を形成するために、モールドされた要素にキャップが取り付けられ得る。本発明の別の実施形態では、流量センサは、検出素子を有する基板、基板上に堆積 (deposited) され検出素子の上に整合された基準チャンネルを画定する整合層、及び基準チャンネル内に配置された流管を含む。

【 0 0 1 2 】

検出素子に整合された流れチャンネルをそれぞれ有する複数の流量センサを作成するための方法が提供される。この方法は、パターン内に整合された複数の検出素子を基板に提供するステップと、基板上に重合体層を堆積させるステップと、重合体層中に複数のガイド要素を形成するステップとを含み、ガイド要素は、検出素子の上の流れチャンネルを整合させるように配置される。実施形態には、ガイド要素が流れチャンネルを形成するものがある。次いで、基板は、複数の部片又はチップへと切断されるか又はダイシングされ、各部片は、検出素子の上に正確に整合された流れチャンネルを有する。

30

【 0 0 1 3 】

本発明の別の実施形態では、そこで有毒な流体又は腐食性流体が分析され、一般に「過酷な環境」と呼ばれてよい環境における液体流の検出のための装置が本明細書に開示される。この実施形態は、純粹であるか又は非常に清潔な流体の検出のためにも使用され得て、それら流体とセンサの接触が、検知できるような流体の汚染又はセンサへの悪影響をもたらさないほどである。この改善は、センサが流体流路から分離されたことによるものである。

40

【 0 0 1 4 】

センサは、形成された流れチャンネルを内部に有する流れチャンネルブロックを一般に含むように構成され得る。センサは、センサチップに固定され少なくとも1つのボンディング要素によって接続される基板及び流れチャンネルブロックの流れチャンネルに挿入されたモールド芯管を更に含み、このことによって、流量ノイズ及び腐食の可能性を低減し、センサチップに由来した電氣的絶縁、構造的欠陥及び温度測定を改善する。添付の図では、同じ参照数字は、個別の図を通して、同一か又は機能的に類似の要素を示す。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

これらの何ら制限されることのない例で扱われる特定の値及び構成は、変更されることができ、単に本発明の様々な実施形態を説明するために論じられたものであり、本発明の範囲を限定することを意図するものではない。

【0016】

本発明の一態様は、一般に、何らかの熱型流量マイクロセンサ又は環境センサのセンサチップへの、前面ワイヤボンディング (front-wire-bond; F W B) 接点又はウェハ貫通 (through-the-wire; T T W) 接点のいずれかを使用している電気接点のための、電氣的絶縁の設計及び製造に関する。本発明者は、以前に、例えば浸漬被覆、アルミナ薄膜アンダー被覆を有する浸漬被覆又はアルミナ薄膜アンダー被覆のない浸漬被覆、流動性 Si_3N_4 シーラント、フッ化シリコンを含む耐溶剤性シーラント及びエポキシ樹脂などの材料によって F W B センサチップの金ワイヤ及び金パッドを絶縁した。検出素子と流管内液体 (例えば塩水) の間の抵抗によって一般に定義されるような材料を基にした絶縁が試みられた。しかし、そのような抵抗は $20\text{ M}\Omega$ 以下であると受容できない。従って、本明細書に説明される本発明は、そのような問題の解決のために特別な解決策を採用する。

10

【0017】

テフロン (登録商標) ワイヤ又は外径 0.254 mm (0.010 インチ) から 1.524 mm (0.060 インチ) の導管のコアモールドのまわりに絶縁材料 (例えばエポキシ樹脂) をポッティングし (これは硬化後に除去されてもよいし除去されなくてもよい)、堅固なマイクロブリック (microbrick) 又は背面がエポキシで充填されたマイクロブリッジを使用することによって、前述の問題は本質的に解消され得ることが本明細書で更に詳細に説明されるであろう。例えば浸漬被覆と比べて絶縁「層」の厚さが増加すると、流体 (例えば水) 及び他の導電材料が侵入する原因となり、重合体内の導電へのそれらの寄与が無視できるようになる。流量ノイズ及び乱流を低減させることができる直線状で滑らかな流れチャネルが、このように、以前に利用されたセンサチップの上に配置された古い流れチャネルのスペースを置き換える。

20

【0018】

非保護のマイクロブリッジをマイクロブリックチップと交換すると、流体で生成された力による破損を解消することができる。マイクロブリックチップ又は他のそのようなデバイスの利用が、本発明の特徴を限定するものと見なされるのでなく、単に例示及び一般的な教示の目的のために本明細書で言及されることに留意されたい。絶縁体厚みが増加すると、より大きな電圧をセンサ発熱体 (これは液体と直接接触してもよいし、しなくてもよい) に印加できるようになり、このことがヒータ温度を上昇させ、より大きな出力信号をもたらす。その結果、ヒータ抵抗のドリフトならびに温度によるオフセット、流体のタイプによるオフセット、センサの非対称性によるオフセット、及びエレクトロニクスによるオフセットは、それほど顕著ではない。

30

【0019】

一実施形態では、流量センサは、流れチャネルを画定する流れチャネルブロック、流れチャネル内に配置されるモールドされた芯管、基板、ボンディング要素、及びセンサ素子又はセンサチップを含む。ボンディング要素は、1つ又は複数の前面ワイヤボンディング (F W B) 及び / 又はウェハ貫通 (T T W) 接点を備えるように構成され得る。

40

【0020】

本明細書で使用される用語「流管 (tube)」は、流体が流れる任意の形状のコンジット (conduit) 又はチャネル (channel) を意味する。流管の断面は、円筒、多角形、楕円などであり得る。モールドされた芯管は、テフロン (登録商標) などの高分子材料、又はガラス、水晶、サファイア及び / 又は例えばステンレス鋼などの金属など、他の材料から形成され得る。流管は、様々なプラスチック又は重合体の混合物で作成され得る。モールドされた芯管は、センサチップの表面を、モールドされた芯管を通して流れる流体との直接接触から壁厚に相当する距離だけ切り離す壁厚を一般に備え、それによって流量の変化に

50

対してセンサを感度抑圧 (desensitization) する。その上、センサチップに接するこの流管の壁厚は、必要に応じて、高い絶縁強度及び化学的不活性を、疎水性、親水性、脂肪親和性などの特性と併せ持つ。そのような特性は、無機材料又は有機材料で実現されてよい。本明細書で用いられるように、流体という用語は、一般に気体又は液体を意味し得ることに留意されたい。従って、本明細書に開示されたセンサパッケージは、気体又は液体の質又は特性を測定するために利用され得る。

【0021】

皮膜は拡大され得て、ボンディング要素に関連したポッティング化合物又はモールド化合物を構成し、それによって、モールドされた芯管は、一般にポッティング化合物を形作る。皮膜自体は、例えばエポキシ材料などの材料から形成されてよい。また、モールドされたコア流れチャンネルは、センサチップでモールドされた芯管の断面に狭窄を含むように構成され得て、その性能を最適化する。モールドされたコア流れチャンネル及び基板は、平らな膜で置換され得て、これはヘッダのまわりに巻き付けられるかまた縮小され得て、オリングによって密閉されてそのセンサ能力をもたらず。流管は、一般に流れチャンネルブロックから構成され、使い捨ての流管であり得る。その上、流量センサの温度を上昇させずに流れチャンネルを通して流れる流体が沸騰する点まで関連するヒータ温度を引き上げるように、センサは、上の流量センサに結合された基準抵抗及び / 又は温度センサの放熱用ヒートシンク構造に結合及び / 又は一体化され得る。

【0022】

センサは、適切な電氣的絶縁を提供するためにヒータ及びセンサ素子を覆う平らで不動態化された天面を特徴とする。その上、ダイは、そのウェハ貫通相互接続で、上記で論じられたように問題が付随するボンディングワイヤの必要性を解消する。広範囲の圧力レベルに耐え、且つ過酷な環境内で動作するように、ダイ構造体は非常に堅固に構成される。ダイは、非常に低い熱伝導率を有する材料で作成され、従って熱信号の望ましくない短絡の可能性を解消する。例えば、ダイは、様々なガラス材料、アルミナ又はそのような材料の組合せを使用して製作され得る。

【0023】

高質量流束 (high mass flux) の検出作用を実行する能力は、主としてセンサの物理的特性に依存する。最も重要なのは、高質量流束を検出する状況で動作することができるセンサを作成するために、ダイ基板の低熱伝導率が必要なことである。熱伝導率を最小化することによって、センサの加熱 / 冷却効果に対する障害が最小化され、検出能力が強化される。具体的には、ダイ基板材料の特性が熱伝達の適切な経路を制御することになり、ヒータからセンサまでのダイ基板を通る伝達を回避する。様々な材料が、この特性を与えることができる。伝統的に、マイクロブリッジセンサチップの窒化シリコンが、あるレベルの熱伝導率を与えるために使用され、その上容易に製造されている。しかし、その脆弱性が、過酷な環境中での使用を妨げる。

【0024】

所望の特性を示す最適の材料はガラスである。しかし、ガラスは、微細機械加工が容易でなかったため、以前は使用されていなかった。すなわち、ガラスを使用して必要な構造体を形成するのは困難である。可能性があるもう1つの基板材料はアルミナであり、エレクトロニクスパッケージに広く使用され、いくつかの望ましい特性を有する基板としての働きをするために機械加工され得る。しかし、望ましくない特徴の1つにその高い熱伝導率があり、センサチップの感度がひどく低下する。

【0025】

感光性ガラス及びパイレックス (Pyrex) (登録商標) を含むガラス材料の最近の進化は、微細機械加工が可能で非常に有効であることを示している。その結果、この材料は、現在、微細機械加工される流量及び特性のセンサ向けに代替のダイ基板 (die substrate) を提供することができる。本発明は、最適化された物理的特性を有する流量及び特性のセンサを作製するために、ガラス (感光性ガラス、石英ガラスなど) 又はアルミナ材料の特性を利用する。マイクロブリック構造体又はマイクロフィル構造体内にガラスを基材と

10

20

30

40

50

するセンサを提供すると、その結果、圧力ストレスに誘起される誤差信号なしで、流体特性又は高質量流束流体の流れの検出向けに堅牢なセンサの製造が可能になる。

【0026】

最近のガラスの進化のために、ダイ基板としてこの材料を使用すると、一般に、構造の機械加工の必要工数が低減する。より詳細には、現在、実質的に堅固な構造を有するマイクロブリック構造体又はマイクロフィル構造体内に基板が製作され得る。この種のセンサダイ (sensor die) では、加熱要素及び検出素子が基板上に直接配置され、これらの要素の下では、更なる処理又は構造化は不要である。その結果、基板自体は、検出素子の下で連続的であり、より堅固なセンサダイを作成する。ガラス基板材料のこの特性によって、このマイクロブリック構造体が過酷な環境の中で有効に使用されることが可能になる。

10

【0027】

流量センサは、流体が検出素子の上を直接流れる非絶縁型 (non-isolated) か、又は流体が検出素子から分離されて流れる絶縁型のどちらかである。図1は、従来技術のプラスチック非絶縁型流れチャンネルブロック104の断面図100である。図1は、基板102に固定されるか又はこれと交信するセンサチップ106を更に示す。基板102は、電氣的I/Oリードアウトを支持することができ、そしてまた「前面ワイヤボンディング」(FWB) 107又は「ウェハ貫通」(TTW) 接点(図示せず)によってチップ106上の様々な要素に接続又はボンディングされてよい。次いで、チップ用の適切な開口を有する最上部の流れチャンネル111は、検出チップ106の上に固定され得る。理想的には、流体用に企図した経路内へ過剰接着剤をこぼさないように注意が払われるべきである。このように、図100は、本明細書でより詳細に説明される本発明の「コアモールド (core mold)」構想の導入に先行して、マイクロセンサの図面を示す。

20

【0028】

図2は、挿入された芯管118を有する絶縁された流れチャンネルブロック104の断面図110を示す。図2は、センサチップ116及び基板112を更に示す。図1の流れチャンネルブロック104と類似している流れチャンネルブロック114は、現在、挿入された芯管118を有する。基板112は、例えばアルミナ、PCB、ガラス、水晶又は他の基板タイプの材料で構成されてよい。図2の基板112は、図1の基板102とおおむね類似している。本明細書で使われる用語「基板 (substrate)」が、「基板」又は「基板台」を意味し得ることに留意されたい。基板の組成は、以下で更に論じられる。また、流れチャンネルブロック114も、ブロック114に芯管118が追加されていること以外は、流れチャンネルブロック104とおおむね類似している。これは、流れチャンネルブロック114を「アルミナ」基板112に固定する手順を容易にする。

30

【0029】

挿入された芯管118は、引き抜かれるのではなく適所に保持されて前述の利点をもたらす。挿入された芯管118の壁厚が、その厚さに相当する距離だけ検出チップ116の表面を流体との直接接触から切り離し、従って流れの変化に対してセンサを感度抑圧するが、これは前述の他の利点を得るための代価であることに留意されたい。その上、流れチャンネルブロック114が管の形状に構成されてよく、それによって流管として機能することに留意することが重要である。流れチャンネルブロック114は、このように流管を形成することができる。

40

【0030】

しかし、当業者には、流れチャンネルブロック114は、例えば、三角形、正方形、長方形、半円、又は様々な他の幾何学図形など他の形状の流れチャンネルブロックに構成されてよいことが理解され得る。従って、流れチャンネルブロック114の形状は任意の設計選択項目であり得て、本発明を限定する特徴とは見なされない。その上、流れチャンネルブロック114は、プラスチックを含むが必ずしもそれだけではない様々な材料から形成され得ることが理解され得る。

【0031】

一実施形態では、流れチャンネルブロック114は、芯管118が挿入される基準チャネ

50

ルを画定する重合体整合層である。この整合層は、センサチップ 1 1 6 上に正確に整合された基準チャンネルをもたらし、芯管 1 1 8 がセンサチップ 1 1 6 の上に正確に整合されることを可能にする。整合層の組成は、以下で更に論じられる。

【 0 0 3 2 】

基板 1 1 2 は、電氣的 I / O リードアウトを支持することができ、そしてまた図 2 に示された「前面ワイヤボンディング」(F W B) 1 2 7 及び 1 2 9 によってセンサチップ 1 1 6 上の様々な要素に接続されてよい。同様に、F W B 1 0 7 及び 1 0 9 が図 1 に示される。その上、ボンディング要素は、ウェハ貫通 (T T W) 接点として構成され得るが、図 1 及び図 2 には示されない。次いで、流れチャンネルブロック 1 1 4 は、検出チップ 1 1 6 及び基板 1 1 2 の上に固定され得る。理想的には、図 1 では、流体用に企図した経路へ過剰接着剤をこぼさないように注意が払われるべきである。図 2 では、芯管 1 1 8 がそのような流出を防ぐことができ、流体が流れ得るチャンネル 1 2 1 を全体的に囲む。もし芯管 1 1 8 が流れチャンネルブロック 1 1 4 から除去されると、芯管 1 1 8 が芯管 1 1 8 の周囲のモールドから除去された後、チャンネル 1 2 1 は適所に残され得ることに留意されたい。この意味で、芯管 1 1 8 も「モールドされた芯管」と呼ばれてよい。

【 0 0 3 3 】

従って、そのような芯管の使用が、流量ノイズ、敏感性、ならびに非常に清浄な流体の汚染、流体漏れ、チップの腐食及び漏れの危険性を低減させることができ、その一方で、関連するセンサチップ (例えばセンサチップ 1 1 6) に由来する電氣的絶縁、構造的欠陥及びその温度測定を改善する。そのような芯管は、内部の流れチャンネルを形作りモールドするためにも使用され得て、モールド化合物を硬化した後で除去され得る。次いで、流量センサは、流れ感度を回復し低「流量ノイズ」を維持することができるが、何らかのチップ腐食保護、流体及び電氣的な漏れ防止、流体汚染、非侵入性及び構造的欠陥を失うかもしれない。

【 0 0 3 4 】

再び図 2 を参照すると、基板 1 1 2 は、マイクロセンサダイに適切に調和した熱膨張率 (C T E) を有するアルミナ、ムライト、水晶又は他の既知の材料で構成され得る。いくつかの周知のシリコン処理技法を使用して容易に機械加工 / 処理され得るので、シリコンは、しばしば非常に有効なマイクロセンサ本体の材料と見なされる。しかし、非常に高い質量流束流体の流れ検出及び高圧用途など特定の用途において、マイクロブリッジ又はマイクロ薄膜などのようにシリコンで支持された構造体には多少の不都合がある。具体的には、もしシリコン上に直接構築されるとすると、シリコンの熱隔絶特性が、センサの構造及び動作特性を制限するであろう。これらの熱特性に対処するために、シリコンを基材とするセンサのマイクロセンサ本体は、ヒータ及び検出素子より下の熱マスを制限するようにマイクロ薄膜タイプの構造体に構成される。明らかに、このことはシリコンを基材とするセンサの物理的強度を制限する。更に、このマイクロ薄膜構成は、その出力信号が、高い流束レベルに反応する以前に飽和するので、高い質量流束の検出に適していない。

【 0 0 3 5 】

過酷な環境において有効に動作するためには、流量センサは構造的に堅固でなければならない。ソース (高圧パルス、超音波洗浄及び水撃作用など) による高圧に十分に耐える堅固なセンサが必要である。また、高い質量流束流量を検出するために、適切な低熱伝導率 ($1.5 \text{ W} / (\text{m K})$ 以下) を有する基板材料を備えることが重要である。あるガラス材料は、より (シリコンより) よい熱隔絶特性をもたらし、従って、上記で概説された微細機械加工された流量及び特性のセンサの検出能力を向上させる。ガラスを使用すると、より堅固な物理的構造体も使用され得るようになる。これらの様々な特性は、より汎用性のあるセンサをもたらし、これは多くの用途で使用され得る。その上、以下に概説されるように、ある技法は、ガラスを基材とする基板の効果的な微細機械加工を提供する。

【 0 0 3 6 】

マイクロセンサ本体の材料としてのガラスの使用は、センサの能力を強化する多くの特徴をもたらし。これらの特徴は、(1) ウェハ貫通接点用の自動的な電氣的絶縁、(2)

シリコンより低い熱伝導率、(3)液体の検出用として圧力パルスに耐えるために必要とされる耐環境上の堅牢さ、及び(4)構造的に堅固なセンサ本体構成を使用する能力、を含む。その上、ガラスを基材とするセンサは、化学的不活性、耐食性及び生物学的適合性の必要条件をすべて満たす。

【0037】

前述のように、ガラスは、様々な接点間に、固有の電氣的絶縁をもたらす。これは、わずかに絶縁するように成長される、より高価なシリコンウェハが使用されることを除けば、基板上に二酸化シリコン層を組み込むことにより電氣的絶縁が実現される、シリコンを基材とするセンサに匹敵する。明らかに、このことは1つの材料の層及び1つの必要な処理ステップを排除する。このことは特に有益である。というのは、酸化物を成長させるステップが多大な時間を必要とし、かなりな高温で行われるからである。本発明のセンサは、ガラスを基材とするセンサとして実施され得るが、適切な物理的特性を有する他の材料も使用され得ることが理解される。例えば、基板は、ガラス、水晶、シリコン、アルミナ、又はセラミックを含む他の材料から製造され得る。

【0038】

図3は、本発明の一実施形態による、挿入されたコアを有する改善された流れチャンネルブロックの側方の断面図131を示す。図131の左側は、図1に示された従来技術構成の側方断面図を更に示し、右側は、芯管118の位置を示す。図1から図3では、類似部品又は同じ部品は、一般に同じような参照番号によって示されることに留意されたい。例えば、図1の流れチャンネルブロック104は、図2の流れチャンネルブロック114と類似している。従って、図3の図131に示されるように、壁122及び124が、流れチャンネルブロック104及び114の壁を形成する。

【0039】

図3は、図1に示される従来技術構成と、図2に示される改善された流れチャンネルブロック設計の間の相違を主に強調するために本明細書に含まれている。図3中の点線140は、図1の従来技術設計と図2の改善された設計の間の区別箇所を示す。従って、センサチップ106及び116の半分が、基板102及び112の半分と共に図3に示される。チップの上面図142も、センサチップ106及び116のそれぞれの半分を見せて示される。上記に示されたように、壁122及び124が、流れチャンネルブロック104及び114の壁を形成する。流れチャンネルブロック104及び114は、どちらも壁122及び124を含む。壁122及び124は、点線140の両側に示される。矢印144は、チャンネル111及び121を通る流体の流れを示す。図2における挿入された芯管118の壁130及び132は、図3にも示される。

【0040】

以前に説明されたように、流管の壁厚は、その厚さに相当する距離だけ、検出チップの表面を流体との直接接触から切り離し、従って、流量の変化に対してセンサを感度抑圧する。この影響は、ヒータの温度を、外気レベルを上回って上昇させること、及び追加的にセンサチップ接触面で可能な限り壁厚を薄く設計することにより最小化され得て、均衡させられ得る。TTW接点を使用してさえ、提案された芯管を使用すると、ボンディング後に適所に残されたとしても残されなかったとしても、「アルミナ」を有する「透明プラスチック」部が、流量ノイズ及び漏れ又は腐食の危険を低減させ、より高いヒータ温度の適用を可能にし、このことが、より高いセンサ温度及び低減されたオフセットをもたらすことに留意されたい。本明細書で使われるように、用語「ボンディング」は、一般にワイヤボンディング(例えばFWB)を用いた電氣的接続を暗示し、一方、用語「固定」は、一般に機械的固定要素及びその技法を暗示することに留意されたい。

【0041】

従来技術のデバイス及びシステムでは、例えばユニットインスツルメンツ社、エマソン社、及び他社などが、肉眼で見えるステンレス鋼の芯管を有する熱型流量センサをベースとするマスフローコントローラを数十年間市販している。そのようなデバイスは、一般に、金属芯管まわりのワイヤ巻線の形をしているヒータ及び検出素子を特徴とする。しかし

、この製造手法は、大きく、応答が遅く、且つ高価なセンサをもたらすことがあり、一般に有効な解決策ではない。

【 0 0 4 2 】

図 2 及び図 3 に示された全体的な構造体を含む流量センサはこのように設計され得て、特に芯管の直径が縮小するので、それによって、より有利な表面積とボリュームの流管比率をもたらす。図 2 に示された実施形態では、例えば、外径約 1 . 6 1 0 4 m m (0 . 0 6 1 インチ) のテフロン (登録商標) 細管 (つまり通常はワイヤの絶縁として使用される) が、「透明プラスチック」の流れチャンネル 1 2 1 を通して、センサチップ 1 1 6 で断面的に通され得る。次いで、エポキシ樹脂又は室温加硫硬化性シリコンゴム (R T V) のどちらかが、チップ領域の方へシリンジホール経由で過剰分がこぼれるまで注入され得て、一方で、密閉されていないアルミナ基板と流れチャンネルブロックの境界面は、閉じ込められた気泡を最小化するために真空下に残る。

10

【 0 0 4 3 】

本発明の別の実施形態によって別の製造技法も実施され得て、接合する前に過剰接着剤が全体的に個々の部品に供給され、真空にして諸部品をまとめ、その一方でボンディング表面から過剰接着剤を絞り出す。接着剤の硬化後に、テフロン (登録商標) 芯管は、必要に応じて容易に除去され得る。検出素子と導入された導電性の水溶性食塩溶液の間の電気抵抗の測定値は、テフロン (登録商標) 流管は除去して、最初 2 0 0 M Ω 以上でその数日後に 3 0 M Ω 以上の間の抵抗を示す。流管が適所に残され得るのであれば、劣化又は電気的な漏れは測定されないかもしれない。

20

【 0 0 4 4 】

図 4 は、塩水を用いて、外気温度で、本発明の一実施形態による流量センサの性能を示すグラフ 2 0 0 を示す。図 4 は、単に例示及び教示の目的で示され、従って本発明を限定する特徴とは見なされない。グラフ 2 0 0 は、測定された流量センサ出力対いくつかの流れチャンネル構成の流れを示し、ヒータ温度値が取得され得る。グラフ 2 0 0 に示されるように、0 . 5 n L / s 未満で生じる流れは、内径がたった 1 5 0 μ m の小さな芯管には測定可能である。そのような例では、ノイズレベルは、外気温度の変動に対する補償が存在し得ない約 1 m V の範囲にあるかもしれない。

【 0 0 4 5 】

従って、グラフ 2 0 0 が、ゼロキャンセルされた出力 (nullled-output) 対流速に関する時間とともに収集された一連のデータを示すことを、当業者なら理解することができる。このように、グラフ 2 0 0 は、芯管向けの、より薄い壁厚 (W T) 及びより高い熱伝導率材料の有益な影響を全体的に示し、これは感度及び流量の範囲を向上させる。より高い熱伝導率材料の一例はパイレックス (登録商標) であり、本発明の一実施形態に関連して利用され得る。(パイレックス (登録商標) は、ニューヨーク州 1 4 8 3 1 コーニングのコーニング・グラス・ワークス社の登録商標であることに留意されたい。) 従って、図 4 の更なる説明は不要である。

30

【 0 0 4 6 】

図 5 は、本発明の別の実施形態によって実施され得る流量センサ 3 0 0 の正面図を示す。流量センサ 3 0 0 は、F W B 3 0 6 及び 3 0 4 を有する検出チップ 3 0 2 の上に配置された芯管 3 0 8 の外側表面 3 1 0 及び内側表面 3 1 2 を含む。

40

【 0 0 4 7 】

図 6 も、本発明の一実施形態により流量センサヒータによって生成された温度場 4 0 0 の断面の側面図を示し、ヒータは、流れのない状態で、中心からちょうど 2 5 μ m 離れた面内で、外気より例えば 1 0 0 高く上昇され得る。図 6 は、センサチップ (例えば図 5 の検出チップ 3 0 2 又は図 2 のチップ 1 1 6) 近くの温度場の温度プロファイルの有限要素計算の結果を全体的に示し、もし流れチャンネルブロックの厚さが例えば 2 5 0 μ m にも選択されたとすると、このように、 $\Delta T_h = 6 . 5$ の等温線でさえ、かろうじて水を洞察することを示し、感度における損失を説明する。高熱伝導率 (例えば約 1 W / (m K)) の材料で作成された薄い壁の流管を使用することが、感度損失の最小化への有効な手法

50

として実証されている。

【0048】

前述の改善されたセンサ構成（つまりセンサパッケージ）に対する変更形態が、本発明によって作成され得ることが理解され得る。例えば、関連するヒータの適切な制御を実現するために、図6に示されない基準抵抗 R_r の放熱が、 SoA に精通しているならば熟練したものによって実施され得る。中間的な熱伝導率を有する材料で作成された薄い強い芯管を選択することは、前述のように、本発明の装置によって利用され得る別の技法である。他の変形形態及び代替実施形態が、以下で更に説明される。

【0049】

図7は、流れチャンネル本体すなわちブロック520（例えば断面が約6.35mm（0.25インチ）×6.35mm（0.25インチ））内のテフロン（登録商標）流管516の下にガラスチップ510を有する流量センサ組立体505の横断面の端面図500を示すが、これは本発明の別の実施形態によって実施され得るものであり、ハネウェル社の流れチャンネル容器AWM720に入るように大きさを合わせられ得る。図7に示されるように、チップ510は、基板508の上に配置され得て、アルミナ、ガラス又は他の基板材料で構成されてよい。チップ510は、ワイヤ522及び524経由で基板508へのFWB接続を含むように構成され得る。

【0050】

芯管516は、直径1.524mm（0.060インチ）であり得る。その上、0.0508mm（0.002インチ）の壁厚は、10 μ L/min以上から1000 μ L/min以下の間の水流を検出するために利用され得る。より小さな芯管514が、芯管516の代りに筒512内の溝に挿入され得て、例えば、図4に示された0.03 μ L/minから3 μ L/minの範囲内の流れを検出するために利用されてよい。筒512が、一般に、図7のブロック521の上に配置されることに留意されたい。そしてまた、ブロック521は、基板508の上に配置される。

【0051】

図8は、大流量チャンネルに与えられる過酷な環境向けに本発明の一実施形態によって実施され得るセンサパッケージを示す。センサチップ616は、ヘッダ（例えば#T018614又は#T05612）上に固定され得て、ワイヤ617及び619によって1つ又は複数の関連するポストに電氣的にボンディングされる。12.7mm（0.5インチ）以上もの大きなチャンネル内を流れる流体にチップ表面をさらず代りに、センサチップは皮膜610によって保護され得て、この皮膜は、任意の数の単一又は積層の有機材料又は無機材料から構成されてよい。薄膜610が検出素子に薄く与えられ、それによって、確実に、高感度で、低ノイズで、侵入せず、汚染せず、しかも流れチャンネルが使い捨ての測定が可能になる。一実施形態では、例えば、薄膜は、約0.0254mm（0.001インチ）から約0.254mm（0.010インチ）まで一切を含んだ範囲内の厚さで検出素子に与えられる。

【0052】

仮想チャンネル606が、図8中の点線で示されることに留意されたい。そのような仮想チャンネル606は、例えば直径で約1.524mm（0.060インチ）でよい。図8に示されるように、空隙602は、エポキシ樹脂などの接着剤で充填されてよい。重合体皮膜610の下側604は、付着を助長するために「エッチング」されてよい。Oリング618は、大きなチャンネル内の流体に対する密閉を可能にするためにヘッダの底部近くに配置され得る。ヘッダは、図8に一隅だけが示されている大きな流れチャンネルブロック608に対して既知の固定技術によって固定され得る。

【0053】

図9は、本発明の一実施形態により、流れチャンネルブロックの壁（906及び908）内に配置された小さな芯管918（例えば外径0.3556mm（0.014インチ）以内で内径0.1524mm（0.006インチ））を有する流量センサ組立体の最上部断面図901及び最下部断面図900を示す。図9において、最上部断面図901及び最下

部断面図 900 が、点線 903 によって互いに分離されていることに留意されたい。図 9 に示された構造体の組立て中に、芯管 918 の内径を除いたすべての空隙を充填するためにエポキシ樹脂が利用され得る。

【0054】

センサチップ 920 上に芯管壁 912 及び 914 を押しつけるために押し要素 910 が利用され得て、センサチップ 920 と流管壁 914 の間のどんな空隙も最小化する。この設計は、本明細書で説明されたように、いくつかの用途のために、小さな芯管（例えば図 7 の小さな芯管）の組立てを簡易化する。従って、過酷な環境向けのセンサパッケージとともに使用するための簡易化されてはいるが有効な芯管構造体が、特に市販の部品（例えばブロック壁 906、908 及びセンサチップ 920 であり、壁 906 も回路支持基板を構成することができる）を考慮して、容易に構成され得る。

10

【0055】

図 10 は、本発明の一実施形態による流れチャンネルブロック 1119 及び芯管 1120 の組立体の断面図 1000 及び 1001 を示す。図 1000 は、皮膜 1008（例えばテフロン（登録商標）テープ）の下に配置されたエポキシ系接着剤 1009 を示し、これは 1 つ又は複数の F W B を包むことができる。エポキシ樹脂 1009 及び 1121 の硬化、挿入及び組立ての間中、ならびにそれらの後で、芯管 1120 は、皮膜 1008 の上に配置されて、センサチップ 1130 及び基板 1006 上に押し要素 1002 によって押しつけられ得る。図 10 の押し要素 1002 が、図 9 の押し要素 910 に類似していることに留意されたい。

20

【0056】

基板 1006、センサチップ 1130、エポキシ樹脂 1121 及び流れチャンネルブロック 1118 のいずれにも皮膜 1008 が付着しないことを確認することによって、エポキシ樹脂の硬化後に、上部半分及び下部半分を取り去ることができ、同様に皮膜を除去することもできる。皮膜 1008 は、例えばテフロン（登録商標）、フッ素重合体又はアクラー（Aclar）（登録商標）などの材料から形成され得る。（アクラー（登録商標）は、ニュージャージー州モリスタウンシップのアライドケミカル社の登録商標であることに留意されたい。）従って、図 10 に示される構造体が製作され得て、それによって、芯管 1120 の表面がセンサチップ 1130 の検出面と接触するように、完全に対になった上部半分及び下部半分の再度組み立てることが可能になる。測定終了後、センサチップ 1130 及び基板 1006 上のその較正済み回路を保持している非使い捨てで一般に高価な部品を汚染してしまうことなく、図 10 の図 1001 に示された組立体の上部半分（例えば血液又は他の生体液を含んでよい）を廃棄することができる。

30

【0057】

上記に基づいて、複数の代替のセンサ構成が本発明によって実施され得て、液体又は「過酷な環境」のセンサチップのために電氣的絶縁を実現することが理解され得る。例えば、液体の流れ又は液体の特性を検出するために、「密封されるべき」センサチップを、無機質であろうとなかろうと、高い絶縁耐力及び化学的不活性と疎水性とを兼ね備える皮膜で覆うことが、そのような電氣的絶縁を実現するために利用されてよい。

【0058】

40

本明細書に開示された本発明による液体又は「過酷な環境」センサチップのために電氣的絶縁を実現するための別の技術は、チップのまわりのワイヤボンディングのポッティング化合物として皮膜を拡大して形作ることを含み、それによって、除去可能なモールドコア（フッ素重合体、ガラス又は金属の薄い管類又は皮膜など）によってポッティングシーラント接着剤（例えばエポキシ樹脂、RTV など）が形作られ得て、確実に最小の絶縁をもたらし、一方で検出性能（例えばオフセットの低減、低ノイズ及び長い実用寿命などによる信号の高信頼性 / 高精度）を最大にする。そのような例では、管状のモールド芯管は、ポッティング後の絶縁として適所に残されてよい。従って、本明細書に開示された本発明による流量センサ自体が、流体にさらされ得る。というのは、芯管（つまり流れ芯管）は、流れチャンネルをモールドするために使用した後で除去され得るからである。あるいは、

50

芯管が適所に残されるのであれば、流量センサも流体にさらされてよい。芯管は、このように使い捨ての流管を構成してよい。

【0059】

また、ポッティングを巧妙に実行すると、較正されたセンサ及びその電子回路を廃棄することのない、使い捨ての流管（例えば血液又は化学物質の分析用）の製造を可能にする。その上、センサチップの位置（例えば図1参照）に芯管の断面内の狭窄が与えられ得て、最も高い流速（及び信号）の位置での性能を最適化し、圧力低下を管理する（つまり全体的な Δp を最小化する）。

【0060】

その上、流管及び平らな基板は、図8に示されるように、例えばTO5又はTO18などのヘッダのまわりに平らな皮膜（例えば、厚さ20～100 μm のテフロン（登録商標））が巻き付けられるか又は縮小されてリング618によって密閉されたもので置換され得る。最後に、以前に示されたように、基準抵抗 R_r が熱くなってヒータ温度が不用意に高くなり過ぎ液体が沸騰することのないように、基準抵抗の放熱が利用され得て、液体又は「過酷な環境」のセンサチップのための電氣的絶縁を実現する。例えば、小さな金属の熱導体が利用されてよく、 R_r 上にエポキシ樹脂で接着され得て、その熱交換表面をヒータ抵抗 R_h から遠ざける方向に増大させることができる。本発明の別の態様は、センサチップの上の流れチャネルの整合に関する。基準チャネルを生成する整合層の使用は、「過酷な環境」センサチップ向けの電氣的絶縁を実現するための別の技術をもたらす。

【0061】

流体流れセンサを作成するのに多くの異なる材料が使用されてよいが、一方では、材料の選択がセンサの性能にドラスチックに影響することがある。センサ基板に適する材料は、比較的低い熱伝導率を有するであろう。低い熱伝導率は、センサの感度を維持するために重要である。様々な検出素子に与えられるすべての加熱効果/冷却効果は、大部分は検出されるべき流体によって比較的低い熱伝導率で引き起こされる。換言すれば、基板を通して過度に熱が伝達されて信号短絡を招くことがないようにすることが重要である。

【0062】

上記で参照された熱特性に加えて、化学的不活性、耐食性、温度に対する高安定性、電氣的に絶縁されていること、及び生物学的適合性は、すべての流量センサにとって大変望ましいものである。センサは、適切な電氣的絶縁を与えるためにヒータ及びセンサ素子を覆う平らな天面を特徴とする。センサの天面は不動態化され得る。ヒータ及びセンサ素子は、基板又はダイの中へ埋め込まれるか又は取り付けられる。センサは、1つ又は複数の前面ワイヤボンディング及び/又はウェハ貫通接点を含むように構成され得る。ウェハ貫通相互接続は、ボンディングワイヤの必要性を解消する。基板は、比較的低い熱伝導率を有するように選択された材料で作成され、従って熱信号の望ましくない短絡の可能性を解消する。例えば、基板は、様々なガラス材料、シリコン、アルミナ、水晶、重合体、金属、又はそのような材料の組合せを使用して製作されてよい。

【0063】

図11A及び図11Bに示されるように、センサ2010は、基板2020、検出素子2070、整合層内に形成されるガイド要素2030、ガイド要素2030によって画定される流れチャネル2040、及び流れチャネル延長部2080、2081を画定するモールドされた要素2050を含む。基板2020は、天面に切り込まれたノッチ2060を有し、モールドされた要素2050を収容する。流れチャネル2040は、検出素子2070の上に整合され、ヒータ2090、温度センサ20100、20101を含む。基板2020は、シリコン、セラミック、金属、パイレックス（登録商標）などのガラス、又は水晶を含む、マイクロセンサに使用される任意の在来の材料であり得る。

【0064】

図11B中の矢印によって示される流体流路は、流れチャネル2040を画定するガイド要素2031を使用することによって、図11A及び図11Bに示されるセンサ2010内の検出素子2070の上に正確に整合される。整合層は、あるパターンに配置された

多数の検出素子 2070 を含むウェハの全体を覆って堆積された高分子材料である。一実施形態では、重合体は、ポリメタクリル酸メチル (PMMA) などのポジ型レジストである。別の実施形態では、重合体は、エポキシ樹脂を基材とするネガ型レジストである。そのようなレジストの 1 つに SU-8 があって、UV 放射に感光性であり、成長後は、熱的に、且つ化学的に安定している。フォトリソグラフィによって、整合層がマスクされ、ガイド要素 2030 が形成される。

【0065】

ガイド要素 2030 は、検出素子に隣接して配置され、流れチャネルを各検出素子の上に導くか又は整合させる働きをする。図 17 に示される一実施形態では、単一のガイド要素 20630 は、検出素子 20670 に隣接して配置され、流れチャネル 20680 を有するモールドされた要素 20650 がガイド要素 20630 の上に配置され、検出素子 20670 の上に流れチャネル 20680 を整合させる。他の実施形態では、ガイド要素が、検出素子の上に整合された垂直の壁を有するチャネルを生成するように、整合層がマスクされる。図 11A 及び図 11B に示される一実施形態では、整合層がマスクされて、検出素子 2070 の両側にガイド要素 2030 を生成する。この実施形態では、ガイド要素 2030 は、流路としての働きをする流れチャネル 2040 を形成する。図 13 ~ 図 16 に示される他の実施形態では、ガイド要素が、基準チャネル 20240、20340、20440、20540 を形成し、その中へ、流管 20285 (図 13A)、モールドされた要素 20350、20450 (図 14、図 15)、又はモールドされた要素 20550 及び流管 20585 の両方 (図 16) が配置される。これらの実施形態の流管又はモールドされた要素は、流路として機能する。

【0066】

別の実施形態では、基板はシリコンウェハであり、ガイド要素は、深いリアクティブイオンエッチング (DRIE) などの処理手順を使用してエッチングされる。別の実施形態では、ガイド要素は、KOH と水の異方性エッチ液によって形成された V 字型溝である。当初はエピタキシャル成長されたシリコン層の下に形成された、耐エッチ液性のホウ素でドーパされたシリコンの、平らな底部を有する先端を切られた V 字型溝も使用され得る。

【0067】

処理がまだウェハの段階にある間に、検出素子に隣接して正確に整合されたガイド要素を形成すると、一様に整合された流路を有する複数のセンサを製造することが可能になる。ウェハは個々のセンサへとダイシングされ、モールドされた要素又は流管がガイド要素上に配置され得て、検出素子の上に正確に整合された流体流れチャネルをもたらす。

【0068】

図 11A 及び図 11B に示されるセンサでは、ガイド要素 2030 が、これもまた流路である流れチャネル 2040 を画定する。基板 2020 が流路の最下部を形成し、ガイド要素 2030 が流路壁を形成し、モールドされた要素 2050 が流路の最上部を形成する。モールドされた要素 2050 は、流れチャネル 2040 の終端に接続する流れチャネル延長部 2080、2081 を含み、これが流体システムとの接合面をもたらす。モールドされた要素 2050 は、基板 2020 に接着剤で取り付けられ得る。ガイド要素 2030 は、流路内又は検出素子上への接着剤の移動を防ぐための防壁を与える。この実施形態では、一様且つ正確に整合された流路を有する複数のセンサを、最小限の、ウェハ後の処理で作製することができる。

【0069】

センサの別の実施形態が図 12 に示される。基板 20120 は、検出素子 20170 を有する。単一の楕円形のガイド要素 20130 が整合層内に形成され、検出素子 20170 の上に整合された流れチャネル 20140 を画定する。モールドされた要素 20150 は、ガイド要素 20130 の上に適合するように構成され、流れチャネル 20140 の最上部を形成する。モールドされた要素 20150 は、流れチャネル 20140 の終端に、ある角度で接続する流れチャネル延長部 20180、20181 を含み、これが流体システムとの接合面をもたらす。実施形態には、流れチャネル延長部 20180 及び 2018

1 が同じ寸法を有するものがある。

【0070】

他の実施形態では、2つの流れチャネル延長部20180及び20181は、異なる大きさに作られる。例えば、流れチャネル延長部は、流量センサが配置されている大きな流体流れシステム内に流管又は流路を適応させるために様々な内径を有することがある。流路内に1つ又は複数のアングルを有するセンサでは、検出素子20170は、上流にある最後のアングルから、流れチャネルの直径の10倍以上離して配置される。この間隔により、流体が検出素子の上を通る前に、アングルによって引き起こされた流体内の乱流を消散させることが可能になる。

【0071】

図11A、図11B及び図12に示される流量センサの実施形態は、非絶縁センサである。流体流路は、検出素子2070、20170のちょうど上に存在し、また、最下部上にある基板2020、20120、側部にあるガイド要素2030、20130、及び最上部上にあるモールドされた要素2050、20150によって拘束される。図13A、図13B及び図14～図16に示される流量センサは、絶縁されたセンサである。

【0072】

図13A及び図13Bに示される流量センサ20210は、基板20220、検出素子20270の上に基準チャネル20240を形成する整合層画定ガイド要素20230、流れチャネル延長部20280、20281を含むモールドされた要素20250、流管20285、及び蓋20200を含む。ガイド要素20230は、検出素子20270の上に基準チャネル20240を形成するために正確に整合され、モールドされた要素20250及び流管20285を検出素子20270の上に整合させる働きをする。モールドされた要素20250は、流管20285のための追加的支持を与える。蓋20200は、検出素子20270に接するように流管20285を保持する働きをする。流管20285は、検出素子20270の上に絶縁された流路をもたらす。

【0073】

流管20285は、壁厚に相当する距離だけ、流管を通して流れる流体との直接接触からセンサチップの表面を切り離す壁厚を有し、それによって流量の変化に対してセンサを感度抑圧し、一般に「過酷な環境」と呼ばれ得るものからセンサを保護する。過酷な環境は、汚染された流体、不潔な流体、凝縮性流体、腐食性流体、放射性流体などを含むことがある。デバイスを過熱するか、デバイスに堆積物を残すか、又はデバイスを氷結させるかもしれない流体も含まれる。流管の横断面は、円筒、多角形、楕円などであり得る。実施形態には、流管20285が使い捨てであって、血液など複数の汚染された流体試料向けに再使用可能な流量センサを提供するものがある。流管20285を交換するために、蓋20200が取り除かれ、使用済みの流管が新規の流管と取り換えられ、蓋が元に戻される。その上、センサに接するこの流管の壁厚は、必要に応じて、高い絶縁強度及び化学的不活性を、疎水性、親水性、脂肪親和性などの特性と併せ持つ。そのような特性は、無機材料又は有機材料で実現され得る。

【0074】

実施形態には、下方へ延びるよう大きさが合わせられ検出素子20270に接する小さな流管20285を保持する突部20205を蓋20200が含むものがある。モールドされた要素20250及び蓋20200の寸法は、流管20285の様々な寸法に対して安定性を与えるために選択され得る。このようにして、単一のウェハからカットされて各々が同じ大きさの基準チャネル20240を有する複数のセンサが、様々な寸法の流管20285と共に使用され得る。その上、モールドされた要素20250は、基準チャネル20240内へ延びることができて、小さい直径の流管20285を受けるためのより狭いチャネルを与える。モールドされた要素20250は、接着剤を使用して基板20220及び蓋20200に取り付けられ得る。ガイド要素20230は、流路内又は検出素子上への接着剤の移動を防ぐための防壁を与える。

【0075】

流管 20285、モールドされた要素 20250 及び蓋 20200 は、パイレックス（登録商標）、石英ガラスなどのガラス、水晶、サファイア、セラミック、エポキシ樹脂、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）又はテフロン（登録商標）など 1 つ又は複数の重合体、又はステンレス鋼などの金属で作成され得る。様々なタイプのガラスの混合物又は様々な重合体の混合物も、流管 20285、モールドされた要素 20250 及び蓋 20200 を製造するために使用され得る。ステンレス鋼の流管 20285 は、伝熱ペースト又は伝熱フルイドを用いてデバイスに取り付けられ得る。伝熱を向上させるために、流管 20285 とモールドされた要素 20250 及び / 又は基板 20220 の間の継ぎ目にオイルが加えられ得る。

【0076】

絶縁型流量センサの別の実施形態が図 14 に示される。ガイド要素 20330 の間に形成された基準チャネル 20340 は、基板 20320 上の検出素子 20370 より広い。モールドされた要素 20350 は、ガイド要素 20330 の上に延びて、基準チャネル 20340 内に適合する流れチャネル 20380 の最下部及び側部を形成する。蓋 20300 は、流れチャネル 20380 の最上部を形成する。一実施形態では、モールドされた要素 20350 は、検出素子 20370 と接触する薄い領域 20355 を有する流れチャネル最下部 20352 を有する。残されている流れチャネル最下部 20352 は、基板 20320 から離隔されて空洞部分を形成し、熱信号の損失を低減させる。

【0077】

様々な大きさの流れチャネル 20380 を有するモールドされた要素 20350 を使用することによって、様々な大きさの流れチャネル 20380 を有する諸センサが同じウェハから作成され得る。実施形態には、モールドされた要素 20350 が使い捨てで交換可能なものがある。蓋 20300 も使い捨てであり得る。その上、蓋 20300 は、流れチャネル 20380 内へ延びる突部 20305 を有することができて、流れチャネル 20380 の寸法を変える。図 15 に示されるように、流れチャネル 20480 を横切って延びる突部 20405 を有する蓋 20400 は、流れチャネル 20480 の高さ及び全体寸法を縮小させる。モールドされた要素 20450 外部と基準チャネル 20440 内部の間の接合面が、流れチャネル 20480 内部の寸法にかかわらず、検出素子の上の流路の正確で精密な整合をもたらす。

【0078】

図 16 に示される別の実施形態では、流管 20585 は、モールドされた要素 20550 の流れチャネル最下部 20552 内の薄い領域 20555 の上に配置される。流管 20585 は、流れチャネル 20580 を形成する。モールドされた要素 20550 は、ガイド要素 20530 によって検出素子 20570 の上に整合される。蓋 20500 は、流管 20585 の最上部と接触し、流管 20585 を正しい位置に維持する。実施形態には、流管 20585 を正しい位置に維持するために接着剤も使用されるものがある。一実施形態では、流管 20585 は使い捨てで交換能である。この実施形態は、有毒流体、腐食性流体、有害な流体、汚染された流体などの分析に特に適している。

【0079】

絶縁型流量センサの別の実施形態が図 17 に示される。整合層が基板 20620 上に堆積され、単一のガイド要素 20630 が整合層内に形成される。ガイド要素 20630 は、基板 20620 上の検出素子 20670 と隣接する。第 1 の側部 20652、第 2 の側部 20654 及びその間に流れチャネル 20680 を有するモールドされた要素 20650 は、第 1 の側部 20652 がガイド要素 20630 の上に延びて、流れチャネル 20680 を検出素子 20670 の上に整合させるように配置される。蓋 20600 は、流れチャネル 20680 の最上部を形成する。一実施形態では、モールドされた要素 20650 は、検出素子 20670 と接触する薄い領域 20655 を有する流れチャネル最下部 20652 を有する。実施形態には、残されている流れチャネル最下部 20652 が、基板 20620 から離隔されて空洞部分 20661 を形成し、熱信号の損失を低減させるものがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

図 1 8 は、塩水を用いて、外気温度で、本発明の一実施形態による流量センサの性能を説明するグラフを示す。図 1 8 は、測定された流量センサ出力対いくつかの流れチャネル構成の流れを示し、ヒータ温度値が取得され得る。グラフに示されるように、 $0.5 \mu\text{L}/\text{min}$ 未満で生じる流れは、内径がたった $150 \mu\text{m}$ と小さな芯管には測定可能である。そのような例では、ノイズレベルは、外気温度の変動に対する補償が存在し得ない約 1 mV 内の範囲にあるかもしれない。従って、このグラフが、ゼロキャンセルされた出力対流速に関する時間とともに収集された一連のデータを示すことを、当業者なら理解することができる。このように、図 1 8 は、芯管向けの、より薄い壁厚 (WT) 及びより高い熱伝導率材料の有益な影響を全体的に示し、これは感度及び流量の範囲を向上させる。より高い熱伝導率材料の一例はパイレックス (登録商標) であり、本発明の一実施形態に関連して利用され得る。(パイレックス (登録商標) は、ニューヨーク州 1 4 8 3 1 コーニングのコーニング・グラス・ワークス社の登録商標であることに留意されたい。)

図 1 9 は、パイレックス (登録商標) マイクロブリック上のステンレス鋼流管を有する流量センサの、オイルの有無における性能を説明するグラフを示す。このステンレス鋼流管は、 0.01016 mm (0.004 インチ) の内径及び 0.02032 mm (0.008 インチ) の外径を有するものであった。流体として水が使用された。グラフ内の表出のように、流管と基板の間の継ぎ目に加えられた少量のオイルが伝熱を向上させ、信号を約 2 倍増大させた。

【 0 0 8 1 】

本明細書に開示された流量センサパッケージは、従来技術の液体流センサパッケージング手法に対するいくつかの利点を提供する。例えば、絶縁層、モールドされた要素又は流管の厚さを確実に制御する用途は、電気的リーク及び電気的短絡の危険を解消することができる。この制御された厚さによって、センサの加熱要素へのより大きな電圧の印加も可能になり、従ってより高いヒータ温度が得られ、従って、液体を沸騰させることなく、より大きな出力信号ならびにセンサ及び電子回路のオフセットの影響の低減がもたらされる。チップの上に配置される絶縁された流れチャネルによって、流量ノイズが抑制される一方で、流体漏れ又は腐食の危険が解消され、更にチップ接点の電気的絶縁が与えられることを含む前述の利点ももたらされる。更に、絶縁された流れチャネルによって、流体の最高の清潔さを維持するための、「清潔な」、汚染されることのない環境がもたらされ得る。

【 0 0 8 2 】

従って、本明細書に説明された本発明によれば、センサは、流量を検出するためのセンサチップの上に形成された流路を全体的に含むように構成され得て、流路内の流体がセンサチップを取り囲む。あるいは、センサチップは、流管又はモールドされた要素によって流路から絶縁され得て、このことがセンサチップに電気的絶縁及び耐食性をもたらし、流量ノイズを低減させ、流体漏れの危険性を本質的に解消し、流体を非常に清浄であって汚染されることがない状態に維持し、その一方で、温度測定のためにセンサチップに由来する構造的欠陥を改善する。そのような絶縁された構成を用いると、腐食、放射性汚染、細菌汚染、堆積物、過熱又は氷結からセンサを保護することもできる。そのような絶縁された構成によって、流管及び/又はモールドされた要素は、高価なセンサチップ及びそれに関連した電子回路の交換を必要とせず脱着式で使い捨て可能になり得る。

【 0 0 8 3 】

流路は、基準チャネルを形成する整合層によってセンサチップの上に正確に整合される。基準チャネルは、ウェハの段階で基板上に形成され得て、一様に整合された流路を有する複数のセンサを作製する廉価で有効な手段を提供する。

【 0 0 8 4 】

本発明は、グルコース監視、チップ上の実験、薬物送達、血球計、流量、透析、注入及び他の用途で使用され得る。その上、本発明は、液体、圧縮空気又は汚染空気を測定する必要のあるマイクロフルイディクス用途及び流れ検出用途に適用可能である。

【 0 0 8 5 】

本明細書で説明された実施形態及び例は、本発明及びその実用化について最も良く説明し、それによって当業者が本発明を作成し利用することを可能にするために示されるものである。しかし、上記説明及び例は、説明及び例のみの目的で示されたものであることを当業者なら理解するであろう。本発明の他の変形形態及び変更形態は、当業者には明白であろう。また、そのような変形形態及び変更形態が対象として含まれることが添付の特許請求の範囲の意図である。説明された記述は、本発明の範囲を網羅するか又は限定するようには意図されていない。上記の教示に照らして、以下の特許請求の範囲から逸脱することなしに、多くの変更形態及び変形形態が可能である。本発明の使用は、様々な特性を有する構成要素を含むことができるように企図されている。本発明の範囲が、本明細書に添付の特許請求の範囲によって定義され、等価物に対してすべての点で十分な認識を与えることが意図されている。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 6 】

【 図 1 】 従来技術の流れチャンネルブロックの断面図である。

【 図 2 】 挿入された芯管を有する絶縁された流れチャンネルブロックの断面図である。

【 図 3 】 挿入されたコアを有する改善された流れチャンネルブロックの側方の断面図である。

【 図 4 】 芯管のない流量センサを基準として、塩水を用いて、外気温度での熱型流量センサの性能を示すグラフである。

20

【 図 5 】 本発明の一実施形態による流量センサの正面図である。

【 図 6 】 本発明の一実施形態により、流量センサのヒータによって生成された温度場の横断面の斜視図である。

【 図 7 】 本発明の一実施形態により、エポキシ電解質保持材中のテフロン（登録商標）流管の下にガラスチップを有する流量センサ組立体の横断面の端面図である。

【 図 8 】 大流量チャンネル又は特性測定に与えられる過酷な環境向けに本発明の一実施形態によって実施され得るセンサパッケージを示す図である。

【 図 9 】 本発明の一実施形態により、流れチャンネルブロックの壁内に配置された小さな芯管を有する流量センサ組立体の最上部断面図及び最下部断面図である。

【 図 10 】 本発明の一実施形態による流れチャンネルブロック及び芯管の組立体の断面図である。

30

【 図 11 A 】 本発明による整合層を有するマイクロセンサ組立体の正面図である。

【 図 11 B 】 本発明による整合層を有するマイクロセンサ組立体の上面図である。

【 図 12 】 本発明の別の実施形態によるマイクロセンサの斜視図である。

【 図 13 A 】 本発明の別の実施形態によるマイクロセンサの正面図である。

【 図 13 B 】 本発明の別の実施形態によるマイクロセンサの上面図である。

【 図 14 】 ガイド要素が流れチャンネル又は流管のための整合をもたらす本発明の別の実施形態の正面断面図である。

【 図 15 】 ガイド要素が流れチャンネル又は流管のための整合をもたらす本発明の別の実施形態の正面断面図である。

40

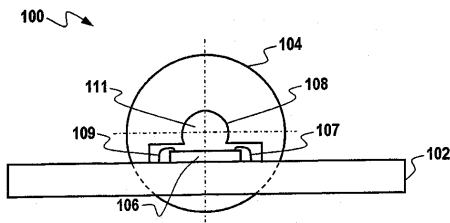
【 図 16 】 ガイド要素が流れチャンネル又は流管のための整合をもたらす本発明の別の実施形態の正面断面図である。

【 図 17 】 ガイド要素が流れチャンネル又は流管のための整合をもたらす本発明の別の実施形態の正面断面図である。

【 図 18 】 流量センサに対して、塩水を用いて、外気温度で、様々な材料で作成され様々な壁厚（WT）を有する熱型流れセンサの性能を示すグラフである。

【 図 19 】 流管とマイクロブリック間の接合に油が加えられているステンレス鋼流管及び油が加えられていないステンレス鋼流管の性能を示すグラフである。

【図 1】



(従来技術)

【図 2】

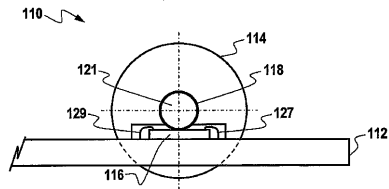
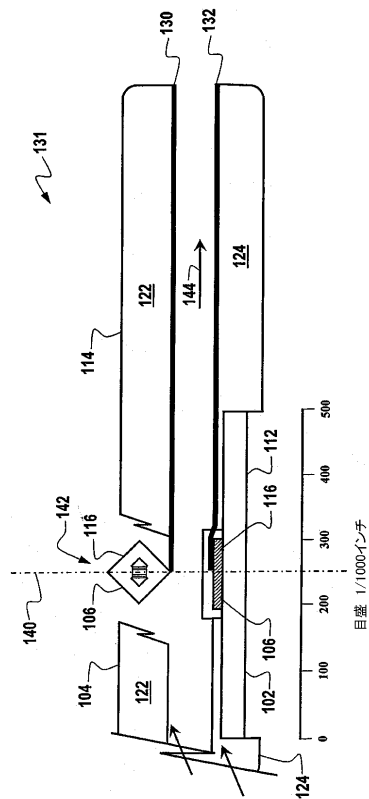
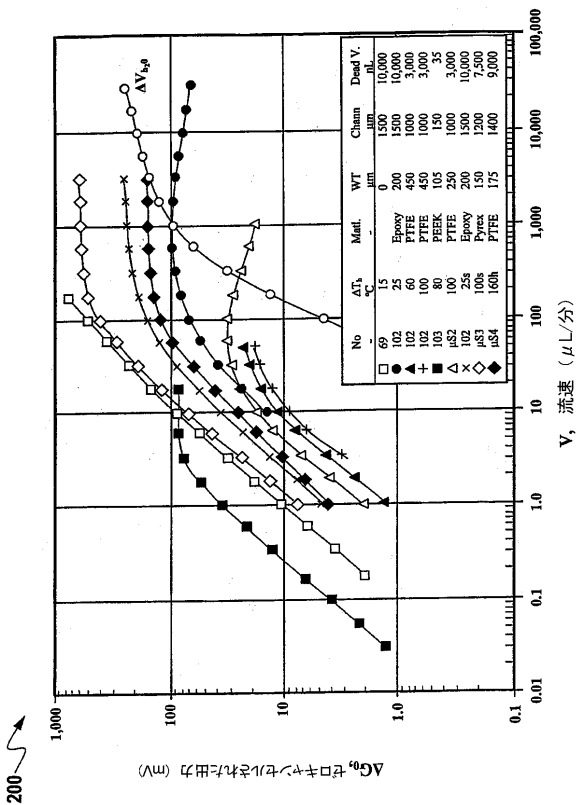


Figure 2

【図 3】



【図 4】



【図 5】

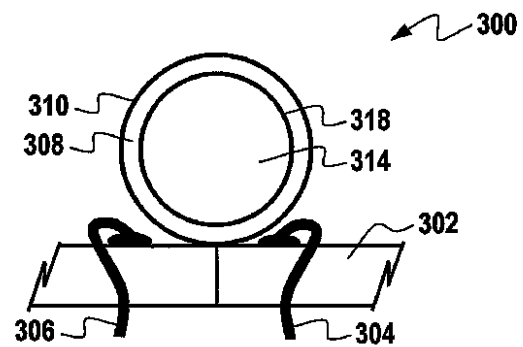
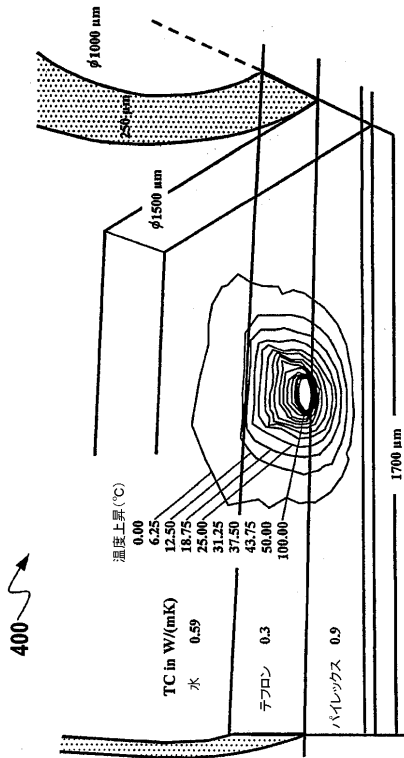


Figure 5

【図 6】



【図 7】

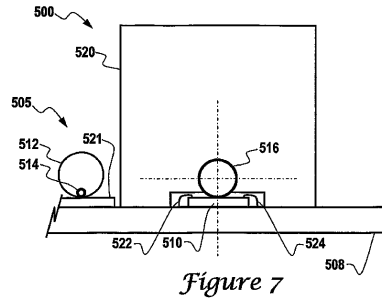


Figure 7

【図 8】

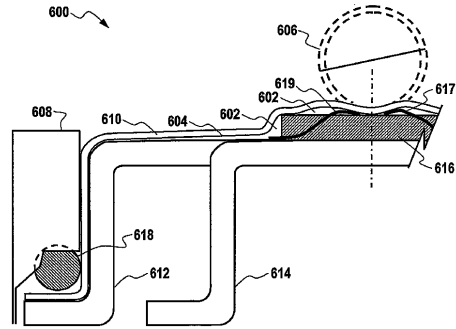


Figure 8

【図 9】

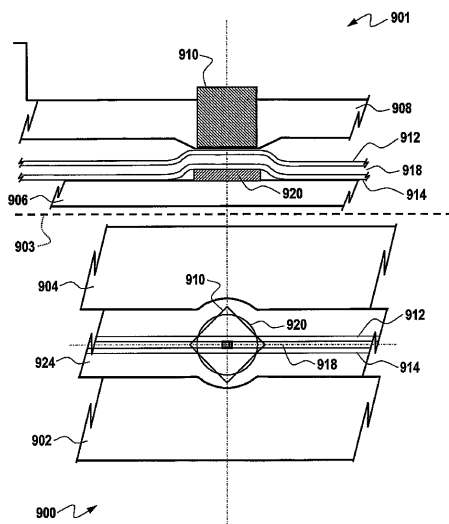


Figure 9

【図 10】

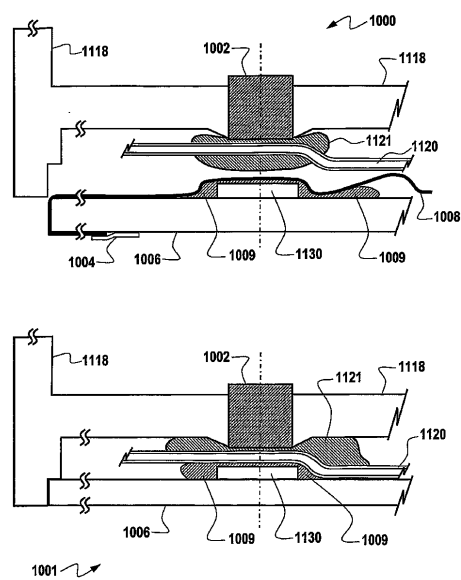


Figure 10

【図 11A】

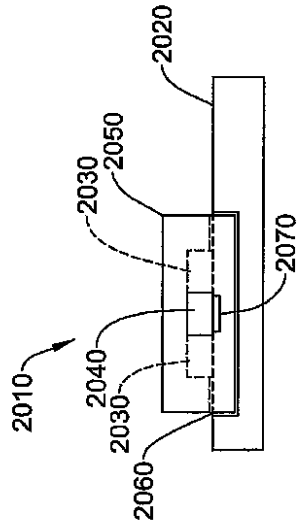


Figure 11A

【図 11B】

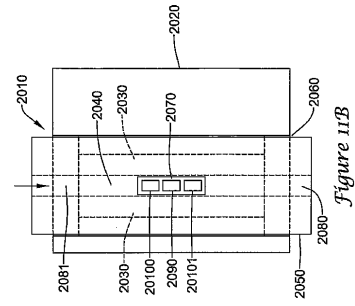


Figure 11B

【図 12】

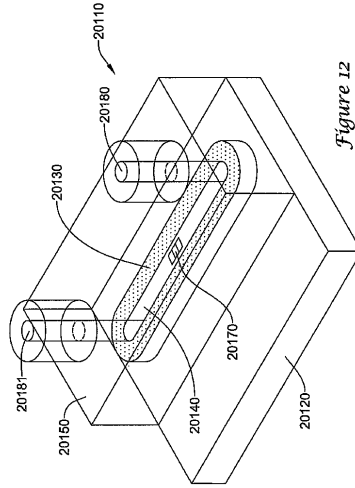


Figure 12

【図 13A】

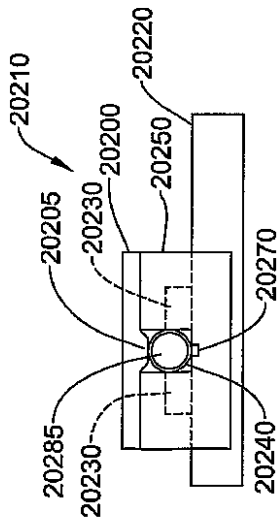


Figure 13A

【図 13B】

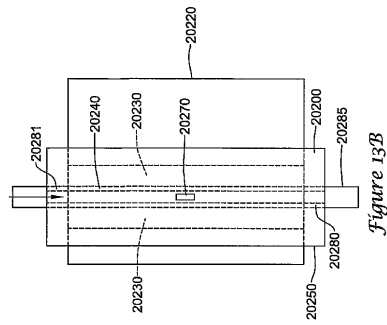


Figure 13B

【図 14】

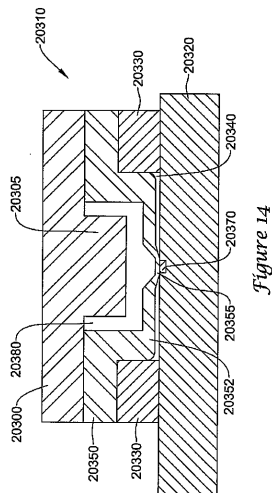


Figure 14

【図 15】

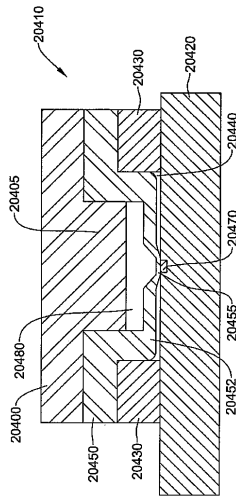


Figure 15

【図 16】

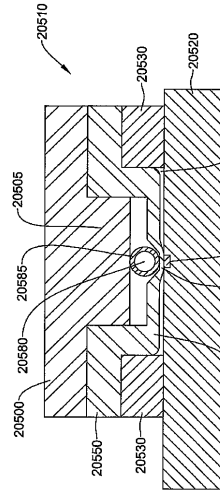


Figure 16

【図 17】

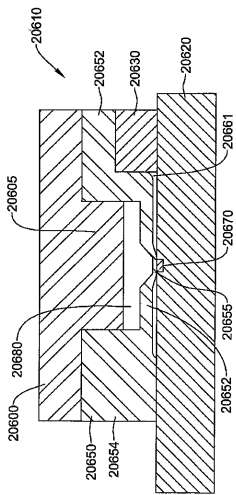
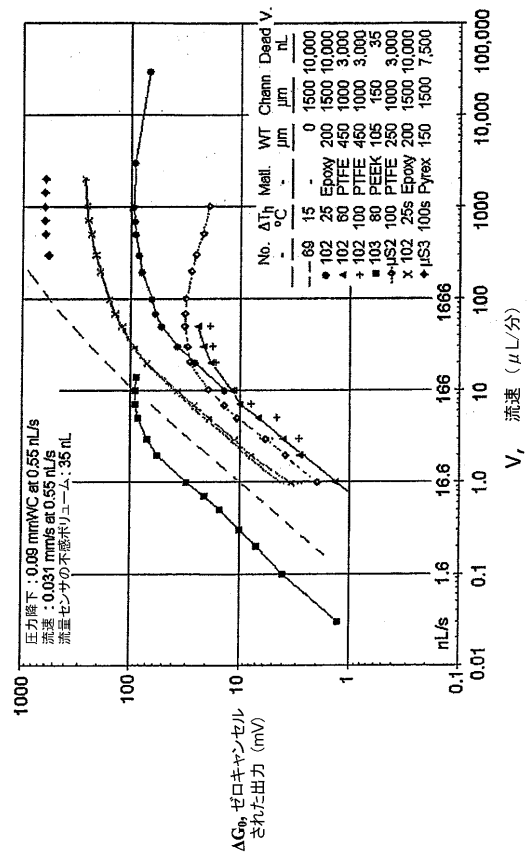
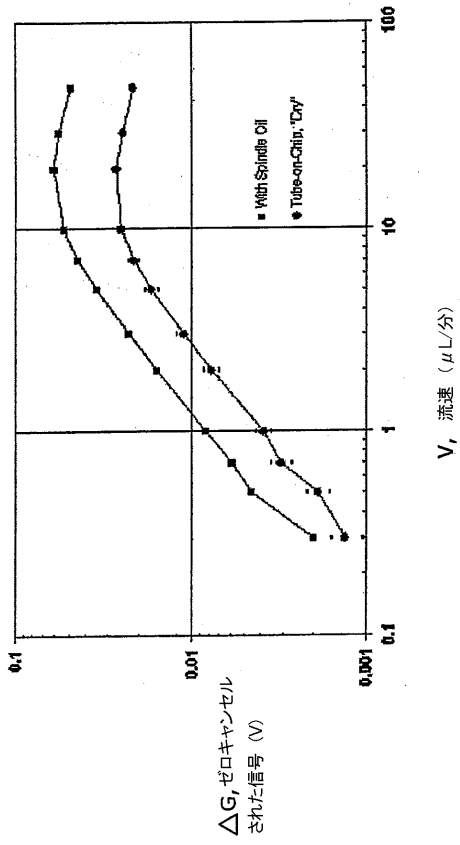


Figure 17

【図 18】



【図 19】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2005/030887

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01F1/684 G01F15/14 G01F15/18		
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) G01F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 689 036 A (HEWLETT-PACKARD COMPANY; AGILENT TECHNOLOGIES, INC.) 27 December 1995 (1995-12-27)	1, 2, 4, 5, 9-14, 19, 24, 29, 33, 36-40, 46, 47
Y	column 2, line 12 - line 36 column 2, line 54 - column 3, line 16 column 4, line 25 - column 8, line 27; figures 1-4, 6-9 ----- -/-	3, 6-8, 15-18, 22, 25, 30-32, 34, 35, 41, 45, 48
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* 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 "T" 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 "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the International search 4 April 2006		Date of mailing of the International search report 18/04/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Politsch, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2005/030887

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 313 832 A (STEPHAN ET AL) 24 May 1994 (1994-05-24)	1,2,4,5, 9-14,19, 24,29, 33, 36-40, 46,47
Y	column 6, line 7 - line 60; figure 1	3,6-8, 15-18, 22,25, 30-32, 34,35, 41,48
Y	DE 101 04 957 A1 (GESIM - GESELLSCHAFT FUER SILIZIUM-MIKROSYSTEME MBH) 21 March 2002 (2002-03-21)	3,6-8, 30-32, 34,35, 41-45,48
A	paragraphs [0039] - [0060]; figures	20,21, 23,28, 49-53
Y	WO 03/076878 A (ROBERT BOSCH GMBH; WAGNER, ULRICH; SCHINK, RAINER; BERNHARD, WINFRIED;) 18 September 2003 (2003-09-18) page 5, paragraph 2 - page 6, last line ; figures	3,6-8, 30-32, 34,35, 41-44,48
X	US 2003/107467 A1 (BONNE ULRICH ET AL) 12 June 2003 (2003-06-12)	26,27,54
Y	cited in the application	15-18, 22,25
A	the whole document	20,21, 23,28, 49-53
X	WO 03/098161 A (HONEYWELL INTERNATIONAL INC) 27 November 2003 (2003-11-27)	37-41, 43,45
A	page 13, line 1 - page 15, line 24; figures 6,7,8a,8b	20,21, 23,28, 49-53

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2005/030887

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0689036	A	27-12-1995	DE 69528218 D1 DE 69528218 T2 JP 8015294 A US 5581028 A	24-10-2002 17-04-2003 19-01-1996 03-12-1996
US 5313832	A	24-05-1994	NONE	
DE 10104957	A1	21-03-2002	NONE	
WO 03076878	A	18-09-2003	DE 10210335 A1	02-10-2003
US 2003107467	A1	12-06-2003	US 2002190839 A1 US 2003098771 A1	19-12-2002 29-05-2003
WO 03098161	A	27-11-2003	AU 2003239627 A1 CN 1668897 A EP 1504241 A2 JP 2005526245 T	02-12-2003 14-09-2005 09-02-2005 02-09-2005

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100093713

弁理士 神田 藤博

(72)発明者 パドマナバン, アラヴィンド

アメリカ合衆国ミネソタ州55446, プリマス, フォーティフィフス・アベニュー・ノース 1
7625

(72)発明者 マルチニ, マイケル・ジー

アメリカ合衆国イリノイ州61032, フリーポート, エリザベス・サークル 47

(72)発明者 ボン, ウルリヒ

アメリカ合衆国ミネソタ州55343, ホブキンス, シャディ・オーク・ロード 4936

Fターム(参考) 2F035 EA08