

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-193131

(P2004-193131A)

(43) 公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(51) Int.CI.⁷

H01H 29/02
B81C 5/00
// **H01H 11/02**
H01H 29/28

F 1

H01H 29/02
B81C 5/00
H01H 11/02
H01H 29/28

テーマコード(参考)

C

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-412242 (P2003-412242)
(22) 出願日 平成15年12月10日 (2003.12.10)
(31) 優先権主張番号 10/317960
(32) 優先日 平成14年12月12日 (2002.12.12)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
A G I L E N T T E C H N O L O G I E
S, I N C.
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ページ・ミル・ロード 395
395 Page Mill Road
Palo Alto, California
U. S. A.
(74) 代理人 100075513
弁理士 後藤 政喜
(74) 代理人 100084537
弁理士 松田 嘉夫

最終頁に続く

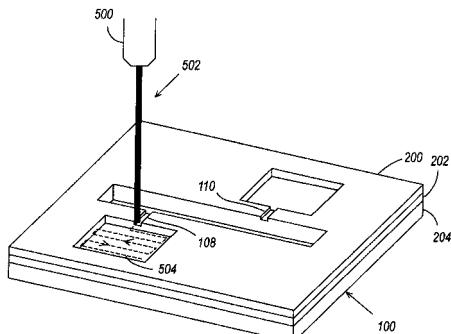
(54) 【発明の名称】チャネルプレート

(57) 【要約】

【課題】流体ベースのスイッチを精度高く廉価に製造する。

【解決手段】流体ベースのスイッチ用のチャネルプレート(100)は、(a)セラミックグリーンシートで複数のチャネルプレート層(200、202、204)を形成する段階と、(b)(例えばレーザビーム(502)により)前記チャネルプレート層の少なくとも1つの中に少なくとも1つのチャネルプレート特徴(102、104、106、108、110)を形成する段階と、(c)前記チャネルプレート層を張り合わせて前記チャネルプレートを形成する段階と、によって製造される。セラミックチャネルプレートを使ったスイッチも製造される。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

流体ベースのスイッチ用のチャネルプレートであって、
(a) セラミックグリーンシートで複数のチャネルプレート層を形成する段階と、
(b) 前記チャネルプレート層の少なくとも 1 つの中に少なくとも 1 つのチャネルプレート特徴を形成する段階と、
(c) 前記チャネルプレート層を張り合わせて前記チャネルプレートを形成する段階と、
によって製造されることを特徴とするチャネルプレート。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

【0001】

本発明は、スイッチング流体を有するスイッチ用のチャネルプレートに関する。

【背景技術】**【0002】**

液体金属マイクロスイッチ (Liquid Metal Micro Switch : LIMMS) 用のチャネルプレートは、ガラスプレート内にチャネルをサンドブラスト法で形成した後に、チャネル内の領域を選択的に金属で被覆し水銀やその他の液体金属で濡れるようにすることによって製造可能である。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

20

【0003】

しかしながら、当該技術分野の現状に伴う問題点の 1 つとして、サンドブラストによって製造されるチャネル特徴の公差がしばしば許容できないレベルになることがある（例えば、チャネル幅は、しばしば $\pm 20\%$ のレベルで変動する）。このような変動により、スイッチコンポーネントの構造と組立が複雑なものになると共に、スイッチのサイズに制限が課せられることになる（即ち、特徴サイズに予想される変動が特徴自体のサイズを上回ってしまうことさえある。）。したがって、本発明の目的は、液体金属等のスイッチング流体を備えるスイッチにおいて、上記の問題を解決あるいは軽減することにある。

【課題を解決するための手段】**【0004】**

30

本発明の一態様は、流体ベースのスイッチ用のチャネルプレートにおいて実施される。このチャネルプレートは、(1) セラミックグリーンシートで複数のチャネルプレート層を形成する段階と、(2) それらのチャネルプレート層の少なくとも 1 つの中に少なくとも 1 つのチャネルプレート特徴を形成する段階と、(3) チャネルプレート層を張り合わせてチャネルプレートを形成する段階と、によって製造される。

【0005】

40

本発明の別の態様は、セラミックチャネルプレートとスイッチング流体を有するスイッチにおいて実施される。セラミックチャネルプレートが複数の空洞の少なくとも一部を定義しており、その第 1 空洞は、セラミックチャネルプレート内に形成された第 1 チャネルによって定義されている。スイッチング流体は、1 つ又は複数の空洞内に保持されており、スイッチング流体に印加される力に応答し、少なくとも第 1 及び第 2 スイッチ状態間で移動可能である。

【0006】

本発明のその他の実施例についても開示される。

【発明を実施するための最良の形態】**【0007】**

ガラスプレート内にサンドブラストによってチャネルを形成する場合、チャネル特徴の公差に制限が存在する。例えば、十分の 1 ミリメートル単位の幅を有するチャネルを（例えば、米国ミズーリー州ワシントンに所在するクレムコインダストリーズ社 (Clemco Industries Corporation) が製造する ZERO 自動ブラスト

50

装置 (ZERO automated blasting machine) を使用して) サンドblastで作成すれば、チャネル幅は、しばしば $\pm 20\%$ レベルの変動を示す。チャネルの長さと深さについても、大きな変動を示すことになる。このような変動により、液体金属マイクロスイッチ (LIMMS) コンポーネントの構造と組立は複雑なものになる。例えば、ガラスのチャネルプレートウエハの内部 (及び、これらの間) のチャネルのばらつきにより、それぞれのチャネルプレートごとに、正確なしかし、異なる量の液体金属を分配することが必要になる。又、チャネル特徴のばらつきにより、LIMMSのサイズにも制限が課せられることになる (即ち、特徴サイズに予想される変動が特徴自体のサイズをも上回ってしまうことさえあるのである)。

【0008】

10

前述の問題点のすべて又はそれらの一部を改善する試みとして、本明細書においては、セラミックチャネルプレート及びこの製造方法について開示する。しかしながら、ここに開示するチャネルプレート及びその製造方法は、既知の或いは、将来発生するであろう、他の問題の解決にも適合される。

【0009】

本明細書に開示する方法と装置を使用し、セラミックチャネルプレート内におけるチャネルの形成方法に応じて、十分の1ミリメートル単位の (又は、これを下回る) サイズのチャネル幅の変動を約 $\pm 10\%$ に或いは、約 $\pm 3\%$ にまで削減することができる。

【0010】

20

図1及び図2は、LIMMSなどの流体ベースのスイッチ用のセラミックチャネルプレート100の第1の実施例を示している。図3に示されているように、このチャネルプレート100は、(1)セラミックグリーンシートで複数のチャネルプレート層200、202、204 (図2を参照されたい)を形成する段階 (300) と、(2)これらのチャネルプレート層200～204の少なくとも1つの中に少なくとも1つのチャネルプレート特徴102、104、106、108、110を形成する段階 (302) と (図1及び図2を参照されたい)、(3)チャネルプレート層200～204を張り合わせてチャネルプレート100を形成する段階 (304) と、によって製造することができる。尚、最後の2つの段階 (302、304) は、図3に示されている順序で実行する必要はなく、本明細書において後述するように、その特徴に応じて、張り合わせのプロセスの前及び/又は後で特徴を形成することが望ましい。

30

【0011】

セラミックグリーンシート (又は、テープ) は、窯で焼かれていない状態のセラミックの層であり、通常、セラミック及びガラス粉、有機バインダ、可塑剤、及び溶剤の混合物から構成されている。このセラミックグリーンシートの形成法は、当業者には周知のものであり、一般的には、セラミックグリーンシートは、前述の成分を混合して「スリップ」を形成した後に、このスリップを (例えば、ドクターブレード法によって) 成型し、薄いシート (又は、テープ) を形成することによって製作する。この後、このシートを乾燥させることができる。例えば、シートを積み重ねて高温で焼くことにより、複数のグリーンシートを「張り付ける」ことができる。

【0012】

40

異なるチャネルプレートレイア200～204は、それらすべてを同一のセラミックグリーンシート内に形成することも可能であり (例: 1つのグリーンシート「ウエハ」) 、或いは、異なるセラミックグリーンシート内に形成することもできる。後者は、並行して複数のチャネルプレートを形成できるという点で好ましい。

【0013】

張り合わせのためのセラミックグリーンシートの整列は、それぞれのグリーンシートに整列用の孔又は刻みのセットを設けた後に、整列ジグに嵌め込まれた位置決めピンにこれらの孔又は刻みを整列し、グリーンシートを整列ジグ上に積み重ねることによって実現することができる。

【0014】

50

チャネルプレート特徴 102～110 は、層を張り合わせる前又は後及び、張り合わせるためにグリーンシートを整列する前又は後に、チャネルプレート層 200～204 内に形成することができる。例えば、図 4 に示されているように、チャネルプレート特徴 102～106 は、層がまだグリーンシートの形態の状態（であり、且つ層がその他の層に張り合わされる前の状態）で、チャネルプレート層 200 内に形成可能である。この図 4 の場合、チャネルプレート特徴 102～106 をチャネルプレート層 200 から打ち抜いている（この結果、複数の廃棄部分 406～410 が生成される）。このような打ち抜きプロセスに使用可能な機械は、日本の東京に所在するウシオ電機株式会社が製造するウシオパンチング装置である。この種の機械は、一度に複数の特徴 102～106 を（例：ブレード又は、パンチ 400、402、404 によって）打ち抜くことが可能であり、この結果、打ち抜き作業が並行特徴形成プロセスになる。10

【0015】

図 5 は、チャネルプレート特徴 108 をチャネルプレート層 200 内にレーザー切削する方法を示している。まず、レーザービーム 502 の切削の深さを制御するべく、レーザー 500 の出力を調節する。次いで、ビーム 502 をチャネルプレート層 200 の上方に移動させ、（例えば、矢印 504 の方向に）動かしてチャネルプレート層 200 内に特徴 108 を切削する。このビーム 502 の幅を調節可能な場合には、ビーム 502 の幅を調節して、切削する特徴 108 の幅に合わせることができる。一方、調節できない場合には、所定幅の特徴を切削するために、ビーム 502 の複数回の走査が必要になる。このような切削プロセスに使用可能な機械は、米国ニュージャージー州のプランチバーグに所在するエンライトテクノロジー社（E n l i g h t T e c h n o l o g i e s , I n c . ）が製造する Nd - Y A G レーザー切削システム（Y A G レーザーシステム）である。このチャネルプレート内のチャネルのレーザー切削については、マービン・グレン・ウォン（M a r v i n G l e n n W o n g ）による「スイッチ用のレーザー切削によるチャネルプレート（L a s e r C u t C h a n n e l P l a t e f o r a S w i t c h ）」という名称の米国特許出願（本出願と同日付のドケット番号 10020698-1 の出願）に更に説明されており、本引用により、その開示内容のすべてが本明細書に包含される。20

【0016】

図 5 には、積み重ねられ（且つ、恐らく、張り合わせられ）た複数のチャネルプレート層 200～204 が示されていることに留意されたい。しかしながら、レーザー切削は、チャネルプレート層 200～204 の積み重ね及び／又は張り合わせを行う前に実行することも可能である。30

【0017】

チャネルプレート特徴 104 が複数のチャネルプレート層 200、202 を貫通して延長する場合には、この特徴を層のそれぞれから別途に打ち抜いた（或いは、層のそれぞれの中にレーザー切削した）後に、それらの層を整列し全体として特徴を形成することができる（例えば、図 2 を参照されたい。この場合には、チャネルプレートの中央チャネル 104 は、2 つの層に相当する深さを有するものとして示されている）。この代わりに、このような特徴は、図 6 に示されているように形成することも可能である。図 6 においては、同一のプロセス（例：打ち抜き又はレーザー切削）によって層のそれぞれに特徴を形成できるよう、チャネルプレート特徴 104 を形成する前に、2 つのチャネルプレート層 200、202 を整列している。40

【0018】

前述のように、チャネルプレート層 200～204 からの特徴 102～110 の打ち抜きは、打ち抜き機械が比較的高速であり、且つ一回で複数の特徴を打ち抜くことができるという点で有利である。打ち抜きによって設けられる特徴の公差は、± 10 % のレベルである。一方、レーザー切削によれば、特徴の公差を ± 3 % に低減することができる。従って、わずかな特徴の変動しか許容できない場合には、打ち抜きよりもレーザー切削の方が好ましい。但し、前述の特徴の公差は、使用する機械における変動と形成する特徴のサ50

イズの影響を受けることに留意されたい。

【0019】

図3の方法の一実施例においては、大きなチャネルプレート特徴（例：図1の特徴102～106）は、チャネルプレート層から打ち抜かれ、小さなチャネルプレート特徴（例：図1の特徴108及び110）は、チャネルプレート層内にレーザー切削される。現在入手可能な打ち抜き及びレーザー切削機械の場合には、この「大きなチャネル特徴」を約200μm以上の幅を有するものと定義するのが有用であると考えられる。同様に、「小さなチャネルプレート特徴」は、約200μm以下の幅を有するものと定義することができる。

【0020】

本発明の一実施例においては（図1及び図2を参照されたい）、チャネルプレート100は、3つの層200～204を有しており、これらの層内に形成される特徴は、スイッチング流体チャネル104、一対の作動流体チャネル102、106、及び、作動流体チャネル102、106のそれぞれをスイッチング流体チャネル104に接続する一対のチャネル108、110を有している（注記：スイッチにおけるこれら特徴の有用性については、本明細書において後述する）。第1のチャネルプレート層204は基部として機能し、その内部に特徴は形成されていない。第1、第2、及び第3層200～204を互いに張り合わせた際に、「深い」チャネルが形成されるように、スイッチング流体チャネル104（約200μmの幅、約2600μmの長さ、及び約200μmの深さを有するもの）を第2及び第3の層202、200のそれから打ち抜くことができる。作動流体チャネル102、106（それぞれ、約350μmの幅、約1400μmの長さ、及び約300μmの深さを有するもの）は、第3層200からのみ打ち抜くことができる。次いで、作動流体チャネル102、106をスイッチング流体チャネル104に接続するチャネル108、110（それぞれ、約100μmの幅、約600μmの長さ、及び約130μmの深さを有するもの）を第3チャネルプレート層200内にレーザー切削することができる。

【0021】

チャネルプレートを使用するスイッチの構成に応じて、更に多くの或いは、更に少ないチャネルをチャネルプレート内に形成可能であると考えられる。例えば、以下の様々なスイッチの説明を参照すれば明らかになるように、前記一対の作動流体チャネル102、106と一対の接続チャネル108、110は、1つの作動流体チャネルと1つの接続チャネルによって置換することができる。

【0022】

図7は、スイッチ700である本発明の第1の実施例を示している。スイッチ700は、複数の空洞706、708、710の少なくとも一部を定義するセラミックチャネルプレート702を有しており、その第1空洞は、セラミックチャネルプレート702内に形成された第1チャネルによって定義されている。空洞706～710の残りの部分（存在する場合）は、チャネルプレート702を封止する基板704によって定義することができる。1つ又は複数の空洞内に露出しているのは、複数の電極712、714、716である。1つ又は複数の空洞内に保持されているスイッチング流体718（例：水銀などの導電性の液体金属）は、スイッチング流体718に印加される力に応答し、少なくとも複数の電極712～716の中の一対を開閉するべく機能する。1つ又は複数の空洞内に保持されている作動流体720（例：不活性ガス又は液体）は、スイッチング流体718に力を印加するべく機能する。

【0023】

このスイッチ700の一実施例において、スイッチング流体718に印加される力は、作動流体720の圧力変化によって生成される。作動流体720の圧力が変化することにより、スイッチング流体718に圧力の変化が発生し、この結果、スイッチング流体718の形態の変化、移動、及び分割などが引き起こされる。図7では、空洞706内に保持されている作動流体720の圧力により、力が印加され、図示のごとく、スイッチング流

10

20

30

40

50

体 718 が分割されている。この状態では、スイッチ 700 の右側の 2 電極 714、716 が互いに結合している。空洞 706 内に保持されている作動流体 720 の圧力が解除され、空洞 710 内に保持されている作動流体 720 の圧力が増加すると、スイッチング流体 718 に力が印加され、分割と合体が発生し、この結果、電極 714 及び 716 の結合が解除され、電極 712 及び 714 が結合することになる。

【0024】

一例として、この作動流体 720 の圧力の変化は、作動流体 720 を加熱したり、或いは圧電ポンピングによって実現することができる。前者については、近藤（Kondoh）他による米国特許第 6,323,447 号明細書（対応日本語文献：特開 2000-195386 号公報：「電気接点開閉装置、電気接点開閉装置集積体および電気接点開閉方法」（近藤他）に記述されており、本引用により、その開示内容のすべてが本明細書に包含される。後者については、マービン・グレン・ウォン（Marvin Glenn Wong）による「圧電作動型液体金属スイッチ（A Piezoelectrically Actuated Liquid Metal Switch）」という名称の 2002 年 5 月 2 日付けの米国特許出願第 10/137,691 号明細書に記述されており、本引用によつて、その開示内容のすべても本明細書に包含される。前述の特許及び特許出願においては、デュアルプッシュ／プル作動流体空洞によるスイッチング流体の移動について開示されているが、このような空洞からスイッチング流体に対し、大きく且つ十分なプッシュ／プルの圧力変化を与えることが可能な場合には、シングルプッシュ／プル作動流体空洞で十分であろう。このような構成の場合には、本明細書に開示されているように、セラミックチャネルプレートをスイッチ用に構築することができよう。

10

【0025】

スイッチ 700 のチャネルプレート 702 は、図 1～図 6 に示されているように、内部に特徴が形成された複数の張り合わせられたチャネルプレート層を有することもできる。スイッチ 700 の一実施例においては、チャネルプレート 702 内の第 1 チャネルは、スイッチング流体 718 を保持する 1 つ又は複数の空洞 708 の少なくとも一部を定義している。このチャネルが、図 1 及び図 2 に示されているスイッチング流体チャネル 104 と類似のサイズになっている場合には、このチャネルは、1 つ又は複数のチャネルプレートの層から打ち抜くことが好ましい。

20

【0026】

作動流体 720 を保持する 1 つ又は複数の空洞 706、710 の少なくとも一部を定義するべく、1 つの（又は、複数の）第 2 チャネルをチャネルプレート 702 内に形成することができる。これらのチャネルが、図 1 及び図 2 に示されている作動流体チャネル 102、106 と類似のサイズになっている場合には、これらのチャネルも、1 つ又は複数のチャネルプレートの層から打ち抜くことが好ましい。

30

【0027】

スイッチング流体 718 及び作動流体 720 を保持する空洞 706～710 を接続する 1 つ又は複数の空洞の少なくとも一部を定義するべく、1 つの（又は、複数の）第 3 チャネルをチャネルプレート 702 内に形成することができる。これらのチャネルが、図 1 及び図 2 に示されている接続チャネル 108、110 と類似のサイズになっている場合には、これらのチャネルは、1 つ又は複数のチャネルプレートの層内にレーザー切削することが好ましい。

40

【0028】

図 7 に示されているスイッチなどのスイッチの構造と動作に関する更なる詳細については、前述の近藤他による特許及びマービン・ウォンの特許出願を参照されたい。

【0029】

図 8 は、スイッチ 800 である本発明の第 2 の実施例を示している。このスイッチ 800 は、複数の空洞 806、808、810 の少なくとも一部を定義するセラミックチャネルプレート 802 を有しており、その第 1 空洞は、セラミックチャネルプレート 802 内に形成された第 1 チャネルによって定義されている。空洞 806～810 の残りの部分（

50

存在する場合)は、チャネルプレート 802 を封止する基板 804 によって定義することができる。1つ又は複数の空洞内に露出しているのは、複数の濡れ性パッド 812~816 である。スイッチング流体 818(例:水銀などの液体金属)は、パッド 812~816 を濡らし、1つ又は複数の空洞内に保持されている。このスイッチング流体 818 は、スイッチング流体 818 に印加される力に応答し、1つ又は複数の空洞を貫通する光の経路 822/824、826/828 を開閉するべく機能する。一例として、これらの光の経路は、スイッチング流体を保持する空洞 808 内の光を通すウインドウと整列された導波路 822~828 によって定義することができる。光の経路 822/824、826/828 の遮断は、不透明なスイッチング流体 818 によって実現することができる。1つ又は複数の空洞内に保持されている作動流体 820(例:不活性ガス又は液体)は、スイッチング流体 818 に力を印加するべく機能する。

10

【0030】

力は、図 7 のスイッチング及び作動流体 718、720 に対する印加の場合と同様に、スイッチング流体 818 及び作動流体 820 に印加することができる。

【0031】

スイッチ 800 のチャネルプレート 802 は、図 1~図 6 に示されているように、内部に特徴 102~110 が形成された複数の張り合わせられたチャネルプレート層を有することができる。スイッチ 800 の一実施例においては、チャネルプレート 802 内の第 1 チャネルが、スイッチング流体 818 を保持する 1つ又は複数の空洞 808 の少なくとも一部を定義している。このチャネルが、図 1 及び図 2 に示されているスイッチング流体チャネル 104 と類似のサイズになっている場合には、このチャネルは、1つ又は複数のチャネルプレートの層から打ち抜くことが好ましい。

20

【0032】

作動流体 820 を保持する 1つ又は複数の空洞 806、810 の少なくとも一部を定義するべく、1つの(又は、複数の)第 2 チャネルをチャネルプレート 802 内に形成することができる。これらのチャネルが、図 1 及び図 2 に示されている作動流体チャネル 102、106 と類似のサイズになっている場合には、これらのチャネルは、1つ又は複数のチャネルプレートの層から打ち抜くことが好ましい。

【0033】

スイッチング及び作動流体 818、820 を保持する空洞を接続する 1つ又は複数の空洞 806~810 の少なくとも一部を定義するべく、1つの(又は、複数の)第 3 チャネルをチャネルプレート 802 内に形成することができる。これらのチャネルが、図 1 及び図 2 に示されている接続チャネル 108、110 と類似のサイズになっている場合には、これらのチャネルは、1つ又は複数のチャネルプレートの層内にレーザー切削することが好ましい。

30

【0034】

図 8 に示されているものなどのスイッチの構造と動作に関する更なる詳細については、前述の近藤他による特許及びマービン・ウォンの特許出願を参照されたい。

【0035】

図 1~図 6 に開示されているタイプのチャネルプレート 100 とその製造方法は、図 7 及び図 8 に開示されているスイッチ 700、800 への使用に限定されるものではなく、例えば、(1)複数の空洞の少なくとも一部を定義するセラミックチャネルプレートであって、その第 1 空洞が、セラミックチャネルプレート内に形成された第 1 チャネルによって定義されているセラミックチャネルプレートと、(2)1つ又は複数の空洞内に保持されたスイッチング流体であって、このスイッチング流体に印加される力に応答し、少なくとも第 1 及び第 2 スイッチ状態間で移動可能なスイッチング流体と、を有するその他の形態のスイッチに使用することができる。

40

【0036】

流体ベースのスイッチを製造する例示の方法 900 が図 9 に示されている。この方法 900 は、セラミックグリーンシートで複数のチャネルプレート層を形成する段階 902 か

50

ら始まる。次いで、少なくとも 1 つのチャネルプレート特徴をチャネルプレート層の少なくとも 1 つの中に形成し(904)、チャネルプレート層を張り合わせてチャネルプレートを形成する(906)(但し、これらの段階は、図示の順序で実行する必要はないことに留意されたい)。次に、任意選択により、チャネルプレートの一部に(例えば、シャドーマスクを介したスパッタリング又は蒸着、或いはフォトレジストを介したエッチングによって)金属を被覆することができる。最後に、チャネルプレート内に形成された特徴と基板上に形成された特徴を整列し、チャネルプレートと基板間に、少なくともスイッチング流体を(恐らく、作動流体をも)封入する(908)。

【0037】

図 10 及び図 11 は、「封止ベルト」1002、1004、1006 を生成するべく、
10
図 1 及び図 2 に示されているものと類似のチャネルプレート 1000 の一部に金属を被覆する方法を示している。スイッチング流体チャネル 104 内に封止ベルト 1002 ~ 1006 を生成することにより、スイッチング流体が濡らせる追加表面領域が設けられる。これは、スイッチング流体が設定可能な様々な状態への切り替えのみならず、スイッチング流体の散逸を防止し(スイッチの状態が変化する際に)スイッチング流体のポンピングが容易に行われる密閉チャンバの生成にも有用である。

【0038】

チャネルプレートと基板間にスイッチング流体を密封する 1 つの方法は、チャネルプレートに塗布した接着剤によるものである。従って、図 12 及び図 13 は、図 11 のチャネルプレート 1000 に(日本の東京に所在する旭硝子株式会社が製造する C Y T O P (商標)などの)接着剤を塗布する方法を示している。この接着剤 1200 は、チャネルプレート 1000 上にスピンドルコーティングするか、或いはスプレーコーティングし、硬化させることができる。次いで、レーザーアブレーションにより、チャネル及び/又はその他のチャネルプレート特徴から接着剤を除去することができる(図 13 を参照されたい)。
20

【0039】

図 10 ~ 図 13 は、チャネルプレート 1000 上での封止ベルト 1002 ~ 1006 の生成と、これに続くチャネルプレート 1000 上への接着剤 1200 の塗布について開示しているが、これらプロセスの順序を入れ替えることも可能である。

【0040】

以上、本発明の説明に有用な現時点における好適な実施例について詳細に説明したが、
30
本発明の概念は、これら以外にも様々に実施及び使用可能であり、従来技術によって制限されるものを除き、それらの变形も添付の特許請求の範囲に属すると解釈できることを理解されたい。以下に本発明の実施態様を例示して本発明の実施の参考に供する。

【0041】

(実施態様 1) : 流体ベースのスイッチ(700)用のチャネルプレート(100)であって、(a)セラミックグリーンシートで複数のチャネルプレート層(200、202、204)を形成する段階(300)と、(b)前記チャネルプレート層の少なくとも 1 つの中に少なくとも 1 つのチャネルプレート特徴(102、104、106、108、110)を形成する段階(302)と、(c)前記チャネルプレート層を張り合わせて前記チャネルプレートを形成する段階(304)と、によって製造されることを特徴とするチャネルプレート(100)。
40

【0042】

(実施態様 2) : 前記チャネルプレート層(200、202、204)を張り合わせる段階(304)の前に、前記チャネルプレート特徴(102、104、106)の少なくとも 1 つがチャネルプレート層(200)から打ち抜かれることを特徴とする実施態様 1 に記載のチャネルプレート(100)。

【0043】

(実施態様 3) : 前記チャネルプレート層(200、202、204)を張り合わせる段階(304)の前に、前記チャネルプレート特徴(108、110)の少なくとも 1 つがチャネルプレート層(200)内にレーザー切削されることを特徴とする実施態様 1 に
50

記載のチャネルプレート(100)。

【0044】

(実施態様4) : 大きなチャネルプレート特徴(102、104、106)は、1つ又は複数の前記チャネルプレート層(200、202)から打ち抜かれ、小さなチャネルプレート特徴(108、110)は、1つ又は複数の前記チャネルプレート層(200)内にレーザー切削されることを特徴とする実施態様1に記載のチャネルプレート(100)。

【0045】

(実施態様5) : 前記大きなチャネルプレート特徴(102、104、106)は、約200ミクロン以上の幅によって定義され、前記小さなチャネルプレート特徴(108、110)は、約200ミクロン以下の幅によって定義されることを特徴とする実施態様4に記載のチャネルプレート(100)。

【0046】

(実施態様6) : 前記チャネルプレート特徴は、スイッチング流体チャネル(104)、作動流体チャネル(102)、及び前記スイッチング及び作動流体チャネルを接続するチャネル(108)を有することを特徴とする実施態様1に記載のチャネルプレート(100)。

【0047】

(実施態様7) : 前記スイッチング及び作動流体チャネル(102、104)は、1つ又は複数の前記チャネルプレート層(200、202)から打ち抜かれ、前記スイッチング及び作動流体チャネルを接続する前記チャネル(108)は、1つ又は複数の前記チャネルプレート層(200)内にレーザー切削されることを特徴とする実施態様6に記載のチャネルプレート(100)。

【0048】

(実施態様8) : (a) 基部として機能する第1チャネルプレート層(204)が第2チャネルプレート層(202)に張り合わされ、前記第2チャネルプレートは、内部に形成されたスイッチング流体チャネル(104)を有しており、(b) 前記第2チャネルプレート層は、第3チャネルプレート層(200)に張り合わされ、前記第3チャネルプレート層は、内部に形成されたスイッチング流体チャネル(104)、作動流体チャネル(102)、及び前記スイッチング及び作動流体チャネルを接続するチャネル(108)を有していることを特徴とする実施態様1に記載のチャネルプレート(100)。

【0049】

(実施態様9) : スイッチ(700)であって、(a) 複数の空洞(706、708、710)の少なくとも一部を定義するセラミックチャネルプレート(702)であって、その第1空洞が前記セラミックチャネルプレート内に形成された第1チャネルによって定義されているセラミックチャネルプレート(702)と、(b) 1つ又は複数の前記空洞内に保持されたスイッチング流体であって、前記スイッチング流体に印加される力に応答し、少なくとも第1及び第2スイッチ状態間で移動可能なスイッチング流体(718)と、を有することを特徴とするスイッチ(700)。

【0050】

(実施態様10) : 前記セラミックチャネルプレート(702)は、複数の張り合わせられたチャネルプレート層(200、202、204)を有する実施態様9記載のスイッチ(700)。

【図面の簡単な説明】

【0051】

以下の図面には、本発明の説明に有用な実施例が示されている。

【図1】スイッチ用のセラミックチャネルプレートの平面図を示している。

【図2】図1のチャネルプレートのI I - I I 断面図を示している。

【図3】図1のチャネルプレートを製造する方法を示すフロー図である。

【図4】セラミックチャネルプレート層からのチャネルプレート特徴の打ち抜きを説明す

10

20

30

40

50

るための図である。

【図5】セラミックチャネルプレート層内へのチャネルプレート特徴のレーザー切削を説明するための図である。

【図6】特徴を形成する前に整列した2つのセラミックチャネルプレート層におけるチャネルプレート特徴の形成を説明するための図である。

【図7】セラミックチャネルプレートを有するスイッチの第1の実施例を説明するための図である。

【図8】セラミックチャネルプレートを有するスイッチの第2の実施例を説明するための図である。

【図9】流体ベースのスイッチを製造する例示の方法を示すフロー図である。

10

【図10】一部に金属被覆を有する図1のチャネルプレートの平面図である。

【図11】一部に金属被覆を有する図1のチャネルプレートのズのII-II(図10のX-X)断面図である。

【図12】図11のチャネルプレートに対する接着剤の塗布を説明するための図である。

【図13】プレートのチャネルの接着剤をレーザーアブレーションした後の図12のチャネルプレートを説明するための図である。

【符号の説明】

【0052】

100 チャネルプレート

102、104、106、108、110 チャネルプレート特徴

20

102 作動流体チャネル

104 スイッチング流体チャネル

108 接続チャネル

200、202、204 チャネルプレート層

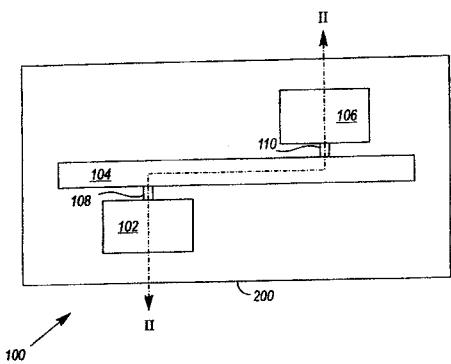
700 スイッチ

702 セラミックチャネルプレート

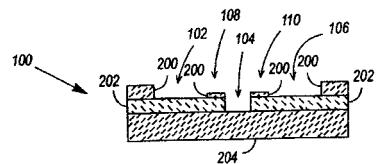
706、708、710 空洞

718 スイッチング流体

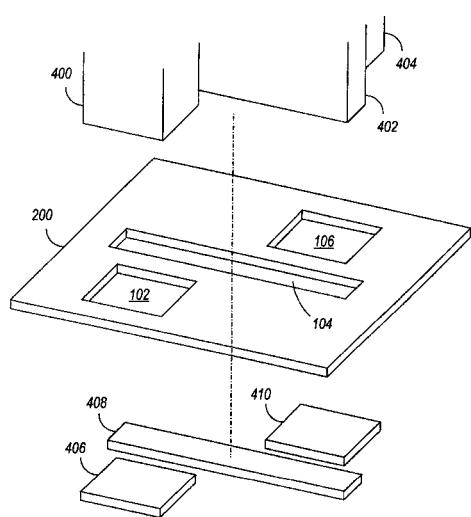
【図1】



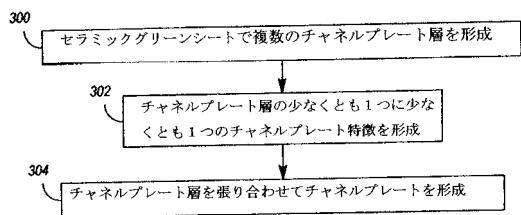
【図2】



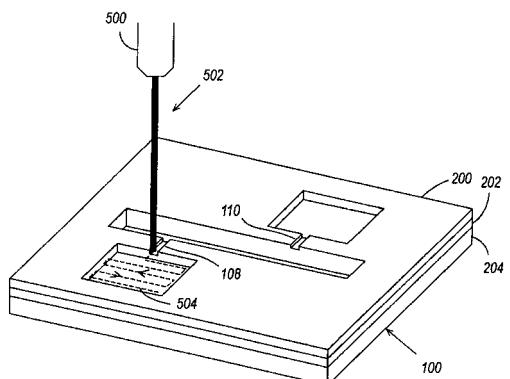
【図4】



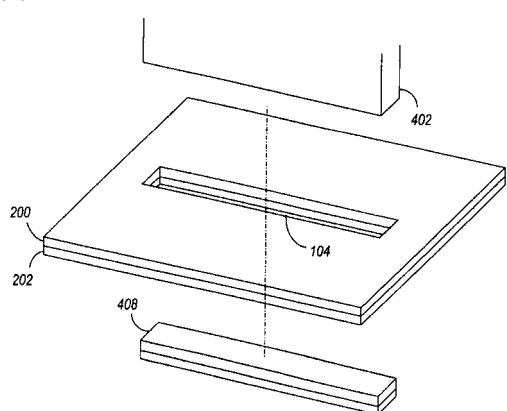
【図3】



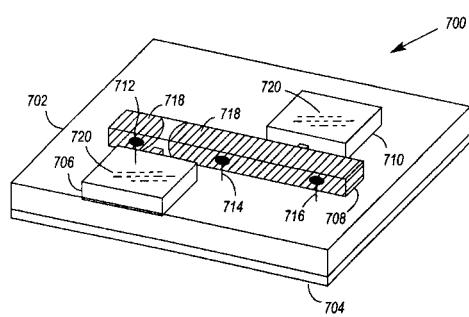
【図5】



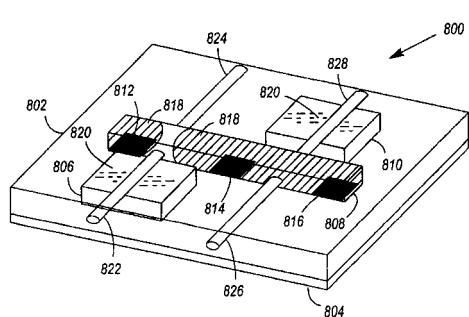
【図6】



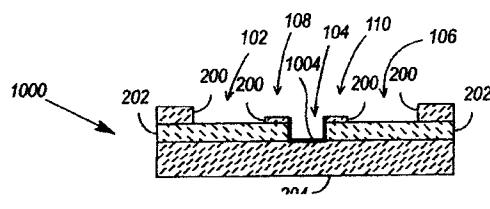
【図7】



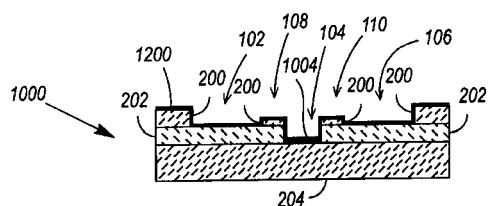
【図8】



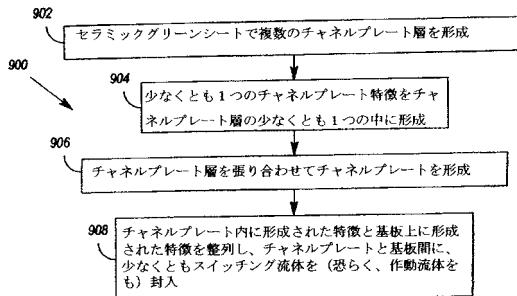
【図11】



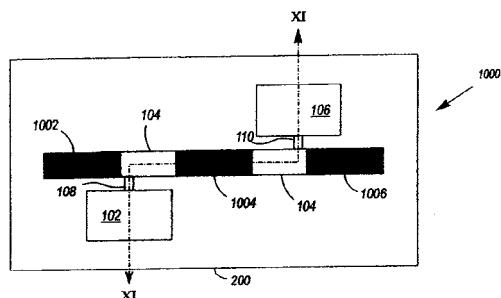
【図12】



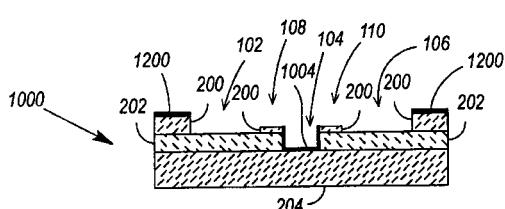
【図9】



【図10】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 マービン グレン ウォング

アメリカ合衆国 コロラド 80863 ウッドランド・パーク ハニー・ヒル・レーン 93

(72)発明者 ポール トマス カーソン

アメリカ合衆国 コロラド 80919 コロラド・スプリングス ケイツ・ドライブ 5450