

(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.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 H 29/02	HO 1 H 29/02	C
B 8 1 C 5/00	B 8 1 C 5/00	
// HO 1 H 11/02	HO 1 H 11/02	
HO 1 H 29/28	HO 1 H 29/28	

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)	(71) 出願人 399117121
(22) 出願日 平成15年12月10日 (2003.12.10)	アジレント・テクノロジーズ・インク
(31) 優先権主張番号 10/317960	AGILENT TECHNOLOGIES, INC.
(32) 優先日 平成14年12月12日 (2002.12.12)	アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト
(33) 優先権主張国 米国 (US)	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

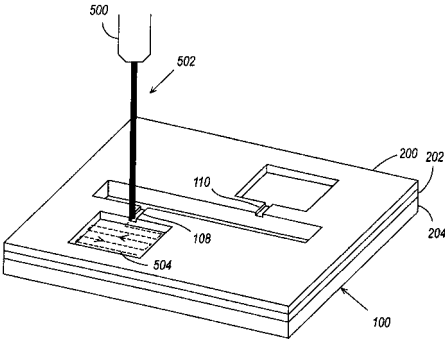
(54) 【発明の名称】 チャンネルプレート

(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ンネルプレート(100)は、(a)セラミックグリーンシートで複数のチャンネルプレート層(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)前記チャンネルプレート層の少なくとも1つの中に少なくとも1つのチャンネルプレート特徴(102、104、106、108、110)を形成する段階と、(c)前記チャンネルプレート層を張り合わせて前記チャンネルプレートを形成する段階と、によって製造される。セラミックチャン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ン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ンネルプレート層を形成する段階と、

(b) 前記チャンネルプレート層の少なくとも 1 つの中に少なくとも 1 つのチャンネルプレート特徴を形成する段階と、

(c) 前記チャンネルプレート層を張り合わせて前記チャン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ンネルプレート。

【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ン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 : L I M M S) 用のチャンネルプレートは、ガラスプレート内にチャンネルをサンドブラスト法で形成した後に、チャン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ン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、チャンネル幅は、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ンネルプレートにおいて実施される。このチャンネルプレートは、(1) セラミックグリーンシートで複数のチャンネルプレート層を形成する段階と、(2) それらのチャンネルプレート層の少なくとも 1 つの中に少なくとも 1 つのチャンネルプレート特徴を形成する段階と、(3) チャンネルプレート層を張り合わせてチャンネルプレートを形成する段階と、によって製造される。

【0005】

本発明の別の態様は、セラミックチャン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。セラミックチャン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、セラミックチャンネルプレート内に形成された第 1 チャン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。

40

【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ンネルを形成する場合、チャン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ンネルを (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 (C l e m c o I n d u s t r i e s C o r p o r a t i o n) が製造する Z E R O 自動ブラスト

50

装置 (ZERO automated blasting machine) を使用して) サンドブラストで作成すれば、チャンネル幅は、しばしば $\pm 20\%$ レベルの変動を示す。チャンネルの長さや深さについても、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、ガラスのチャンネルプレートウエハの内部 (及び、これらの間) のチャンネルのばらつきにより、それぞれのチャン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、チャン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) 。

【 0 0 0 8 】

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、セラミックチャン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ン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、その他の問題の解決にも適合される。

【 0 0 0 9 】

本明細書に開示する方法と装置を使用し、セラミックチャンネルプレート内におけるチャン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) サイズのチャンネル幅の変動を約 $\pm 10\%$ に或いは、約 $\pm 3\%$ にまで削減することができる。

【 0 0 1 0 】

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ンネルプレート 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、このチャンネルプレート 100 は、(1) セラミックグリーンシートで複数のチャンネルプレート層 200、202、204 (図 2 を参照されたい) を形成する段階 (300) と、(2) これらのチャンネルプレート層 200 ~ 204 の少なくとも 1 つの中に少なくとも 1 つのチャンネルプレート特徴 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) チャンネルプレート層 200 ~ 204 を張り合わせてチャンネルプレート 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。

20

30

【 0 0 1 1 】

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。

【 0 0 1 2 】

40

異なるチャン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ンネルプレートを形成できるという点で好ましい。

【 0 0 1 3 】

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そ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。

【 0 0 1 4 】

50

チャンネルプレート特徴 102 ~ 110 は、層を張り合わせる前又は後及び、張り合わせのためにグリーンシートを整列する前又は後に、チャンネルプレート層 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、チャンネルプレート特徴 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、チャンネルプレート層 200 内に形成可能である。この図 4 の場合、チャンネルプレート特徴 102 ~ 106 をチャンネルプレート層 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：プレート又は、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、チャンネルプレート特徴 108 をチャンネルプレート層 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 をチャンネルプレート層 200 の上方に移動させ、（例えば、矢印 504 の方向に）動かしてチャンネルプレート層 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ブランチバークに所在するエンライトテクノロジー社（Enlight Technologies, Inc.）が製造する Nd-YAG レーザー切削システム（YAG レーザーシステム）である。このチャンネルプレート内のチャンネルのレーザー切削については、マービン・グレン・ウォン（Marvin Glenn Wong）による「スイッチ用のレーザー切削によるチャンネルプレート（Laser Cut Channel Plate for a Switch）」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）た複数のチャンネルプレート層 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、チャンネルプレート層 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】

チャンネルプレート特徴 104 が複数のチャンネルプレート層 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、チャンネルプレートの中央チャンネル 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、チャンネルプレート特徴 104 を形成する前に、2 つのチャンネルプレート層 200、202 を整列している。

40

【0018】

前述のように、チャンネルプレート層 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の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、大きなチャンネルプレート特徴(例:図1の特徴102~106)は、チャンネルプレート層から打ち抜かれ、小さなチャンネルプレート特徴(例:図1の特徴108及び110)は、チャン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「大きなチャンネル特徴」を約200 μ m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、「小さなチャンネルプレート特徴」は、約200 μ m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)、チャンネルプレート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ンネル104、一对の作動流体チャンネル102、106、及び、作動流体チャンネル102、106のそれぞれをスイッチング流体チャンネル104に接続する一对のチャンネル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のチャンネルプレート層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」チャンネルが形成されるように、スイッチング流体チャンネル104(約200 μ mの幅、約2600 μ mの長さ、及び約200 μ mの深さを有するもの)を第2及び第3の層202、200のそれぞれから打ち抜くことができる。作動流体チャンネル102、106(それぞれ、約350 μ mの幅、約1400 μ mの長さ、及び約300 μ m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、作動流体チャンネル102、106をスイッチング流体チャンネル104に接続するチャンネル108、110(それぞれ、約100 μ mの幅、約600 μ mの長さ、及び約130 μ mの深さを有するもの)を第3チャンネルプレート層200内にレーザー切削することができる。

【0021】

チャン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、更に少ないチャンネルをチャン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、前記一对の作動流体チャンネル102、106と一对の接続チャンネル108、110は、1つの作動流体チャンネルと1つの接続チャン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ンネルプレート702を有しており、その第1空洞は、セラミックチャンネルプレート702内に形成された第1チャン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、チャンネルプレート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 7 1 8 が分割されている。この状態では、スイッチ 7 0 0 の右側の 2 電極 7 1 4、7 1 6 が互いに結合している。空洞 7 0 6 内に保持されている作動流体 7 2 0 の圧力が解除され、空洞 7 1 0 内に保持されている作動流体 7 2 0 の圧力が増加すると、スイッチング流体 7 1 8 に力が印加され、分割と合体が発生し、この結果、電極 7 1 4 及び 7 1 6 の結合が解除され、電極 7 1 2 及び 7 1 4 が結合することになる。

【0024】

一例として、この作動流体 7 2 0 の圧力の変化は、作動流体 7 2 0 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 (K o n d o h) 他による米国特許第 6 , 3 2 3 , 4 4 7 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 10 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 (M a r v i n G l e n n W o n g) による「圧電作動型液体金属スイッチ (A P i e z o e l e c t r i c a l l y A c t u a t e d L i q u i d M e t a l S w i t c h) 」という名称の 2 0 0 2 年 5 月 2 日付けの米国特許出願第 1 0 / 1 3 7 , 6 9 1 号明細書に記述されており、本引用によって、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 20 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

10

20

【0025】

スイッチ 7 0 0 のチャンネルプレート 7 0 2 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ンネルプレート層を有することもできる。スイッチ 7 0 0 の一実施例においては、チャンネルプレート 7 0 2 内の第 1 チャンネルは、スイッチング流体 7 1 8 を保持する 1 つ又は複数の空洞 7 0 8 の少なくとも一部を定義している。このチャンネルが、図 1 及び図 2 に示されているスイッチング流体チャンネル 1 0 4 と類似のサイズになっている場合には、このチャンネルは、1 つ又は複数のチャンネルプレートの層から打ち抜くことが好ましい。

【0026】

作動流体 7 2 0 を保持する 1 つ又は複数の空洞 7 0 6、7 1 0 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 チャンネルをチャンネルプレート 7 0 2 内に形成することができる。これらのチャンネルが、図 1 及び図 2 に示されている作動流体チャンネル 1 0 2、1 0 6 と類似のサイズになっている場合には、これらのチャンネルも、1 つ又は複数のチャン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 7 1 8 及び作動流体 7 2 0 を保持する空洞 7 0 6 ~ 7 1 0 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 チャンネルをチャンネルプレート 7 0 2 内に形成することができる。これらのチャンネルが、図 1 及び図 2 に示されている接続チャンネル 1 0 8、1 1 0 と類似のサイズになっている場合には、これらのチャンネルは、1 つ又は複数のチャン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 8 0 0 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 8 0 0 は、複数の空洞 8 0 6、8 0 8、8 1 0 の少なくとも一部を定義するセラミックチャンネルプレート 8 0 2 を有しており、その第 1 空洞は、セラミックチャンネルプレート 8 0 2 内に形成された第 1 チャンネルによって定義されている。空洞 8 0 6 ~ 8 1 0 の残りの部分 (

50

存在する場合)は、チャンネルプレート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内の光を通すウィ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のチャンネルプレート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ン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、チャンネルプレート802内の第1チャンネルが、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。このチャンネルが、図1及び図2に示されているスイッチング流体チャンネル104と類似のサイズになっている場合には、このチャンネルは、1つ又は複数のチャン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チャンネルをチャンネルプレート802内に形成することができる。これらのチャンネルが、図1及び図2に示されている作動流体チャンネル102、106と類似のサイズになっている場合には、これらのチャンネルは、1つ又は複数のチャン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チャンネルをチャンネルプレート802内に形成することができる。これらのチャンネルが、図1及び図2に示されている接続チャンネル108、110と類似のサイズになっている場合には、これらのチャンネルは、1つ又は複数のチャン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ンネルプレート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ンネルプレートであって、その第1空洞が、セラミックチャンネルプレート内に形成された第1チャンネルによって定義されているセラミックチャンネルプレートと、(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ン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つのチャンネルプレート特徴をチャンネルプレート層の少なくとも1つの中に形成し(904)、チャンネルプレート層を張り合わせてチャン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、チャン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、チャン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、チャン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、図1及び図2に示されているものと類似のチャンネルプレート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ンネル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】

チャン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、チャン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のチャンネルプレート1000に(日本の東京に所在する旭硝子株式会社が製造するCYTOP(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、チャンネルプレート1000上にスピン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、チャンネル及び/又はその他のチャン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)。

【0039】

図10~図13は、チャンネルプレート1000上での封止ベルト1002~1006の生成と、これに続くチャンネルプレート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、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、それらの変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)用のチャンネルプレート(100)であって、(a)セラミックグリーンシートで複数のチャンネルプレート層(200、202、204)を形成する段階(300)と、(b)前記チャンネルプレート層の少なくとも1つの中に少なくとも1つのチャンネルプレート特徴(102、104、106、108、110)を形成する段階(302)と、(c)前記チャンネルプレート層を張り合わせて前記チャン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ンネルプレート(100)。

【0042】

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

【0043】

(実施態様3): 前記チャンネルプレート層(200、202、204)を張り合わせる段階(304)の前に、前記チャンネルプレート特徴(108、110)の少なくとも1つがチャンネルプレート層(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

10

20

30

40

50

記載のチャンネルプレート（１００）。

【００４４】

（実施態様４）：大きなチャンネルプレート特徴（１０２、１０４、１０６）は、１つ又は複数の前記チャンネルプレート層（２００、２０２）から打ち抜かれ、小さなチャンネルプレート特徴（１０８、１１０）は、１つ又は複数の前記チャンネルプレート層（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に記載のチャンネルプレート（１００）。

【００４５】

（実施態様５）：前記大きなチャンネルプレート特徴（１０２、１０４、１０６）は、約２００ミクロン以上の幅によって定義され、前記小さなチャンネルプレート特徴（１０８、

10

【００４６】

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

【００４７】

（実施態様７）：前記スイッチング及び作動流体チャンネル（１０２、１０４）は、１つ又は複数の前記チャンネルプレート層（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ンネルを接続する前記チャンネル（１０８）は、１つ又は複数の前記チャンネルプレート層（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に記載のチャンネルプレート（１００）。

20

【００４８】

（実施態様８）：（ａ）基部として機能する第１チャンネルプレート層（２０４）が第２チャンネルプレート層（２０２）に張り合わされ、前記第２チャンネルプレートは、内部に形成されたスイッチング流体チャンネル（１０４）を有しており、（ｂ）前記第２チャンネルプレート層は、第３チャンネルプレート層（２００）に張り合わされ、前記第３チャンネルプレート層は、内部に形成されたスイッチング流体チャンネル（１０４）、作動流体チャンネル（１０２）、及び前記スイッチング及び作動流体チャンネルを接続するチャンネル（１０８）を

30

【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ンネルプレート（７０２）であって、その第１空洞が前記セラミックチャンネルプレート内に形成された第１チャンネルによって定義されているセラミックチャンネルプレート（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 응답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ンネルプレート（７０２）は、複数の張り合わせられたチャンネルプレート層（２００、２０２、２０４）を有する実施態様９記載のスイッチ（７００）。

40

【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ンネルプレートの平面図を示している。

【図２】図１のチャンネルプレートのⅠⅠ－ⅠⅠ断面図を示している。

【図３】図１のチャン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】セラミックチャンネルプレート層からのチャンネルプレート特徴の打ち抜きを説明す

50

るための図である。

【図5】セラミックチャンネルプレート層内へのチャン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ンネルプレート層におけるチャン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】セラミックチャン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】セラミックチャン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のチャン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のチャンネルプレートのZのII-II(図10のXII-XII)断面図である。

【図12】図11のチャン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】プレートのチャンネルの接着剤をレーザーアブレーションした後の図12のチャン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 チャンネルプレート

102、104、106、108、110 チャンネルプレート特徴

20

102 作動流体チャンネル

104 スイッチング流体チャンネル

108 接続チャンネル

200、202、204 チャンネルプレート層

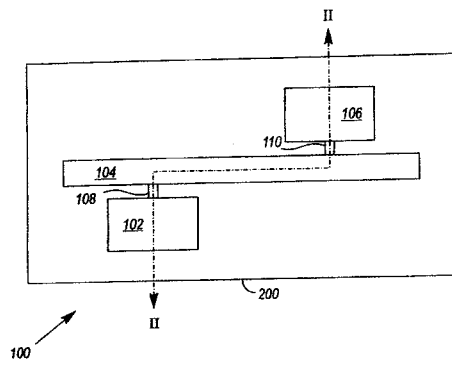
700 スイッチ

702 セラミックチャンネルプレート

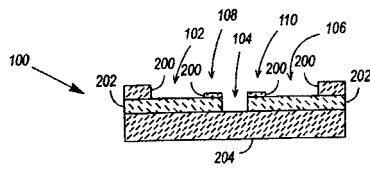
706、708、710 空洞

718 スイッチング流体

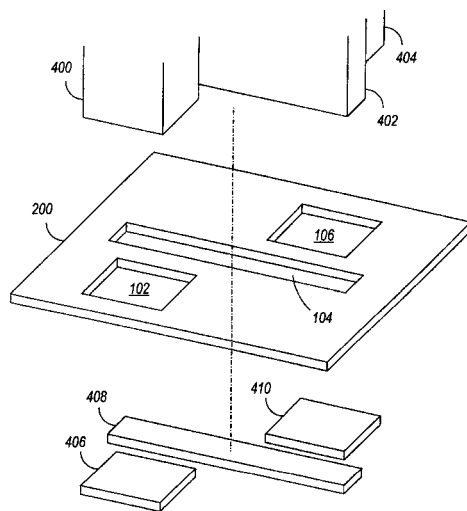
【図 1】



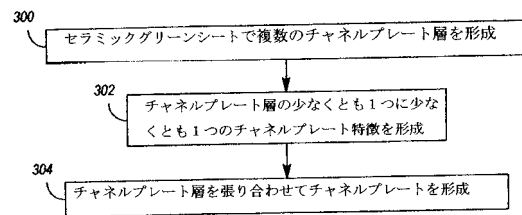
【図 2】



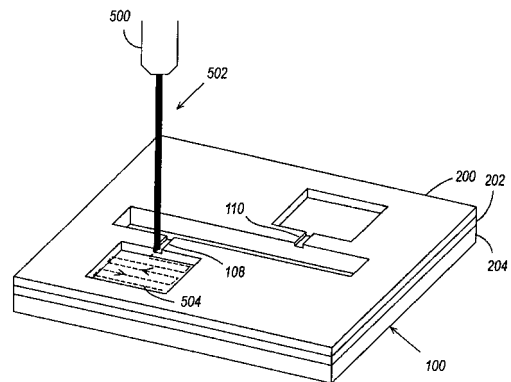
【図 4】



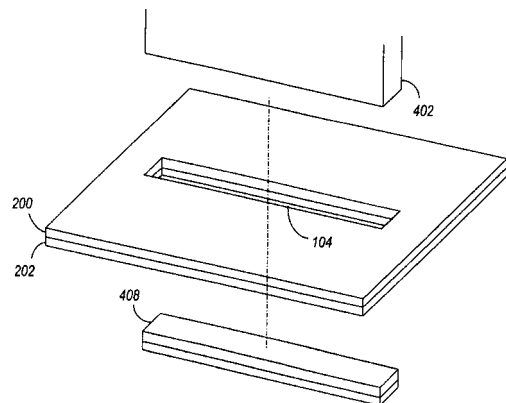
【図 3】



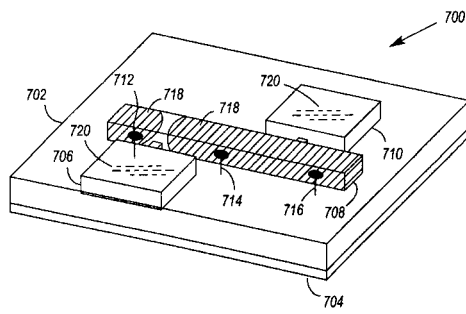
【図 5】



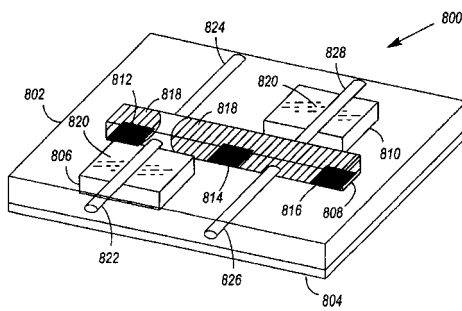
【図 6】



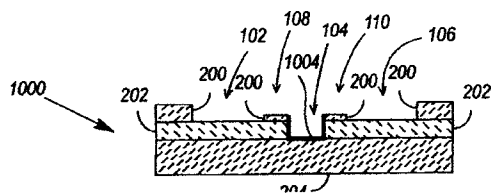
【図 7】



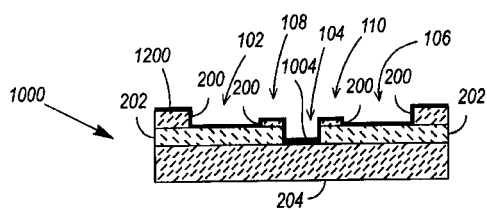
【図 8】



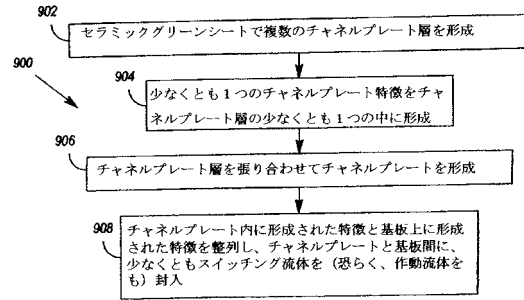
【図 11】



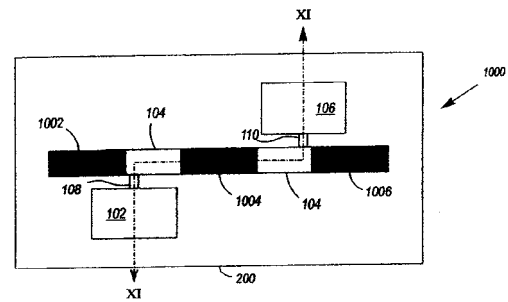
【図 12】



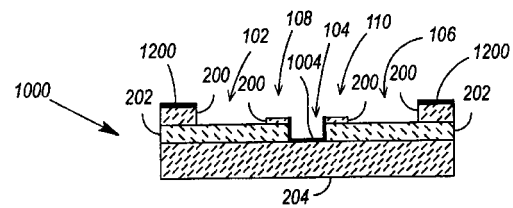
【図 9】



【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 トーマス 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