

(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2005-336049

(P2005-336049A)

(43) 公開日 平成17年12月8日(2005.12.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C03B 23/24

C03B 23/035

F 1

C03B 23/24

C03B 23/035

テーマコード(参考)

4 G 0 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-121449 (P2005-121449)  
 (22) 出願日 平成17年4月19日 (2005.4.19)  
 (31) 優先権主張番号 04291114.9  
 (32) 優先日 平成16年4月30日 (2004.4.30)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(特許庁注:以下のものは登録商標)

1. PYREX

(71) 出願人 501246857  
 コーニング・インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国ニューヨーク州 14831  
 , コーニング, リバーフロント・プラザ  
 1  
 (74) 代理人 100079119  
 弁理士 藤村 元彦  
 (72) 発明者 ティエリー ルュ カレン ダノウ  
 フランス国 77210 アヴォン ルブ  
 ティベレバ 18  
 (72) 発明者 フィリップ カーズ  
 フランス国 77300 フォーンテヌ  
 ブロー ブールヴァールマジエンタ 15  
 F ターム(参考) 4G015 AA13

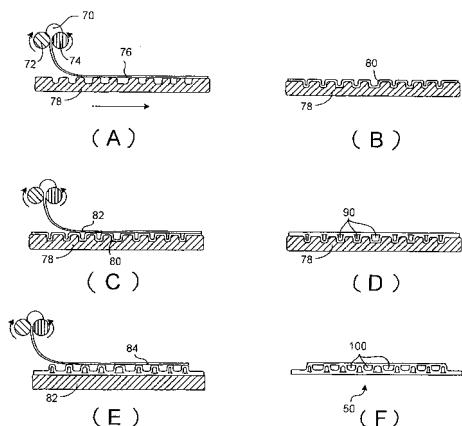
(54) 【発明の名称】高熱効率ガラスマイクロチャンネル及びその形成方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】交互に配置されたチャンネル間の熱交換を最大にしながらも、簡略、且つ確実な製造方法を提供する。

【解決手段】マイクロ流体素子を形成する方法は、金型78を供給するステップと、前記金型全面上にガラスまたはセラミック化可能なガラスからなる軟化シート76を位置決めするステップと、前記軟化シートを前記金型に密着させるように前記軟化シートにガス圧力差を与えて前記軟化シートの少なくとも一方の面上にマイクロチャンネル90を形成するステップと、前記金型全面上にガラスまたはセラミック化可能なガラスからなるシート82を接着して前記シートの前記少なくとも一方の面に前記マイクロチャンネル90を実質的に閉塞させるステップとを備えている。

【選択図】図14



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ガラスまたはガラスセラミック物質からなる少なくとも一枚のシートに接着させたガラスまたはガラスセラミックからなる成形シートを含むマイクロ流体素子であって、前記成形シートがマイクロチャンネルを形成することを特徴とするマイクロ流体素子。

**【請求項 2】**

ガラスまたはガラスセラミック物質からなる前記成形シートが、各々がガラスまたはガラスセラミック物質からなる2枚のシートの間に接着されて、相補的なマイクロチャンネルを形成することを特徴とする請求項1に記載のマイクロ流体素子。

**【請求項 3】**

前記成形シートは第一のガラス物質からなり、前記2枚のシートは各々が第2のガラス物質からなり、前記第一のガラス物質が前記第二のガラス物質よりも高い軟化点を有することを特徴とする請求項1または2に記載のマイクロ流体素子。

**【請求項 4】**

前記成形シートにより隔てられた隣接するマイクロチャンネル間にある前記成形シートが、約0.2mmから約0.7mmの範囲の厚さを有することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のマイクロ流体素子。

**【請求項 5】**

前記成形シートにより隔てられた隣接するマイクロチャンネル間にある前記成形シートが、約0.7mmから約3mmの範囲の厚さを有することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のマイクロ流体素子。

**【請求項 6】**

前記成形シートを通して貫通した少なくとも一つの貫通孔を更に含むマイクロ流体素子であって、前記貫通孔が、隣接した一対の前記マイクロチャンネル間の流体のやり取りを可能にすることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載のマイクロ流体素子。

**【請求項 7】**

マイクロ流体素子を形成する方法であって、

金型を供給するステップと、前記金型全面上にガラスまたはセラミック化可能なガラスからなる軟化シートを位置決めするステップと、前記軟化シートを前記金型に密着させるように前記軟化シートにガス圧力差を与えて前記軟化シートの少なくとも一方の面上にマイクロチャンネルを形成するステップと、前記金型全面上にガラスまたはセラミック化可能なガラスからなるシートを接着して前記軟化シートの少なくとも一方の面上に前記マイクロチャンネルを実質的に閉塞させるステップとを備えていることを特徴とする方法。

**【請求項 8】**

前記シートと前記軟化シートをセラミック化するステップを更に含むことを特徴とする請求項7に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記シートを前記金型に密着させるように前記シートにガス圧力差を与えるステップが、前記シートと前記金型間に真空を形成することからなることを特徴とする請求項7または8に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記金型全面上にガラスまたはセラミック化可能なガラスからなるシートを接着して、前記シートの前記少なくとも一方の面上に前記マイクロチャンネルを実質的に閉塞させるステップが、前記密着シート上に軟化ガラスシートを開設し、前記密着シートに前記軟化ガラスシートを接着することからなることを特徴とする請求項7から9のいずれか1項に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、広くはマイクロ流体素子、及びかかる素子の製造方法に関し、特に高熱効率

10

20

30

40

50

ガラス、ガラス - セラミックまたはセラミックマイクロチャンネルまたはマイクロ流体素子、及びかかる素子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロチャンネルまたはマイクロ流体素子は、広くは内部で流体がさまざまな方法で方向づけられたり処理されたりするように、大体  $10 \mu m$  から  $1000 \mu m$  の範囲にある特有の寸法を持った流路を有する素子として理解されている。かかる素子は、化学的及び生物学的な処理技術における革新的な変化を可能にする為、大いに有望であると考えられている。その理由は、特にマイクロ流体素子の熱及び物質伝達率が、従来の化学的な処理システムにおいて達成し得る率を桁違いに超えて増加するからである。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ガラスまたはガラス - セラミックでのマイクロ流体の回路は、すぐれた耐化学性を有するという利点を有している。しかし、ガラスやガラス - セラミックは相対的に熱の伝導性が悪い一方、ほとんどの化学的合成においては、熱交換が重要である。正確且つ安全な局所的な熱管理が、広くは相対的により高い濃度、圧力、温度での化学的処理を可能にし、結果として、ほとんどの場合において、よりよい歩留まりとより高効率化へつながるのである。

20

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、良好な表面特性と十分な強度とを有する薄いガラス、ガラス - セラミックまたはセラミックのシート材料から形成されるマイクロ流体チャンネルを有する素子を提供し、更にはかかる素子とチャンネルを確実に且つ効率的に製造するための方法を提供する。薄壁性のマイクロチャンネルは、すぐれた化学的耐久性と熱抵抗を示しながらも効率的な熱交換を可能にすることができる。本発明の成形工程は、得られた素子が熱交換を最大化しながらも、簡略且つ確実な製造工程を提供する。

30

【0005】

本発明の一つ実施例によれば、マイクロ流体素子は、ガラスまたはセラミックの物質からなる成形シートを含む。成形シートは、その第1の面上に1つまたはそれ以上の第1のマイクロチャンネル、そして第1の面とは反対側の第2の面上に、1つまたはそれ以上の第2のマイクロチャンネルを有するように形成される。第2のチャンネルは、第1のチャンネルに対し相補的である。第1のチャンネルは、成形シートの第1の面に接着させたガラスまたはガラス - セラミック物質からなる第1の平板によって実質的に閉塞されており、第2のチャンネルは、第2の面に接着させたガラスまたはガラス - セラミック物質からなる第2の平板によって実質的に閉塞され得る。

40

【0006】

本発明の他の実施例によれば、マイクロ流体素子を形成するための方法が提供されている。この方法は、单一表面の金型を提供し、金型上にガラスまたはセラミック化可能なガラスのシートを位置決めし、金型とシートを加熱し、そして金型にシートを密着させるようにシートにガス圧力差を与えることを含む。結果として、シートの少なくとも一方の面、広くは両面にマイクロチャンネルが形成される。次に、マイクロチャンネルを含むシートの少なくとも一方の面全面上に、ガラスまたはセラミック化可能なガラスを接着することにより、マイクロチャンネルは実質的に閉塞されたり、または取り囲まれる。

50

【0007】

本発明のさらに他の実施例によれば、マイクロ流体素子を形成する方法が提供され、この方法は、動いている金型全面上に第1の軟質ガラスシートを展開するステップを含む。第1の軟質ガラスシートは金型の反対側に第1の面を有し、第1の面と反対側には金型上有する第2の面を有する。この方法は更に、金型に前記軟質ガラスシートを密着させるようにする真空成形を含み、その結果、第1及び第2の両面上にマイクロチャンネルを有す

50

る密着シートを形成する。この方法は更に、第2の軟質ガラスシートを前記密着シートの前記第1の面上に展開することを含み、その結果、前記第2の軟質ガラスシートを前記密着シートに接着させ、前記第1の面上に前記マイクロチャンネルを実質的に閉塞させることになる。この方法は更に、前記金型から前記密着シートを取り外すことを含む。この方法は更に、第3の軟質ガラスシートを前記密着シートの前記第2の面上に展開することを含み、その結果、前記第2の軟質ガラスシートを前記密着シートに接着させ、前記第2の面上に前記マイクロチャンネルを実質的に閉塞せることになる。

#### 【0008】

前述の概要及び以下の詳細な説明は、共に本発明の実施例を示したものであり、請求されている本発明の本質及び特性を理解するための概略、または構成を提供することを目的としている、という事を理解すべきである。添付図は、本発明の更なる理解を提供するよう、この明細書の一部に取り込まれ構成要素となっている。添付図は、本発明の種々の実施例を図示したものであり、解説とともに本発明の原理、及び工程を説明するための働きをなしている。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0009】

本発明は、良好な表面特性と十分な強度を有する薄いガラス、ガラス-セラミックまたはセラミックのシート材料から形成されるマイクロ流体チャンネルを有する素子を提供し、更には、かかる素子とチャンネルを確実に且つ効率的に製造するための方法を提供するものである。本発明の方法は、所望の薄壁性で且つ高表面品質を有するガラス、ガラス-セラミックまたはセラミックのマイクロチャンネルを実現するために、ガス圧力差による成形を与える。得られた薄壁性のマイクロチャンネルは、すぐれた化学的耐久性と熱抵抗を示しながら、効率的な熱交換を可能にする。本発明の成形工程は、得られた素子が熱交換を最大化にしながらも、簡略且つ確実な製造方法を提供する。

#### 【0010】

本発明によれば、マイクロチャンネルは、単にミクロ構造の平板を積み重ねることによるのではなく、3次元のガラス、ガラス-セラミックまたはセラミック状のものを閉塞することを含む方法により作られる。本発明の一形態を構成する具体例としての方法を、図1から図7に関連して以下に記述する。

#### 【0011】

図1は、本発明の一形態に関する有用な装置10の断面図を示している。装置10は、あらかじめ機械加工されているか、または別の方法として、ティッセン-フランス社(Thyssen-France, 78 Maurepas, France)から入手できる耐熱性鋼板「NS 30 / AISI 310」のような適当な材料から形成される流体回路金型20を含む。金型20は真空分布のためのミクロ通路22を含む。金型20は、これを取り囲むような真空密閉のための面、または出っ張り26を有する真空ボックス24のような真空密閉構造中に置かれる。真空ボックス24の内部容積は、図中で示されていないが真空ポンプのような真空源に接続されている。

#### 【0012】

使用に先立ち、金型20をカルシウム水酸化物(例えば、アルコール+「Disperbick 190」の0.5%検査液)のような適当な離型剤でコーティングする。Disperbick 190はBYK-Chemie社(BYK-Chemie GmbH, Abelstr. 14D-46483 Wesel, Germany)から簡単に入手することができる。離型剤は、金型20の全面上に均一に噴霧することが望ましい。

#### 【0013】

図2に示されているように、その後、適当なガラス物質からなり、面または出っ張り26を覆うような大きさの表面積を有する薄板30を、金型20に取り付ける。ガラスは、例えばコーニング社(Corning Incorporated, Corning NY, USA)から入手できる「Corning 1737」であることができる。

#### 【0014】

10

20

30

40

50

薄板 30 と金型 20 は、その後、ガラス物質の焼きなまし点以上の温度まで共に加熱されるが、ガラス物質の軟化点以下近辺であることが望ましい。約 721 の焼きなまし点と約 925 の軟化点を有する「Corning 1737」の場合には、金型と薄板は約 20 分以上、約 870 まで加熱され得る。

#### 【0015】

その後、金型 20 の側面に薄板 30 が密着するような十分な時間、真空が真空ボックス 24 に付与される。その結果、図 3 に描写されているような成形シートが得られる。代替案として、ガス圧力を金型 20 の反対側の薄板 30 の面に付与することができ、ミクロ通路 22 は圧力を解放するためだけに使用される。さらなる代替案として、金型の外側からの陽圧と金型中の真空を、同時に働かせることもできる。

10

#### 【0016】

薄板 30 を成形シート 32 に再整形することに加え、真空成形は薄板 30 を再吸引する（真空再吸引）効果をも有する。その結果、成形シート 32 は、概して本来の薄板 30 よりも薄くなり、物質が金型に吸い込まれた領域は特に薄くなる。この真空成形方法は、それ故に、0.3mm かそれ以下の薄さ、望ましくは約 0.2mm から約 0.7mm の範囲かそれ以下の範囲の薄さの壁構造形成を、確実に且つ再現性良く行うことを可能にする。他方、適当な厚さの出発物質を使用して、より厚さのある壁構造をも、この方法を使用することにより形成することができ得る。これは、高圧、または超高压用途での使用に有効である約 0.7mm から約 3mm の範囲の厚さを含む。

20

#### 【0017】

真空成形後、金型 20 と成形シート 32 は、成形シート 32 がその成形された形を保持できるような十分低い温度まで冷却されるが、金型 20 からの取り外しが容易であるように十分高い温度であることが望ましい。例えば、「Corning 1737」では、薄板 30 は 2 分間以上かけて約 750 まで冷却され得る。その後、金型 20 から成形シート 32 を取り外すために、軽い空気圧が真空チャンネル 22 に付与される。離型剤は、このステップを著しく容易にする。得られた成形シート 32 が、図 4 に断面で示されている。

20

#### 【0018】

次に、上部と下部の平板 34、36 を図 5 の断面に示されるように、成形シート 32 に対向して配置し、組立品 38 を形成する。組立品 38 をともに接着する前に、穴あけ、研削または他の適当な方法により、所望の入力及び出力穴が上部平板 34 と／または下部平板 36 を貫通して（必要に応じて前記成形シート 32 をも貫通して）形成される。図 5 に示されているように、アクセス穴は（図の右側にある）穴 42 と 44 の場合のように反対側の平板に形成されるか、または、必要に応じて穴 46 と 48 の場合のように同一の平板に形成される。アクセス穴は、穴 48 の場合のように上部平板 34 と成形シート 32 の両方を貫通して延長してもよい。

30

#### 【0019】

その後、図 6 に示されているように、組立品 38 は実例アクセス穴 42、44、46、48 を持つ閉塞された、または取り囲まれたマイクロチャンネル、または通路 40 を有するマイクロ流体素子 50 を形成するように接着される。組立品 38 の接着は、「Corning 1737」ガラス平板と「Corning 1737」成形シートのガラス対ガラス熱接着により、組立品 38 を約 90 分間約 870 に保持することにより仕上げることが望ましい。接着する前に穴あけや別の方法でアクセス穴を形成することにより、穴形成工程から生じるミクロな亀裂や表面損傷が少しでもあった場合には焼きなますことができる。

40

#### 【0020】

上記の発明方法例は、同じ方法の段階において薄いガラス層によって隔てられた対の回路を形成することができる。例えば、0.5mm の厚さのシートから始まると、側壁 58 の厚さは 0.4mm から 0.3mm の範囲であることができ、熱交換に対しほんの僅かな障壁を示す。必要に応じて 0.7mm または 1mm の厚さのシートから始めることにより

50

、側壁はより厚くなり得る。

【0021】

図7に示された標準の流体コネクタ52は、重合接着、または他の互換性があるガラス接着手段により接着することができる。

【0022】

上述の成形方法は、成形シート32の上部及び下部面上に、対の相補的なチャンネルパターンを容易に製作できるので、このように形成されたマイクロ流体素子の一つの固有の用途は熱交換である。図8に示されるように、成形シート32の片側のチャンネルは第1の流体F1を含有し、一方、成形シート32の反対側にあるチャンネルは、第2の流体F2を含有し得る。交互のチャンネルは最低限の薄さのガラス板によって隔てられているため、素早く効率的な熱伝達が可能である。10

【0023】

図9は、マイクロ流体回路における図8のような交互のチャンネルの、一つの可能な配置の平面図を示している。チャンネル54は、各チャンネルの各端に設けられたアクセス穴56を含め一直線で平行に配置され得る。図で矢印と陰影付けにより示唆されているように、かかるチャンネルは逆の流れをもつ交互のチャンネル中の二つの流体のために使用することができる。または必要に応じて、平行な流れをもつような他の形態では高性能熱交換のために使用することができる。20

【0024】

図10は、図8のような交互のチャンネルの、他のあり得る配置の平面図を示している。図10において、二つの交互のチャンネル54は外縁及びらせん形の中心にあるアクセス穴56を含み、同軸のらせん形中に共に配置される。20

【0025】

ここに記述された方法によって作られたマイクロチャンネルの配置は、図9、10に示されたもののように交互で且つ非連通なチャンネル配置に限定される必要はない。

【0026】

例えば、必要に応じて成形シート32が形成される金型は、成形シート32の片側の幾つかまたは全てのチャンネルを最小にするように設計され得る。結果として、図11のマイクロ流体素子50に示されているように、最小化されたチャンネル60に普通のチャンネルが散在することになる。得られた最小化されたチャンネルは、その後、流体回路デザインから完全に削除しても良い。必要に応じて、他の方法として近接した流体回路チャンネル同士を断熱する為の補助として、最小化されたチャンネル60を空気、ヘリウム、他のガス、または不完全真空でも満たすことができる。逆に、高い熱質量、相対的に高い熱伝導率、及び温度均一性が要求される場合には、最小化されたチャンネルを水、または他の流体で満たすこともできる。30

【0027】

成形シートの片側に、最小化されたチャンネルサイズを有する本発明に準ずる素子の実施例が、図12の平面図に示されている。この実施例においては、最小化されたチャンネル60はマイクロ流体回路に含まれておらず、最小化されていないチャンネル54がアクセス穴56を含み提供されている。図12に示されているような実施例においては、最小化されていないチャンネルを単板で閉塞させることができる。40

【0028】

本発明におけるマイクロ流体素子の他の実施例では、流体のやり取りのための開口を、成形シート32の片側の流体チャンネルと反対側の相補的な流体チャンネルとの間に、要望どおりに設けることができ、これは成形シート32中のチャンネル壁の選択箇所を除去することによりなされる。例えば、図13に示された破線の境界41中の物質を成形シート32から（研削、穴あけ、または他の適当な方法により）除去することにより、隣接する交互のチャンネル43と45の間に流体結合、または貫通孔を設けることができる。除去される物質は、（図の内外の方向において）チャンネルに沿って長々と延長する必要はないので、成形シートは略その構造的完全性を保つことができる。50

## 【0029】

本発明のマイクロ流体素子は、コーニング社 (Corning Incorporated, Corning, New York, USA) から入手できる「Corning 0211」、「Corning 7059」、「Corning 1737」と、Glaverbel グループ (Glaverbel Group, 1170 Brussels, Belgium) から入手できる「Glaverbel D 263」を含む種々のガラス構成物を使用して製造することに成功している。これらの中で、「Corning 1737」は約  $37.6 \times 10^{-7}$  C という最も小さい熱膨張率を示す。「Corning 1737」から形成されるマイクロ流体素子は、流体温度が 650 以下での使用に適している。Keraglass 社 (77 Bagneau sur Loing, France) から入手できる「Kera black」のようなアルミニウムホウ化ケイ酸塩も使用することができる。マイクロ流体素子が上記のように形成された後、「Kera black」をセラミック化することによりセラミックガラス (Vitrocera) になり、約  $-2 \times 10^{-7}$  という超低の熱膨張率を示す。

10

20

30

40

## 【0030】

本発明の更に他の実施例として、適度に近い熱膨張率を有する二つのガラス物質を、単一のマイクロ流体素子を形成するために使用することができる。例えば、素子 50 中の通路を閉塞する為に使用する上部及び下部シートを、「Pyrex 7740」(図 5、6 参照) から形成する一方、成形シート 32 は「Corning 1737」から形成することができる。これら二つのガラス物質の約 100 の軟化点の違いは、約 780 での熱封止を可能にする。このより低い熱封止温度は、場合によって成形シート 32 の真空成形後の変形を防止するために役立つ。

## 【0031】

## &lt;好ましい製造工程&gt;

上述の等温工程は試作品構築のために行われているものであり、極めて小規模製造に適している。より費用効率が高く、効率的な生産工程を図 14 (A) から図 14 (F) に関連して以下に説明する。

## 【0032】

図 14 (A) に示されているように、粘着性のあるガラス物質の塊 70 が、タンク供給機 (図示せず) から加熱された回転ローラーの 72、74 の上に供給される。軟ガラスシート 76 は、動いている金型 78 上に展開された後すぐに真空成形され、図 14 (B) に示されているような成形シート 80 を形成し、その厚さは真空引きにより軟ガラスシート 76 に対して減じられる。次に直ちに行われる第 2 の段階で、第 2 の軟ガラスシート 82 が、図 14 (C) に示されているように成形シート 80 上に置かれる。第二の軟ガラスシートは、図 14 (D) に示されているように直ちに成形シート 80 の上面を閉じ、閉塞された上部チャンネル 90 を形成する。従って、上部チャンネル 90 は約 5 秒から 10 秒という短い時間で、素早く形成され閉塞される。閉塞された上部チャンネル 90 を有する成形シートは、その後、金型から取り外され支持材 82 の上に反転した状態で置かれる。前の段階で閉塞されていない相補的な流体回路は、その後、図 14 (E) で示されるように第三の軟ガラスシート 84 で覆われ、閉塞された下部チャンネル 100 を形成し、結果として図 14 (F) のマイクロ流体素子 50 が得られる。

40

## 【0033】

例えば、「7740 Pyrex」を形成する為に好ましい温熱条件は 650 に加熱したローラーと金型上への 1350 のガラス送り出しである。離型材は、アセチレンクラッキングに由来するガスブラックが望ましい。ガラスシートが薄くなるに従い、ローラー温度は高くするべきである。0.8 mm に圧延されて、真空成形されたシートが実例説明されており、成形シートの底部のガラス厚は 0.2 mm 未満を示している。

## 【0034】

本発明のマイクロ流体素子及び本発明の工程により製造されるマイクロ流体素子は、ほぼ垂直のチャンネル壁を有するデザインに限定される必要はない。図 15 は、三角形のチャンネル 40 を有するマイクロ流体素子 50 の断面図を示している。この構造及び他の構

50

造が本発明により容易に達成可能である。

【0035】

本発明の工程及び方法は、再現可能で且つ確実な極めて薄壁性のガラスマイクロチャンネルの形成を可能にする。結果として得られる本発明のマイクロ流体素子は、特に高性能マイクロ流体熱交換に適している。

【0036】

マイクロ流体素子を形成する他の方法と比較して、現行の発明はチャンネルの断面積に対する隣接したチャンネル間の壁面積を大きくすることを可能にする。大きい壁面積は主に、開示された方法で達成可能である比較的高いチャンネルアスペクト比（チャンネル高さのチャンネル幅に対する割合）が2：1或いはそれ以上であることに帰する。

10

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明に関連して有用な金型20と真空ボックス24の断面図である。

【図2】薄板30を金型上に配した後の図1の断面図である。

【図3】成形シート32を形成するように薄板30を真空成形した後の図2の断面図である。

【図4】図3の成形シート32を金型20から取り外した後の断面図である。

【図5】図4の成形シート32と上部平板34と下部平板36を含む組立品38の断面図である。

【図6】図5の組立品を共に接着することにより形成される、本発明の実施例によるマイクロ流体素子50の断面図である。

20

【図7】流体コネクタ52を含む図6のマイクロ流体素子50の断面図である。

【図8】第1の流体F1と第2の流体F2が割り付けられ得る交互のチャンネルを示した図6のマイクロ流体素子の断面図である。

【図9】場合によっては本発明の素子に有用な、各々が二つのアクセス穴56を含む平行したチャンネル54を有するマイクロ流体回路デザインの平面図である。

【図10】場合によっては本発明の素子に有用な、各々がらせん形の端と中心にアクセス穴を含む同心がらせん形の交互チャンネルを有する、もう一つのマイクロ流体回路デザインの平面図である。

【図11】最小化したチャンネル60を含むマイクロ流体素子50の断面図である。

30

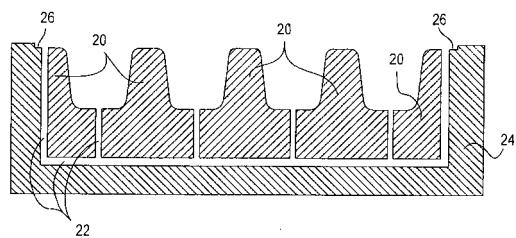
【図12】場合によっては本発明の素子に有用な、最小化したチャンネル60を含むもう一つのマイクロ流体回路デザインの平面図である。

【図13】隣接した交互チャンネル43と45の間の流体のやり取りを可能にするように、物質が除去され得る位置（破線の境界41内部）を示した図4の成形シート32の断面図である。

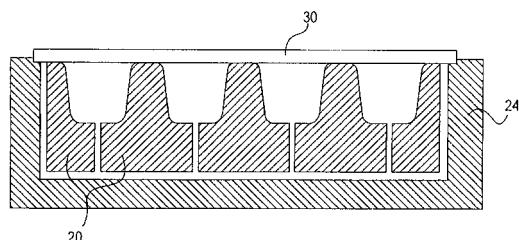
【図14】(A)～(F)は、本発明の素子を形成する、現在のより好ましい発明方法の特定段階を示した断面である。

【図15】三角形のチャンネル40を有するマイクロ流体素子50の、他の実施例の断面である。

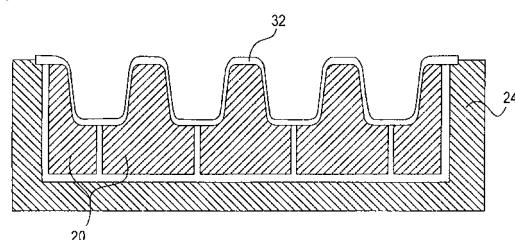
【図1】



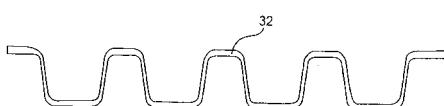
【図2】



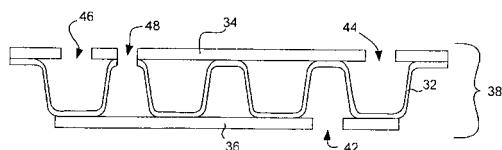
【図3】



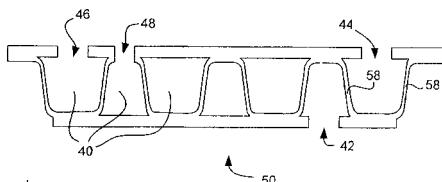
【図4】



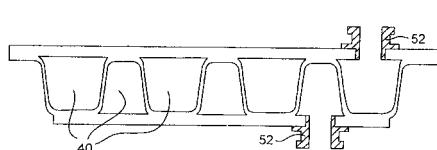
【図5】



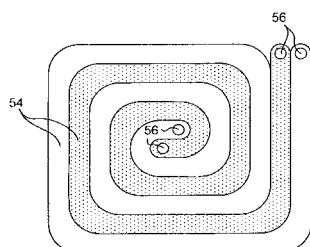
【図6】



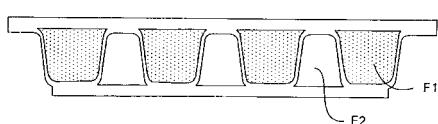
【図7】



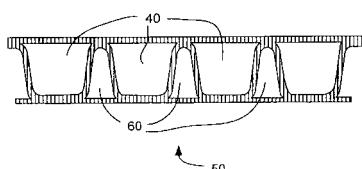
【図10】



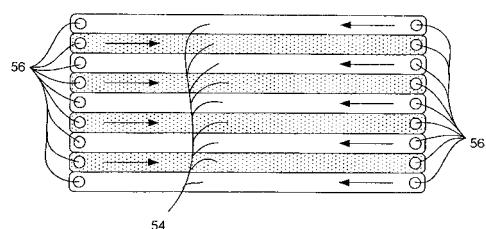
【図8】



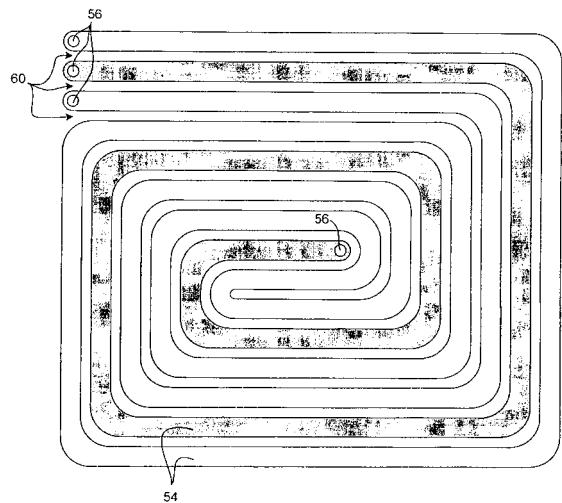
【図11】



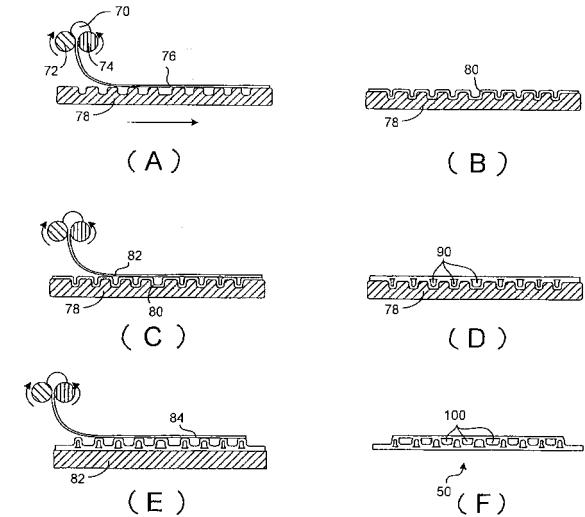
【図9】



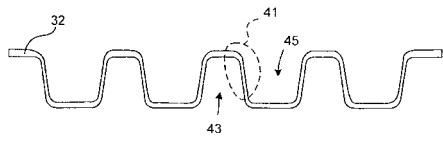
【図12】



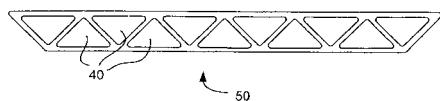
【図14】



【図13】



【図15】



【外國語明細書】

2005336049000001.pdf