

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5148267号  
(P5148267)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013. 2. 20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012.12.7)

(51) Int. Cl. F I  
**B 8 1 B 1/00 (2006.01)** B 8 1 B 1/00  
**G O 1 N 37/00 (2006.01)** G O 1 N 37/00 1 O 1

請求項の数 14 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2007-506299 (P2007-506299)	(73) 特許権者	510248604
(86) (22) 出願日	平成17年4月1日 (2005. 4. 1)		エービー サイエックス エルエルシー
(65) 公表番号	特表2007-531635 (P2007-531635A)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
(43) 公表日	平成19年11月8日 (2007. 11. 8)		701, フラミンガム, オールド コ
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/011021		ネチカット パス 500
(87) 国際公開番号	W02005/096751	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開日	平成17年10月20日 (2005. 10. 20)		弁理士 園田 吉隆
審査請求日	平成20年3月25日 (2008. 3. 25)	(74) 代理人	100101199
(31) 優先権主張番号	60/559, 140		弁理士 小林 義教
(32) 優先日	平成16年4月2日 (2004. 4. 2)	(72) 発明者	アーノルド, ドン, ダブリュー,
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 945
			50, リヴァーモア, オールド タワ
			ー ロード 17461

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微小溶液の接続

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1基板アセンブリ、第2基板アセンブリ、接合部を通る細長構成部材、及び密封ガスケットを備える液密な接合部であって、

第1基板アセンブリが、

(1) 第1端部(FEP)を含む第1基板であって、該第1端部は、

(a) 第1端部(FEP)合わせ平面内にある第1端部(FEP)合わせ面、及び  
 (b) (i) FEP合わせ面に延び、且つ(ii) FEP合わせ面に隣接する端部を有するFEP導管であって、該端部が真直ぐで且つFEP合わせ面に垂直であるFEP導管軸を備えるFEP導管、  
 を備える、第1基板、

(2) 第1基板(FS)の上表面、

(3) FSの底面、

(4) FSの2つの側面、

(5) (i) FEPの導管軸に平行な一次FS位置合わせ軸を有し、且つ(ii) FSの上表面、底面及び側面から選択される一次FS位置合わせ面に沿って延びる一次FS位置合わせ機構、並びに

(6) (i) FEPの導管軸に平行な二次FS位置合わせ軸を有し、且つ(ii) FEPの二次位置合わせ面に沿って延びる二次FS位置合わせ機構であって、二次FEP位置合わせ面が、(i) FSの上表面、底面、及び側面から選択され、且つ(ii) 一次FS位

置合わせ面とは異なる、二次 F S 位置合わせ機構、を備えており、

第 2 基板アセンブリが、

( 1 ) 第 2 基板であって、

( a ) 第 2 端部 ( S E P ) 合わせ平面内にある第 2 端部 ( S E P ) 合わせ面、及び  
( b ) ( i ) S E P 合わせ面に延び、且つ ( i i ) S E P 合わせ面に隣接する端部を有する S E P 導管であって、該端部が真直ぐで且つ S E P 合わせ面に垂直である S E P 導管軸を備える S E P 導管、

を備える、第 2 基板、

( 2 ) 第 2 基板 ( S S ) の上面、

( 3 ) S S の底面、

( 4 ) S S の 2 つの側面、

( 5 ) ( i ) S E P の導管軸に平行な一次 S S 位置合わせ軸を有し、且つ ( i i ) S S の上面、底面及び側面から選択される一次 S S 位置合わせ面に沿って延びる一次 S S 位置合わせ機構、並びに

( 6 ) ( i ) S E P の導管軸に平行な二次 S S 位置合わせ軸を有し、且つ ( i i ) F E P の二次位置合わせ面に沿って延びる二次 F S 位置合わせ機構であって、二次 F E P 位置合わせ面が、( i ) S S の上面、底面、及び側面から選択され、且つ ( i i ) 一次 S S 位置合わせ面とは異なる、二次 S S 位置合わせ機構、を備えており、

細長構成部材が、

( a ) F E P 及び S E P の導管軸に一致する構成部材軸を有し、且つ

( b ) ( i ) F E P 導管内部に取り付けられる固定部分、( i i ) F E P 合わせ面と S E P 合わせ面との間に位置する中間部分及び第 2 導管内部に位置するテーパ部分を含む自由部分を備えており、

密封ガスケットが、

( a ) 細長構成部材の中間部分を取り囲み、且つ

( b ) F E P 合わせ面と S E P 合わせ面との間で圧縮が起こることにより生じ、細長構成部材と F E P 合わせ面と及び S E P 合わせ面との間に液密な密封状態を構成する変形形状を有する

接合部。

【請求項 2】

密封ガスケットを変形密封形状に維持するような相対的位置に基板を保持する解除可能な機械的保持器を含む、請求項 1 に記載の接合部。

【請求項 3】

細長構成部材が、毛細管、光ファイバ、又は電気導線である、請求項 1 又は 2 に記載の接合部。

【請求項 4】

一次 F S 位置合わせ機構が F S の側面の 1 つであり、二次 F S 位置合わせ機構が F S の底面であり、一次 S S 位置合わせ機構が S S の側面の 1 つであって一次 F S 位置合わせ機構と同じ平面内にあり、二次 S S 位置合わせ機構が S S の底面であって二次 F S 位置合わせ機構と同じ平面内にある、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の接合部。

【請求項 5】

一次 F S 位置合わせ機構及び二次 F S 位置合わせ機構が、第 1 端部の対向する側面に設けられた溝であり、一次 S S 位置合わせ機構及び二次 S S 位置合わせ機構が、第 2 端部の対向する側面に設けられた溝であり、一次 F S 位置合わせ機構の中心線と一次 S S 位置合わせ機構の中心線とが一致し、二次 F S 位置合わせ機構の中心線と二次 S S 位置合わせ機構の中心線とが一致する、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の接合部。

【請求項 6】

第 1 基板及び第 2 基板の各々が、微細加工された複合体を複数の微細加工チップに分割することを含む方法によって形成される微細加工チップであり、第 1 基板及び第 2 基板が、同一の微細加工複合体を分割することにより又は同一の手順により形成された微細加工

10

20

30

40

50

複合体を分割することにより得られたものである、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の接合部。

【請求項 7】

密封ガスケットを取り囲み、密封ガスケットの変形を制限するガスケット保持器を更に備える、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の接合部。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の接合部を作製する方法であって、

- ( I ) ( A ) 第 1 基板であって、
    - ( 1 ) 第 1 端部であって、
      - ( a ) 第 1 端部 ( F E P ) 合わせ平面内にある第 1 端部 ( F E P ) 合わせ面、及び 10
      - ( b ) ( i ) F E P 合わせ面に延び、且つ ( i i ) F E P 合わせ面に隣接する端部を有する F E P 導管であって、該端部が真直ぐで且つ F E P 合わせ面に垂直である F E P 導管軸を備える F E P 導管、を備える第 1 端部、
    - ( 2 ) 第 1 基板 ( F S ) の上面、
    - ( 3 ) F S の底面、
    - ( 4 ) F S の 2 つの側面、
    - ( 5 ) ( i ) F E P の導管軸に平行な一次 F S 位置合わせ軸を有し、且つ ( i i ) F S の上面、底面及び側面から選択される一次 F E P 位置合わせ面に沿って延びる一次 F S 位置合わせ機構、並びに
    - ( 6 ) ( i ) F E P の導管軸に平行な二次 F S 位置合わせ軸を有し、且つ ( i i ) F 20  
E P の二次位置合わせ面に沿って延びる二次 F S 位置合わせ機構であって、二次 F E P 位置合わせ面が、( i ) F S の上面、底面、及び側面から選択され、且つ ( i i ) 一次 F E P 位置合わせ面とは異なる、二次 F S 位置合わせ機構を含む第 1 基板、
  - ( B ) ( a ) F E P 導管内部に取り付けられた固定部分、及び ( b ) F E P 位置合わせ面から延び、F E P 位置合わせ面に隣接する中間部分を含む自由部分を備える細長構成部材、並びに
  - ( C ) 細長構成部材の中間部分の周囲の密封ガスケットを備えた第 1 基板アセンブリを提供するステップ、
- ( I I ) 第 2 基板であって、 30
  - ( 1 ) 第 2 端部であって、
    - ( a ) 第 2 端部 ( S E P ) 合わせ平面内にある第 2 端部 ( S E P ) 合わせ面、及び
    - ( b ) ( i ) S E P 合わせ面に延び、且つ ( i i ) S E P 合わせ面に隣接する端部を有する S E P 導管であって、該端部が真直ぐで且つ S E P 合わせ面に垂直である S E P 導管軸を備える S E P 導管、を備える第 2 端部、
  - ( 2 ) 第 2 基板 ( S S ) の上面、
  - ( 3 ) S S の底面、
  - ( 4 ) S S の 2 つの側面、
  - ( 5 ) ( i ) S E P の導管軸に平行な一次 S S 位置合わせ軸を有し、且つ ( i i ) F 40  
S の上面、底面及び側面から選択される一次 S S 位置合わせ面に沿って延びる一次 S S 位置合わせ機構、並びに
  - ( 6 ) ( i ) S E P の導管軸に平行な二次 S S 位置合わせ軸を有し、且つ ( i i ) 二次 S E P 位置合わせ面に沿って延びる二次 S S 位置合わせ機構であって、二次 S E P 位置合わせ面が、( i ) F S の上面、底面、及び側面から選択され、且つ ( i i ) 一次 S E P 位置合わせ面とは異なる、二次 S S 位置合わせ機構を含む第 2 基板
- を備える第 2 基板アセンブリを提供するステップ、
- ( I I I ) 平行なジグ位置決め軸を有する一次及び二次ジグ位置決め機構を含む位置合わせジグを供給するステップ、
- ( I V ) 第 1 及び第 2 基板アセンブリを位置合わせジグに接触させることにより、一次 50

F S、一次 S S、二次 F S 及び二次 S S 位置合わせ機構を一次及び二次ジグの位置決め機構に接触させ、S E P 合わせ面を F E P 合わせ面と平行に対向させるステップ、

( V ) 第 1 基板アセンブリと第 2 基板アセンブリをそれぞれ互いに向かってスライドさせながら、位置合わせ機構とジグ位置決め機構との接触を維持することにより、細長構成要素の自由部分を S E P 導管に挿入し、密封ガスケットを F E P 合わせ面と S E P 合わせ面との間で圧縮するステップ、並びに

( V I ) ステップ ( V ) において形成した第 1 基板端部と第 2 基板端部の結合状態を維持するステップを含む方法。

【請求項 9】

( a ) 一次 F S、一次 S S、二次 F S 及び二次 S S 位置合わせ機構が、請求項 5 に記載の溝であり、

( b ) ジグ位置決め機構が、

( i ) 溝に嵌合し、

( i i ) 同じ平面内にあり、且つ

( i i i ) ステップ ( V I ) で第 1 端部と第 2 端部をそれぞれ互いに向かってスライドさせることができるように一定の距離で相互に隔てられている

フランジである、

請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

フランジが、基部と上部との間に挟まれた U 字形の平面状物品の一部である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

請求項 5 に記載の接合部を作成するのに用いられるアセンブリであって、

( a ) 各々が 1 つの 前記溝 を有する 2 つの平行な平面状側面であって、前記溝が同じ面内にあり、一定の距離をおいて互いに隔てられている 2 つの平行な平面状側面、

( b ) 合わせ面、

( c ) 合わせ面と直角な上面、

( d ) 上面に平行な底面、及び

( e ) ( i ) 上面と底面の間であり、( i i ) 合わせ面に延び、且つ ( i i i ) 合わせ面に隣接して合わせ面に垂直な軸を有する微小溶液導管を備えるアセンブリ。

【請求項 12】

請求項 8 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の方法に使用するのに適した微小溶液基板の作製方法であって、

( A ) ( i ) 複数の微小溶液導管、及び ( i i ) 同じ導管平面内にあり互いに平行な複数の付加的導管を有する微細加工複合体を提供するステップ、及び

( B ) 複合体を、( a ) 互いに平行な複数の溝形成平面であって、各々が ( i ) 導管平面に直角であり、且つ ( i i ) 付加的導管を通るが微小溶液導管を通らない複数の溝形成平面、及び ( b ) 互いに平行な複数の合わせ面であって、各々が導管平面と溝形成平面に直角である複数の合わせ面、に沿って分割することにより、複数の前記微小溶液基板を生成するステップ

を含む方法。

【請求項 13】

( I ) ( A ) 第 1 基板であって、

( 1 ) 第 1 端部 であって、

( a ) 第 1 端部 ( F E P ) 合わせ平面内にある第 1 端部 ( F E P ) 合わせ面、及び

( b ) ( i ) F E P 合わせ面に延び、且つ ( i i ) F E P 合わせ面に隣接する端部を有する F E P 導管であって、該端部が真直ぐで且つ F E P 合わせ面に垂直である F E P 導管軸を備える F E P 導管、を備える第 1 端部、

10

20

30

40

50

(2) 第1基板(F S)の上面、  
 (3) F Sの底面、  
 (4) F Sの2つの側面、  
 (5) (i) F E Pの導管軸に平行な一次F S位置合わせ軸を有し、且つ(ii) F Sの上面、底面及び側面から選択される一次F E P位置合わせ面に沿って延びる一次F S位置合わせ機構、並びに

(6) (i) F E Pの導管軸に平行な二次F S位置合わせ軸を有し、且つ(ii) F E Pの二次位置合わせ面に沿って延びる二次F S位置合わせ機構であって、二次F E P位置合わせ面が、(i) F Sの上面、底面、及び側面から選択され、且つ(ii) 一次F E P位置合わせ面とは異なる、二次F S位置合わせ機構  
 を含む第1基板、

10

(B) (a) F E P導管内部に取り付けられた固定部分、及び(b) F E P位置合わせ面から延び、F E P位置合わせ面に隣接する中間部分を含む自由部分を備える細長構成部材、並びに

(C) 細長構成部材の中間部分の周囲の密封ガスケット  
 を備えた第1基板アセンブリ

及び

(I I) 密封ガスケットを取り囲み、ガスケットの変形を制限するガスケット保持器  
 を備えるアセンブリ。

【請求項14】

20

(I) (A) 第1基板であって、

(1) 第1端部であって、

(a) 第1端部(F E P)合わせ平面内にある第1端部(F E P)合わせ面、及び  
 (b) (i) F E P合わせ面に延び、且つ(ii) F E P合わせ面に隣接する端部を有するF E P導管であって、該端部が真直ぐで且つF E P合わせ面に垂直であるF E P導管軸を備えるF E P導管、を備える第1端部、

(2) 第1基板(F S)の上面、

(3) F Sの底面、

(4) F Sの2つの側面、

(5) (i) F E Pの導管軸に平行な一次F S位置合わせ軸を有し、且つ(ii) F Sの上面、底面及び側面から選択される一次F E P位置合わせ面に沿って延びる一次F S位置合わせ機構、並びに

30

(6) (i) F E Pの導管軸に平行な二次F S位置合わせ軸を有し、且つ(ii) F E Pの二次位置合わせ面に沿って延びる二次F S位置合わせ機構であって、二次F E P位置合わせ面が、(i) F Sの上面、底面、及び側面から選択され、且つ(ii) 一次F E P位置合わせ面とは異なる、二次F S位置合わせ機構  
 を含む第1基板、

(B) (a) F E P導管内部に取り付けられた固定部分、及び(b) F E P位置合わせ面から延び、F E P位置合わせ面に隣接する中間部分を含む自由部分を備える細長構成部材、並びに

40

(C) 細長構成部材の中間部分の周囲の密封ガスケット  
 を備えた第1基板アセンブリ

及び

(I I) 細長構成部材の中間部分を取り囲む変形可能な密封ガスケット  
 を備えるアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【発明の開示】

【0001】

合衆国政府を出資者とする研究又は開発に関する説明

本発明は、N I S T (米国標準技術局) によって授与された7 0 N A N B 3 H 3 0 4 8

50

の下に、合衆国政府の支援によりなされたものである。合衆国政府は本発明に特定の権利を有する。

#### 【0002】

##### 関連出願の相互参照

本出願は、2004年4月2日にArnold等を発明者とする米国仮特許出願第60/559140号(表題「Microfluidic Connector」(事件番号14986))の優先権を主張し、ここにあらゆる目的のために参照することにより、その開示内容全体を本発明に包含する。

本出願は、(1)2003年4月7日出願の本出願人による同時係属中の米国特許出願第10/410313号(事件番号14135)、(2)米国特許出願第10/410313号(事件番号14135-1PCT)の優先権を主張する、2004年4月2日出願の、本出願人によるPCT出願PCT/US04/10234号、(3)Arnoldを発明者として2004年4月2日に出願された、本出願人による同時係属中の米国仮特許出願第60/559383号(表題「Microconnector」(事件番号14986))、及び(4)本出願と同時にArnoldを発明者として出願された、本出願人による同時係属中の米国特許出願(表題「Improved Microfluidic Device」(事件番号15034-1PCT))に関連する。ここに参照することにより、上記特許出願の各々の開示内容を本明細書に包含する。

#### 【0003】

##### 発明の背景

本発明は、微小溶液デバイスの接合部に関する。

微小溶液導管から成る接合部(例えば、微小溶液導管と従来の細長構成部材、例えば毛细管、光ファイバ、又は電気導線との間の接合部)の作製には多くの問題がある。これらの問題は、間隔の密な接合部を複数作製する必要のある場合、及び/又は、例えば破片を除去するため、或いは使い捨て又はモジュール式構成部材又は部品を交換するために、分解可能な接合部を作製することが望ましい場合に増加する。このような接合部を作製する既知の方法は、例えば米国特許第6605472号、同第6319476号、同第6620625号及び同第6832787号、米国特許公開US2002/0043805号及び同第2003/0173781号、国際公報第WO98/25065、同WO/98/33001、同00/52376、同WO01/86155、及び同WO02/070942、Sensors and Actuators B49, 40-45 (1998) (Gonzales等)、Anal. Methods Instrum. 2 (1995) 74 (Ockvirk等)、Anal. Chem. 71, 3292 (1999) (Bings等)、Lab-on-a-Chip 1, 148-152 (2001) (Nittis等)、J. Micromech. Microeng. 11, 577 (2001) (Tsai等)、J. Micromech. Microeng. 13, 337 (2003) (Pattekar等)、及びLab-on-a-Chip 2, 42-47 (2003) (Kopf-Sill)に開示されており、ここにあらゆる目的のために参照することにより、開示内容全体を本明細書に包含する。

#### 【0004】

##### 発明の概要

本発明に従って、(i)突出する細長構成部材(例えば、光ファイバ、毛细管、又は電気導線)を備える第1基板、好ましくは微小溶液基板と、(ii)細長構成部材に対応する導管、好ましくは微小溶液導管を有し、導管内に上記細長構成部材が配置されるような第2基板との間に接合部を形成することができる、簡単で有効な方法が見出された。更に、本発明を使用して、同じ又は異なる基板から切断可能で、且つそれらに再接続可能な接合部を作製することができ、そのような接合部を本明細書では「再現可能な接合部」と呼ぶ。

各基板は、互いに間隔を置いた1対の位置合わせ機構を有する。位置合わせ機構の例として、(a)互いに直角をなして隣接する面、(b)基板のそれぞれ反対側に位置する2つの面の各々に位置する2つの溝、及び(c)基板の一方の面上の溝とそれに隣接する面上の溝が挙げられる。

#### 【0005】

基板の一方又は両方は、例えば、(a)位置合わせ機構を含む単一の微小溶液チップ、(b)上下に重ねて互いに接着された複数の微小溶液チップから成るチップアセンブリであって、位置合わせ機構が同じチップ上又は別々のチップ上にあるチップアセンブリ、(c)横及び/又は縦に並べて互いに接着された2つ以上の微小溶液チップから成るチップアセンブリであって、位置合わせ機構がチップアセンブリの露出表面上にあるチップアセンブリ、(d)(i)単一の微小溶液チップ、或いは(ii)(b)又は(c)において定義されるチップアセンブリを保持するチップホルダを備え、位置合わせ機構がチップホルダ及び/又はチップ又はチップアセンブリの露出表面上にあるアセンブリ、又は(e)(i)(a)、(b)、(c)又は(d)に定義される接続チップ又はアセンブリ、及び(ii)何らかの理由で本発明の接合部に直接接続できないか、又は直接接続することが好ましくない微小溶液基板から成るチップアセンブリとすることができる。

10

基板は、基板上の位置合わせ機構に対応する位置決め機構を有する位置合わせジグ上に配置される(例えば、位置決め機構は、互いに直角をなす2つの平坦な表面、又は基板内の溝に嵌合する2つの対向するフランジとすることができる)。そこで、基板の一方又は両方を、位置合わせ機構が位置決め機構と接触する状態を維持しながら互いの方向へ移動させることにより、細長構成部材が微小溶液導管に入り、それら基板が細長構成部材を中心とした密封可能な関係を有するに至る。

#### 【0006】

好ましくは、変形可能なガスケットが、(i)第1基板がジグ上に配置される前に、又はジグ上に配置される間に、突出する細長構成部材のまわりに配置され、(ii)基板の相対的移動により圧縮されて、細長構成部材と基板との間に液密な密封状態が形成される。このようにして、接合部は、基板が相互に押し合っている限り液密状態とすることができ、しかし圧力を除去して基板を分離することにより分解可能であるので、再現可能な接合部が作製される。接合部を液密にする別の方法では、基板を恒久的に固定する。例えば接着剤を用いて直接的又は間接的に(例えば変形可能な又はほぼ変形不能なガスケットを用いて)一体に固定する。

20

本発明は、上述した本発明の方法及び他の方法により作製できる新規の接合部；本発明の方法を実行するための新規の装置及び手段；本発明の方法、及び他の目的に使用するのに適した新規の微小溶液チップを含む新規の基板；及びこのような新規の基板の新規作製方法を含む。

30

#### 【0007】

第1の好ましい態様において、本発明は、2つの基板の間のインタフェースを通る細長構成部材を備えた接合部、好ましくは液密な接合部であって、基板の少なくとも一方が微小溶液基板であり、細長構成部材がインタフェースにおいてガスケットにより取り囲まれる接合部を提供する。好ましい実施形態による接合部は、請求項1に定義される接合部である。

第2の好ましい態様において、本発明は、接合部、好ましくは液密な接合部の作製方法を提供する。本方法は、各々がその上に1対の位置合わせ機構を有し、一方が突出する細長構成部材を有し、他方が内部に導管を有する2つの基板、好ましくは微小溶液基板を供給するステップ；位置合わせ機構を位置合わせジグに接触させて基板を位置合わせジグ上に配置するステップ；及び基板の一方又は両方を位置合わせジグに沿ってスライドさせることにより、細長構成部材を導管に入れるステップ；を含む。好ましい実施形態では、本方法を使用して、請求項8に定義される方法により請求項1に定義される接合部を作製する。

40

#### 【0008】

第3の好ましい態様において、本発明は、微小溶液基板を備え、各々が1つの溝を含む2つの平行な側面を有するアセンブリであって、これらの溝が一定の距離で相互に隔てられ、且つ好ましくは同じ平面内にあるアセンブリを提供する。本発明の本態様の最も単純な実施形態では、溝は微小溶液基板の平行な側面に設けられ、この実施形態のアセンブリは原則的に微小溶液基板から構成される。更に複雑なアセンブリについて後述する。

50

本発明の第3の好ましい態様のアセンブリが、溝に直交する合わせ面まで延びる導管を含む場合、これらのアセンブリは、本発明の第2の好ましい態様による方法に特に有用である（他の方法にも使用可能である）。しかしながら、これらのアセンブリは（このような導管を含むかどうかにかかわらず）他の場合においても有用である。これらの溝により、例えば、溝に嵌合するフランジを有するチップホルダ、ピンセット等を用いることにより、基板の取扱いが容易になり、したがって、このような溝の存在は、微小溶液アセンブリを他の装置に対して正確に位置決めする様々な状況に広く役立つ。

【0009】

第4の好ましい態様において、本発明は、第3の好ましい態様に基づくアセンブリ、すなわち微小溶液基板の側面に溝を有するアセンブリの作製方法を提供する。本方法は、

(A) 互いに平行で、好ましくは同じ導管平面内に位置する複数の溝形成導管を有する微細加工複合体を供給するステップ；及び

(B) 微細加工複合体を、(a) 各々が(i) 導管平面に直角であり、且つ(ii) 溝形成導管を通る互いに平行な複数の溝形成平面に沿って、及び(b) 互いに平行で、各々が導管平面及び溝形成平面と直角をなす複数の合わせ面に沿って分割することにより、複数の前記微小溶液チップを生成するステップを含む。

一実施形態において、微細加工複合体はまた、複数の付加的導管を含み；溝形成平面は付加的導管のいずれをも通らず；合わせ面の少なくとも一部は少なくとも1つの付加的導管を通る。この実施形態により生成される微小溶液チップは、本発明の第2の好ましい態様による方法に使用するのに適する。

【0010】

第5の好ましい態様において、本発明は、

(1) 請求項8に定義される第1基板アセンブリ；及び

(2) 細長構成部材の中間部分を取り囲む変形可能な密封ガスケットを備えたアセンブリを提供する。

好ましくは、このアセンブリはまた、

(3) 密封ガスケットをほぼ取り囲み、ガスケットの変形を制限するガスケット保持器を備える。

【0011】

第6の好ましい態様において、本発明は、装置、例えば位置合わせジグ又はチップ運搬具を提供する。本装置は、本発明の第2の好ましい態様による方法に使用するのに適しており、フレーム、及び同じ平面内に位置して本発明の第3の好ましい態様によるアセンブリの溝とスライド自在に係合可能な2つの対向するフランジを備える。

【0012】

本発明を添付図面に図示する。これらの図面は、概略的で縮尺不統一である。図中、同じ参照番号を同じ又は類似の構成要素に用いている。

【実施例】

【0013】

発明の詳細な説明

上述の本発明の概要、後述の本発明の詳細な説明、特許請求の範囲、並びに添付図面は本発明の特定の特徴を説明しており、これらの特徴には、例示的態様、構成要素、構成成分、デバイス、装置、システム、ステップ及び実施形態が含まれる。本明細書における本発明の開示には、このような特定の特徴の可能な組合せの全てが含まれることを理解されたい。例えば、特定の特徴が特定の態様、特定の実施形態、特定の図面、又は特定の請求項に関連して開示される場合、その特徴はまた、可能な範囲で、他の態様、実施形態、図面、及び請求項に関連して、及び本発明において全般的に、使用可能である。ここに特許請求される本発明には、ここに具体的に述べられない特徴であっても、ここに具体的に述べられている特徴と同じ、同等、又は類似の機能を提供するような特徴の使用が含まれる。

本明細書で使用される用語「を備える」、「を含む」、「から構成される（から成る）」、及びこれらの文法上の同義語は、場合によっては他の要素が存在することを意味する。例えば、構成要素A、B及びC「から構成される」（又は「を備える」）アセンブリは、構成要素A、B及びCのみを含むことができるか、又は構成要素A、B及びCの他に1つ以上の他の構成要素を含むことができる。2つ以上の定義されたステップを含む方法を説明している場合、これら定義されたステップは、文脈上矛盾しない限り、どのような順序でも又は同時に行うことが可能であり、この方法は、これら定義されたステップの前、それらステップのうちの2つの間、又はそれらステップ全ての後に実施される1つ以上の別のステップを含むことが可能である。本明細書で使用される、数の前に位置する用語「少なくとも」は、この数で始まる一定の範囲（定義される変数に応じて、上限を有する範囲でも、有さない範囲でもよい）の始点を示す。例えば、「少なくとも4」は「4又は4より大きい数」を意味し、「少なくとも80%」は「80%又は80%より大きい%」を意味する。本明細書で使用される、「数」の前に位置する用語「最大で」は、この数で終る一定の範囲（定義される変数に応じて、1又は0である下限を有する範囲でも、下限を有さない範囲でもよい）の終点を示す。例えば、「最大で4」は「4又は4より少ない数」を意味し、「最大で40%」は「40%又は40%より小さい%」を意味する。本明細書において、「（第1の数）から（第2の数）」、又は「（第1の数）～（第2の数）」と表記される範囲が定義される場合、下限が（第1の数）であり、上限が（第2の数）である範囲を意味する。例えば、「6から500」又は「6～500」は、下限が6であり上限が500である範囲を意味する。本明細書で示される数は、文脈及び表現に適切な許容範囲で解釈すべきである。本明細書で使用する用語「複数の」又は「複数」は、2以上を意味するの用に用いられる。本明細書において、「平面状の面」及び「平面状の表面」という用語は、当該表面上のいずれか2点を結ぶ直線全体が当該表面内に位置することを意味する。

10

20

**【0014】**

本明細書において、特徴について説明する場合、文脈上矛盾しない限り、当該特徴は1つ又は複数の特徴であり得ることを理解されたい。例えば、本明細書において、特徴の一覧表から選択される1つの特徴について説明する場合、文脈上矛盾しない限り、その特徴は、その一覧表に表示される特徴のうちの1つ又は複数の特徴であり得ることを理解されたい。

30

本明細書において、第1の特徴及び/又は第2の特徴について説明する場合、文脈上矛盾しない限り、本明細書中のこのような用語は便宜上このような特徴を特定するために用いられおり、一方又は両方の特徴が存在し得ることを意味し、両方の特徴が存在する場合、それらは同じでも異なってもよいことを理解されたい。

**【0015】**

本明細書で2つ以上の構成要素（又は部品又は部分等）について言及している場合、文脈上矛盾しない限り、これらの構成要素は、相互に分離しているか、又は単一構造を一体的に構成する部品、又は2以上の特定の構成要素として作用する単一の構成要素であることを理解されたい。

本明細書で使用する用語「微小溶液導管」は、最大で1.0mmの相当直径を有する円形又は非円形断面の細長導管を意味するの用に用いられる。この用語は、規定の寸法を有するあらゆる導管を含み、使用時に流体が流れる導管に限定されない。本明細書において、用語「相当直径」は、導管の断面積と同じ断面積を有する円の直径を意味するの用に用いられる。用語「細長」は、一次元の寸法（長さ）が、他の次元の寸法のそれぞれより有意に大きく、好ましくは他の次元の寸法のそれぞれの少なくとも4倍、例えば少なくとも6倍である導管を意味するの用に用いられる。本明細書で導管の直径に言及する場合、特に断らない限り、当該導管の内部相当直径を意味する。

40

**【0016】**

本明細書で使用する用語「微小溶液基板」は、微小溶液導管を含む基板を意味する。本明細書において、用語「微小溶液チップ」は、ウエハ上に三次元パターンを形成するステ

50

ップ、及びウエハのパターンを有する面を別のウエハに結合させるステップを有する方法により作製された微小溶液基板を意味するのに用いられる。

本明細書において、平面状の表面である位置合わせ機構に関連して使用される用語「位置合わせ軸」は、表面内に位置する（且つ基板内に存在する第1端部（FEP）又は第2端部（SEP）導管の導管軸に平行である）線を意味する。

#### 【0017】

##### 導管及び細長構成部材の断面

一部の実施形態において、各微小溶液導管及び各細長構成部材（使用される場合）はほぼ円形であり、したがって、ほぼ一定の幅を有するほぼ円形又は環状の流路を画定している。したがって、多くの場合、このような導管、細長構成部材、及び流路に関連させて本発明を説明する。しかしながら、本発明には、他の導管、細長構成部材、及び流路の使用が含まれることを理解されたい。例えば、1つ以上の導管及び/又は1つ以上の細長構成部材は非円形断面を有してもよく、例えば、矩形（正方形を含む）、ダイヤモンド形、及び三角形を含む多角形の断面を有してもよい。例えば、細長構成部材は、非円形断面を有する市販の光ファイバの1つとすることができ、及び/又は細長構成部材は導管内において中心からずれていてもよい。このような場合、システムは、断面が非円形、及び/又は幅の不規則な環状の流路を含む。接合部の領域における導管及び細長構成部材は一般に同じ形状である。微小溶液デバイスの他の部分の導管は、接続部の領域の導管とは異なる断面及び/又は断面積を有することができ、また異なる断面及び/又は断面積を有することが多い。

#### 【0018】

##### 基板

本発明において用いられる基板は、あらゆる方法で形成可能である。しかしながら、本発明は、基板の各々が本発明の好ましい第4の態様の方法により作製される場合に特に有用である。その方法において用いられる微細加工複合体は、好ましくは、次の方法により形成される。

(1) 第1ウエハの面上に第1の三次元パターンをエッチングする（又は他の方法で生成する）ステップ；

(2) 第2ウエハを供給し、任意でこの第2ウエハの面上に第2の三次元パターンをエッチングする（又は他の方法で生成する）ステップであって、この第2パターンが、任意で第1パターンの少なくとも一部分のほぼ鏡像である部分を含むステップ；

(3) 第1ウエハのエッチングされた面と第2ウエハの面とを合わせて固定することにより微細加工複合体を形成するステップであって、この複合体が、溝を形成する導管、必要であればFEP及びSEP導管を含み、好ましくは複合体がほぼモノリシックとなるようにウエハを結合するステップ。

#### 【0019】

ウエハは、エッチング又は他の処理により所望のパターンを生成できるあらゆるセラミック材料から作製することができ、このセラミック材料には例えば、シリカ、シリコン、ガラス、石英、及びアルミナが含まれる。ウエハはまた、他の技術、例えば微細加工したエンボス型を用いた高分子材料の成形、マイクロインジェクション成型、又はソフトリソグラフィ法により作製することができる。

複合体は、上下に合わせて互いに結合させた2つ以上のウエハから構成することができる。3つ以上のウエハを使用する場合、ウエハの各対の間の接合部は、同じ又は異なる導管システムを提供できる。例えば、複数の対をなすウエハの間の導管システムは、FEP及び/又はSEPに対応する導管を提供することができる。ウエハの厚さは、同じでも異なってもよい。複合体は、異なるウエハ対の間でパターンを結合するビアを備えることができる。パターンは、隣接するパターンとすることができるが、そうする必要はない。代替的に又は付加的に、異なるパターン間の1つ以上の接続部を、合わせ面に延びる導管と、この合わせ面に接続（好ましくは本発明の第1の好ましい態様による接続部により）される1つ以上の補助基板内の補助導管とにより形成できる。

## 【 0 0 2 0 】

複合体及び複合体から得られるチップは、例えば、0.5 ~ 5 mm、例えば0.5 ~ 2 mmの厚さを有する。複数のこのようなチップを、上下に重ねて及び/又は横に並べて互いに一体に結合させることができる。本発明による1つ以上の接合部を、1又は複数のチップに作成することができる。1つ以上のこのようなチップを、側面に溝を有さない1つ以上のチップと一体に結合させることができる。

一方又は両方のウエハ上にエッチングされる形状は、あらゆる横断面を有することができる、例えば半円形、V字形、又は矩形(正方形を含む)でよく、結果として同じ断面を有する導管を得ることができる(他方のウエハの接触表面がエッチングされない場合)か、又は他方のウエハの接触表面も(鏡像又は別の形として)エッチングされる場合には、2つのエッチング形状を組み合わせた断面が得られる。FEP及び/又はSEP導管への入口となる区域は、細長構成部材の進入を容易にするために、拡張してテーパを付けることができる。

10

## 【 0 0 2 1 】

一部の実施形態では、エッチングされたパターンは、第1基板及びそれに隣接する第2基板に対応するパターンの繰り返しであり、よって、合わせ平面に沿って微細加工複合体を分割することにより、FEP及びSEPの両合わせ面が生成される。理論的な理想として、複合体において互いに隣接していた第1及び第2基板が接合部において再組立される。しかし実際には、このような理想を達成するのは困難である。この方法の他の実施形態では、第1基板の全てが第1複合体から生成され、第2基板の全てが第2複合体から生成

20

される。各複合体から生成される基板の数は複合体及び基板の大きさに応じて、例えば6 ~ 500、場合によってはそれよりも大きい数となり得る。この方法により生成される基板を、本明細書では「微小溶液チップ」と称し、この用語は、基板を使用する際に、エッチングされた導管を通して流体が流れることのない基板、例えば内部の各導管が細長要素を受け入れる基板を含む。

## 【 0 0 2 2 】

溝形成導管は例えば、70 ~ 500  $\mu\text{m}$ 、好ましくは120 ~ 300  $\mu\text{m}$ の相当直径を有し、好ましくは分割方法によって選択された、例えば複合体をダイシングするのに用いられる刃の厚さ、一般に100から250  $\mu\text{m}$ の厚さによって選択された、左右対称な形状と大きさを有する。例えば、溝形成導管は、200 ~ 500  $\mu\text{m}$ の幅、及び50 ~ 400  $\mu\text{m}$ の高さを有する。溝形成導管の好ましい形状は、複合体の平面内に主軸を有する角部を丸めた矩形である。

30

溝の内部境界間の距離は、複体内にエッチングされたパターンによって固定され、非常に精密に制御され、分割線が溝形成導管の中心から外れる場合も、同じに維持される。これにより、基板の面の凹凸及び/又は基板の面が接触する平面状の表面の凹凸によって位置合わせにずれが生じる可能性、及び/又は複体にエッチングされた形状と正確に同じ関係にない線に沿って複体を分割することによって位置合わせにずれが生じる可能性が減少する。

細長構成部材が、それを通して液体がSEP導管に流入するような毛細管であり、その液体が意図的に分散させた粒子を含まない場合、第2導管の毛細管の終端の近くに堰を設けることにより、偶然液体に含まれた粒子がこの堰で留められるようにすることができる。この堰は、エッチングしたパターンの一部とすることができる。

40

## 【 0 0 2 3 】

細長構成部材

細長構成部材は、単一のFEP導管内に固定されて単一のSEP導管に進入する単一の細長構成部材、又は対応する複数のFEP導管内に固定されて対応する複数のSEP導管(但しその全てを微小溶液導管とする必要はない)に進入する複数(例えば3ないし7)の細長構成部材とすることができる。細長構成部材が複数ある場合、合わせ面において、例えば0.25 mm以上の距離を置いて互いに離間させることができる。細長構成部材が

50

複数ある場合、細長構成部材は、リボンケーブルとして一体に組み合わせることができる。この場合、個々の細長構成部材を互いに分離させた後で個々のF E P導管内に固定するか、又はケーブル全体がF E P導管内に位置するようにF E P導管を形成することができる。後者の場合、F E P合わせ面から延びる細長構成部材は、リボンケーブルの残りの部分から分離され、個々のS E P導管に挿入される。

概して、能動部材である細長構成部材が少なくとも1つ存在する。本明細書で使用される用語「能動部材」とは、デバイスの後段の（すなわち能動部材を含む接合部が生成された後の）動作において一定の役割を果たす構成部材を意味する。複数の細長構成部材が存在するとき、それらのうちの1つ以上（全ての場合を含む）が能動部材であり得る。このような能動部材は例えば、それを通して液体がデバイス内へ導入される毛細管；デバイスの動作中に第2導管に入り、第2導管を通る液体の流れを改変するアーム；デバイスを通して流れる液体を照明し、及び/又は観測するのに使用される（液体の流れも改変する）光ファイバ；及び電気導線を含む。或いは、細長構成部材の一部（例えば1つを除く全て）は受動部材、すなわち能動部材ではないが、他の何らかの機能を有する部材とすることができ、例えば、基板を押し合わせて接合部を形成するときの位置決め部材として機能できる。このような受動部材は微小溶液導管に進入させる必要がなく、密封ガスケットにより取り囲まれなくともよい。しかしながら、これらの受動部材は、例えば基板の合わせ面同士の間にはほぼ均一な圧力を確保するために、微小溶液導管に進入させる、及び/又は密封ガスケットにより取り囲むことができる。

#### 【0024】

細長構成部材は例えば、25～900 $\mu$ m、例えば100～400 $\mu$ mの相当直径を有することができる。F E P導管内に固定される固定部分の長さは、例えば0.1～10mmとすることができ、これより、接合部から第1基板内及び/又は第1基板を超えて延びる遠隔部分をかなり長くすることができる。この遠隔部分は、別の微小溶液デバイス又は従来の装置に接続できる。遠隔部分は、例えば180度の角度を超えて湾曲してもよく、別のS E P導管に進入する反対側端部を有することにより、異なる微小溶液システム間又は同じ微小溶液システムの異なる部品間の連絡を可能にすることができる。ガスケットに取り囲まれる中間部分の長さは例えば、密封された接合部において0.05～0.2mm（すなわち、変形した密封形態におけるガスケットの厚さ）に、ガスケットの圧縮前において0.075～0.3mm（すなわち、圧縮されていないガスケットの厚さ）とすることができる。自由部分の長さは、ガスケットの圧縮前には例えば0.1～2mmである。自由部分の長さは、必要であれば、所望の深さの計測導管を有する計測基板に対して第1合わせ面を配置し、細長構成部材が計測導管の底部に接触するまで第1導管に細長構成部材を押し込み、次いで細長構成部材を第1端部導管内に、例えば接着剤及び/又は締め具で固定することにより、正確に且つ再現可能に設定できる。

各々が第2合わせ面までに亘り、且つ第2合わせ面から延びて第1基板の対応する導管に進入する細長構成部材が内部に固定されている、1つ以上の付加的導管を第2基板に含めることも可能である。

細長構成部材が光ファイバである場合、S E P導管は、第2光ファイバを内蔵することができ、これにより、2つの光ファイバの端部が接合部で互いに近接して位置するか又は互いに接触して位置する。

#### 【0025】

位置合わせ機構としての底面及び側面

本発明の一実施形態において、位置合わせ機構は各基板の底面及び側面の1つであり、ジグ位置決め機構は直交する平面状の表面で、これらの平面状の表面は、接合部の形成中に底面及び側面とそれぞれ接触する。この実施形態の潜在的な不都合は、たとえ合わせ面が互いの正確な鏡像であっても、接触表面のあらゆる凹凸（例えば汚染）の悪影響により接合部の作製が困難になる可能性があることである。同様に、底面及び側面からのF E P及びS E P導管の距離に差異がある場合も作製が困難になる。2つの基板を生成するために分割された微細加工複合体内でこれら2つの基板が隣接していた場合には、この分割に

10

20

30

40

50

より2つの合わせ面が生成されるので、このような距離の変動は生じない。また、両基板が単一の微細加工複合体を分割して得られる場合、このような距離の変動は生じにくい。しかしながら、基板が別個の微細加工複合体の分割から得られる場合、たとえこれら別個の微細加工複合体が、同一とされる手順により形成され分割されたとしても、このような距離の変動が生じ得る。複合体のエッチングに同じパターンを用いて多数の微細加工複合体を作製する場合、本発明の目的のためにエッチングされたパターンを確実に同一にすることは困難ではない。しかしながら、そのパターンと正確に同じ関係にある線に沿って別個の微細加工複合体を分割すると不具合が生じ得る。このような不具合により、導管が基板の面と正確に同じ関係に配置されない基板が生じる。

#### 【0026】

平面状のジグ位置決め機構を有する位置合わせジグ

ジグ位置決め機構として直交する平面状の表面を有する位置合わせジグは、便利なあらゆる方法で作製することが可能である。ジグは好ましくはストッパを含み、接合部を形成するために他の基板を当該基板に向かってスライドさせた時、このストッパに基板の1つが接触して停止する。ジグは、位置合わせ機構として機能する面の一方又は両方を、位置決め機構として機能するジグの対応する表面に対して押し付ける手段、例えば弾性により変形可能な手段を含むことができる。

#### 【0027】

位置合わせ機構としての溝

本発明の別の実施形態は、基板の面が位置合わせ機構として用いられるときに生じ得る問題点を軽減する。この実施形態において、位置合わせ機構は各基板アセンブリの側面の溝である。便利なことに、このような溝は、上述のように、基板の微小溶液機構も生成するプロセスの一部として生成することができる。

#### 【0028】

フランジを有する位置合わせジグ

位置合わせ機構が基板側面の溝である場合、ジグ位置決め機構は、溝内にスライド自在に嵌合する薄い縁部を有し、概して同じ平面内に位置する互いに一定の距離で隔てられたフランジである。この縁部の厚さは、溝の高さよりもいくらか小さく、例えば10~30 $\mu\text{m}$ 小さくする必要がある。フランジ間の距離は、溝間の距離よりもわずかに大きく、例えば20~40 $\mu\text{m}$ 大きくする必要がある。フランジは、均一の厚さにすることができるか、又はフランジの剛性を増すために縁部を比較的薄くして胴体部を比較的厚くすることができる。特にフランジが均一な厚さを有する場合、使用中に縁部の平面性を失わせる原因となる可撓性を最小にするために、フランジは、剛性の基部、例えば2つの剛性の基部部材の間に取り付けるのが好ましい。基板がフランジ間の隙間に入るのを補助するために、フランジの一方又は両方の端部にテーパを付ける、例えば角を丸めることができる。フランジの一方又は両方を他方よりも有意に短くすることにより、基板がフランジ間に押し込まれるときに、基板の1つの溝の少なくとも一部、例えば50~100%が、長い方のフランジに嵌合し、その後他方の溝が、短い方のフランジに嵌合するようにできる。

基板を互いに相対的にスライドさせる必要を妨げない限り、位置合わせジグは、フランジの一方又は両方を基板の中心に向けて押し付ける手段を含むことにより、確実にフランジを溝に入れることができる。例えば、フランジの一方又は両方の縁部は、フランジの平面内で弾性変形可能な区域を備えることができる。この弾性変形可能な区域は、例えば、フランジの軸に対して一定の角度、好ましくは鋭角を形成するように設定された、端部を丸めた複数のフィンガを含むことができ、この角度は基板がフランジの間の所定の位置に押し込まれるにつれて減少する。

#### 【0029】

一実施形態においては、2つの別個のフランジが剛性の基部に取り付けられる。この実施形態は、フランジ間の距離を変更できる（基部上でフランジの相対的取り付け位置を変更することにより）という利点があるが、フランジ間の距離が使用中に偶発的に変化するという不都合がある。

10

20

30

40

50

別の実施形態においては、2つのフランジは、概してU字形の平面状モノリシックフランジ部材の脚部である。これにより、フランジ間の距離が使用中に偶発的に変化することは絶対がない。

フランジは、好ましくは金属、特に合金、又は高度の寸法精度で加工できる他の剛性材料から作製する。適切な加工方法は、従来の機械加工、レーザ加工、及び化学的エッチングを含む。光化学エッチングは、非常に良好な寸法公差が得られ、従来の機械加工やレーザ加工で生じ得る機械的及び/又は熱的応力が生じないため、特に好ましい。

#### 【0030】

##### チップ運搬具

基板は、特に微小溶液チップである場合、多くの場合小さいために非常に取り扱いにくい。したがって、接合部を形成又は分解する際、基板の一方又は両方を、容易に取り扱うことができ且つ所望の作業を妨害しない運搬具に保持することが望ましい。このような運搬具を本明細書ではチップ運搬具と称する。特に有用なチップ運搬具は、脚部を有する概してU字形の本体を有する。これらの脚部は、側面に溝を有する基板の溝に嵌合し、基板が運搬具と完全に係合したときに（すなわち、合わせ面に対向する基板の面がU字形の基部に押し付けられているとき）各溝の殆どの部分が露出するような長さを有する。このようなチップ運搬具は、上述のように概してU字形のフランジ部材を有する位置合わせジグと共に用いることができ、好ましくは、運搬具により運搬される基板の溝の露出部分がフランジの間に押し込まれる際にチップ運搬具を受け入れるような形状の端部を有する脚部を備えた位置合わせジグと共に用いることができる。運搬具は、場合によっては、接合部の形成後もその場に残すことができる。

#### 【0031】

##### ガスケット及びガスケット保持器

接合部が再現可能な接合部であるとき、場合によっては恒久的な接合部であるとき、細長構成部材の中間部分はガスケットに囲まれており、このガスケットは第1及び第2合わせ面の間で圧縮されるので強制的に変形され、細長構成部材と第1及び第2合わせ面との間に液密な密封状態が形成される。一部の実施形態では、ガスケットは、ガスケットの変形を制限するガスケット保持器により少なくとも部分的に取り囲まれている。

ガスケットは、所望の密封状態を提供するあらゆる材料から構成できる。接合部の使用中、第2導管を通る液体にガスケットが曝される場合、ガスケットは、そのような液体により損傷を受けない材料から構成する必要がある。特に、ガスケットが再使用される場合、ショアAジュロメーター硬さ40～100、好ましくは60～80の弾性を有することが好ましい。この種の適切な材料には、フルオロエラストマ（例えばVitons製）、シリコン、及びフルオロシリコンのようなエラストマから成る高分子組成が含まれる。高圧作業用のガスケット材料は、好ましくは、高い抗張力強度、例えば少なくとも5MPa、例えば10～50MPaの抗張力強度を有する。この種の適切な材料は、弾性を殆ど又は全く有さず、ポリオレフィン（例えばポリエチレン及びポリプロピレン）、部分的に又は完全にフッ素化したポリオレフィン（例えばポリテトラフルオロエチレン）、テトラフルオロエチレンと少なくとも1つの他のモノマー（例えば、ペルフルオロビニルエーテル）との共重合体、ポリエーテルエーテルケトン、及びポリアセタール（例えばデルリン）などのポリマーを主成分とする重合体組成を含む。これらのガスケットは、ショアAの尺度で70～100、又はショアDの尺度で30～80の硬さを有することができる。黒鉛及び軟金属（例えば銅、鉛、又はインジウム）をガスケット材料に使用することもできる。ガスケットは、再使用可能なものであれ、使い捨て可能なものであれ、射出成型、圧縮成型、打ち抜き、レーザ加工、従来式の機械加工、及び微細加工を含むあらゆる方法で作製できる。ガスケットはまた、適切な前駆物質（例えば、室温で加硫処理可能なシリコン、又は光重合開始剤を含むペルフルオロポリエーテルアクリレートモノマーと適切な溶媒との混合物）を型、例えば次にガスケット保持器を供給する型に入れて養生することにより（例えば、光重合及び/又は熱により）形成することもできる。ガスケットは、印加された圧縮力を集中させることにより密封状態を最適化する形状にするか、又はガスケットにその

10

20

30

40

50

ような機能を持たせることができる。細長構成部材が複数ある場合、各構成部材を単一のガスケットで取り囲むことができるか、又は2つ以上の細長構成部材を、複数の口を有するガスケットで取り囲むことができる。

#### 【0032】

ガスケット保持器を用いる場合、ガスケット保持器は、接合部の生成中、及びその後の接合部の使用中、特に高圧下でガスケットを機械的に支持する。単一のガスケット保持器が複数のガスケットを取り囲むことができる。ガスケット保持器は、このような支持を行うことができるあらゆる材料、例えば、金属、ポリマー、又はセラミックから作製できる。ガスケット保持器は、機械加工、化学的エッチング、微細加工、打ち抜き、レーザ加工、水噴射加工、ビードブラッシング、射出成型、又は圧縮成型を含むあらゆる方法で作製できる。ガスケット保持器及びそのガスケット保持器に囲まれた1つ以上のガスケットは、単品を形成できる。ガスケットを予備成型してから保持器に固定することができるか、又は2つの材料を同時に圧縮成型することにより組合せ品を作製することができるか、又は保持器の片側又は両側のくぼみ内でガスケットをその場で形成することができる。ガスケットの現場での形成は、例えば、ガスケット材料用の前駆物質の光重合、射出成型、又は加硫により行われる。ガスケットの現場での形成は、基板及び細長構成部材の不在下で実施することができるか、又は、細長構成部材が第1合わせ面を通るようにガスケット保持器を第1合わせ面上に配置して、ガスケットの材料を細長構成部材とガスケット保持器とに密着させた後で実施できる。

#### 【0033】

##### 基板間の密封状態の維持

本発明の接合部を含む微小溶液デバイスの使用中、基板は通常、基板間に液密な密封状態が維持されるような相対的位置に維持される。これはあらゆる方法で達成できる。このような密封状態の維持は、実質的に恒久的なものにすることができるか、又は解除可能、即ち、例えば清掃及び/又は基板の1つの取替えのために、基板を互いから分離可能とすることができる。

解除可能な密封状態の維持はあらゆる方法で達成することができ、例えば解除可能な機械的保持器を用いることにより可能である。一部の実施形態においては、保持器が両方の基板と係合する。一部の実施形態においては、基板の少なくとも1つが拘束体（後述するように、位置合わせジグ又はチップ運搬具でよい）により拘束され、保持は拘束体自体及び/又は拘束体に係合する1つ以上の保持器と、一方又は両方の基板とにより行われ、これらの全てが、第1及び第2基板をそれぞれ拘束する第1及び第2拘束体に係合する。保持器は、基板の境界部及び/又は拘束体と協働することができる、及び/又はこの目的のために一方又は両方の基板及び/又は拘束体に形成された形状、例えば溝又は穴と協働することができる。保持器は、接合部が形成される際に基板に接触しないように弾性変形可能であるが、液密な密封状態が達成されると保持構造にパチンと嵌る。代替的に又は付加的に、保持器をねじ又は他の形状の解除可能な締め具により所定の位置に固定できる。一部の実施形態では、位置合わせジグは、液密な接合部が形成された後で所定の位置に固定される1つ以上の解除可能な機械的保持器を有する。

#### 【0034】

恒久的な保持は、例えば、機械的保持器により、及び/又は接着剤の使用により達成できる。接着剤は例えば、(i) 合わせ面を互いに直接に結合する接着剤であって、密封ガスケットが用いられる場合には隙間充填接着剤；(ii) 密封ガスケットを取り囲むガスケット保持器の各側、又は密封ガスケット（及び使用される場合はガスケット保持器）を取り囲む、圧縮可能又は不可能な補助ガスケットの各側に適用される接着剤、又は(iii) 細長構成部材に適用される接着剤である。(iii)の接着剤の場合、接着剤は、好ましくは、デバイスの機能に参画しない細長構成部材に適用され、これにより、細長構成部材を受ける導管内での接着剤の分布に関係なく問題が生じない。

#### 【0035】

##### 細長構成部材と微小溶液導管の間の環状容積

細長構成部材とSEP導管の間隙は、細長構成部材が導管に入るのに十分でなければならぬ。その結果、液密な密封部と細長構成部材の端部との間に一定の環状容積（細長構成部材の外径とSEP導管の内径とにより定義される）が存在する。特定の条件下では、この環状容積は、悪影響を及ぼす死容積になり得る。参照により本明細書に包含する事件番号15034及び15034-1の出願には、死容積からの排流導管を設けることによってこれらの悪影響を軽減する方法が記載されている。

【0036】

デバイス

本発明による接合部は、多種多様な微小溶液デバイスに広く使用可能である。微小溶液デバイスを通して流れる流体は、あらゆる種類の流体とすることができ、例えば気体又は液体（用語「液体」は、乳濁液及びゲルを含むように用いられる）、特に分析対象物質が内部に溶解している液体又は分析対象物質を含む粒子が内部に分散している液体とすることができる。特に重要なデバイスは、参照により本明細書に包含される事件番号15034及び15034-1の国際出願に開示されている液体試料を検査するためのデバイスである。

一実施形態では、本発明は、何らかの理由で本発明の接合部に直接接続することができないか、又は直接接続することが好ましくない微小溶液基板への接合部を作製するために使用される。このような基板を本明細書では「非連結基板」と呼ぶ。非連結基板の例として、位置合わせ機構を欠く基板、及び/又は直接的接続を作製すると、及び/又は接合部を保持するために基板に圧力をかけると損傷又は変形する基板が挙げられる。この実施形態では、第1及び第2基板の一方又は両方は、

(a) 非連結基板、

(b) 本発明の接合部に直接接続させることができる微小溶液基板、及び

(c) 基板(a)と(b)の間に1以上の接続を作製する1以上の微小溶液導管を備える。多くの場合、アセンブリは、2つの基板(b)、及び基板(a)の各端部に接続される2組の微小溶液導管(c)を備える。複数の基板(a)は、単一の基板(b)に接続することができる。複数の基板(b)は、単一の基板(a)に接続することができる。微小溶液導管(c)は例えば毛細管とすることができ、その一部又は全体は基板(b)内に位置できる。それら導管が部分的に基板(b)内に位置する場合、導管は、柔軟性を有する真直ぐな又は湾曲した中間部分を含む。導管全体が基板(b)内に位置する場合、基板(a)及び(b)の端部は、例えば境界面の接着及び/又はその他物理的手段、例えば適切な高分子材料を用いた封止により、互いに直接結合させることができる。

【0037】

別の実施形態では、3以上の基板、例えば3～6の基板を直列接続し、1以上の接合部を本発明の接合部、好ましくは再現可能な接続部とすることにより、1以上の基板を容易に除去及び交換可能にすることができる。これは、例えば直列接続された基板の列が再現可能な接合部によって接続されたフィルタチップを含み、そのようなチップが後に接続部内で分析チップとなる場合、特に有用である。この場合のフィルタチップは容易に除去、洗浄及び交換可能（又は除去及び新規フィルタチップに交換可能）である。

【0038】

図面

図1ないし3の各々において、第1基板1は、矩形の平行六面体で、平面状の第1合わせ面11、平面状の第1上面12、平面状の第1底面13、平面状の側面14及び15、基板を通過し合わせ面11で終端する第1導管161を有し、第2基板2は、矩形の平行六面体で、平面状の第2合わせ面21、平面状の第2上面22、平面状の第2底面23、平面状の側面24及び25、合わせ面21まで延びて微小溶液システム（図示しない）の一部である第2導管261を有する。第1及び第2導管は同じ直径を有し、底面13及び23から同じ距離だけ離れており、且つ側面15及び25から同じ距離だけ離れている。2つの基板は、例えば、1つの微細加工チップを、合わせ面を生成する平面に沿って分割して得られる生成物である。細長構成部材30は、第1導管161を通過しており、接着剤

10

20

30

40

50

309により第1導管161に固定された固定部分301と、第1合わせ面11に隣接する中間部分302と、合わせ面11及び中間部分302から突出する自由部分303とを有する。密封用のガスケット40が細長構成部材の中間部分302を取り囲み、ガスケット自体はガスケット保持器50に取り囲まれる。図1において、第1及び第2基板は、位置合わせジグ6上に配置されており、位置合わせジグ6は、一端にストッパ64を有する平面状の水平面63と平面状の垂直面65とを有する。水平面63は、ジグ位置決め機構の一方を提供し、垂直面65は、他方のジグ位置決め機構を提供する。第1基板は位置合わせジグ6上に配置されており、その底面13が水平面63に、その側面15が垂直面65に接触し、合わせ面とは反対側の端部がストッパ64に接触している。図1に示すように、第2基板は位置合わせジグ6上に配置されており、その底面23は水平面63に、側面25は垂直面65にそれぞれ接触し、合わせ面21は第1合わせ面11から離間して、第1合わせ面11に対向している。このとき、面13及び23を水平面63に接触させたまま、及び面15及び25を垂直面65に接触させたまま、第2基板を第1基板に向けて位置合わせジグ6に沿って押すと、細長構成部材30の自由部分303が導管261に入り、ガスケット40が圧縮されて合わせ面11と21との間に密封状態が得られる。その際、図2の平面図及び図3の側方断面図に示すように、ガスケット40の半径方向の変形の範囲がガスケット保持器50によって制限される。同じく図1ないし3に、解除可能な保持器7を示す。保持器7は、基板を一体に押し付けた後、所定の位置に（図示しないロック手段により）ロックすることができ、これにより基板は、変形した密封形態にガスケットを維持する相対的位置に保持される。

#### 【0039】

図4ないし6の各々において、第1基板1は矩形の平行六面体で、平面状の第1合わせ面11、平面状の第1上面12、平面状の第1底面13、平面状の側面14及び15を有する。第1側面14及び15は、内部にそれぞれ平行な長手方向の溝141及び151を有し、6つの平行な第1導管が基板を長手方向に通っており、これらの溝及び導管は上面及び底面に平行な水平面内にあり、導管は位置合わせ面11で終端する。第2基板2は矩形の平行六面体で、平面状の第2合わせ面21、平面状の第2上面22、平面状の第2底面23、平面状の側面24及び25を有する。第2側面24及び25は、内部にそれぞれ平行な長手方向の溝241及び251を有し、6つの平行な第2導管261が基板を長手方向に通っており、これらの溝及び導管は上面及び底面に平行な水平面内にあり、導管は位置合わせ面21で終端する。第1導管及び第2導管は同じ直径を有し、側面15及び25内の溝から同じ距離だけ離れている。2つの基板は例えば、合わせ面を形成する平面に沿って1つの微細加工チップを分割して得られる生成物である。細長構成部材30は第1導管161を通っており、接着剤により第1導管に固定された固定部分と、第1合わせ面11に隣接する中間部分と、合わせ面11及び中間部分から突出している自由部分とを有する。密封用のガスケット40が細長構成部材の中間部分を取り囲んでいる。第1及び第2基板は位置合わせジグ6上に配置されており、位置合わせジグ6には、溝及び導管と同じ平面内に位置し、基板の側面内の溝に的確に且つスライド自在に嵌合できるように互いに離間した平行フランジ63及び65が設けられている。このようにして、フランジはジグ位置決め機構を構成している。ここでこれらの基板を互いに押し合わせることにより、細長構成部材の自由部分が第2導管261に入り、ガスケット40が圧縮されて合わせ面11と21との間に密封状態が得られる。

#### 【0040】

図7は、一端が本発明の接合部を通して基板1に接続し、他端が本発明の接合部を通して基板3に接続する基板2を備えたデバイスを示す。光ファイバである要素30が基板1内に固定されており、基板2の微小溶液導管261の一端に進入し、2つの基板間の接合部においてガスケット401により取り囲まれている。要素31及び32は、基板2の行き止まりになった導管262及び263に入る受動的な位置決め要素である。要素32は要素31よりも長く、接合部を形成するとき、他方の要素より先に導管263に入り、したがって接合部の確実な形成を助ける。基板3、細長構成部材37、38及び39、並びに

ガスケット402は、同様に、基板2の他端と基板3との間に本発明の接合部を構成している。導管261の各端部において、光ファイバの自由部分と導管261は環状容積を形成する。入口281及び出口282は、この環状容積の各内端部と連絡し、これにより入口281を通して入る分析試料又はその他の液体は、環状入口通路、閉塞部のない導管261中央部分、及び環状出口通路を連続的に通過して、出口282から出ることができる。光ファイバ30及び38を使用して、導管261内の液体に光を供給し、及び/又はその液体を検査することができる。排出導管271が導管261の入口端部で環状容積の出口端部区域に接続されており、これにより環状容積部が、デバイスを通る分析試料の分析に悪影響を及ぼすことになり得る死容積として作用することが防止される。これについては、本出願人による同時係属中の米国仮特許出願第60/559383号、(事件番号15034)、及び本出願と同時に出願された、Arnoldを発明者とする本出願人による同時係属中の米国特許出願(表題「Improved Microfluidic Device」)(事件番号15034-1)に更に詳しく開示されており、両特許文献を参照により本明細書に包含する。排出導管271は出口282に接続されている。

10

#### 【0041】

図8は、図7に示すデバイスに類似であるが、要素31及び39が付加的微小溶液導管283及び284に入る毛細管であって、入口281及び出口282の代わりとなっている点で異なるデバイスを示す。ガスケットは、毛細管31及び39を密封しており、また受動的要素32及び37のまわりにも配置されている。

図9は、第1基板1と第2基板2の間の接合部を示す。光ファイバ303は基板1内に固定されており、基板1から基板2内の導管261内に延びる。導管261内には第2光ファイバが固定されており、その端部は、完成した接合部内で光ファイバ303の端部に接触するか、又は隣接する。受動的細長要素37及び39は基板2内に固定されており、基板2から基板1の行き止まりになった導管361及び362内に延びている。ガスケット40、41及び42は光ファイバ及び受動要素を取り囲んでいる。各導管への入口は、細長要素が入りやすいようにテーパを付けてある。受動要素は第2基板から、光ファイバが第1基板から延びるよりも少し長く突出する。したがって、それら受動要素は、光ファイバが導管261に入る前に導管361及び362に入り、よって光ファイバは導管261に対して確実に正確に位置決めされ、接合部を形成する際に光ファイバが損傷する危険が減少する。

20

30

#### 【0042】

図10は、概してU字型のフランジ部材6を示す。フランジ部材の基部64は、U字型部材の脚部により形成されるフランジ63及び65の間に挿入される第1基板1用のストッパとして作用する。フランジ63及び65の各々は、基板1の溝141及び151のフランジ63及び65への嵌合を助けるために、面取りした角631及び652を有する。

図11は、フランジ63がフランジ65よりも短いことを除いて図10と同様である。

#### 【0043】

図12は、フランジ63が、フランジの面内で弾性により変形可能な内側に向かって傾斜する複数のフィンガ632を備える点を除き、図11と同様である。フィンガは、変形していないときは内側に延び、よってフィンガ先端とフランジ65との間の距離が、基板上の溝間の距離とほぼ同じになる。フランジ63の固定部分とフランジ65との間の距離は、参照番号633で示すように、基板上の溝間の距離に比べてやや大きく、例えば10~15µm大きい。まず、第1基板をフランジ65に嵌合させ、次いで基部64に係合するまでU字型部材に沿って押し入れる。フィンガ632が外側に向かって僅かに変形し、これによってフランジは確実に溝に入り、基板をスライドさせる必要に合致する。同じ手順が第2基板についても行われ、よって接合部が形成される。

40

図13は、一番目に搭載される基板1が既に搭載されているU字型フランジ部材6に、二番目に搭載される基板22を挿入するための、チップ運搬具9の使用法を示す。フランジ部材の脚部の端部は、チップ運搬具を受け入れるような形状で、二番目に搭載される基板を一番目に搭載される基板に対して押し込むことにより接合部を形成することができる

50

。

## 【0044】

図14及び15は、各端部が柔軟な微小溶液導管16a、16bを介して接続チップ12a、12bに接続する非連結基板15を備えたアセンブリを示す(図14はアセンブリの一端のみを示す)。接続チップの各々は位置合わせジグ6a、6b上に配置され、位置合わせジグは、接続チップの側面14a、14bの溝141a、141bに嵌合するフランジ63a、63b及び65a、65bを有する。ガスケット40a、40bは、接続チップの自由端から突出する細長要素11a、11bの端部を取り囲んでいる。基板22a、22bは側面に溝241a、241b及び251a、251bを有し、位置合わせジグに搭載されており、チップ12a、12b及び22a、22bを互いに押し合わせることで、細長要素の自由端が基板内の対応する導管に入り、ガスケットが圧縮されて液密な接合部を形成する。

10

図16及び17は、液体試料を分析するか、分析しない場合は導管261に送る能動性微小溶液チップ17、及びチップ17の各端部に恒久的に結合された接続チップ12a及び12bを備えるチップアセンブリの平面図及び側面図を示す。接続チップの側面は、溝141a、151a及び141b、151bを含み、他の基板(図示しない)とそれぞれ接合部を形成する。光ファイバ、電気導線又はその他の細長の能動性構成部材30a及び30b、毛細管31a及び31b及び受動的細長構成部材32a及び32bが、接続チップを通して延びており、一方の端部からチップ17に入り、他方の端部から突出している。ガスケット40a及び40bは突出する端部を取り囲んでいる。この種のチップアセンブリは、能動性微小溶液チップが非連結基板であるときに特に有用である。チップ17の更なる物理的保護は、例えばチップと接続チップの端部を適切な高分子材料に封止することにより、提供できる。

20

図18は、図14及び15に示すチップアセンブリの平面図であり、接続チップ12a及び12bの各々が位置合わせジグ6a、6bに取り付けられている。これらの位置合わせジグはフランジ63a、65a及び63b及び65bを有し、フランジは接続チップの溝に嵌合する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0045】

【図1】接続前の2つの基板の斜視図である。

30

【図2】図1の基板により形成される接続部の平面図である。

【図3】図1の基板により形成される接続部の断面図である。

【図4】接続前の基板の斜視図である。

【図5】接続前の基板の平面図である。

【図6】図5の線Vに沿った断面図である。

【図7】本発明の接続部を組み込んだデバイスの断面図である。

【図8】本発明の接続部を組み込んだデバイスの断面図である。

【図9】接続前の2つの基板の断面図である。

【図10】接続部を形成する際に用いられるフランジ部材の平面図である。

【図11】接続部を形成する際に用いられるフランジ部材の平面図である。

40

【図12】接続部を形成する際に用いられるフランジ部材の平面図である。

【図13】接続部を形成するためのチップ運搬具の使用法を示す平面図である。

【図14】本発明の方法による接続に必要な機能を有さないか、又は本発明の方法で接続すると損傷する可能性のある微小溶液チップに対する接続部を形成するための、本発明の使用法を示す斜視図である。

【図15】本発明の方法による接続に必要な機能を有さないか、又は本発明の方法で接続すると損傷する可能性のある微小溶液チップに対する接続部を形成するための、本発明の使用法を示す平面図である。

【図16】本発明の方法による接続に必要な機能を有さないか、又は本発明の方法で接続すると損傷する可能性のある微小溶液チップに対する接続部を形成するための、本発明の

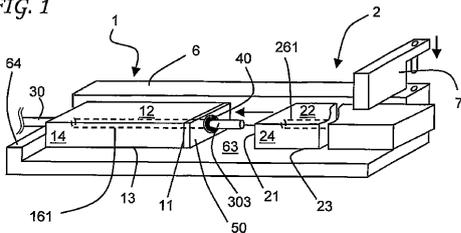
50

使用を可能にするチップアセンブリの平面図である。

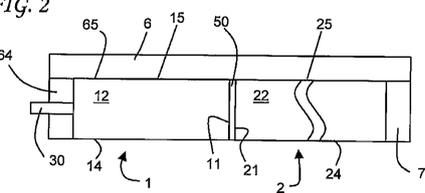
【図17】本発明の方法による接続に必要な機能を有さないか、又は本発明の方法で接続すると損傷する可能性のある微小溶液チップに対する接続部を形成するための、本発明の使用を可能にするチップアセンブリの側面図である。

【図18】位置合わせジグも含む、図16及び17に示すチップアセンブリの平面図である。

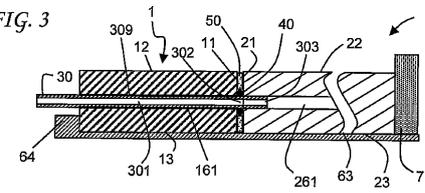
【図1】  
FIG. 1



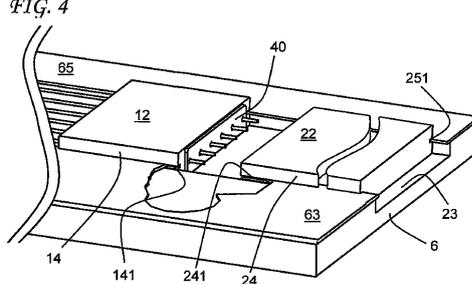
【図2】  
FIG. 2



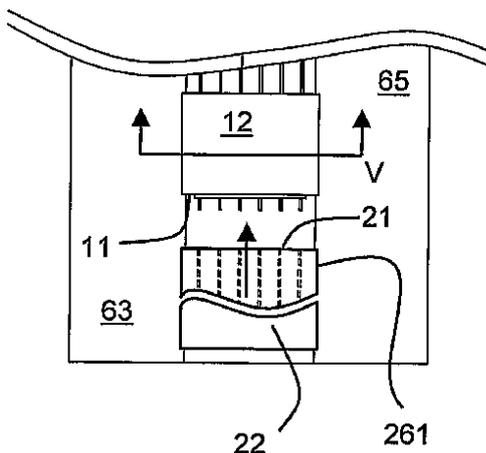
【図3】  
FIG. 3



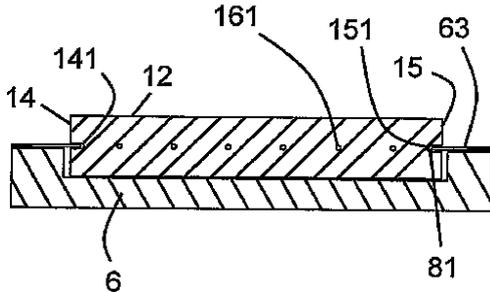
【図4】  
FIG. 4



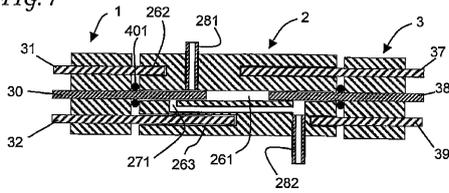
【図5】  
FIG. 5



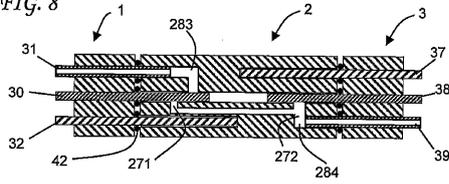
【図6】  
FIG. 6



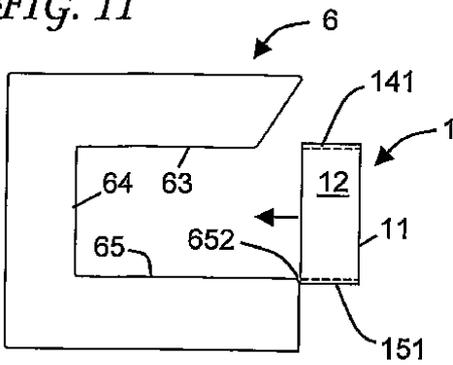
【図7】  
FIG. 7



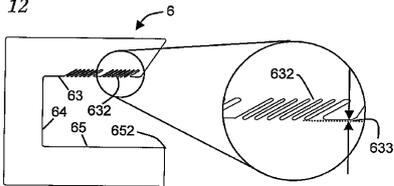
【図8】  
FIG. 8



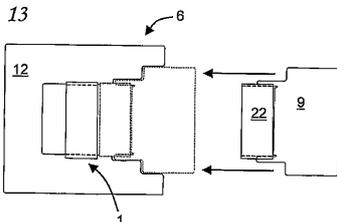
【図11】  
FIG. 11



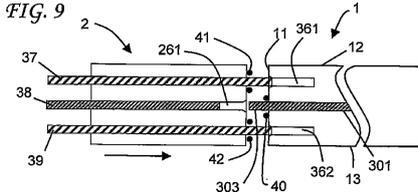
【図12】  
FIG. 12



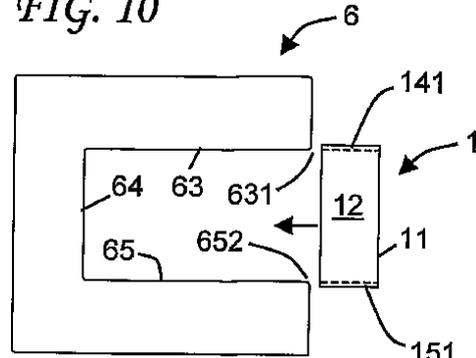
【図13】  
FIG. 13



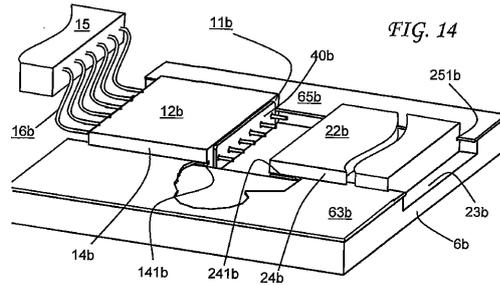
【図9】  
FIG. 9



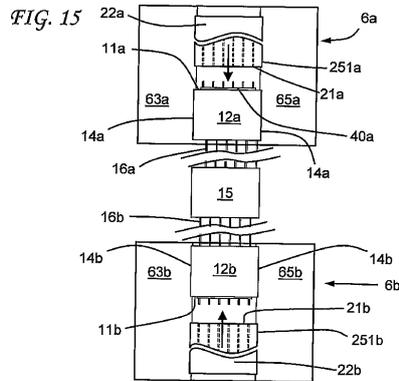
【図10】  
FIG. 10



【図14】  
FIG. 14

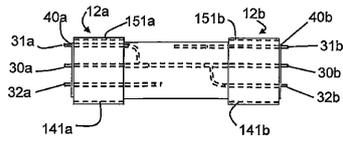


【図15】  
FIG. 15



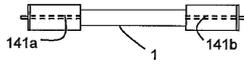
【 図 1 6 】

FIG. 16



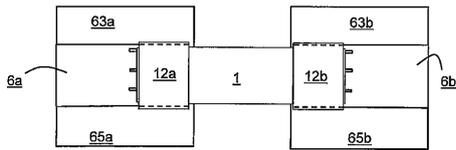
【 図 1 7 】

FIG. 17



【 図 1 8 】

FIG. 18



## フロントページの続き

- (72)発明者 ヘンケン, ケネス, アール.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94566, プレザントン, カレ アレグレ 2665
- (72)発明者 ダトワニ, サミー, エス.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94568, ダブリン, ドウアティ ロード 6450,  
アパートメント 634号室
- (72)発明者 レオン, パトリック, バク-ホー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94002, ベルモント, ファーロング ストリート 1  
060
- (72)発明者 シア, ダグラス, アール.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94550, リヴァーモア, ヴィア デル ソル 608
- (72)発明者 レーム, ジェイソン, イー.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94501, アラメダ, リージェント ストリート 12  
11

審査官 山本 健晴

- (56)参考文献 特開2004-045935(JP,A)  
特開平08-292344(JP,A)  
米国特許出願公開第2004/0017981(US,A1)  
特開2004-038023(JP,A)  
特開2004-009273(JP,A)  
特開2004-009274(JP,A)  
特表2003-515783(JP,A)  
特開2004-069838(JP,A)  
米国特許第06605472(US,B1)  
特開2002-039439(JP,A)  
特表2002-538397(JP,A)  
特表2001-505980(JP,A)  
特表2004-530118(JP,A)  
米国特許出願公開第2003/0173781(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B81B 1/00-7/04  
B81C 1/00-99/00  
G02B 6/00,6/24,6/40