

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7527529号
(P7527529)

(45)発行日 令和6年8月2日(2024.8.2)

(24)登録日 令和6年7月25日(2024.7.25)

(51)国際特許分類		F I	
B 8 1 B	1/00 (2006.01)	B 8 1 B	1/00
B 0 1 J	19/00 (2006.01)	B 0 1 J	19/00

請求項の数 18 (全19頁)

(21)出願番号	特願2024-530688(P2024-530688)	(73)特許権者	000004385 N O K株式会社 東京都港区芝大門1丁目12番15号
(86)(22)出願日	令和5年6月15日(2023.6.15)	(74)代理人	100179970 弁理士 桐山 大
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/022276	(74)代理人	100071205 弁理士 野本 陽一
(87)国際公開番号	WO2024/004685	(72)発明者	船橋 輝 神奈川県藤沢市辻堂新町4-3-1 N O K株式会社内
(87)国際公開日	令和6年1月4日(2024.1.4)	審査官	石田 宏之
審査請求日	令和6年6月10日(2024.6.10)		
(31)優先権主張番号	特願2022-106726(P2022-106726)		
(32)優先日	令和4年6月30日(2022.6.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マイクロ流体デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体が導入される微細空間を内部に有するプレート状のメインチップと、
 連絡用流路を内部に有し、前記連絡用流路を前記微細空間に連絡するための一対のジョイント連絡孔を上面両端側に有するプレート状のジョイントチップと、
 前記メインチップを保持する上部保持領域と、前記上部保持領域に保持された前記メインチップに部分的に積層した状態で前記ジョイントチップの両端のうち的一方を択一的に保持する下部保持領域とを有するガイドと、
 を備え、

前記メインチップは、前記上部保持領域に保持された状態で、前記下部保持領域に保持された前記ジョイントチップのジョイント連絡孔と前記微細空間とを連絡する一対のメイン連絡孔を下面両端側に備える、
 マイクロ流体デバイス。

【請求項2】

前記メインチップは、前記微細空間と連絡する液体供給用の供給孔を上面に有する、
 請求項1に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項3】

前記メインチップは、前記微細空間と前記一対のメイン連絡孔とを有するメイン基板の上面に、上層メイン基板を接合している、
 請求項1に記載のマイクロ流体デバイス。

10

20

【請求項 4】

前記メインチップは、前記微細空間と前記一对のメイン連絡孔とを有するメイン基板の上面に、前記供給孔を有する上層メイン基板を接合している、
請求項 1 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 5】

前記メイン基板は、
前記微細空間となる開口部を有する中層メイン基板と、
前記開口部に連絡する前記一对のメイン連絡孔を有し、前記微細空間となる開口部を塞ぐように前記中層メイン基板の下面に接合された下層メイン基板と、
を備える請求項 3 に記載のマイクロ流体デバイス。

10

【請求項 6】

前記メイン基板は、前記微細空間と前記一对のメイン連絡孔とを一体に有している、
請求項 3 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 7】

前記上層メイン基板は透光性を有し、
前記ガイドは、前記上層メイン基板を露出させた状態で前記メインチップを前記上部保持領域に保持する、
請求項 3 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 8】

前記メイン基板及び前記上層メイン基板は、アクリル板である、
請求項 7 に記載のマイクロ流体デバイス。

20

【請求項 9】

前記ジョイントチップは、前記連絡用流路を有するジョイント基板の上面に、前記一对のジョイント連絡孔を有する上層ジョイント基板を接合している、
請求項 1 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 10】

前記ジョイント基板は、
前記連絡用流路となる開口部を有する中層ジョイント基板と、
前記連絡用流路となる開口部を塞ぐように前記中層ジョイント基板の下面に接合された下層ジョイント基板と、
を備える請求項 9 に記載のマイクロ流体デバイス。

30

【請求項 11】

前記ジョイント基板は、前記連絡用流路を一体に有している、
請求項 9 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 12】

前記ジョイント基板及び前記上層ジョイント基板は、アクリル板である、
請求項 9 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 13】

前記ジョイントチップは、ゴムシートを上面に有しており、
前記ゴムシートは、前記ジョイント連絡孔の位置に貫通孔を有している、
請求項 1 に記載のマイクロ流体デバイス。

40

【請求項 14】

前記ジョイントチップは、前記ジョイント連絡孔を取り囲むリングを上面に有し、
前記リングは、互いに連絡した前記ジョイント連絡孔と前記メイン連絡孔とが位置する連絡空間を密封する、
請求項 1 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 15】

前記ガイドは、
前記ジョイントチップを保持する端面に装着面を有し、
前記メインチップと前記ジョイントチップとを前記装着面から挿入して前記上部保持領

50

域と前記下部保持領域とにそれぞれ装着可能にする、

請求項 1 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 1 6】

前記ガイドは、

前記メインチップをはみ出すことなく前記上部保持領域に保持し、

一つの前記ジョイントチップの一方の端部を保持する前記ガイドと、反対側の端部を保持する別の前記ガイドとの互いに対面する前記装着面同士を着脱自在に接続する接続部を有している、

請求項 1 5 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 1 7】

前記接続部は、前記装着面に埋め込まれた磁石の磁力によって前記二つのガイドの装着面同士を接続する、

請求項 1 6 に記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項 1 8】

互いに接続される二つの前記ガイドは、前記メインチップと前記ジョイントチップとの積層方向への前記二つのガイドの位置ずれを規制する規制部を有している、

請求項 1 6 に記載のマイクロ流体デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、マイクロ流体デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロ流体デバイスは、微細加工技術によってプレート状のマイクロ流体チップに微細な流路や反応容器などの微細空間を作成したデバイスの総称である。微細空間を利用して、培養液や試薬などの液体に分離、攪拌、熱処理、蛍光検出などの処理を施すことができるため、マイクロ流体デバイスはバイオテクノロジー、生命科学、医学、化学工学をはじめとする幅広い分野の研究に役立てられている。

【0003】

とりわけ液体を微細空間内で扱うマイクロ流体デバイスは、貴重な試料の使用量を節減することができる技術として注目されている。液体の分離、攪拌、熱処理、蛍光検出といった複数の処理を同一のデバイス内で実施することもできるため、反応時間の短縮化にも貢献する。

【0004】

こうした数々の利点から、現在ではマイクロ流体デバイスが利用される分野は広範囲にわたり、多種多様な研究活動を支えるに至っている。

【0005】

その一方で個々の研究ごとに処理内容や処理工程の組み合わせが異なるため、研究ごとに専用デバイスの製造が必要になる。マイクロ流体デバイスはアクリル、ガラス、シリコーンゴムなどの材料で製造される。いずれの材料を選択してもその製造には多くの時間とコストがかかってしまう。

【0006】

そこで例えば特許文献 1 ~ 3 にみられるように、複数のマイクロ流体チップを適宜組み合わせることで所望のマイクロ流体デバイスを作りあげるという手法が提案されている。

【0007】

日本の特開 2005 - 147940 号公報（特許文献 1）で提案されているのは、異なる流路をもつ複数種類のマイクロ流体チップを用意しておき、これらのマイクロ流体チップをベース部材上に適宜組み合わせることでマイクロ流体デバイスを製造する技術である。

【0008】

日本の特開 2015 - 123012 号公報（特許文献 2）には、微細な流路をそれぞれ

10

20

30

40

50

設けた異なる機能をもつ複数種類のモジュールを用意しておき、これらのモジュールを適宜組み合わせ、用途に応じたマイクロ流体デバイスを製造することが開示されている。

【0009】

国際公開第2019/092989号(特許文献3)の提案は、異なる流路をもつマイクロ流体チップのプレートを複数積層し、目的とする用途に合致したマイクロ流体デバイスを製造することである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】日本の特開2005-147940号公報

10

【文献】日本の特開2015-123012号公報

【文献】国際公開第2019/092989号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

日本の特開2005-147940号公報(特許文献1)及び特開2015-123012号公報(特許文献2)に記載されたマイクロ流体デバイスは、ホルダー(特許文献1のベース部材(2)、特許文献2のホルダー(9))にマイクロ流体チップやモジュールを取り付けてマイクロ流体デバイスとしている。このためマイクロ流体デバイスの規模はホルダーの大きさに依存し、ホルダーの大きさを超えるデバイスを実現することはできない。より柔軟にマイクロ流体デバイスを拡張できるように改善が望まれる。

20

【0012】

この点国際公開第2019/092989号(特許文献3)に記載されたマイクロ流体デバイスは、マイクロ流体チップのプレートを積層するという構造上、プレートの大きさを増大させることなくマイクロ流体チップを拡張することができる。その反面、下層に位置するマイクロ流体チップに設けられた流路や圧力容器などの微細空間を外部に露出させることができないため、試料である液体を観察し、検出し、あるいは所望の処理を加えたりすることができない。試料の観察等が必要になる研究には適さない。

【0013】

マイクロ流体チップを二次元上に展開する拡張性の高いマイクロ流体デバイスの実現が望まれる。

30

【課題を解決するための手段】

【0014】

マイクロ流体デバイスの一態様は、液体が導入される微細空間を内部に有するプレート状のメインチップと、連絡用流路を内部に有し、前記連絡用流路を前記微細空間に連絡するための一对のジョイント連絡孔を上面両端側に有するプレート状のジョイントチップと、ガイドとを備えている。ガイドは、前記メインチップを保持する上部保持領域と、前記上部保持領域に保持された前記メインチップに部分的に積層した状態で前記ジョイントチップの両端のうち的一方を択一的に保持する下部保持領域とを有している。前記メインチップは、前記上部保持領域に保持された状態で、前記下部保持領域に保持された前記ジョイントチップのジョイント連絡孔と前記微細空間とを連絡する一对のメイン連絡孔を下面両端側に備えている。

40

【発明の効果】

【0015】

マイクロ流体チップを二次元上に展開する拡張性の高いマイクロ流体デバイスを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】複数個のマイクロ流体チップが接続されたマイクロ流体デバイスの実施の一例を示す斜視図。

50

- 【図 2】マイクロ流体デバイスの内部構造を示す模式図。
- 【図 3】第 1 の実施の形態のメインチップの斜視図。
- 【図 4】第 1 の実施の形態のメインチップの垂直断面図。
- 【図 5】第 2 の実施の形態のメインチップの斜視図。
- 【図 6】第 2 の実施の形態のメインチップの垂直断面図。
- 【図 7】第 1 の実施の形態のジョイントチップの斜視図。
- 【図 8】第 1 の実施の形態のジョイントチップの垂直断面図。
- 【図 9】第 2 の実施の形態のジョイントチップの斜視図。
- 【図 10】第 2 の実施の形態のジョイントチップの垂直断面図。
- 【図 11】ガイドの斜視図。 10
- 【図 12】第 1 の実施の形態のマイクロ流体チップの斜視図。
- 【図 13】第 2 の実施の形態のマイクロ流体チップの斜視図。
- 【図 14】ガイドを捨象して第 1 の実施の形態のマイクロ流体チップを示す模式図。
- 【図 15】ガイドを捨象して第 2 の実施の形態のマイクロ流体チップを示す模式図。
- 【図 16】シール構造の別の実施の形態を示すジョイントチップの斜視図。
- 【図 17】ジョイントチップを垂直断面にした斜視図。
- 【図 18】ジョイントチップの垂直断面図。
- 【図 19】マイクロ流体チップの斜視図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0017】 20
- 実施の形態を図面に基づいて説明する。説明は次の項目に沿って行なう。
1. 構成
- (1) 全体の概略
- (2) メインチップ
- (第 1 の態様)
- (第 2 の態様)
- (共通事項)
- (3) ジョイントチップ
- (第 1 の態様)
- (第 2 の態様)
- (共通事項) 30
- (4) ガイド
- (5) マイクロ流体チップ
- (6) シール構造の別の実施の形態
2. 作用効果
- (1) 作用
- (2) 効果
3. 変形例
- 【0018】 40
1. 構成
- (1) 全体の概略
- 図 1 に示すように、本実施の形態のマイクロ流体デバイス 101 は、複数のマイクロ流体チップ 11 が一列に接続されて構成されている。個々のマイクロ流体チップ 11 は、微細な流路や反応容器などの微細空間 MS を内部に備えたメインチップ 31 を主体としており、このメインチップ 31 をジョイントチップ 51 とともにガイド 71 で保持した構造を有している (図 2、図 12 参照)。
- 【0019】
- 図 1 中の X 方向は、マイクロ流体チップ 11 の配列方向であり、各要素の長さ方向を規定する。マイクロ流体デバイス 101、マイクロ流体チップ 11、メインチップ 31、ジョイントチップ 51、及びガイド 71 の「両端」「端部」といったときは、X 方向の両端 50

、端部をそれぞれ意味する。

【 0 0 2 0 】

図 1 中の Y 方向は、マイクロ流体チップ 1 1 の配列方向と直交する方向であり、各要素の幅方向を規定する。マイクロ流体デバイス 1 0 1、マイクロ流体チップ 1 1、メインチップ 3 1、ジョイントチップ 5 1、及びガイド 7 1 の「両側端」「側部」といったときは、Y 方向の両側端、側部をそれぞれ意味する。

【 0 0 2 1 】

図 1 中の Z 方向は、マイクロ流体デバイス 1 0 1、マイクロ流体チップ 1 1、メインチップ 3 1、ジョイントチップ 5 1、及びガイド 7 1 の上下方向を規定している。図 1 中、Z 方向の上方に現れるのが上面、下方に現れるのが下面である。

10

【 0 0 2 2 】

図 2 に模式的に示すように、メインチップ 3 1 は、ガイド 7 1 と同一の長さ（X 方向の長さ）を有しており、はみ出すことなくガイド 7 1 に保持されている。したがって個々のマイクロ流体チップ 1 1 が一列に並べられて接続されたとき、隣接する二つのマイクロ流体チップ 1 1 に含まれているメインチップ 3 1 及びガイド 7 1 は、それぞれの両端面同士を接触させる。本実施の形態では、隣接する二つのガイド 7 1 の互いに接触する端面を装着面 7 2 という（図 1 1 参照）。

【 0 0 2 3 】

ジョイントチップ 5 1 は、隣接する二つのメインチップ 3 1 を跨ぐようにそれらのメインチップ 3 1 に積層して配置される。

20

【 0 0 2 4 】

ガイド 7 1 において、メインチップ 3 1 を保持する領域は上部保持領域 7 3、ジョイントチップ 5 1 を保持する領域は下部保持領域 7 4 である（図 1 1 参照）。メインチップ 3 1 が上部保持領域 7 3 に正しく保持され、ジョイントチップ 5 1 が下部保持領域 7 4 に正しく保持されたとき、メインチップ 3 1 とジョイントチップ 5 1 とは図 2 に示すような積層されて接触する状態に位置付けられる。

【 0 0 2 5 】

個々のマイクロ流体チップ 1 1 が一列に接続されたとき、微細空間 M S を含む流路 F C が形成される。流路 F C を形成するのはつぎの要素である。

- ・メインチップ 3 1 の微細空間 M S
- ・メインチップ 3 1 の一对の供給孔 3 2
- ・メインチップ 3 1 の一对のメイン連絡孔 3 3
- ・ジョイントチップ 5 1 の連絡用流路 5 2
- ・ジョイントチップ 5 1 の一对のジョイント連絡孔 5 3

30

【 0 0 2 6 】

複数のマイクロ流体チップ 1 1 が一列に接続されてマイクロ流体デバイス 1 0 1 が構成されたとき、メインチップ 3 1 の供給孔 3 2 から試料である液体が導入されると、液体は流路 F C を流通する。

【 0 0 2 7 】

もっとも流路 F C を形成する各要素のうち、供給孔 3 2 は、マイクロ流体デバイス 1 0 1 という全体の構造物からすると必須であるのに対して、個々のマイクロ流体チップ 1 1 の単位で見ると、すべてのマイクロ流体チップ 1 1 に必須というわけではない。そこでメインチップ 3 1 には、供給孔 3 2 を設けたタイプと設けないタイプとを混在させている。

40

【 0 0 2 8 】

図 1 中、手前の二つのメインチップ 3 1 は供給孔 3 2 を有するタイプ、奥の二つのメインチップ 3 1 は供給孔 3 2 を有しないタイプである。このように所望のメインチップ 3 1 を組み合わせてマイクロ流体デバイス 1 0 1 を組み立てるに際して、供給孔 3 2 を有するメインチップ 3 1 と有しないメインチップ 3 1 とを適宜組み合わせることが可能である。

【 0 0 2 9 】

以下説明の便宜上、供給孔 3 2 を設けたメインチップ 3 1 を例に挙げて説明するが、す

50

すべてのメインチップ31に供給孔32が設けられているわけではない。供給孔32を有しないタイプのメインチップ31については、以下に紹介するメインチップ31から供給孔32を捨象したものとご理解いただきたい。

【0030】

(2)メインチップ

(第1の態様)

図3及び図4に、メインチップ31の第1の態様を示す。このメインチップ31は、矩形形状をしたプレート状の基板であり、透光性を有する三枚の亚克力板が積層されて構成されている。中層メイン基板34、上層メイン基板35、及び下層メイン基板36の三枚である。中層メイン基板34の上面に上層メイン基板35を、下面に下層メイン基板36をそれぞれ位置させて熱圧着することで、メインチップ31は製造されている。

10

【0031】

三層をなす三枚の亚克力板(34、35、36)には、すべて20mm角を有する同一の形状及び大きさのものが用いられている。厚みは中層メイン基板34が0.5mm、上層メイン基板35が1.0mm、そして下層メイン基板36が0.5mmである。

【0032】

中層メイン基板34には、微細空間MSとなる開口部37が設けられている。開口部37によって定められる微細空間MSの形状は、個々のマイクロ流体チップ11の用途に応じて適宜定めることができる。

【0033】

上層メイン基板35には、微細空間MSに連絡する一対の供給孔32が両端側に設けられている。

20

【0034】

下層メイン基板36には、微細空間MSに連絡する一対のメイン連絡孔33が両端側に設けられている。

【0035】

積層された三枚の亚克力板(34、35、36)が熱圧着されて完成したメインチップ31は、図1に示すように、外部から微細空間MSを視認できる形態になっている。

【0036】

供給孔32を有しないタイプのメインチップ31については、供給孔32を有しないプレーンな上層メイン基板35を用いることで、同様に製造することができる。

30

【0037】

(第2の態様)

図5及び図6に、メインチップ31の第2の態様を示す。このメインチップ31は、矩形形状をしたプレート状の基板であり、透光性を有する二枚の亚克力板が積層されて構成されている。メイン基板34Aと上層メイン基板35との二枚である。メイン基板34Aの上面に上層メイン基板35を位置させて熱圧着することで、メインチップ31は製造されている。

【0038】

二層をなす二枚の亚克力板(34A、35)には、いずれも20mm角を有する同一の形状及び大きさのものが用いられている。厚みはメイン基板34Aも上層メイン基板35もともに1.0mmである。

40

【0039】

メイン基板34Aには、微細空間MSと一対のメイン連絡孔33とが設けられている。微細空間MSの形状は、個々のマイクロ流体チップ11の用途に応じて適宜定めることができる。一対のメイン連絡孔33は、メイン基板34Aの下面に連絡するようにメイン連絡孔33が両端側に設けられている。

【0040】

上層メイン基板35には、微細空間MSに連絡する一対の供給孔32が両端側に設けられている。

50

【0041】

積層された二枚のアクリル板(34A、35)が熱圧着されて完成したメインチップ31は、図1に示すように、外部から微細空間MSを視認できる形態になっている。

【0042】

供給孔32を有しないタイプのメインチップ31については、供給孔32を有しないプレーンな上層メイン基板35を用いることで、同様に製造することができる。

【0043】

(共通事項)

実施に際しては、流路や反応容器という典型的な形状を備えた各種の微細空間MSを有する標準化されたメインチップ31を予め複数種類用意しておき、適宜選択できるようにしておけばよい。供給孔32を備えたメインチップ31と備えないメインチップ31についても、同様に標準化が可能である。予め用意されていない微細空間MSが必要になった場合には、その都度そのような微細空間MSを有するメインチップ31(専用パーツ)を製造する。

10

【0044】

第1の態様の中層メイン基板34及び下層メイン基板36は、概念的には、第2の態様のメイン基板34Aに相当する。第1の態様では、二枚のアクリル板(34、36)を積層して接合することによって、第2の態様では、一枚のアクリル板(34A)単体で、それぞれメイン基板34A(中層メイン基板34、下層メイン基板36)を生成している。したがって第1の態様と第2の態様との相違は、メイン基板34Aの製造方法にあるといえる。

20

【0045】

このような製造方法の違いという面からいうと、メイン基板34Aと上層メイン基板35とを一体に成形することも可能である。一例として、3Dプリンタを用いて、メイン基板34Aと上層メイン基板35との一体成形品を実現させることができる。この場合、微細空間MS、供給孔32、及び一对のメイン連絡孔33となる部分にはサポート材を予め設けておき、サポート材も含め造形する。造形が完了したら、サポート材を除去することによって、微細空間MSを内部に有し、微細空間MSと連絡する供給孔32を上面に、そして微細空間MSに連絡する一对のメイン連絡孔33を下面両端側に有するプレート状のメインチップ31が完成する。

30

【0046】

本実施の形態では、メインチップ31を一枚又は二枚以上のアクリル板(34~36、34A及び35)、つまりアクリル樹脂によって生成する例を示したが、アクリル樹脂に限らず、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ガラス、ポリカーボネート(PC)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、シクロオレフィンポリマー(COP)などを材料としてメインチップ31を製造するようにしてもよい。その他にも、ABS樹脂とPLA樹脂、ASA樹脂(耐候性が強い)、PP樹脂(耐熱、耐薬品性が強い)、PC樹脂やナイロン樹脂、アクリル樹脂、PETG、熱可塑性ポリウレタンなど、様々な種類の材料を用いてメインチップ31を製造することが可能である。

【0047】

(3) ジョイントチップ

(第1の態様)

図7及び図8に、ジョイントチップ51の第1の態様を示す。このジョイントチップ51は、矩形形状をしたプレート状の基板であり、透光性を有する三枚のアクリル板が積層されて構成されている。中層ジョイント基板54、上層ジョイント基板55、及び下層ジョイント基板56の三枚である。中層ジョイント基板54の上面に上層ジョイント基板55を、下面に下層ジョイント基板56をそれぞれ位置させて熱圧着することで、ジョイントチップ51は製造されている。

40

【0048】

三層をなす三枚のアクリル板(54、55、56)には、すべて10mm角を有する同

50

一の形状及び大きさのものが用いられている。厚みはすべて同一で、中層ジョイント基板 5 4 が 0 . 5 mm、上層ジョイント基板 5 5 が 0 . 5 mm、そして下層ジョイント基板 5 6 も 0 . 5 mm である。

【 0 0 4 9 】

中層ジョイント基板 5 4 には、連絡用流路 5 2 となる開口部 5 7 が設けられている。

【 0 0 5 0 】

上層ジョイント基板 5 5 には、連絡用流路 5 2 に連絡する一対のジョイント連絡孔 5 3 が両端側に設けられている。

【 0 0 5 1 】

下層ジョイント基板 5 6 は、孔や開口などが形成されていないプレーンなアクリル板である。

10

【 0 0 5 2 】

積層された三枚のアクリル板 (5 4 、 5 5 、 5 6) が熱圧着されて完成したジョイントチップ 5 1 には、その上面、つまり上層ジョイント基板 5 5 の表面にゴムシート 5 8 が接合されている。上層ジョイント基板 5 5 の表面に対するゴムシート 5 8 の接合は、例えば接着による。ゴムシート 5 8 は、三枚のアクリル板 (5 4 、 5 5 、 5 6) と同一の大きさ及び形状を有しており、これらのアクリル板 (5 4 、 5 5 、 5 6) に対してはみ出したり位置ずれしたりすることなく接合される。

【 0 0 5 3 】

ゴムシート 5 8 には、上層ジョイント基板 5 5 の両端側に設けた一対のジョイント連絡孔 5 3 を塞ぐことがないように、これらのジョイント連絡孔 5 3 に位置を合わせて一対の貫通孔 5 8 a が設けられている。

20

【 0 0 5 4 】

(第 2 の態様)

図 9 及び図 1 0 に、ジョイントチップ 5 1 の第 2 の態様を示す。このジョイントチップ 5 1 は、矩形形状をしたプレート状の基板であり、透光性を有する二枚のアクリル板が積層されて構成されている。ジョイント基板 5 4 A と上層ジョイント基板 5 5 との二枚である。ジョイント基板 5 4 A の上面に上層ジョイント基板 5 5 を位置させて熱圧着することで、ジョイントチップ 5 1 は製造されている。

【 0 0 5 5 】

30

二層をなす二枚のアクリル板 (5 4 A 、 5 5) には、いずれも 1 0 mm 角を有する同一の形状及び大きさのものが用いられている。厚みはジョイント基板 5 4 A が 1 . 0 mm、上層ジョイント基板 5 5 が 0 . 5 mm である。

【 0 0 5 6 】

ジョイント基板 5 4 A には、連絡用流路 5 2 が設けられている。

【 0 0 5 7 】

上層ジョイント基板 5 5 には、連絡用流路 5 2 に連絡する一対のジョイント連絡孔 5 3 が両端側に設けられている。

【 0 0 5 8 】

積層された二枚のアクリル板 (5 4 A 、 5 5) が熱圧着されて完成したジョイントチップ 5 1 には、その上面、つまり上層ジョイント基板 5 5 の表面にゴムシート 5 8 が接合されている。上層ジョイント基板 5 5 の表面に対するゴムシート 5 8 の接合は、例えば接着による。ゴムシート 5 8 は、二枚のアクリル板 (5 4 A 、 5 5) と同一の大きさ及び形状を有しており、これらのアクリル板 (5 4 A 、 5 5) に対してはみ出したり位置ずれしたりすることなく接合される。

40

【 0 0 5 9 】

ゴムシート 5 8 には、上層ジョイント基板 5 5 の両端側に設けた一対のジョイント連絡孔 5 3 を塞ぐことがないように、これらのジョイント連絡孔 5 3 に位置を合わせて一対の貫通孔 5 8 a が設けられている。

【 0 0 6 0 】

50

(共通事項)

第 1 の態様の中層ジョイント基板 5 4 及び下層ジョイント基板 5 6 は、概念的には、第 2 の態様のジョイント基板 5 4 A に相当する。第 1 の態様では、二枚の亚克力板 (5 4 、 5 6) を積層して接合することによって、第 2 の態様では、一枚の亚克力板 (5 4 A) 単体で、それぞれジョイント基板 5 4 A (中層ジョイント基板 5 4 、 下層ジョイント基板 5 6) を生成している。したがって第 1 の態様と第 2 の態様との相違は、ジョイント基板 5 4 A の製造方法にあるといえる。

【 0 0 6 1 】

このような製造方法の違いという面からいうと、ジョイント基板 5 4 A と上層ジョイント基板 5 5 とを一体に成形することも可能である。一例として、3 D プリントを用いて、ジョイント基板 5 4 A と上層ジョイント基板 5 5 との一体成形品を実現させることができる。この場合、連絡用流路 5 2 及び一対のジョイント連絡孔 5 3 となる部分にはサポート材を予め設けておき、サポート材も含め造形する。造形が完了したら、サポート材を除去することによって、連絡用流路 5 2 を内部に有し、連絡用流路 5 2 を微細空間 M S に連絡するための一対のジョイント連絡孔 5 3 を上面両端側に有するプレート状のジョイントチップ 5 1 が完成する。

10

【 0 0 6 2 】

本実施の形態では、ジョイントチップ 5 1 を一枚又は二枚以上の亚克力板 (5 4 ~ 5 6 、 5 4 A 及び 5 5) 、つまり亚克力樹脂によって生成する例を示したが、亚克力樹脂に限らず、ポリジメチルシロキサン (P D M S) 、ガラス、ポリカーボネート (P C) 、ポリエチレンテレフタレート (P E T) 、シクロオレフィンポリマー (C O P) などを材料としてジョイントチップ 5 1 を製造するようにしてもよい。その他にも、A B S 樹脂と P L A 樹脂、A S A 樹脂 (耐候性が強い) 、P P 樹脂 (耐熱、耐薬品性が強い) 、P C 樹脂やナイロン樹脂、亚克力樹脂、P E T G 、熱可塑性ポリウレタンなど、様々な種類の材料を用いてジョイントチップ 5 1 を製造することが可能である。

20

【 0 0 6 3 】

(4) ガイド

図 1 1 に示すように、ガイド 7 1 は例えば樹脂材料によって成形されており、上面を開口させた上部保持領域 7 3 を備え、上部保持領域 7 3 の両端側に一対の下部保持領域 7 4 を備えている。

30

【 0 0 6 4 】

ガイド 7 1 の両端に位置する装着面 7 2 の側から見ると、上部保持領域 7 3 の両側壁の上部は互いに対面するようにオーバーハングし、メインチップ 3 1 のスライド移動を案内する一対のレール 7 5 を構成している。メインチップ 3 1 は、これらのレール 7 5 に沿って装着面 7 2 から挿入され、上部保持領域 7 3 に収納されて保持される。上部保持領域 7 3 に収納されたメインチップ 3 1 は、一対のレール 7 5 の間の空間から微細空間 M S を外部に露出させ、外部からの視認及び処理操作を可能にする。

【 0 0 6 5 】

一対の下部保持領域 7 4 は、上部保持領域 7 3 の底面から一段下がった形態で装着面 7 2 に連絡している。したがって下部保持領域 7 4 は、上部保持領域 7 3 にメインチップ 3 1 が保持された状態で装着面 7 2 の側に開口し、ジョイントチップ 5 1 のスライド移動による装着を受け入れる。このとき下部保持領域 7 4 の深さは、ジョイントチップ 5 1 の長さの半分になるように設定されている。

40

【 0 0 6 6 】

前述したように、複数のマイクロ流体チップ 1 1 はその長さ方向 (図 1 中の X 方向) に接続可能である。このようなマイクロ流体チップ 1 1 同士の接続を実現させているのは、ガイド 7 1 の装着面 7 2 に設けた接続部 7 6 である。接続部 7 6 は、装着面 7 2 に埋め込んだ複数の磁石 7 6 a によって構成されている。

【 0 0 6 7 】

本実施の形態では、個々のガイド 7 1 の接続には方向性が持たされており、例えば一つ

50

のガイド71と別のガイド71とが接続される場合、互いに対面して接合される面が予め定められている。説明の便宜上、図11中において手前側に位置する見えている面を装着面72A、奥側の見えていない面を装着面72Bとする。この前提で、二つのガイド71を接続する場合、一方のガイド71の装着面72Aには別のガイド71の装着面72Bを接続し、一方のガイド71の装着面72Bには別のガイド71の装着面72Aを接続する。

【0068】

そこで接続部76は、装着面72Aに埋め込む磁石76aと、装着面72Bに埋め込む磁石76aとの極性を異ならせる。これによって互いの磁石76aが磁力で吸着し、二つのガイド71を固定状態で接続することが可能になる。

【0069】

ガイド71は、さらに規制部77も有している。規制部77は、二つのガイド71が互いに接続された際、メインチップ31とジョイントチップ51との積層方向に二つのガイド71が位置ずれすることを規制する構造を有している。このような規制部77は、装着面72Aに設けられた凸段部77aと、装着面72Bに設けられた凹段部77bとによって構成されている。凸段部77aは装着面72Aから長さ方向(図1中のX方向)に突出し、凹段部77bは装着面72Bから長さ方向に引っ込んでおり、互いに嵌り合うようになっている。

【0070】

二つのガイド71が接続される際、一方のガイド71の凸段部77aが別のガイド71の凹段部77bに嵌り合い、あるいは一方のガイド71の凹段部77bに別のガイド71の凸段部77aに嵌り合い、メインチップ31とジョイントチップ51との積層方向に二つのガイド71が位置ずれすることを規制する。

【0071】

(5) マイクロ流体チップ

図12は、第1の実施の形態のメインチップ31及びジョイントチップ51を用いた第1の実施の形態のマイクロ流体チップ11の斜視図、図14は、ガイド71を捨象して第1の実施の形態のマイクロ流体チップ11を示す模式図である。図13は、第2の実施の形態のメインチップ31及びジョイントチップ51を用いた第2の実施の形態のマイクロ流体チップ11の斜視図、図15は、ガイド71を捨象して第2の実施の形態のマイクロ流体チップ11を示す模式図である。

【0072】

図12及び図13に示すように、ガイド71の上部保持領域73にメインチップ31を装着し、下部保持領域74にジョイントチップ51を装着すると、マイクロ流体チップ11が組み立てられる。このときジョイントチップ51は、半分の長さだけ下部保持領域74に挿入されて保持され、残りの半分は装着面72から飛び出した状態になる。この飛び出したジョイントチップ51の半分の部分は、マイクロ流体チップ11に接続する別のマイクロ流体チップ11のガイド71に設けられた下部保持領域74に挿入されて保持される。

【0073】

すると図14及び図15に示すように、メインチップ31とジョイントチップ51とが積層され、二つのマイクロ流体チップ11のそれぞれの微細空間MSがジョイントチップ51に連結され、流路FCが形成される。

【0074】

より詳しくは、メインチップ31の下層メイン基板36に設けられたメイン連絡孔33にジョイントチップ51の上層ジョイント基板55に設けられたジョイント連絡孔53が連絡する。これによって二つのマイクロ流体チップ11のそれぞれの微細空間MSは、一方のマイクロ流体チップ11のメイン連絡孔33、二つのマイクロ流体チップ11に跨るジョイントチップ51の一方の端部側のジョイント連絡孔53、連絡用流路52、反対の端部側のジョイント連絡孔53、別の一方のマイクロ流体チップ11のメイン連絡孔33を介して連絡される。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

このような流路 F C の形成に際して、積層されたメインチップ 3 1 とジョイントチップ 5 1 との間の隙間は、ジョイントチップ 5 1 の上面に設けられたゴムシート 5 8 によってシールされ、流路 F C を流通する液体の漏れ出しが防止される。

【 0 0 7 6 】

(6) シール構造の別の実施の形態

メインチップ 3 1 とジョイントチップ 5 1 との間で流路 F C をシールするシール構造については、ゴムシート 5 8 を用いた構造に限らず、リング 6 1 を用いた構造によっても実現可能である。

【 0 0 7 7 】

図 1 6 ~ 図 1 8 に示すように、ジョイントチップ 5 1 の上層ジョイント基板 5 5 は、一対のジョイント連絡孔 5 3 の周囲を取り囲むように円環状の凹部 6 2 を設けている。メインチップ 3 1 とジョイントチップ 5 1 とがガイド 7 1 の上部保持領域 7 3 と下部保持領域 7 4 とにそれぞれ保持され、ジョイントチップ 5 1 がメインチップ 3 1 に重ね合わされたとき、凹部 6 2 は、互いに連絡したジョイント連絡孔 5 3 とメイン連絡孔 3 3 とが位置する連絡空間 C S を形成する。

【 0 0 7 8 】

リング 6 1 は、凹部 6 2 を形成する内側壁 6 3 に嵌め込まれ、上層ジョイント基板 5 5 の表面から僅かに突出することで、メインチップ 3 1 の下層メイン基板 3 6 (第 1 の実施の形態)、あるいはメイン基板 3 4 A (第 2 の実施の形態) に接触する。これによってリング 6 1 は、連絡空間 C S を密封し、メインチップ 3 1 とジョイントチップ 5 1 との連結部分で流路 F C を流通する液体の漏れ出しを防止する。

【 0 0 7 9 】

図 1 7、図 1 8 に示すように、リング 6 1 の外径は凹部 6 2 の内径よりも大きく、凹部 6 2 の内側壁 6 3 に嵌め込まれたリング 6 1 は、弾性変形して凹部 6 2 に食い込んだような状態になっている。

【 0 0 8 0 】

図 1 9 に示すように、ガイド 7 1 の上部保持領域 7 3 にメインチップ 3 1 を装着し、下部保持領域 7 4 にジョイントチップ 5 1 を装着すると、マイクロ流体チップ 1 1 が組み立てられる。このときジョイントチップ 5 1 は、半分の長さだけ下部保持領域 7 4 に挿入されて保持され、残りの半分は装着面 7 2 から飛び出した状態になる。この飛び出したジョイントチップ 5 1 の半分の部分は、マイクロ流体チップ 1 1 に接続する別のマイクロ流体チップ 1 1 のガイド 7 1 に設けられた下部保持領域 7 4 に挿入されて保持される。そこでガイド 7 1 から飛び出したジョイントチップ 5 1 の上層ジョイント基板 5 5 は、別のマイクロ流体チップ 1 1 のガイド 7 1 に保持されている別のメインチップ 3 1 との連結のために、リング 6 1 を露出させている。

【 0 0 8 1 】

リング 6 1 を用いたシール構造は、第 1 の実施の形態のマイクロ流体チップ 1 1 にも第 2 の実施の形態のマイクロ流体チップ 1 1 にも適用可能である。

【 0 0 8 2 】

2 . 作用効果

(1) 作用

マイクロ流体デバイス 1 0 1 を必要としたとき、用途に適した微細空間 M S を有するマイクロ流体チップ 1 1 の組み合わせを計画し、それらのマイクロ流体チップ 1 1 を一列に接続してマイクロ流体デバイス 1 0 1 を組み立てる。マイクロ流体デバイス 1 0 1 を使用する際には、メインチップ 3 1 の上面に用意されている供給孔 3 2 に、図示しないパイプやシリンジなどを用いて培養液や試薬などの液体を注入する。すると流路 F C 内を液体が流通し、選択した微細空間 M S に応じた液体の分離、攪拌、熱処理、蛍光検出などの処理を行なうことが可能になる。

【 0 0 8 3 】

10

20

30

40

50

(2) 効果

本実施の形態のマイクロ流体デバイス101は、つぎのような効果を有している。

【0084】

複数種類の微細空間MSを有するメインチップ31を好きなように並び替えることができ、目的に応じた流路FCを容易に組み立てることができる。この際、標準化された微細空間MSを有するメインチップ31の組み合わせだけで実現可能な流路FCであれば、専用パーツを用意することなく、目的に応じた流路FCをその場で作成することができる。

【0085】

メインチップ31を機能ごとに分類して用意しておけば、研究の目的別に、表面処理などの操作を容易に実施可能である。

【0086】

接続するすべてのメインチップ31が同一平面上に配置されるため、すべてのメインチップ31が有する微細空間MSの状態を視覚的に観察することができ、また光学センサを用いた蛍光検出などの処理を行なうこともできる。

【0087】

接続可能なマイクロ流体チップ11の数に制限はなく、優れた拡張性が得られる。しかもガイド71の装着面72からメインチップ31とジョイントチップ51とを挿入して二つのガイド71を接続するだけでマイクロ流体チップ11の拡張が可能であり、拡張のための作業性が良好である。

【0088】

メインチップ31もジョイントチップ51も流路FCを構成する部分が開放されている状態になっていることから、内部の洗浄が容易である。

【0089】

メインチップ31もジョイントチップ51も、アクリル板(34、35、36、54、55、56)を積層して接合させるだけで容易に製造することが可能である。

【0090】

メインチップ31とジョイントチップ51との間をゴムシート58でシールすることができるので、液体の漏れ出しを防止することができる。また二つのガイド71を接続したとき、メインチップ31とジョイントチップ51との積層方向への位置ずれを規制部77によって規制し、この面からも液体の漏れ出しを防止することができる。

【0091】

二つのガイド71を磁石76aの磁力を利用した吸着によって容易に接続することができる。マイクロ流体デバイス101の組み立ての容易化を図ることができる。

【0092】

3. 変形例

実施に際しては、各種の変形や変更が可能である。

【0093】

例えば第1の実施の形態のマイクロ流体チップ11では、メインチップ31及びジョイントチップ51を構成する三層のアクリル板(34、35、36、54、55、56)について大きさ及び厚みの具体的な数値を挙げたが、これは例示にすぎず、実施に際しては各種の大きさ及び厚みのアクリル板(34、35、36、54、55、56)を用いてメインチップ31及びジョイントチップ51を製造することができる。

【0094】

この点は第2の実施の形態のマイクロ流体チップ11も同様で、メインチップ31及びジョイントチップ51を構成する二層のアクリル板(34A、35、54A、55)について大きさ及び厚みの具体的な数値は例示にすぎず、実施に際しては各種の大きさ及び厚みのアクリル板(34A、35、54A、55)を用いてメインチップ31及びジョイントチップ51を製造することができる。

【0095】

メインチップ31及びジョイントチップ51は、必ずしもアクリル板によって製造しな

10

20

30

40

50

ければならないわけではない。他の種類の樹脂材料やガラスなどを用いてメインチップ 3 1 及びジョイントチップ 5 1 を製造するようにしてもよい。

【 0 0 9 6 】

アクリル板の接合手法も熱圧着に限らず、例えば接着剤を用いた接合や真空圧着など、他の手法を用いるようにしてもよい。

【 0 0 9 7 】

二つのガイド 7 1 を接続する接続部 7 6 に関しては、極性を異ならせた磁石 7 6 a 同士の吸着のみならず、例えば金属プレートに対する磁石 7 6 a の磁気的な吸着を利用して実現させるようにしてもよい。あるいは磁石 7 6 a に限らず、例えばねじ止めやクランプ止めなど、二つの部材を接続するあらゆる接続構造が適用可能である。

10

【 0 0 9 8 】

上記実施の形態では、第 1 の実施の形態のメインチップ 3 1 とジョイントチップ 5 1 とを組み合わせた構成例を第 1 の実施の形態のマイクロ流体チップ 1 1 として、また第 2 の実施の形態のメインチップ 3 1 とジョイントチップ 5 1 とを組み合わせた構成例を第 2 の実施の形態のマイクロ流体チップ 1 1 として紹介した。実施に際してはこれに限らず、第 1 の実施の形態のメインチップ 3 1 と第 2 の実施の形態のジョイントチップ 5 1 、あるいは第 2 の実施の形態のメインチップ 3 1 と第 1 の実施の形態のジョイントチップ 5 1 とを組み合わせてマイクロ流体チップ 1 1 を構成するようにしてもよい。

【 0 0 9 9 】

またマイクロ流体デバイス 1 0 1 は、第 1 の実施の形態のメインチップ 3 1 及びジョイントチップ 5 1 、第 2 の実施の形態のメインチップ 3 1 及びジョイントチップ 5 1 、ゴムシート 5 8 を用いたシール構造、リング 6 1 を用いたシール構造、それらの各種の変形や変更を自由に組み合わせて構成することが可能である。

20

【 0 1 0 0 】

その他あらゆる変形及び変更が許容される。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 1 】

- 1 1 マイクロ流体チップ
- 3 1 メインチップ
- 3 2 供給孔
- 3 3 メイン連絡孔
- 3 4 A メイン基板
- 3 4 中層メイン基板
- 3 5 上層メイン基板
- 3 6 下層メイン基板
- 3 7 開口部
- 5 1 ジョイントチップ
- 5 2 連絡用流路
- 5 3 ジョイント連絡孔
- 5 4 A ジョイント基板
- 5 4 中層ジョイント基板
- 5 5 上層ジョイント基板
- 5 6 下層ジョイント基板
- 5 7 開口部
- 5 8 ゴムシート
- 5 8 a 貫通孔
- 6 1 リング
- 6 2 凹部
- 6 3 内側壁
- 7 1 ガイド

30

40

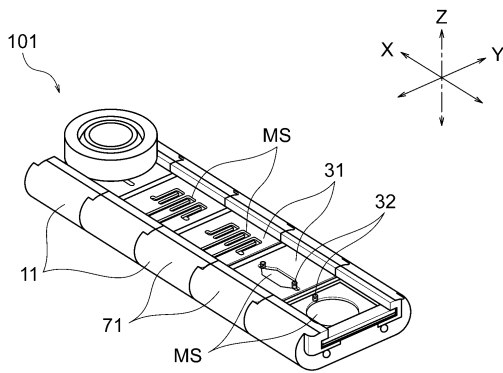
50

- 7 2、7 2 A、7 2 B 装着面
- 7 3 上部保持領域
- 7 4 下部保持領域
- 7 5 レール
- 7 6 接続部
- 7 6 a 磁石
- 7 7 規制部
- 7 7 a 凸段部
- 7 7 b 凹段部
- 1 0 1 マイクロ流体デバイス
- C S 連絡空間
- F C 流路
- M S 微細空間

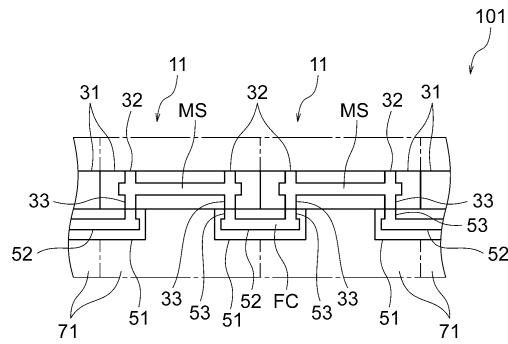
10

【図面】

【図 1】

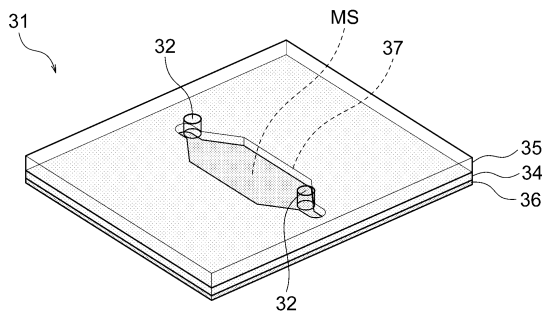


【図 2】

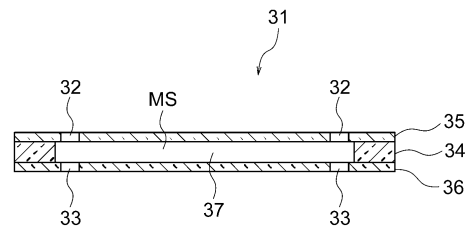


20

【図 3】



【図 4】

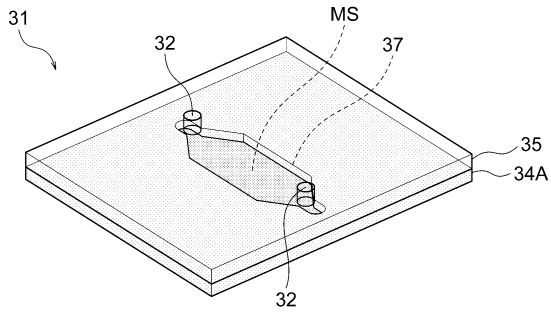


30

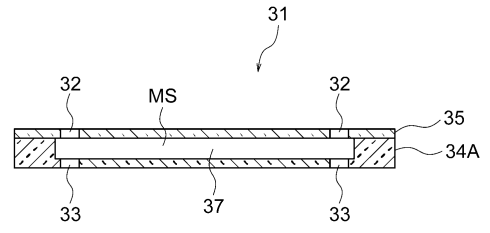
40

50

【図 5】

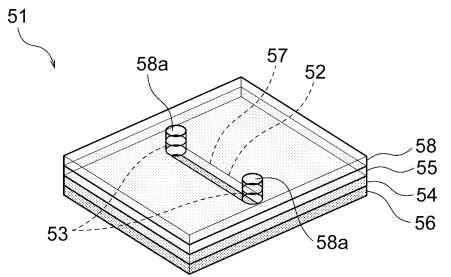


【図 6】

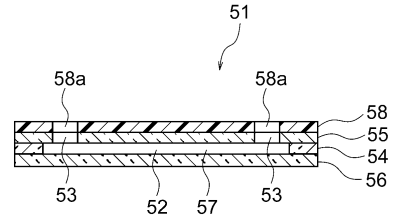


10

【図 7】

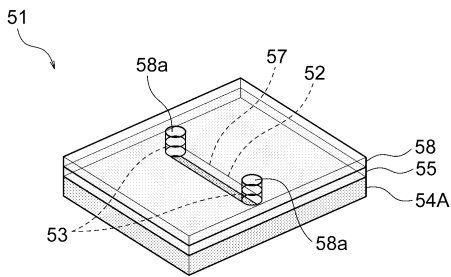


【図 8】

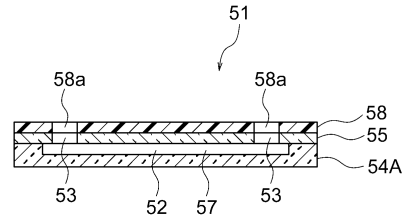


20

【図 9】



【図 10】

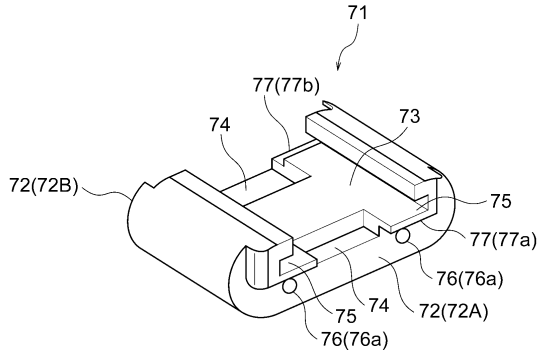


30

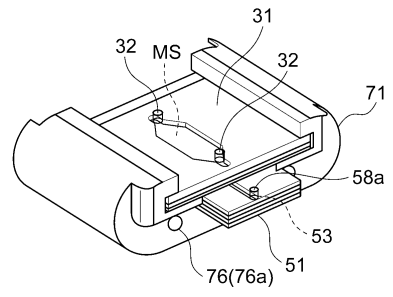
40

50

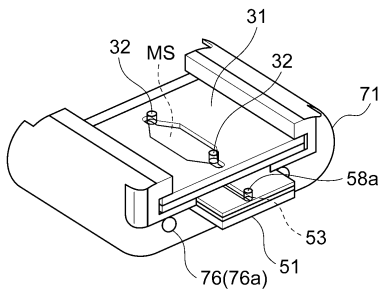
【 図 1 1 】



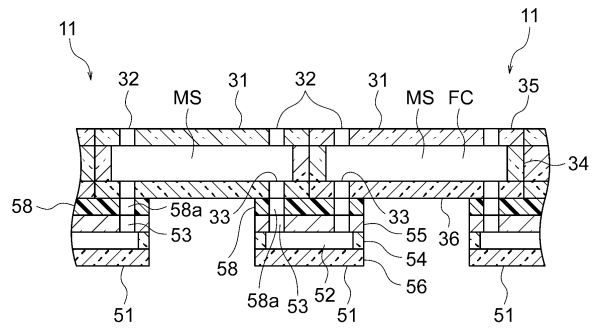
【 図 1 2 】



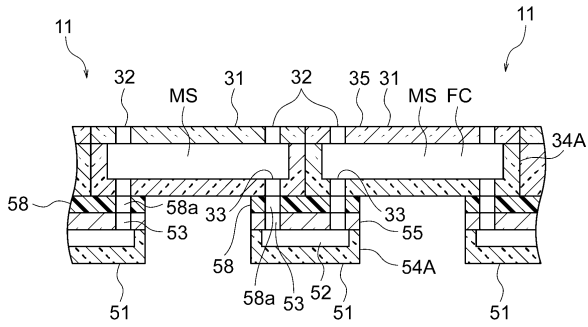
【 図 1 3 】



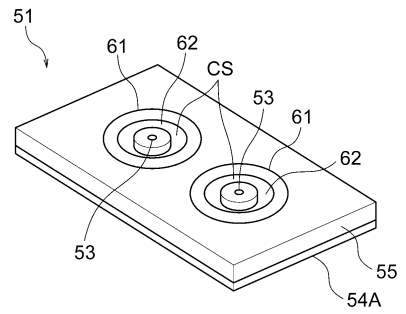
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



10

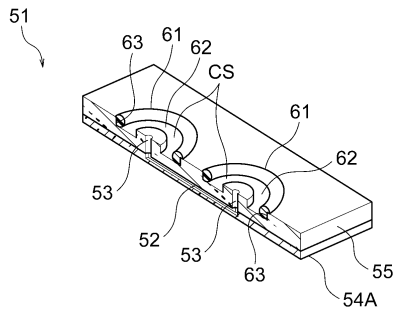
20

30

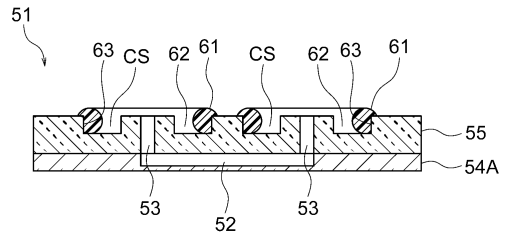
40

50

【 図 1 7 】

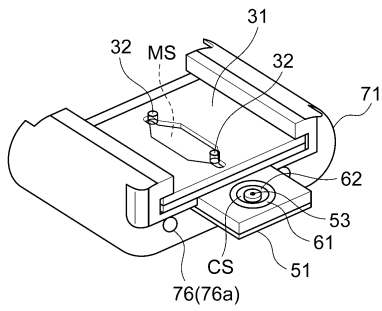


【 図 1 8 】



10

【 図 1 9 】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特許第 4 7 2 8 5 7 3 (J P , B 2)
特表 2 0 0 3 - 5 2 6 3 5 9 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 9 4 3 7 3 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 1 4 7 4 1 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 1 5 6 9 9 3 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 1 0 6 7 9 9 (U S , A 1)
特許第 6 5 5 2 6 1 1 (J P , B 2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 8 1 B 1 / 0 0