

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 2 月 5 日 (05.02.2004)

PCT

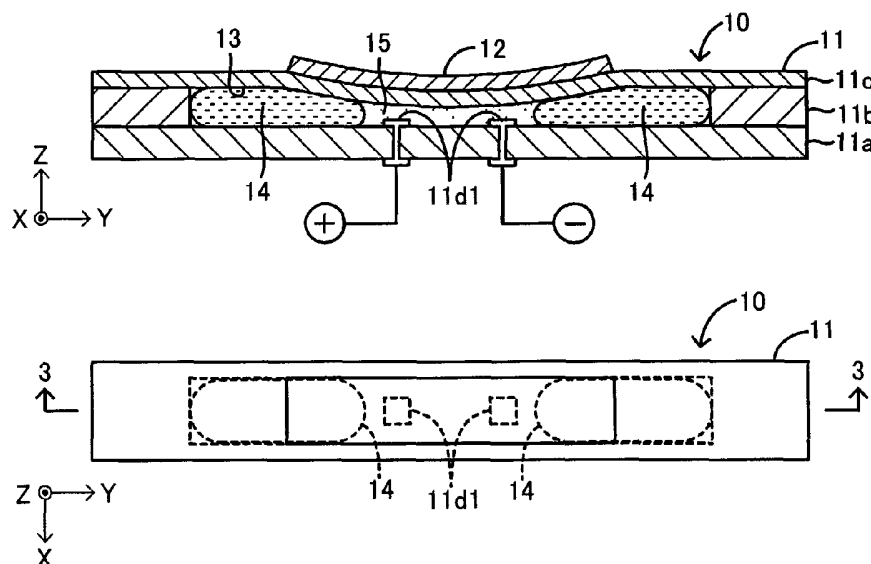
(10) 国際公開番号
WO 2004/011367 A1

- (51) 国際特許分類: **B81B 3/00**, H01L 41/09, F04B 43/04, H01H 3/24, 29/02, 57/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009421
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 25 日 (25.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-218175 2002 年 7 月 26 日 (26.07.2002) JP
特願2003-84485 2003 年 3 月 26 日 (26.03.2003) JP
- (71) 出願人: 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町 2 番 5 6 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 村里 真寛 (MURASATO, Masahiro); 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 田中立 (TANAKA, Ritsu); 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 別所 裕樹 (BESSHO, Yuki); 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 大庭 咲夫, 外(OBA, Sakio et al.); 〒453-0801 愛知県 名古屋市 中村区 太閤 3 丁目 1 番 18 号 名古屋 KS ビル 2 階 プロスペック特許事務所 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ,

/ 続葉有 /

(54) Title: OPERATION FLUID MOVEMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 作動流体移動デバイス



(57) Abstract: An operation fluid movement device (10) is a laminated body of ceramic sheets (11a-11c) that form a flow path (13). The ceramic sheet (11c) forms a film, and a piezoelectric/electrostrictive film (12) is integrally formed on the upper face of the ceramic sheet (11c). In the flow path (13), a first operation fluid (14) and a second operation fluid (15) are received. Wettability of the first operation fluid with respect to the inner wall face of the flow path is inferior to the wettability of the second operation fluid. When voltage is applied to the piezoelectric/electrostrictive film, the center portion of the ceramic sheet (11c) is bent and displaced to reduce the cross-sectional area of the flow path. The first operation fluid (14) in presence as a fluid mass in the center portion of the flow path is separated into two when the fluid receives repulsive force, caused by inferior wettability of the fluid, from the wall surface of the flow path, and moves in the flow path.

/ 続葉有 /



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 作動流体移動デバイス10は、セラミックシート11a~11cの積層体であり、これらにより流路13を構成している。セラミックシート11cはダイヤフラムを構成し、圧電/電歪膜12はセラミックシート11cの上面に一体化されている。流路13内には、第1作動流体14と第2作動流体15とが収容され、前記流路の内壁面に対する同第1作動流体の濡れ性は同第2作動流体の濡れ性よりも非良好である。圧電/電歪膜に電圧が印加されると、セラミックシート11cの中央部が屈曲変位して流路の断面積が小さくなり、流路の中央部に一つの流体塊として存在していた第1作動流体14は、流路の壁面から濡れ性が良好でないことに起因する斥力を受けて2つに分離し、流路内を移動する。

明 細 書

作動流体移動デバイス

技 術 分 野

本発明は、電気経路や光学経路等の切換え等を利用され得るスイッチングデバイス、押圧部の位置等を検出するセンサ、或いは、シリンダ等の駆動源等として利用され得るデバイスであって、作動流体を移動する作動流体移動デバイスに関する。

背 景 技 術

従来より、この種の作動流体移動デバイスとしては、例えば、図14に示した構造を有するデバイス100が知られている。デバイス100は、断面が長方形の流路101と、流路101内に収容された第1作動流体（移動体）102及び同第1作動流体102よりも流路101の内壁に対する濡れ性が良好な第2作動流体103と、流路101の両端に配置された一对のポンプ室104、105とを備えている。このデバイス100は、ポンプ室104から第2作動流体103を流路101内に流出させることにより第1作動流体102を図14において右方向に移動せしめ、ポンプ室105から第2作動流体103を流路101内に流出させることで第1作動流体102を図14において左方向に移動せしめるようになっている。

この場合、第1作動流体102は第2作動流体103に対して流路101の内壁に対する濡れ性が良好ではないから、図14の1-1線に沿った平面にて流路101を切断した断面図である図15に示したように、同第1作動流体102と同流路101の角部の内壁面との間には微小な隙SPが形成される。このため、第2作動流体103は第1作動流体102を移動せしめる際にこの隙SPの中を通過する。

従って、第1作動流体102を所望の距離だけ移動させるために

は、ポンプ室 1 0 4 及びポンプ室 1 0 5 の何れか一つは、同第 1 作動流体 1 0 2 の移動時に排除する第 2 作動流体 1 0 3 の容積と隙 SP を通過する同第 2 作動流体 1 0 3 の容積の合計に相当する量の同第 2 作動流体 1 0 3 を、流路 1 0 1 内に流入させ、同ポンプ室 1 0 4 及び同ポンプ室 1 0 5 のうちの他の一つは、同流入された第 2 作動流体 1 0 3 と同量の第 2 作動流体 1 0 3 を流路 1 0 1 から排除しなければならない。

このため、上記デバイス 1 0 0 においては、第 1 作動流体 1 0 2 を高速で移動させようとする、短時間内に大量の第 2 作動流体 1 0 3 を流入・排除する必要があり、ポンプ室 1 0 4, 1 0 5 の吐出性能によっては第 1 作動流体 1 0 2 を高速で移動できないという問題がある。

また、上記デバイス 1 0 0 は、ポンプ室 1 0 4, 1 0 5 の容積を変化させ、第 2 作動流体 1 0 3 を流路 1 0 1 に流入させ、その結果、第 1 作動流体 1 0 2 を移動させる。このため、ポンプ室 1 0 4, 1 0 5 の駆動力は、第 1 作動流体 1 0 2 に直接的に加わらず、第 2 作動流体 1 0 3 を介して間接的に伝搬される。従って、ポンプ室 1 0 4, 1 0 5 の駆動力により第 1 作動流体 1 0 2 を移動させるまでに時間遅れが生じるので、デバイス 1 0 0 の応答性が良好でないという問題がある。また、ポンプ室 1 0 4, 1 0 5 の駆動力が第 1 作動流体 1 0 2 の移動となって現われるまでにおける力（エネルギー）の損失が大きいので、デバイス 1 0 0 はエネルギー消費量が多いという問題をも有している。

一方、第 1 作動流体 1 0 2 の流路 1 0 1 の内壁に対する濡れ性を第 2 作動流体 1 0 3 の流路 1 0 1 の内壁に対する濡れ性よりも良好にすれば、図 1 5 に示したような隙 SP は発生せず、ポンプ室 1 0 4, 1 0 5 の発生する力が効率よく第 1 作動流体 1 0 2 に加わる。しかしながら、この場合には第 1 作動流体 1 0 2 と流路 1 0 1 の内壁面との間の摩擦抵抗が大きくなるので、ポンプ室 1 0 4, 1 0 5 はより大きな力を発生するように設計されなければならず、デバイス 1 0 0 の大型化、消費エネルギーの増大等の問題が生じる。

本発明は、上記の課題に対処するためになされたものであり、その目的の一つは、作動流体（移動すべき流体）と流路壁面との間の濡れ性に基づく斥力を利用して、同作動流体に対し駆動力を直接的に作用させて同作動流体を移動させることにより、エネルギーの変換ロスが小さく、応答性が良好である作動流体移動デバイスを提供することにある。

発 明 の 開 示

上記目的を達成するため、本発明の作動流体移動デバイスは、第1作動流体と、第2作動流体と、流路を含むとともに同流路内に前記第1作動流体と前記第2作動流体とを収容した収容体と、を備えた作動流体移動デバイスであって、前記収容体は、前記流路の壁の少なくとも一部が変形することにより同流路の断面形状が変化する変形可能部を有し、同変形可能部が第1の状態にあるとき前記第1作動流体が同変形可能部に対応する同流路の内壁面の一部に実質的に接触するとともに前記第2作動流体が同流路の内壁面の残りの部分に実質的に接触するように同第1作動流体及び同第2作動流体を収容し、前記第1作動流体及び前記第2作動流体は、前記流路の内壁面に対する同第1作動流体の濡れ性が、同流路の内壁面に対する同第2作動流体の濡れ性よりも非良好な流体となるようにそれぞれ選択され、前記変形可能部が変形して前記第1の状態から同第1の状態とは異なる第2の状態となるとき、前記第1作動流体が前記流路の内壁面に対する濡れ性に基づく斥力によって移動するように構成される。

これによれば、第1作動流体は流路の変形可能部が例えば初期状態等の第1の状態にあるとき同変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触し、第2作動流体は同流路の他の部分において同流路の内壁面に実質的に接触している。この第1作動流体の流路の内壁面に対する濡れ性は、第2作動流体の同流路の内壁面に対する濡れ性よりも非良好である。従って、前記変形可能部が変形して前記第1の状態から同第1の状態とは異なる第2の状態となるとき、前

記第 1 作動流体は前記流路の内壁面に対する濡れ性に基づいて同内壁面から斥力を受け、流路内を移動する。

同様に、本発明による他の作動流体移動デバイスは、第 1 作動流体と、第 2 作動流体と、少なくとも対向する一対の壁面を有してなり同対向する一対の壁面により形成される流路内に前記第 1 作動流体と前記第 2 作動流体とを収容した収容体と、を備えた作動流体移動デバイスであって、前記収容体は、前記流路の一対の壁面の少なくとも一部が変形することにより同一対の壁の内面間の距離が第 1 距離と同第 1 距離より短い第 2 距離となる変形可能部を有し、同変形可能部における同一対の壁の内面側間の距離が同第 1 の距離にあるとき、前記第 1 作動流体が同変形可能部における同一対の壁の内面に実質的に接触するとともに前記第 2 作動流体が同第 1 作動流体が存在していない部分において同流路の一対の壁の内面に実質的に接触するように同第 1 作動流体及び同第 2 作動流体を収容し、前記第 1 作動流体及び前記第 2 作動流体は、前記流路の一対の壁の内面に対する同第 1 作動流体の濡れ性が、同流路の一対の壁の内面に対する同第 2 作動流体の濡れ性よりも非良好な流体となるようにそれぞれ選択され、前記変形可能部が変形して前記一対の壁の内面間の距離が前記第 1 距離から前記第 2 距離へと変化するとき、前記第 1 作動流体が同一対の壁の内面に対する濡れ性に基づく斥力によって移動するように構成される。

これによれば、流路の変形可能部における一対の壁の内面間の距離が第 1 の距離にあるとき、第 1 作動流体は変形可能部における同一対の壁の内面に実質的に接触するとともに第 2 作動流体は同第 1 作動流体が存在していない部分において同流路の一対の壁の内面に実質的に接触している。この第 1 作動流体の流路の一対の壁の内面に対する濡れ性は、第 2 作動流体の同流路の一対の壁の内面に対する濡れ性よりも非良好である。従って、前記変形可能部が変形して前記一対の壁の内面間の距離が前記第 1 距離から前記第 2 距離へと変化するとき、前記第 1 作動流体は同一対の壁の内面に対する濡れ性に基づく斥力を同一対の壁面から受け、流路内を移動する。

このように、上記何れかの作動流体移動デバイスは、流路の壁面と第1作動流体との間の非良好な濡れ性に起因する斥力を利用して同第1作動流体を移動せしめるので、変形可能部の変形が直ちに同第1作動流体の移動に変換される。従って、変形可能部の変形をアクチュエータにより発生させる場合には、同アクチュエータの消費エネルギーを抑制しながら第1作動流体を移動させることが可能となる。また、アクチュエータの有無に関わらず、変形可能部の変形が第1作動流体の移動へと遅滞なく変化するから、応答性の優れた作動流体移動デバイスが提供される。

また、上記何れかの作動流体移動デバイスにおいて、前記収容体は、一つの前記流路に対して前記変形可能部を複数有するとともに、各変形可能部の変形により同各変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触する前記第1作動流体が前記斥力によって移動するように構成されることが好適である。

これによれば、一つの流路に一つの変形可能部を形成した作動流体移動デバイスを複数個使用した場合と実質的に同じ機能を達成できるとともに、流路本数が少ないので、第1、第2作動流体を流路内に充填するのに要する手間及び労力等を低減することができる。また、第1作動流体の移動速度を決定する要因となる流路内圧力の調整回数を低減することができる。

更に、二つ以上の流路変形部を使用するので、少なくとも一つの流路変形部を変形させずに他の総べての流路変形部を変形させた場合でも、流路内の圧力変化量（圧力減少量及び／又は圧力増加量）を、一つの流路に一つの流路変形部を形成した作動流体移動デバイスにおける同流路変形部の変形に伴う圧力変化量よりも低減することができる。

このような作動流体移動デバイスにおいて、前記第1作動流体は非圧縮性の流体であり、前記第2作動流体は圧縮性の流体であることが好適である。また、前記第1作動流体は液体であり、前記第2作動流体は前記第1作動流体の蒸気であることが好適である。このように各作動流体を選択すれば、変形可能部の変形に伴う流路の容

積変化を第2作動流体の圧縮により吸収することができる。

また、前記第1作動流体は、水銀又はガリウム合金等からなる液体金属であることが好適である。これによれば、例えば、スイッチ端子間の導通・非導通状態を第1作動流体により切り換えることも可能となる。

また、前記何れかの作動流体移動デバイスは、変形可能部の壁面の少なくとも一部を変形させる力を発生するアクチュエータを備えるとともに、同変形される壁面の少なくとも一部はダイヤフラムであることが好適である。更に、前記変形可能部の変形する壁面が互いに対向する一対のダイヤフラムにより構成され、前記一対のダイヤフラムの各々に固定された一対のアクチュエータを備えることも好適である。これらによれば、作動流体移動デバイスは、切換スイッチ、ロッドレスシリンダー、或いは光学ディスプレイ素子等の能動素子として用いることも可能となる。また、後者のように、一対のアクチュエータを備えれば、変形可能部の変形量を容易に大きくすることができる。

更に、前記アクチュエータは、圧電／電歪膜又は反強誘電体膜を含む膜型圧電素子を含んでなることが好適である。また、前記ダイヤフラム、前記変形可能部、又は変形可能部の内壁面は、セラミックスから構成されることが好適である。これらの各々によれば、能動素子として小型で耐久性に優れた作動流体移動デバイスを提供することができる。

また、前記変形可能部の内壁面を前記第1作動流体に対する濡れ性が非良好な材料で被覆すること、或いは、前記変形可能部の内壁面を前記第1作動流体に対する濡れ性が非良好となるように改質することが好適である。これらの各々によれば、上記濡れ性に基づく斥力を発生する作動流体移動デバイスを容易に提供することができ、また、収容体の材質や第1作動流体の選択範囲を広げることができる。

更に、前記収容体の流路は密閉空間として形成され、同収容体は前記変形可能部の変形に伴う同密閉空間の容積変化分を吸収する容

積変化吸収部を備えることが好適である。これによれば、第2作動流体の圧縮性に依らなくても変形可能部の容積変化を容易に吸収できるので、第2作動流体の選択範囲を広げることができる。

また、これらの作動流体移動デバイスの一態様として、前記第1作動流体が、前記変形可能部の変形にともない一つの流体塊から二つ以上の流体塊に分離するように構成されたものを挙げるができる。

また、上記何れか作動流体移動デバイスであって、前記第1作動流体は導電性の流体であり、前記第2作動流体は絶縁性の流体であり、前記変形可能部が変形する前は前記第1作動流体を介して導通状態及び非導通状態のうちの一つの状態となり、同変形可能部が変形した後は同第1作動流体が移動することに伴って導通状態及び非導通状態のうちの他の一つの状態となる少なくとも一对の端子を備えることが好適である。これによれば、極めて優れた応答性を有する切換スイッチを提供することができる。

また、前記一对の端子を備える形式の作動流体移動デバイスが、一つの流路に前記変形可能部及び前記一对の端子からなる端子導通状態切換器を複数形成してなることも好適である。これは、一つの流路を使用して複数のスイッチを備えたスイッチングユニットである。

これによれば、一つの流路に一つの端子導通状態切換器を形成した作動流体移動デバイスを複数個使用した場合と同じスイッチング機能を達成できるとともに、流路本数が少ないので、第1、第2作動流体を流路内に充填するのに要する手間及び労力等を低減することができる。また、一つの端子（電極部）を、同一つの端子を挟むように隣接する二つの端子に対する共通電極として使用することも可能となり、この場合、端子数を低減することができるので、デバイスのコストを低下させることができる。

更に、この場合、二つ以上の流路変形部を使用するので、少なくとも一つの流路変形部を変形させずに他の総べての流路変形部を変形させた場合でも、流路内の圧力変化量（圧力減少量及び／又は圧

力増加量)を、一つの流路に一つの端子導通状態切換器を形成した作動流体移動デバイスにおける流路変形部の変形に伴う圧力変化量よりも低減することができる。

図面の簡単な説明

図1 Aは本発明の第1実施形態に係る作動流体移動デバイスの初期状態における断面図である。

図1 Bは同作動流体移動デバイスの同初期状態における平面図である。

図2 Aは本発明の第1実施形態に係る作動流体移動デバイスの駆動状態における断面図である。

図2 Bは同作動流体移動デバイスの同駆動状態における平面図である。

図3 Aは本発明の第2実施形態に係る作動流体移動デバイスの初期状態における断面図である。

図3 Bは同作動流体移動デバイスの駆動状態における縦断面図である。

図4 Aは本発明の第3実施形態に係る作動流体移動デバイスの初期状態における断面図である。

図4 Bは同作動流体移動デバイスの駆動状態における縦断面図である。

図5 Aは本発明の第4実施形態に係る作動流体移動デバイスの平面図である。

図5 Bは同デバイスが初期状態にあるときに図5 Aに示した4-4線に沿った平面にて同デバイスを切断した断面図である。

図5 Cは同デバイスが駆動状態にあるときに図5 Aに示した4-4線に沿った平面にて同デバイスを切断した断面図である。

図5 Dは同デバイスが初期状態にあるときに図5 Aに示した4 a-4 a線に沿った平面にて同デバイスを切断した断面図である。

図5 Eは同デバイスが駆動状態にあるときに図5 Aに示した4 a-4 a線に沿った平面にて同デバイスを切断した断面図である。

図 6 A は本発明による作動流体移動デバイスの変形例の初期状態における断面を概念的に示した図である。

図 6 B は同作動流体移動デバイスの変形例の駆動状態における断面を概念的に示した図である。

図 7 A は本発明による作動流体移動デバイスの変形例の平面図である。

図 7 B は同作動流体移動デバイスが初期状態にあるときに図 7 A の 5 - 5 線に沿った平面にて同作動流体移動デバイスを切断した断面図である。

図 7 C は同作動流体移動デバイスが駆動状態にあるときに図 7 A の 5 - 5 線に沿った平面にて同作動流体移動デバイスを切断した断面図である。

図 7 D は同作動流体移動デバイスの変形例の機能を示した図である。

図 8 A は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例の初期状態における断面を概念的に示した図である。

図 8 B は図 8 A に示した作動流体移動デバイスの駆動状態における断面を概念的に示した図である。

図 8 C は図 8 A に示した作動流体移動デバイスの機能を示した図である。

図 9 A は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例の初期状態における断面を概念的に示した図である。

図 9 B は図 9 A に示した作動流体移動デバイスの駆動状態における断面を概念的に示した図である。

図 9 C は図 9 A に示した作動流体移動デバイスの機能を示した図である。

図 1 0 は、図 9 A 及び図 9 B に示した作動流体移動デバイスの概念的平面図である。

図 1 1 A は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例の概念的平面図である。

図 1 1 B は図 1 1 A に示した作動流体移動デバイスの機能を示し

た図である。

図 1 2 A は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例の概念的平面図である。

図 1 2 B は図 1 2 A に示した作動流体移動デバイスの機能を示した図である。

図 1 3 は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例を示した概念図である。

図 1 4 は従来の作動流体移動デバイスの概念図である。

図 1 5 は図 1 4 に示した作動流体移動デバイスの流路の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明による作動流体移動デバイスの各実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本発明は、これらの実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々の変更、修正、改良を加え得るものである。また、以下の説明において、各作動流体移動デバイスに共通する構成部分には同一符号を付することとする。

(第 1 実施形態)

図 1 A は、本発明の第 1 実施形態に係る作動流体移動デバイス 10 の初期状態（第 1 の状態）における縦断面図であり、図 1 B は同作動流体移動デバイス 10 の平面図である。図 1 A は図 1 B の 2-2 線に沿った平面にて同デバイス 10 を切断した断面図である。同様に、図 2 A は、作動流体移動デバイス 10 の駆動状態（電圧印加時、第 2 の状態）における縦断面図であり、図 2 B は同作動流体移動デバイス 10 の平面図である。この場合も、図 2 A は図 2 B の 3-3 線に沿った平面にて同デバイス 10 を切断した断面図である。

この作動流体移動デバイス 10 は、オン－オフ型のスイッチとして機能するものであり、互いに直交する X 軸、Y 軸及び Z 軸方向に沿って延びる各辺を有する略直方体形状のセラミックスからなる収容体 11 と、アクチュエータとしての圧電／電歪膜 12 とを備えて

いる。収容体 11 は、その内部に流路 13 を備えている。収容体 11 の Y 軸に沿った辺は最も長く、X 軸及び Z 軸に沿った辺は Y 軸に沿った辺よりも短い。

収容体 11 は、Z 軸正方向に順に積層され、焼成一体化されたセラミックの薄板体（以下、「セラミックシート」と称呼する。）11a～11c により構成されている。セラミックシート 11a は剛性が高く、Z 軸方向に貫通した一对の電極 11d、11d を備えている。電極 11d、11d は、スイッチの接点に相当するものであり、セラミックシート 11a の上面（Z 軸正方向側の面）にて同上面に沿うように形成された電極部（端子）11d1、11d1 と、同セラミックシート 11a の下面にて同下面に沿うように形成された接続部 11d2、11d2 とを備えている。

セラミックシート 11b は、長軸及び短軸がそれぞれ Y 軸及び X 軸方向に沿った長形状の貫通部を備えている。セラミックシート 11c は、セラミックシート 11a、11b よりも薄く（Z 軸方向の長さが短く）、剛性が低いので、変形可能なダイヤフラム（セラミックスダイヤフラム）を構成している。セラミックシート 11b の貫通部は、セラミックシート 11a の上面とセラミックシート 11c の下面とにより閉塞され、流路 13 を構成している。即ち、流路 13 は、セラミックシート 11b の貫通部の側壁面と、セラミックシート 11a の上面と、セラミックシート 11c の下面とにより画定され、長軸が Y 軸に沿うとともに、同長軸に直交する平面で切断した断面が X 軸及び Z 軸に沿う辺を有する長方形からなる中空の空間である。このように、収容体 11 は、セラミックシート 11c が変形可能であることから、変形可能部を備えた流路 13 を有している。

圧電／電歪膜 12 は、セラミックシート 11c の上面に焼成により一体化されていて、同圧電／電歪膜 12 の上面及び下面にそれぞれ形成された上部電極及び下部電極の間に電圧が印加されたとき（電位差が付与されたとき）、セラミックシート 11c の Y 軸方向中央部を変形させる力（駆動力）を発生するようになっている。

流路 1 3 内には、第 1 作動流体 1 4 と第 2 作動流体 1 5 とが収容されている。第 1 作動流体 1 4 は、流路 1 3 の内壁面、より具体的には、流路 1 3 の対向する一对の内壁面（この場合、セラミックシート 1 1 a の上面とセラミックシート 1 1 c の下面）及びセラミックシート 1 1 b の貫通孔の側壁面に対して、第 2 作動流体 1 5 よりも良好でない（悪い）濡れ性を有している。換言すると、第 1 作動流体 1 4 の流路 1 3 の内壁面に対する接触角は、第 2 作動流体 1 5 の流路 1 3 の内壁面に対する接触角よりも大きい。また、第 1 作動流体 1 4 は、導電性を有するとともに非圧縮性を備えている。これに対し、第 2 作動流体 1 5 は、絶縁性を有するとともに、圧縮性である。本例においては、第 1 作動流体 1 4 は液体金属である液状の水銀で、第 2 作動流体 1 5 は水銀の蒸気である。

次に、上記のように構成された作動流体移動デバイス 1 0 の作動について説明する。作動流体移動デバイス 1 0 は、圧電／電歪膜 1 2 の上部電極及び下部電極に駆動のための電圧が印加されていない場合、図 1 A 及び図 1 B に示した初期状態（このような状態を、本明細書では「第 1 の状態」とも称呼する。）を維持する。この場合、第 1 作動流体 1 4 は、図 1 A 及び図 1 B に示したように、その表面積を最小にしようとして一つの流体塊（液胞）となり、流路 1 3 の Y 軸方向中央部近傍において同流路 1 3 の内壁面に実質的に接触する。また、第 2 作動流体 1 5 は、流路 1 3 内であって第 1 作動流体 1 4 が存在していない部分において、同流路 1 3 の内壁面に実質的に接触する。この結果、一对の電極部 1 1 d 1, 1 1 d 1 は、導電性の第 1 作動流体 1 4 により同時に覆われて導通状態となる。なお、初期状態における収容体 1 1 の Y 軸方向中央部でのセラミックシート 1 1 a の上面とセラミックシート 1 1 c の下面の距離を、便宜上、第 1 距離と呼ぶ。

この状態において、圧電／電歪膜 1 2 の上部電極と下部電極との間に電圧を印加すると、圧電／電歪膜 1 2 は横方向に（即ち、X-Y 平面に略平行な面内にて）収縮しようとするため、図 2 A に示したように、セラミックシート 1 1 c の Y 軸方向中央部（圧電／電歪

膜 1 2 が固定された部分）が下方へ屈曲変形する。その結果、流路 1 3 の Y 軸方向中央部近傍の断面形状が変化し、同流路 1 3 の Y 軸方向中央部の断面積（Y 軸方向に直交する平面で流路 1 3 を切断した断面の面積）が小さくなる。この場合、収容体 1 1 の Y 軸方向中央部におけるセラミックシート 1 1 a の上面とセラミックシート 1 1 c の下面の距離を、便宜上、第 2 距離と呼ぶ。また、このように、流路 1 3 の断面形状が変化せしめられた状態を、本明細書では「第 2 の状態」とも称呼する。

このとき、第 1 作動流体 1 4 は、流路 1 3 の壁面に対する濡れ性が第 2 作動流体 1 5 よりも良好でないから、同壁面から斥力を受け、表面積を最小にしようとして断面積が大きな流路 1 3 の Y 軸方向両端部に分断（分離）されて移動し、同両端部にてそれぞれ一つの流体塊となる。その際、第 2 作動流体 1 5 は、流路 1 3 の Y 軸両端部にて圧縮されるとともに、第 1 作動流体と流路 1 3 の内壁面（特に、内壁面角部）との間に形成される隙（図 1 5 の隙 SP と同様の隙）を介して流路 1 3 の Y 軸方向中央部に流れ込み、同中央部においても圧縮され、流路 1 3 の容積変化を吸収する。この結果、一对の電極部 1 1 d 1, 1 1 d 1 は第 1 作動流体 1 4 により覆われなくなり、絶縁性の第 2 作動流体 1 5 により覆われて非導通状態となる。

その後、圧電／電歪膜 1 2 の上部電極及び下部電極に対する電圧の印加を停止すると、セラミックシート 1 1 c 及び圧電／電歪膜 1 2 は復元し、作動流体移動デバイス 1 0 は図 1 A 及び図 1 B に示した初期状態に復帰する。これにより、第 1 作動流体 1 4 は、流路 1 3 の Y 軸方向中央部に向けて移動し、同部において一つの流体塊になる。この結果、一对の電極部 1 1 d 1, 1 1 d 1 は、導電性の第 1 作動流体 1 4 により再び覆われて導通状態となる。以上が、本実施形態の作動である。

この第 1 実施形態に係る作動流体移動デバイス 1 0 は、以下の効果を達成することができる。

（１）圧電／電歪膜 1 2 の発生する力がセラミックシート 1 1 c を介して第 1 作動流体 1 4 に直接的に作用して、第 1 作動流体 1 4 が

移動せしめられるので、圧電／電歪膜 1 2 に付与される電気エネルギーが効率良く第 1 作動流体 1 4 の移動に使用される。換言すると、第 1 作動流体 1 4 の移動に係るエネルギーの変換ロスが小さいので、低消費電力の作動流体移動デバイスが提供される。

(2) セラミックシート 1 1 c の変形（流路 1 3 の壁面の変形）が直接的に第 1 作動流体 1 4 に作用して同作動流体 1 4 が移動せしめられるので、セラミックシート 1 1 c の変形（圧電／電歪膜 1 2 の力の発生）から同作動流体 1 4 が移動するまでの時間遅れが極めて短く、応答性に優れた作動流体移動デバイス（スイッチ）が提供される。

(3) 第 1 作動流体 1 4 を移動させる斥力は、セラミックシート 1 1 c の変形と同時に遅滞なく発生するから、圧電／電歪膜 1 2 により発生される力は、直ちに、且つ、無駄なく第 1 作動流体 1 4 に伝達され、同第 1 作動流体 1 4 を移動させる。

(4) 作動流体移動デバイス 1 0 は、第 1 作動流体 1 4 の表面張力、即ち、第 1 作動流体 1 4 の表面積を最小にしようとする性質を利用しているから、第 1 作動流体 1 4 は一旦分離した後に流路 1 3 の変形が消滅して同流路 1 3 の形状が復元したとき、再び、確実に一体化して一つの流体塊となる。このとき、圧電／電歪膜 1 2 に印加していた電圧を消滅させるだけでよく、従来技術のように、初期状態への復帰時にエネルギーを消費しないので、低電力消費の作動流体移動デバイスが提供される。なお、圧電／電歪膜 1 2 に印加していた電圧の正負方向を逆転させた電圧を同圧電／電歪膜 1 2 に印加することにより、駆動状態から初期状態へと一層早く戻すことも可能となる。

(5) このように、作動流体移動デバイス 1 0 は、第 1 作動流体 1 4 が流路 1 3 の壁面から受ける斥力を利用して同第 1 作動流体 1 4 を分断する。また、分断された第 1 作動流体 1 4 は、それぞれ表面張力により一つの流体塊となるので、安定的な動作が可能となる。

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態に係る作動流体移動デバイス 2 0 に

ついて図 3 A 及び図 3 B を参照しながら説明する。なお、図 3 A は作動流体移動デバイス 20 の初期状態（第 1 の状態）における縦断面図であり、図 3 B は作動流体移動デバイス 20 の駆動状態（電圧印加時、第 2 の状態）における縦断面図である。作動流体移動デバイス 20 の平面図は、初期状態にあるときは図 1 B と同様であり、駆動状態にあるときは図 2 B と同様であるので省略する。また、電極 11 d, 11 d は、図示が省略されている。

この作動流体移動デバイス 20 は、上述した作動流体移動デバイス 10 の流路 13 の一部（下壁面）を構成するセラミックシート 11 a を同デバイス 10 の圧電／電歪膜 12 を備えたセラミックシート 11 c と同様な変形可能なものに置換した点のみにおいて同デバイス 10 と相違している。

即ち、作動流体移動デバイス 20 は、圧電／電歪膜 12 が焼成により一体化された一対のセラミックシート 11 c, 11 c と、この一対のセラミックシート 11 c, 11 c に挟まれて同一対のセラミックシート 11 c, 11 c と一体化されたセラミックシート 11 b とからなる収容体 21 を備えていて、セラミックシート 11 b の貫通孔の側壁面と一対のセラミックシート 11 c, 11 c の圧電／電歪膜 12 が形成されていない各壁面とにより、流路 22 が形成されている。流路 22 内には、上記第 1 作動流体 14 と上記第 2 作動流体 15 とが収容されている。

このように構成された作動流体移動デバイス 20 は、作動流体移動デバイス 10 と同様に作動する。即ち、作動流体移動デバイス 20 は、圧電／電歪膜 12 の上部電極及び下部電極に駆動のための電圧が印加されていない場合、図 3 A に示した初期状態を維持し、第 1 作動流体 14 はその表面積を最小にしようとして流路 22 の Y 軸方向中央部にて一つの流体塊となる。このとき、第 1 作動流体 14 は流路 22 の Y 軸方向中央部近傍において同流路 22 の内壁面に実質的に接触する。また、第 2 作動流体 15 は、流路 22 内であって第 1 作動流体 14 が存在していない部分において、同流路 22 の内壁面に実質的に接触する。この場合、初期状態における収容体 21

の Y 軸方向中央部での一对のセラミックシート 11c, 11c の内壁面間の距離を、便宜上、第 1 距離と呼ぶ。

この状態において、一对の圧電／電歪膜 12, 12 の上部電極と下部電極との間に電圧を印加すると、各圧電／電歪膜 12 は横方向に（即ち、X-Y 平面に略平行な面内にて）収縮しようとするため、図 3B に示したように、セラミックシート 11c, 11c の各中央部（圧電／電歪膜 12 が固定された部分）が互いに接近するように屈曲変形する。その結果、流路 22 の断面形状が変化し、同流路 22 の Y 軸方向中央部の断面積が小さくなる。この場合、一对のセラミックシート 11c, 11c の内壁面間の距離を、便宜上、第 2 距離と呼ぶ。

このとき、第 1 作動流体 14 は、流路 22 の壁面に対する濡れ性が第 2 作動流体 15 よりも良好でないから、同壁面から斥力を受け、表面積を最小にしようとして断面積が大きな流路 22 の Y 軸方向両端部に分断されて移動し、同両端部にてそれぞれ一つの流体塊となる。その際、第 2 作動流体 15 は、流路 22 の Y 軸両端部にて圧縮されるとともに、第 1 作動流体 14 と流路 22 の内壁面（特に、内壁面角部）との間に形成される隙を介して流路 22 の略中央部に流れ込み、同中央部においても圧縮され、流路 22 の容積変化を吸収する。

その後、一对の圧電／電歪膜 12 の上部電極及び下部電極に対する電圧の印加を停止すると、セラミックシート 11c 及び圧電／電歪膜 12 は復元し、作動流体移動デバイス 20 は図 3A に示した初期状態に復帰する。これにより、第 1 作動流体 14 は、流路 22 の Y 軸方向中央部に向けて移動し、同部において一つの流体塊になる。以上が、本実施形態の作動である。

この第 2 実施形態に係る作動流体移動デバイス 20 は、上記作動流体移動デバイス 10 が奏する（1）乃至（5）の効果を同様に奏する。また、圧電／電歪膜 12 を備えた一对のセラミックシート 11c, 11c により、流路 22 の変形量を大きくすることができる（第 1 距離と第 2 距離との差を大きくすることができるので）、第

1 作動流体 1 4 を確実に分断することができるという効果を奏する。

（第 3 実施形態）

次に、本発明の第 3 実施形態に係る作動流体移動デバイス 3 0 について図 4 A 及び図 4 B を参照しながら説明する。なお、図 4 A は作動流体移動デバイス 3 0 の初期状態（第 1 の状態）における縦断面図であり、図 4 B は作動流体移動デバイス 3 0 の駆動状態（電圧印加時、第 2 の状態）における縦断面図である。作動流体移動デバイス 3 0 の平面図は、初期状態にあるときは図 1 B と同様であり、駆動状態にあるときは第 1 作動流体 1 4 が三つに分離する点を除き図 2 B と同様であるので省略する。また、電極 1 1 d, 1 1 d は、図示が省略されている。

この作動流体移動デバイス 3 0 は、上述した作動流体移動デバイス 1 0 の流路 1 3 が、その下壁面であって Y 軸方向中央部に凹部（溝部、又は切欠き部）を備えている点で同デバイス 1 0 と構成上相違している。より具体的に述べると、作動流体移動デバイス 3 0 は、作動流体移動デバイス 1 0 のセラミックシート 1 1 a を Y 軸方向中央部近傍に凹部 3 1 a 1 を備えるセラミックシート 3 1 a に置換することで構成された収容体 3 1 を備え、この収容体 3 1 が流路 3 2 を備えている点のみにおいて同デバイス 1 0 と異なっている。

このように構成された作動流体移動デバイス 3 0 は、圧電／電歪膜 1 2 の上部電極及び下部電極に駆動のための電圧が印加されていない場合、図 4 A に示した初期状態を維持し、第 1 作動流体 1 4 はその表面積を最小にしようとして流路 3 2 の Y 軸方向中央部にて一つの流体塊となる。この流体塊は、溝部 3 1 a 1 の全域に存在している。この場合、初期状態における収容体 3 1 の Y 軸方向中央部でのセラミックシート 3 1 a の溝部 3 1 a 1 上面とセラミックシート 1 1 c の下面の距離を、便宜上、第 1 距離と呼ぶ。

この状態において、圧電／電歪膜 1 2 の上部電極と下部電極との間に電圧を印加すると、圧電／電歪膜 1 2 は横方向に収縮しようとするため、図 4 B に示したように、セラミックシート 1 1 c の Y 軸

方向中央部が下方へ屈曲変形する。その結果、流路 3 2 の Y 軸方向中央部の断面積が小さくなる。この場合、収容体 3 1 の Y 軸方向中央部での溝部 3 1 a 1 上面とセラミックシート 1 1 c の下面の距離を、便宜上、第 2 距離と呼ぶ。

このとき、第 1 作動流体 1 4 は、流路 3 2 の壁面に対する濡れ性が第 2 作動流体 1 5 よりも良好でないから、同壁面から斥力を受け、表面積を最小にしようとして一部が断面積の大きな流路 3 2 の Y 軸方向両端部に分断されて移動し、流路 3 2 の両端部と中央部にてそれぞれ一つの流体塊となる。つまり、第 1 作動流体 1 4 は、3 つの流体塊に分離する。その際、第 2 作動流体 1 5 は、流路 3 2 の Y 軸両端部にて圧縮されるとともに、第 1 作動流体 1 4 と流路 3 2 の内壁面（特に、内壁面角部）との間に形成される隙を介して流路 3 2 の中央部側に流れ込み、第 1 作動流体 1 4 の流路 3 2 における中央部の流体塊と同流路 3 2 の両端部の流体塊との間においても圧縮され、流路 3 2 の容積変化を吸収する。

その後、圧電／電歪膜 1 2 の上部電極及び下部電極に対する電圧の印加を停止すると、セラミックシート 1 1 c 及び圧電／電歪膜 1 2 は復元し、作動流体移動デバイス 3 0 は図 4 A に示した初期状態に復帰する。これにより、流路 3 2 の両端部に分離していた第 1 作動流体 1 4 は、流路 3 2 の Y 軸方向中央部に向けて移動し、同部において一つの流体塊になる。以上が、本実施形態の作動である。

この第 3 実施形態に係る作動流体移動デバイス 3 0 は、上記作動流体移動デバイス 1 0 が奏する（1）乃至（5）までの効果を同様に奏する。また、溝部 3 1 a 1 が形成されているから、初期状態において第 1 作動流体 1 4 が流路 3 2 の略中央部付近に確実に存在して一つの流体塊を形成するので、第 1 作動流体 1 4 の動きがより一層安定するという効果を奏する。

（第 4 実施形態）

次に、本発明の第 4 実施形態に係る作動流体移動デバイス 4 0 について図 5 A 乃至図 5 E を参照しながら説明する。なお、図 5 A は作動流体移動デバイス 4 0 の平面図である。図 5 B 及び図 5 C は作

動流体移動デバイス 40 が初期状態（第 1 の状態）にあるとき及び駆動状態（電圧印加時、第 2 の状態）にあるときに図 5 A に示した 4-4 線に沿った平面にて同作動流体移動デバイス 40 をそれぞれ切断した断面図である。図 5 D 及び図 5 E は作動流体移動デバイス 40 が初期状態（第 1 の状態）にあるとき及び駆動状態（電圧印加時、第 2 の状態）にあるときに図 5 A に示した 4a-4a 線に沿った平面にて同作動流体移動デバイス 40 をそれぞれ切断した断面図である。

この作動流体移動デバイス 40 は、互いに直交する X 軸、Y 軸及び Z 軸方向に沿って延びる各辺を有する略直方体形状のセラミックスからなる収容体 41 と、アクチュエータとしての圧電／電歪膜 42 とを備えている。収容体 41 は、その内部に流路 43 を備え、流路 43 は上記各実施形態と同様に液状の水銀である第 1 作動流体 14 と、水銀の蒸気である第 2 作動流体 15 とを収容している。収容体 41 の各軸に沿った辺の長さは、Y 軸に沿った辺が最も長く、次に X 軸に沿った辺が長く、Z 軸に沿った辺が最も短い。

収容体 41 は、Z 軸正方向に順に積層され、焼成一体化されたセラミックシート 41a～41c により構成されている。セラミックシート 41a は剛性が高く、その上面であって流路 43 の Y 軸方向中央部から所定距離だけ離れた位置（平面視で薄板部 41c1 の両外側位置）に、第 1 作動流体 14 との濡れ性が良好な材料（例えば、白金、金等）からなる一対の作動流体位置保持用の薄膜部 41a1, 41a1 を備えている。

セラミックシート 41b は、実際にはセラミックシート 41b1 と、セラミックシート 41b1 の上に積層されたセラミックシート 41b2 とからなっている。セラミックシート 41b は、長軸及び短軸がそれぞれ Y 軸及び X 軸方向に沿った長方形の貫通部を平面視で中央部分に備えている。セラミックシート 41c は、平面視において中央部に長円形の薄板部 41c1 を備えるとともに、同薄板部 41c1 の周囲に厚板部 41c2 を備えている。薄板部 41c1 は、剛性が低いので、変形可能なダイヤフラム（セラミックスダイ

ヤフラム）を構成している。

セラミックシート 4 1 b 1 は、図 5 D 及び図 5 E に示したように、X 軸方向中央部にのみ、前記長方形形状の貫通部を有している。セラミックシート 4 1 b 2 は、X 軸方向中央部に前記長方形形状の貫通部を有している。セラミックシート 4 1 b 1 の前記長方形形状貫通部と、セラミックシート 4 1 b 2 の前記長方形形状の貫通部とは平面視で一致し、セラミックシート 4 1 b の貫通部を形成している。更に、セラミックシート 4 1 b 2 は、前記薄板部 4 1 c 1 と対応するように長円形の貫通部を備えている。

セラミックシート 4 1 b の貫通部は、セラミックシート 4 1 a の上面及びセラミックシート 4 1 c の下面とともに、流路 4 3 を構成している。セラミックシート 4 1 b 2 の前記長円形の貫通部は、セラミックシート 4 1 b 1 の上面及びセラミックシート 4 1 c の下面とともに、圧電／電歪膜 4 2 及び薄板部 4 1 c 1 が変形するためのクリアランスを形成している。このクリアランスは狭いので、第 1 作動流体 1 4 は同クリアランスに浸入しない。流路 4 3 は、セラミックシート 4 1 c の薄板部 4 1 c 1 が変形可能であることから、変形可能部を備えている。圧電／電歪膜 4 2 は、平面視でセラミックシート 4 1 c の薄板部 4 1 c 1 よりも僅かに小さい長円形状を有していて、同薄板部 4 1 c 1 の上面に焼成により一体化され、同圧電／電歪膜 4 2 の上面及び下面にそれぞれ形成された上部電極及び下部電極の間に電圧が印加されたとき、薄板部 4 1 c 1 の流路 4 3 上面を形成する部分を下方に変形させる力を発生するようになっている。

このように構成された作動流体移動デバイス 4 0 は、作動流体移動デバイス 1 0 と同様に作動する。また、作動流体移動デバイス 4 0 は、作動流体位置保持用の薄膜部 4 1 a 1, 4 1 a 1 を備えているから、その初期状態において、第 1 作動流体 1 4 が流路 4 3 の Y 軸方向中央部に確実に存在して一つの流体塊を形成する。駆動状態においては、圧電／電歪膜 4 2 が下方に変形する。このとき、薄板部 4 1 c 1 の下面がセラミックシート 4 1 b 1 の上面に X 軸方向略

中央部において当接する。この結果、流路 4 3 の断面積が小さくなり、第 1 作動流体 1 4 は流路 4 3 の壁面から斥力を受ける。従って、第 1 作動流体 1 4 は Y 軸方向両端部に分断（分離）されて移動し、同両端部にてそれぞれ一つの流体塊となる。このように、作動流体移動デバイス 4 0 は、作動流体移動デバイス 1 0 が奏する（1）乃至（5）の効果に加え、第 1 作動流体 1 4 の動きがより一層安定するという効果を奏する。

以上、説明したように、本発明の各実施形態によれば、応答性に優れ、且つ、エネルギー消費量の少ない作動流体移動デバイスが提供される。なお、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において以下に述べるような種々の変形例を採用することができる。

（変形例 1）

第 1 作動流体 1 4 は、水銀の他にガリウム合金等からなる液体金属、水、油等の液体、或いは不活性ガス等の気体であってもよい。第 2 作動流体 1 5 は、前記第 1 作動流体 1 4 とは化合・反応せず、且つ同第 1 作動流体 1 4 内に容易に溶解することのない流体であればよく、例えば、磁性材料、ガリウム合金の如き液体金属、水、油、不活性ガス等とすることができる。

なお、第 2 作動流体 1 5 を不活性ガスとした場合であっても、ガリウム合金等のように酸素や水と容易に反応して酸化膜を形成する流体があるので、そのような流体を第 1 作動流体 1 4 として用いる場合には、上記流路内の酸素や水を完全に排除した状態で第 1 作動流体 1 4 を封入することが好適である。このようにすることにより、各作動流体の移動度（移動のし易さ）を長期間に渡り良好に維持することができる。また、液体金属等は上記流路内にディスペンサー等を用いて容易に注入することができる。

更に、上記流路と外部とを連通する流路内圧力の調整用孔及び同流路と外部とを連通する作動流体注入用の所定の直径（又は所定の断面形状）の孔を上記収容体に設けておき、同流路内の圧力と同作動流体注入用の孔を介して注入する作動流体に加える加圧力との差

圧により、同作動流体を同流路に注入してもよい。これによれば、前記差圧及び／又は作動流体注入用の孔の直径（又は断面形状）を調整することで、前記注入する作動流体の量を精度良く調整することができる。

（変形例 2）

上記各実施形態の圧電／電歪膜 12, 42 は、電極に挟まれた圧電／電歪膜が複数だけ積層された積層型圧電／電歪素子であってもよい。また、圧電／電歪膜の変形により、流路 13, 22, 32, 43 の変形可能部（ダイヤフラム）を押圧して変形させてもよい。この場合、圧電／電歪膜と変形可能部とは焼成により一体化されている必要はない。また、変形可能部を変形させるアクチュエータとしては、圧電／電歪膜 12, 42 に代えて、反強誘電体膜からなる膜型圧電素子を使用することもできる。さらに、マイクロマシン研究で盛んに研究されている、ギャップを介して対向する電極間に生じる静電力や、通電加熱により形状記憶合金に生じる変形力を、圧電膜の変形力に代えて使用し、これらの力により変形可能部を変形させてもよい。

（変形例 3）

変形可能部の内壁面を含む流路 13, 22, 32, 43 の内壁面を、第 1 作動流体 14 との濡れ性が非良好な材料で被覆してもよい。また、変形可能部の内壁面を含む流路 13, 22, 32, 43 の内壁面を、第 1 作動流体 14 との濡れ性が非良好となるように改質してもよい。更に、第 1 作動流体 14 の前記変形可能部を含む流路 13, 22, 32, 43 の内壁面に対する濡れ性が非良好となるように、同第 1 作動流体 14 に濡れ性改質剤を添加して同第 1 作動流体 14 を改質してもよい。この場合、第 1 作動流体 14 の濡れ性改質剤としては、適当な合金（単体、又は複数の合金の組成を調整したもの）を用いることができる。

（変形例 4）

上記各実施形態においては、一つのデバイスに変形可能部が一つだけ設けられていたが、一つのデバイスに複数の変形可能部が設け

られていてもよい。この場合、変形可能部は、直線状やマトリクス状に配置・形成されていてもよく、任意の箇所に点在するように配置・形成されていてもよい。

(変形例 5)

上記各実施形態においては、第 2 作動流体 1 5 は圧縮性を有するものとされていたが、非圧縮性であってもよい。この場合、流路 1 3, 2 2, 3 2, 4 3 の圧電／電歪膜 1 2, 4 2 による容積変化分を吸収するため、同流路 1 3, 2 2, 3 2, 4 3 の Y 軸方向両端部又は Y 軸方向の一端部にダイヤフラム等からなる変形可能な容積変化吸収部を備えさせることが好適である。

(変形例 6)

上記各実施形態のデバイスは、オン－オフ型のスイッチとして構成されていたが、リレーに適用できる他、圧電／電歪膜 1 2, 4 2 を除去し、検出対象物により変形可能部を押圧するように構成することで、位置検出センサとして使用することもできる。

(変形例 7)

また、例えば、本発明による作動流体移動デバイスは、所謂ロッドレスシリンダーを、マイクロマシン化するためのデバイスとしても用いることができる。ロッドレスシリンダーは、例えば米国特許 3, 7 7 9, 4 0 1 に開示されるように、シリンダー稼動部が完全に密封されていて、密封された空間中で動く稼動部（本願でいう第 1 作動流体 1 4）と磁力により結ばれた作動部が密封空間の外部で往復運動を行い、同可動部の動きを当該ロッドレスシリンダーの系外に及ぼすことができるものである。従って、本発明の第 1 作動流体 1 4 を磁性体で形成し、外部に第 1 作動流体 1 4 と磁力により結ばれた作動部を形成すれば、本発明による作動流体移動デバイスを適用したマイクロ・ロッドレスシリンダーを得ることができる。

(変形例 8)

作動流体移動デバイスは、図 6 A 及び図 6 B に、それぞれ初期状態及び駆動状態にある作動流体移動デバイスの断面を概念的に示したように、初期状態（第 1 の状態）にあるときに、流路の Y 軸負方

向側の断面積がY軸正方向側の断面積よりも大きくなるとともに、駆動状態（第2の状態）となったときにY軸負方向側の断面積がY軸正方向側の断面積より小さくなるように構成することが好適である。これによれば、第1作動流体を、第1及び第2の状態それぞれにおいて、狙い通りの位置に確実に留まらせることが可能となる。

（変形例9）

また、本発明による作動流体移動デバイスは、例えば流路13, 22, 32, 43を形成する壁面の一部ないし全体に透光性を有する材質を選択し、第1作動流体14を気泡、有色液体や蛍光液体の液胞、又は光反射可能な微小金属体などで構成すれば、光学ディスプレイ素子を得ることもできる。更に、外部から磁氣的、光学的、又は電気的手段等により第1作動流体14の位置を検知することにより、本発明による作動流体移動デバイスをメモリー素子として使用することもできる。また、第1作動流体14に振動運動を行わせつつ、その運動にコリオリ力等の外力が及ぼす影響を電気的あるいは光学的等の手段によりセンシングすることで、ジャイロ等のセンサを形成することもできる。

（変形例10）

上記各実施形態においては、複数枚のセラミックグリーンシートを焼成・一体化することで上記収容体を形成していた。これに対し、焼成後のセラミックス又はガラスシート等を、レーザー加工、サンドブラスト、エッチング、及びフォトリソグラフィ等の手法を用いて加工し、その加工したシートを接着（接合）することで上記収容体を製造することもできる。この接着には、熱硬化性樹脂、又は紫外線（UV）硬化性樹脂等を接着剤として用いることができる。また、これらの接着剤をスピコーター等を用いて接着面に均一な膜となるように塗布すれば、より一層機密性の高い接着を行うことができる。

（変形例11）

変形例11は、概念図である図7Dに示したように、一つの極（Pole）と他の一つの極（Throw）とを備えたSPST（Single Pole

Single Throw、単極単投）スイッチを構成した作動流体移動デバイス 50 である。図 7 A は係る作動流体移動デバイス 50 の平面図である。図 7 B は、作動流体移動デバイス 50 が初期状態（第 1 の状態）にあるときに図 7 A の 5-5 線に沿った平面にて同作動流体移動デバイス 50 を切断した断面図である。図 7 C は作動流体移動デバイス 50 が駆動状態（電圧印加時、第 2 の状態）にあるときに図 7 A の 5-5 線に沿った平面にて同作動流体移動デバイス 50 を切断した断面図である。

作動流体移動デバイス 50 は、図 5 に示した作動流体移動デバイス 40 のセラミックシート 41 a をセラミックシート 51 a に置換することで構成された流路 52 を含む収容体 51 を備える点のみににおいて同デバイス 40 と異なっている。

セラミックシート 51 a は剛性が高く、Z 軸方向に貫通した電極 53 と電極 54 とを備えている。電極 53, 54 は第 1 作動流体 14 との濡れ性が良好な導電性材料（例えば、白金、金等）からなり、上述した薄膜部 41 a 1, 41 a 1 と同様に第 1 作動流体 14 の位置を保持する機能を備えている。電極 53 は S P S T スwitch の極（Pole）を構成し、電極 54 は S P S T スwitch の投（Throw）を構成するものである。

電極 53, 54 は、セラミックシート 51 a の上面（Z 軸正方向側の面）にて同上面に沿うように形成された電極部（端子）53 a, 54 a をそれぞれ備えている。電極部 53 a, 54 a は、流路 52 の Y 軸方向中央部から所定距離だけ離れた位置（平面視で薄板部 41 c 1 の両外側位置）に配設されている。また、電極 53, 54 は、セラミックシート 51 a の下面にて同下面に沿うように形成された接続部 53 b, 54 b をそれぞれ備えている。

このように構成された作動流体移動デバイス 50 は、作動流体移動デバイス 10 と実質的に同様に作動する。即ち、作動流体移動デバイス 50 は、圧電／電歪膜 42 の上部電極及び下部電極に駆動のための電圧が印加されていない場合、図 7 B に示した初期状態を維持する。この場合、第 1 作動流体 14 は、流路 52 の中央部にて一

つの流体塊となる。この結果、電極部 5 3 a 及び電極部 5 4 a は一つの流体塊となっている導電性の第 1 作動流体 1 4 により同時に覆われるので、電極 5 3 と電極 5 4 とは導通状態となる。

この状態において、圧電／電歪膜 4 2 の上部電極と下部電極との間に電圧を印加すると、図 7 C に示したように、セラミックシート 4 1 c の Y 軸方向中央部（薄板部 4 1 c 1）が下方へ屈曲変形する。その結果、流路 5 2 の Y 軸方向中央部の断面積（Y 軸方向に直交する平面で流路 5 2 を切断した断面の面積）が小さくなる。

従って、第 1 作動流体 1 4 は、流路 5 2 の壁面から斥力を受け、表面積を最小にしようとして断面積が大きな流路 5 2 の Y 軸方向両端部に分断（分離）されて移動し、同両端部にてそれぞれ一つの流体塊となる。この結果、電極部 5 3 a 及び電極部 5 4 a は、二つに分断した第 1 作動流体 1 4 の流体塊それぞれにより覆われる。しかしながら、二つに分断した第 1 作動流体 1 4 の流体塊の間には絶縁性の第 2 作動流体 1 5 が存在することになるので、電極 5 3 と電極 5 4 とは非導通状態となる。

その後、圧電／電歪膜 4 2 の上部電極及び下部電極に対する電圧の印加を停止すると、セラミックシート 4 1 c 及び圧電／電歪膜 4 2 は復元し、作動流体移動デバイス 5 0 は図 7 B に示した初期状態に復帰する。これにより、二つに分断した第 1 作動流体 1 4 の各流体塊は（流路 5 2 の Y 軸方向両端部において圧縮された第 2 作動流体 1 5 からの力も受け）流路 5 2 の Y 軸方向中央部に向けて移動し、同部において一つの流体塊になる。この結果、電極 5 3 と電極 5 4 は再び導通状態となる。以上が、本変形例の作動である。

この変形例のように、流路変形部（流路 5 2 に露呈した薄板部 4 1 c 1 及び圧電／電歪膜 4 2（更には、第 1 作動流体 1 4））は S P S T スイッチの導通状態の切換器（端子導通状態の切換器）を構成する。また、作動流体移動デバイス 5 0 は、作動流体移動デバイス 4 0 と同様に、電極部 5 3 a, 5 4 a が第 1 作動流体位置保持用の薄膜部としても機能するから、その初期状態において、第 1 作動流体 1 4 が流路 5 2 の Y 軸方向中央部に確実に存在して一つの流体

塊を形成する。この結果、作動流体移動デバイス 50 は、作動流体移動デバイス 10 が奏する (1) 乃至 (5) の効果に加え、第 1 作動流体 14 の動きがより一層安定するので、高速スイッチングが可能で且つ切換動作が安定した S P S T スイッチとなる。また、この例では、電極部 53 a, 54 a が、常に第 1 作動流体 14 に覆われた状態に維持される。従って、電極部 53 a, 54 a が劣化し難いという利点も得られる。

(変形例 12)

変形例 12 は、概念図である図 8 C に示したように、一つの共通端子 (COM) と、一つの常閉 (ノーマリークローズ、NC) 端子と、一つの常開 (ノーマリーオープン、NO) 端子とを備えた S P D T (Single Pole Double Throw、単極双投) スイッチを構成した作動流体移動デバイス 60 である。図 8 A は係る作動流体移動デバイス 60 が初期状態にあるときの縦断面図である。図 8 B は作動流体移動デバイス 60 が作動状態 (切換状態) にあるときの縦断面図である。

この作動流体移動デバイス 60 は、図 7 に示した作動流体移動デバイス 50 の二つを Y 軸方向に隣接させ、それらの収容体を一体化したものと実質的に同じ構成を有している。より具体的に述べると、作動流体移動デバイス 60 の収容体 61 は、Y 軸に沿って二つの流路 62, 63 を備えている。ここでは、便宜上、図 8 A 及び図 8 B の左側に示された流路を左側流路 (第 1 流路) 62 と呼び、図 8 A 及び図 8 B の右側に示された流路を右側流路 (第 2 流路) 63 と呼ぶ。流路 62, 63 のそれぞれには、第 1 作動流体 14 と第 2 作動流体 15 とが収容されている。

左側流路 62 の中央部上方には圧電/電歪膜 64 が備えられ、その圧電/電歪膜 64 は左側流路 62 の変形可能部を構成することになる薄板部 65 の上面に固着されている。圧電/電歪膜 64 及び薄板部 65 は、作動流体移動デバイス 50 の圧電/電歪膜 42 及び薄板部 41 c 1 と同一の構成を備えている。同様に、右側流路 63 の中央部上方には圧電/電歪膜 66 が備えられ、その圧電/電歪膜 6

6は右側流路63の変形可能部を構成することになる薄板部67の上面に固着されている。圧電／電歪膜66及び薄板部67も、作動流体移動デバイス50の圧電／電歪膜42及び薄板部41c1と同一の構成を備えている。

収容体61は、合計で4個の電極62a, 62b, 63a, 63bを備えている。一对の電極62a, 62bは、左側流路62の下面に沿うように配置された電極部62a1, 62b1をそれぞれ備えている。また、一对の電極62a, 62bは、収容体61の下面に沿うように形成された接続部62a2, 62b2をそれぞれ備えている。一对の電極62a, 62bの流路62に対する位置関係は、作動流体移動デバイス50の一对の電極53, 54の流路52に対する位置関係と同様である。

一对の電極63a, 63bは、右側流路63の下面に沿うように配置された電極部63a1, 63b1をそれぞれ備えている。また、一对の電極63a, 63bは、収容体61の下面に沿うように形成された接続部63a2, 63b2をそれぞれ備えている。一对の電極63a, 63bの流路63に対する位置関係は、作動流体移動デバイス50の一对の電極53, 54の流路52に対する位置関係と同様である。

左側通路62の右側にある電極62bの接続部62b2は、右側通路63の左側にある電極63aの接続部63a2と収容体61の外部にて電氣的に接続されている。この接続点がSPDTスイッチの共通端子COMを構成している。

次に、作動流体移動デバイス60の作動について説明する。図8Aに示したように、作動流体移動デバイス60が初期状態にあるとき、左側流路62の圧電膜64の上部電極及び下部電極の間には電圧を印加しない（第1の状態とする。）。従って、左側流路62内の第1作動流体14は、左側流路62の中央部にて一つの流体塊となり、この一つの流体塊は電極部62a1及び電極部62b1を同時に覆う。その結果、電極62aと電極62bとは導通状態となる。

。

一方、作動流体移動デバイス 60 が初期状態にあるとき、右側流路 63 の圧電／電歪膜 66 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しておく（第 2 状態とする。）。従って、圧電／電歪膜 66 の作動により薄板部 67 が下方に屈曲変形し、右側流路 63 の Y 軸方向中央部の断面積が小さくなる。この結果、右側流路 63 の第 1 作動流体 14 は右側流路 63 の壁面から斥力を受け、二つの分離した流体塊となる。

かかる状態においては、右側流路 63 内の左側の第 1 作動流体 14 の流体塊は左側の電極部 63a1 を覆う。右側流路 63 内の右側の第 1 作動流体 14 の流体塊は右側の電極部 63b1 を覆う。しかしながら、この二つに分離した第 1 作動流体 14 の流体塊の間には絶縁性の第 2 作動流体 15 が存在することになるので、電極 63a と電極 63b とは非導通状態となる。

次に、左側流路 62 の圧電／電歪膜 64 の上部電極と下部電極との間に電圧を印加する（第 2 の状態とする）とともに、右側流路 63 の圧電／電歪膜 66 の上部電極と下部電極に対する電圧の印加を停止する（第 1 の状態とする。）。この状態を、便宜上、切換状態と呼ぶ。この切換状態では、図 8B に示したように、圧電／電歪膜 64 の作動により薄板部 65 が下方に屈曲変形し、左側流路 62 の Y 軸方向中央部の断面積が小さくなる。この結果、左側流路 62 の第 1 作動流体 14 は左側流路 62 の壁面から斥力を受け、二つの分離した流体塊となる。

かかる状態においては、左側の第 1 作動流体 14 の流体塊は左側流路 62 の左側の電極部 62a1 を覆う。右側の第 1 作動流体 14 の流体塊は左側流路 62 の右側の電極部 62b1 を覆う。しかしながら、この二つに分離した第 1 作動流体 14 の流体塊の間には絶縁性の第 2 作動流体 15 が存在することになるので、電極 62a と電極 62b とは非導通状態となる。

一方、右側流路 63 の圧電／電歪膜 66 は復元し、薄板部 67 も通常の状態（平面状）に復帰する。この結果、右側流路 63 の第 1 作動流体 14 は中央部にて一つの流体塊となり、この一つの流体塊

は電極部 6 3 a 1 及び電極部 6 3 b 1 を同時に覆う。その結果、電極 6 3 a と電極 6 3 b とは導通状態となる。

その後、左側流路 6 2 の圧電／電歪膜 6 4 の上部電極及び下部電極の間への電圧印加を停止し、右側流路 6 3 の圧電／電歪膜 6 6 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加する。これにより、作動流体移動デバイス 6 0 は図 8 A に示した初期状態に復帰する。以上が、作動流体移動デバイス 6 0 の作動である。

以上、説明したように、作動流体移動デバイス 6 0 においては、初期状態か切換状態かにかかわらず電極 6 2 b と電極 6 3 a は導通状態に維持される。一方、電極 6 2 a と電極 6 2 b は初期状態において導通状態におかれ、切換状態において非導通状態におかれる。従って、電極 6 2 a は常閉（ノーマリークローズ）の端子を構成する。他方、電極 6 3 a と電極 6 3 b は初期状態において非導通状態におかれ、切換状態において導通状態におかれる。従って、電極 6 3 b は常開（ノーマリークオープン）の端子を構成する。

このように、作動流体移動デバイス 6 0 は作動流体移動デバイス 5 0 を二つ利用している。従って、作動流体移動デバイス 6 0 は、作動流体移動デバイス 5 0 が有する高速応答性等の利点を総べて兼ね備えた S P D T スイッチとなっている。

なお、上記の例においては、初期状態において圧電／電歪膜 6 6 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しておく必要がある構成となっていたが、圧電／電歪膜 6 6 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しない状態において同圧電／電歪膜 6 6 及び薄板部 6 7 が下方へ屈曲変形して図 8 A に示した状態となるように予め形成しておき、切換状態において圧電／電歪膜 6 6 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加し、圧電／電歪膜 6 6 及び薄板部 6 7 を上方へ変形させて図 8 B に示した状態になるように構成してもよい。

（変形例 1 3）

変形例 1 3 は、変形例 1 2 と同じく、概念図である図 9 C に示したような S P D T スイッチを構成した作動流体移動デバイス 7 0 である。図 9 A は係る作動流体移動デバイス 7 0 が初期状態にあると

きの縦断面図である。図 9 B は作動流体移動デバイス 7 0 が作動状態（切換状態）にあるときの縦断面図である。また、図 1 0 は、この作動流体移動デバイス 7 0 の平面図を概念的に示した図である。

この作動流体移動デバイス 7 0 は、一つの流路内に 3 個の電極部（端子）を設けることにより S P D T スイッチを構成している。より具体的に述べると、作動流体移動デバイス 7 0 の収容体 7 1 は、Y 軸に沿って延びた直線状の一つの流路 7 2 を備えている。流路 7 2 には第 1 作動流体 1 4 a, 1 4 b と第 2 作動流体 1 5 とが収容されている。第 1 作動流体は、後述する初期状態及び切換状態の何れの状態においても、二つの流体塊 1 4 a, 1 4 b として存在する。図 9 において、便宜上、流路 7 2 の左側及び右側に位置する第 1 作動流体の塊を左側第 1 作動流体 1 4 a 及び右側第 1 作動流体 1 4 b とそれぞれ呼ぶ。第 2 作動流体 1 5 は、第 1 作動流体 1 4 が存在していない部分を満たすようになっている。

収容体 7 1 は、流路 7 2 の中央部よりも図 9 において左側の上方に圧電／電歪膜 7 4 を備えている。圧電／電歪膜 7 4 は、流路 7 2 の中央部よりも図 9 において左側に形成された変形可能部を構成することになる薄板部 7 5 の上面に固着されている。圧電／電歪膜 7 4 及び薄板部 7 5 は、作動流体移動デバイス 4 0, 5 0 の圧電／電歪膜 4 2 及び薄板部 4 1 c 1 と同一の構成を備えている。

同様に、収容体 7 1 は、流路 7 2 の中央部よりも図 9 において右側の上方に圧電／電歪膜 7 6 を備えている。圧電／電歪膜 7 6 は、流路 7 2 の中央部よりも図 9 において右側に形成された変形可能部を構成することになる薄板部 7 7 の上面に固着されている。圧電／電歪膜 7 6 及び薄板部 7 7 は、作動流体移動デバイス 4 0, 5 0 の圧電／電歪膜 4 2 及び薄板部 4 1 c 1 と同一の構成を備えている。

収容体 7 1 は、合計で 3 個の電極 7 2 a, 7 2 b, 7 2 c を図 9 において左から順に備えている。電極 7 2 a, 7 2 b, 7 2 c は、流路 7 2 の下面に沿うように配置された電極部 7 2 a 1, 7 2 b 1, 7 2 c 1 をそれぞれ備えている。電極部 7 2 a 1 は薄板部 7 5 の直下よりも僅かだけ左側に、電極部 7 2 b 1 は薄板部 7 5 と薄板部

77との間の部分の直下に、電極部72c1は薄板部77の直下よりも僅かだけ右側に形成されている。また、電極72a, 72b, 72cは、収容体71の下面に沿うように形成された接続部72a2, 72b2, 72c2をそれぞれ備えている。

次に、作動流体移動デバイス70の作動について説明する。図9Aに示したように、作動流体移動デバイス70が初期状態にあるとき、圧電／電歪膜74の上部電極及び下部電極の間には電圧を印加しない。このとき、左側第1作動流体14aは、相対的に長い一つの流体塊となり、電極部72a1及び電極部72b1を同時に覆う。その結果、電極72aと電極72bとは導通状態となる。

一方、作動流体移動デバイス70が初期状態にあるとき、圧電／電歪膜76の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しておく。従って、圧電／電歪膜76の作動により薄板部77が下方に屈曲変形し、薄板部77の下方における流路72の断面積が小さくなる。この結果、右側第1作動流体14bは流路72壁面（薄板部77の下面）から斥力を受け、薄板部77の直下には存在せず、流路72の図9における右側端部にて一つの流体塊となる。

かかる状態においては、右側第1作動流体14bは電極部72c1を覆うが、電極部72b1を覆わない。また、左側第1作動流体14aと右側作動流体14bの間には絶縁性の第2作動流体15が存在することになる。この結果、電極72cと電極72bとは非導通状態となる。

次に、圧電／電歪膜74の上部電極と下部電極との間に電圧を印加するとともに、圧電／電歪膜76の上部電極と下部電極に対する電圧の印加を停止する。この状態を、便宜上、切換状態と呼ぶ。この切換状態では、図9Bに示したように、圧電／電歪膜74の作動により薄板部75が下方に屈曲変形し、薄板部75下方における流路72の断面積が小さくなる。この結果、左側第1作動流体14aは流路72壁面（薄板部75の下面）から斥力を受けて二つに分離し、一つは流路72の図9における左側端部にて相対的に短い流体塊となるとともに、他の一つは図9における右側方向に移動して右

側第 1 作動流体 1 4 b と一体となる。

かかる状態においては、左側第 1 作動流体 1 4 a は電極部 7 2 a 1 を覆うが、電極部 7 2 b 1 を覆わない。また、左側第 1 作動流体 1 4 a と右側作動流体 1 4 b の間には絶縁性の第 2 作動流体 1 5 が存在することになる。この結果、電極 7 2 a と電極 7 2 b とは非導通状態となる。

一方、圧電／電歪膜 7 6 は復元し、薄板部 7 7 も通常の状態（平面状）に復帰する。この結果、右側第 1 作動流体 1 4 b は相対的に長い一つの流体塊となり、この一つの流体塊は電極部 7 2 b 1 及び電極部 7 2 c 1 を同時に覆う。従って、電極 7 2 b と電極 7 2 c とは導通状態となる。

その後、圧電／電歪膜 7 4 の上部電極及び下部電極に対する電圧印加を停止し、圧電／電歪膜 7 6 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加する。これにより、作動流体移動デバイス 7 0 は図 9 A に示した初期状態に復帰する。以上が、作動流体移動デバイス 7 0 の作動である。

以上、説明したように、初期状態においては、電極 7 2 b と電極 7 2 a は導通状態を維持し、電極 7 2 b と電極 7 2 c は非導通状態となる。一方、切換状態において電極 7 2 b と電極 7 2 a は非導通状態となり、電極 7 2 b と電極 7 2 c は導通状態となる。従って、電極 7 2 a は常閉（ノーマリークローズ）の端子を構成し、電極 7 2 c は常開（ノーマリークオープン）の端子を構成する。

このように、作動流体移動デバイス 7 0 は、作動流体移動デバイス 5 0 と同様に、斥力を利用して第 1 作動流体を移動せしめているので、作動流体移動デバイス 5 0 が有する高速応答性等の利点を総べて兼ね備えた S P D T スイッチとなっている。

なお、上記の例においては、初期状態において圧電／電歪膜 7 6 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しておく必要がある構成となっていたが、圧電／電歪膜 7 6 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しない状態において同圧電／電歪膜 7 6 及び薄板部 7 7 が下方へ屈曲変形して図 9 A に示した状態となるように予め形成し

ておき、切換状態において圧電／電歪膜 7 6 の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加し、薄板部 7 7 を上方へ変形させて図 9 B に示した状態となるように構成してもよい。

(変形例 1 4)

変形例 1 4 は、変形例 1 3 と同様に、一つの(同一の)流路に複数の切換器を設けた作動流体移動デバイスである。即ち、変形例 1 4 に係る作動流体移動デバイス 8 0 は、概念的な平面図である図 1 1 A に示したように、一つの流路 8 2 と、その流路 8 2 に対して形成された 4 個の切換器 8 4 ～ 8 7 と、電極 8 2 a ～ 8 2 f と、流路 8 2 の中央に形成されて流路 8 2 の断面積を小さくし第 1 作動流体の通過を阻止する絞り部 8 3 とを備えている。

切換器 8 4 は電極 8 2 a と 8 2 b の間に設けられ、切換器 8 5 は電極 8 2 b と電極 8 2 c の間に設けられている。これら、切換器 8 4, 8 5 と電極 8 2 a ～ 8 2 c を含む部分は、実質的に図 1 0 に示した作動流体移動デバイス 7 0 と同じであり、一つの S P D T スイッチを構成している。切換器 8 6 は電極 8 2 d と 8 2 e の間に設けられ、切換器 8 7 は電極 8 2 e と電極 8 2 f の間に設けられている。これら、切換器 8 6, 8 7 と電極 8 2 d ～ 8 2 f を含む部分は、実質的に作動流体移動デバイス 7 0 と同じであり、図 1 0 に示した一つの S P D T スイッチを構成している。

このように、作動流体移動デバイス 8 0 は、一つの流路 8 2 を用いて、図 1 1 B に示した二つの S P D T スイッチを構成している。

また、変形例 1 4 に係る他の作動流体移動デバイス 9 0 は、図 1 2 A に示したように、一つの流路 9 2 と、その流路 9 2 に対して形成された 6 個の切換器 9 3 ～ 9 8 と、電極 9 2 a ～ 9 2 i と、流路 9 2 に形成されて流路 9 1 の断面積を小さくし第 1 作動流体の通過を阻止する絞り部 9 2 - 1 及び 9 2 - 2 とを備えている。電極 9 2 a ～ 9 2 i は、図 1 2 A において流路 9 2 の左から順に形成されている。絞り部 9 2 - 1 及び 9 2 - 2 は、それぞれ電極 9 2 c と電極 9 2 d の間及び電極 9 2 f と電極 9 2 g の間に設けられている。

切換器 9 3 は電極 9 2 a と 9 2 b の間に設けられ、切換器 9 4 は

電極 9 2 b と電極 9 2 c の間に設けられている。これら、切換器 9 3, 9 4 と電極 9 2 a ~ 9 2 c を含む部分は、実質的に図 1 0 に示した一つの作動流体移動デバイス 7 0 と同じであり、一つの S P D T スイッチを構成している。切換器 9 5 は電極 9 2 d と 9 2 e の間に設けられ、切換器 9 6 は電極 9 2 e と電極 9 2 f の間に設けられている。これら、切換器 9 5, 9 6 と電極 9 2 d ~ 9 2 f を含む部分は、実質的に作動流体移動デバイス 7 0 と同じであり、一つの S P D T スイッチを構成している。同様に、切換器 9 7 は電極 9 2 g と 9 2 h の間に設けられ、切換器 9 8 は電極 9 2 h と電極 9 2 i の間に設けられている。これら、切換器 9 7, 9 8 と電極 9 2 g ~ 9 2 i を含む部分は、実質的に作動流体移動デバイス 7 0 と同じであり、一つの S P D T スイッチを構成している。

このように、作動流体移動デバイス 9 0 は、一つの流路 9 2 を用いて、図 1 2 B に示した 3 個の S P D T スイッチを構成している。

以上に説明した作動流体移動デバイス 7 0 ~ 9 0 は、一つの（同一の）流路内に複数の電極部（第 1 作動流体 1 4, 1 4 a, 1 4 b により導通状態と非導通状態との間で切り換えられる端子）と切換器とを備えている。即ち、これらのデバイスは、各流路の変形可能部（薄板部）が変形する前は前記第 1 作動流体を介して導通状態及び非導通状態のうちの一つの状態となり、同変形可能部が変形した後は同第 1 作動流体が移動することによって導通状態及び非導通状態のうちの他の一つの状態となる少なくとも一対の端子を備える形式の作動流体移動デバイスが、一つの流路に前記変形可能部及び前記一対の端子からなる端子導通状態切換器（切換装置）を複数形成したのとなっている。これは、一つの流路を使用して複数のスイッチを構成したスイッチングユニットである。

これによれば、一つの流路に一つの端子導通状態切換器を形成した作動流体移動デバイスを複数個使用した場合と同じスイッチング機能を達成できるとともに、流路本数が少ないので、第 1, 第 2 作動流体を流路内に充填するのに要する手間及び労力等を低減することができる。また、一つの端子（電極部）を、同一の端子を挟む

ように隣接する二つの端子に対する共通電極（例えば、電極 7 2 b、8 2 b、8 2 e、9 2 b…等）として使用することも可能となり、この場合、端子数を低減することができるので、デバイスのコストを低下させることができる。

更に、この場合、二つ以上の流路変形部を使用するので、少なくとも一つの流路変形部を変形させずに他の総べての流路変形部を変形させた場合でも、流路内の（最大の）圧力変化量（圧力減少量及び／又は圧力増加量）は、一つの流路に一つの切換装置を形成した作動流体移動デバイスにおける流路変形部の変形に伴う圧力変化量よりも小さくなる（又は、同等以下となる）。

また、上記作動流体移動デバイス 7 0～9 0 は、それぞれの収容体 7 1，8 1，9 1 が、一つの流路 7 2，8 2，9 2 に対して前述した変形可能部を複数有するとともに、各変形可能部の変形により同各変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触する前記第 1 作動流体が同内壁面から受ける斥力によって移動するように構成されていると言うこともできる。

これによれば、一つの流路に一つの変形可能部を形成した作動流体移動デバイスを複数個使用した場合と実質的に同じ機能を達成できるとともに、流路本数が少ないので、第 1，第 2 作動流体を流路内に充填するのに要する手間及び労力等を低減することができる。また、第 1 作動流体の移動速度を決定する要因となる流路内圧力の調整回数を低減することができる。

（変形例 1 5）

変形例 1 5 は、変形例 4 で述べた変形可能部（即ち、切換器）をマトリクス状に配置した作動流体移動デバイスを試験装置に適用した例である。具体的に述べると、この作動流体移動デバイス 2 0 0（スイッチングユニット 2 0 0）は、図 1 3 に示されたように、マトリクス状（この例では、4 行 4 列のマトリクス状）に配置された複数の作動流体移動デバイス 5 0 を備えている。

第 1 被試験装置 2 0 1 の一対の端子は A 行及び B 行を構成する接続線 L A，L B にそれぞれ接続されている。第 2 被試験装置 2 0 2

の一对の端子はC行及びD行を構成する接続線L C, L Dにそれぞれ接続されている。また、第1信号源2 1 1及び第2信号源2 1 2は、第1列及び第2列をそれぞれ構成する接続線L 1及びL 2にそれぞれ接続されている。更に、第1測定器2 2 1及び第2測定器2 2 2は、第3列及び第4列をそれぞれ構成する接続線L 3及びL 4にそれぞれ接続されている。

各作動流体移動デバイス5 0は、各列及び各行の信号線の間配置されている。例えば、A行の接続線L Aと第1列の接続線L 1の間に一つの作動流体移動デバイス5 0が配置され、作動流体移動デバイス5 0はこれらの接続線L A, L 1間の導通状態を切り換えられるようになっている。つまり、第n行（nはA～D）の接続線L nと第m列（mは1～4）の接続線L mとの間に一つの作動流体移動デバイス5 0が配置され、この作動流体移動デバイス5 0により接続線L nと接続線L mの導通状態が切り換えられるようになっている。

かかる構成において、例えば、第1信号源2 1 1を使用して第1被試験装置2 0 1に信号を供給し、その際の第1被試験装置2 0 1の状態（出力）を第1測定器2 2 1で計測する場合、B行第1列の作動流体移動デバイス5 0を作動して接続線L Bと接続線L 1を導通状態とするとともに、A行第3列の作動流体移動デバイス5 0を作動して接続線L Aと接続線L 3を導通状態とする。

これにより、第1信号源2 1 1からの信号が接続線L 1、B行第1列の作動流体移動デバイス5 0及び接続線L Bを介して第1被試験装置2 0 1に供給され、第1被試験装置2 0 1の出力が接続線L A、A行第3列の作動流体移動デバイス5 0及び接続線L 3を介して第1測定器2 2 1に供給される。

このように、本変形例の作動流体移動デバイス2 0 0は、作動流体移動デバイス5 0をマトリクス状に配置して使用する接続線の切り換えを行うスイッチングユニットとなっている。本発明による作動流体移動デバイスは、セラミックス積層プロセスを利用することが可能であるので、作動流体移動デバイス2 0 0のように複数個の

スイッチを同一面内に経済的に形成・製造することができる。また、本発明によれば、一つのスイッチングユニット内に形成される複数の作動流体移動デバイス間の特性ばらつき（スイッチング性能のばらつき）が小さいので、信頼性の高いスイッチングユニットを提供することができる。

なお、上記スイッチングユニット（作動流体移動デバイス）200を、更に積層することにより、三次元的なスイッチングが可能なスイッチングユニットを構成することも可能である。これによれば、集積度が高く、より小型で且つ低コストのスイッチングユニットを提供することができる。

（変形例16）

上記各実施形態においては、駆動状態において第1作動流体14が確実に移動又は分離（分断）したか否か、及び、初期状態に戻ったときに同作動流体14が確実に一体化したか否かを確認できるように構成することが好適である。具体的には、収容体外部から流路まで光が到達可能となるように同収容体の一部又は全部を透明な材質（透光性を有する材質で）構成し、例えば、レーザー等の光学式位置検出装置を用いて第1作動流体14の位置及び／又は状態を確認できるようにすることができる。また、第1作動流体14が液体金属であれば、電界中を液体金属が移動することにより生じる渦電流を検出することで、同第1作動流体14の位置及び／又は状態を確認できるようにすることができる。更に、超音波を流路に対して与え、その反射波を検出することによっても、第1作動流体14の位置及び／又は状態を確認できるようにすることができる。

以上、説明したように、本発明の各実施形態及び各変形例に係る作動流体移動デバイスは、エネルギーの変換ロスが小さく、且つ、応答性良く作動流体を移動することができるデバイスとなっている。なお、上述した各実施形態及び各変形例は、適宜組合せて使用することもできる。

請 求 の 範 囲

1. 第1作動流体と、第2作動流体と、流路を含むとともに同流路内に前記第1作動流体と前記第2作動流体とを収容した収容体と、を備えた作動流体移動デバイスであって、

前記収容体は、前記流路の壁の少なくとも一部が変形することにより同流路の断面形状が変化する変形可能部を有し、同変形可能部が第1の状態にあるとき前記第1作動流体が同変形可能部に対応する同流路の内壁面の一部に実質的に接触するとともに前記第2作動流体が同流路の内壁面の残りの部分に実質的に接触するように同第1作動流体及び同第2作動流体を収容し、

前記第1作動流体及び前記第2作動流体は、前記流路の内壁面に対する同第1作動流体の濡れ性が、同流路の内壁面に対する同第2作動流体の濡れ性よりも非良好な流体となるようにそれぞれ選択され、

前記変形可能部が変形して前記第1の状態から同第1の状態とは異なる第2の状態となるとき、前記第1作動流体が前記流路の内壁面に対する濡れ性に基づく斥力によって移動するように構成された作動流体移動デバイス。

2. 第1作動流体と、第2作動流体と、少なくとも対向する一对の壁面を有してなり同対向する一对の壁により形成される流路内に前記第1作動流体と前記第2作動流体とを収容した収容体と、を備えた作動流体移動デバイスであって、

前記収容体は、前記流路の一对の壁面の少なくとも一部が変形することにより同一対の壁の内面間の距離が第1距離と同第1距離より短い第2距離となる変形可能部を有し、同変形可能部における同一対の壁の内面間の距離が同第1の距離にあるとき、前記第1作動流体が同変形可能部における同一対の壁の内面に実質的に接触するとともに前記第2作動流体が同第1作動流体が存在していない部分

において同流路の一对の壁の内面に実質的に接触するように同第 1 作動流体及び同第 2 作動流体を収容し、

前記第 1 作動流体及び前記第 2 作動流体は、前記流路の一对の壁の内面に対する同第 1 作動流体の濡れ性が、同流路の一对の壁の内面に対する同第 2 作動流体の濡れ性よりも非良好な流体となるようにそれぞれ選択され、

前記変形可能部が変形して前記一对の壁の内面間の距離が前記第 1 距離から前記第 2 距離へと変化するとき、前記第 1 作動流体が同一対の壁の内面に対する濡れ性に基づく斥力によって移動するように構成された作動流体移動デバイス。

3. 請求項 1 又は請求項 2 に記載の作動流体移動デバイスであって、

前記収容体は、一つの前記流路に対して前記変形可能部を複数有するとともに、各変形可能部の変形により同各変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触する前記第 1 作動流体が前記斥力によって移動するように構成された作動流体移動デバイス。

4. 請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記第 1 作動流体は非圧縮性の流体であり、前記第 2 作動流体は圧縮性の流体である作動流体移動デバイス。

5. 請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記第 1 作動流体は液体であり、前記第 2 作動流体は前記第 1 作動流体の蒸気である作動流体移動デバイス。

6. 請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記第 1 作動流体は液体金属である作動流体移動デバイス。

7. 請求項 6 に記載の作動流体移動デバイスにおいて、
前記液体金属は、水銀又はガリウム合金である作動流体移動デバイス。
8. 請求項 1 乃至請求項 7 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスであって、
前記変形可能部の壁面の少なくとも一部を変形させる力を発生するアクチュエータを備えるとともに、同変形される壁面の少なくとも一部はダイヤフラムである作動流体移動デバイス。
9. 請求項 1 乃至請求項 7 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスであって、
前記変形可能部の変形する壁面が互いに対向する一対のダイヤフラムにより構成され、
前記一対のダイヤフラムの各々に固定された一対のアクチュエータを備えた作動流体移動デバイス。
10. 請求項 8 又は請求項 9 に記載の作動流体移動デバイスにおいて、
前記アクチュエータは、圧電／電歪膜又は反強誘電体膜を含む膜型圧電素子を含んでなる作動流体移動デバイス。
11. 請求項 8 乃至請求項 10 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、
前記ダイヤフラムは、セラミックスダイヤフラムである作動流体移動デバイス。
12. 請求項 1 乃至請求項 11 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、
前記変形可能部はセラミックスから構成されてなる作動流体移動デバイス。

13. 請求項 1 乃至請求項 1 2 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記変形可能部の内壁面はセラミックスから構成されてなる作動流体移動デバイス。

14. 請求項 1 乃至請求項 1 3 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記変形可能部の内壁面を前記第 1 作動流体に対する濡れ性が非良好な材料で被覆してなる作動流体移動デバイス。

15. 請求項 1 乃至請求項 1 3 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記変形可能部の内壁面を前記第 1 作動流体に対する濡れ性が非良好となるように改質してなる作動流体移動デバイス。

16. 請求項 1 乃至請求項 1 5 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記収容体の流路は密閉空間として形成され、同収容体は前記変形可能部の変形に伴う同密閉空間の容積変化分を吸収する容積変化吸収部を備えた作動流体移動デバイス。

17. 請求項 1 乃至請求項 1 6 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスであって、

前記第 1 作動流体は、前記変形可能部の変形にともない一つの流体塊から二つ以上の流体塊に分離するように構成された作動流体移動デバイス。

18. 請求項 1 乃至請求項 1 7 の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスであって、

前記第 1 作動流体は導電性の流体であり、

前記第 2 作動流体は絶縁性の流体であり、

前記変形可能部が変形する前は前記第 1 作動流体を介して導通状態及び非導通状態のうちの一つの状態となり、同変形可能部が変形した後は同第 1 作動流体が移動することによって導通状態及び非導通状態のうちの他の一つの状態となる少なくとも一对の端子を備えた作動流体移動デバイス。

19. 請求項 18 に記載の作動流体移動デバイスであって、

一つの前記流路に前記変形可能部及び前記一对の端子からなる端子導通状態の切換器を複数形成した作動流体移動デバイス。

図1A

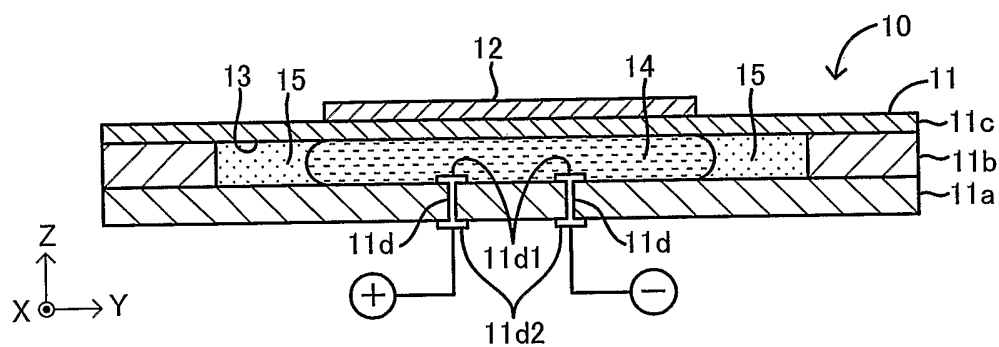


図1B

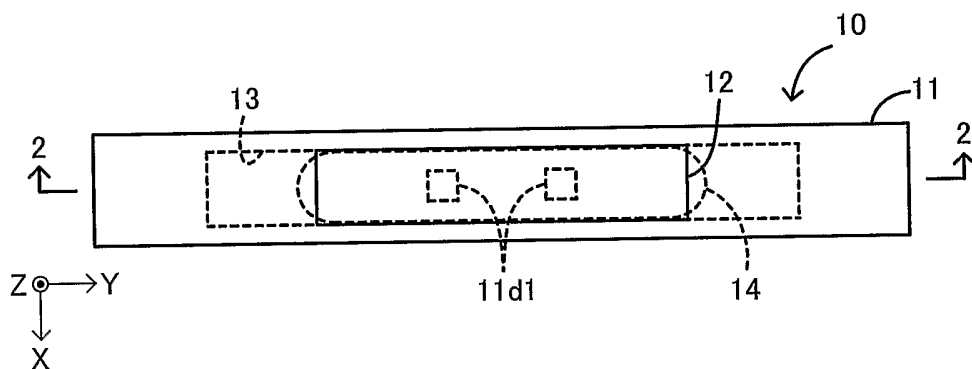


図2A

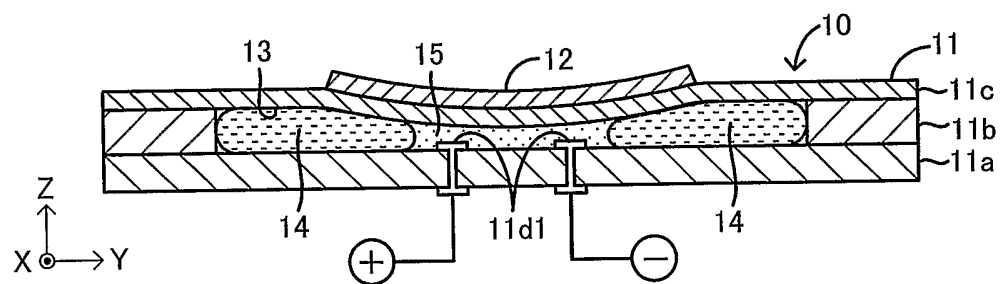


図2B

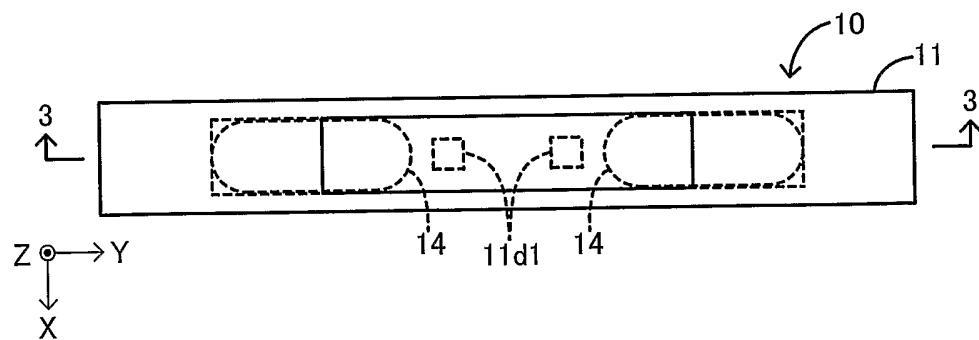


図3A

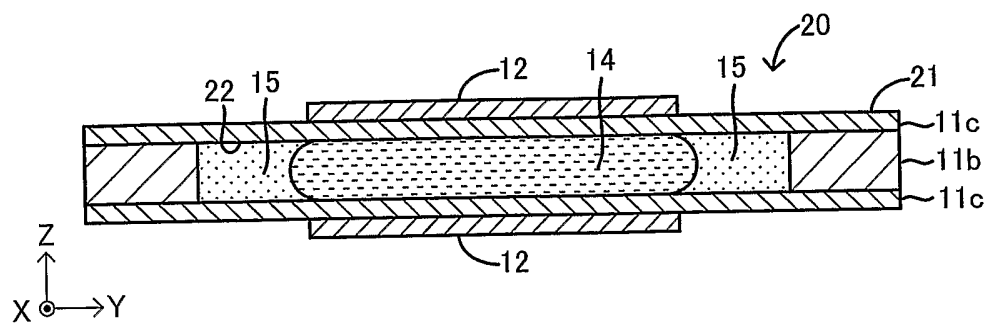


図3B

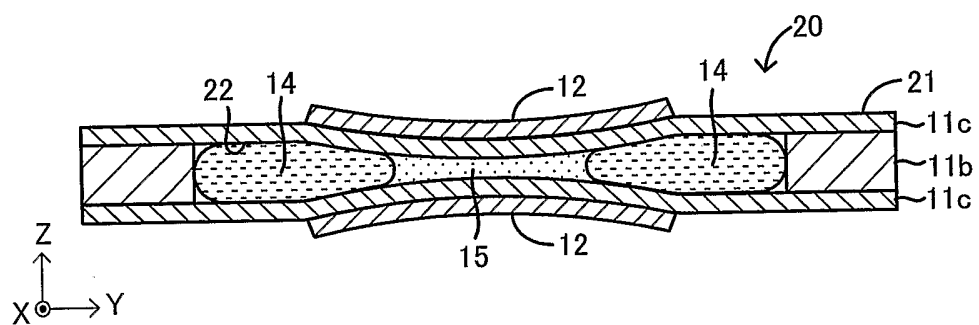


図4A

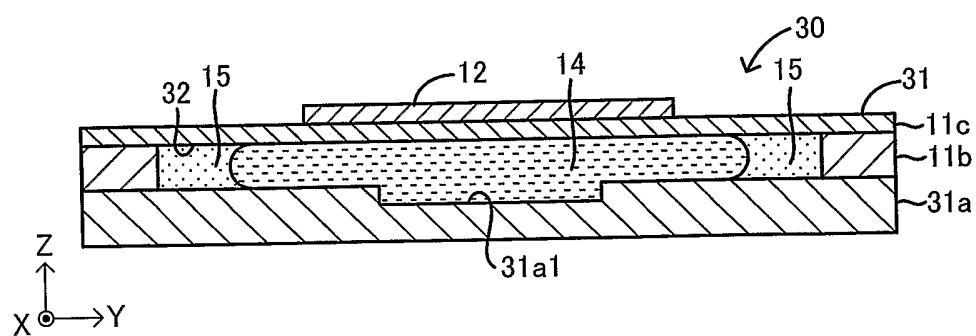
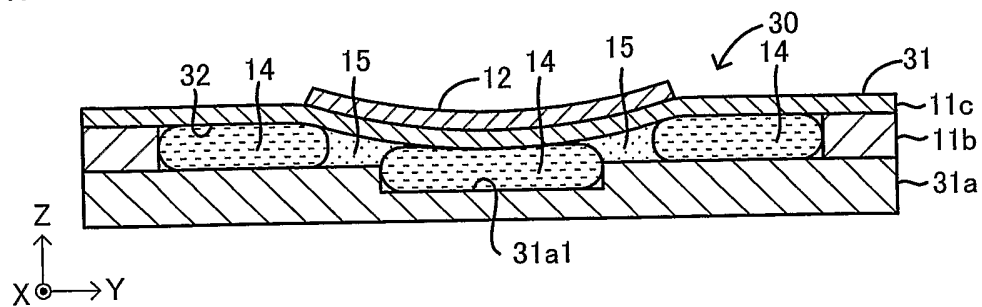


図4B



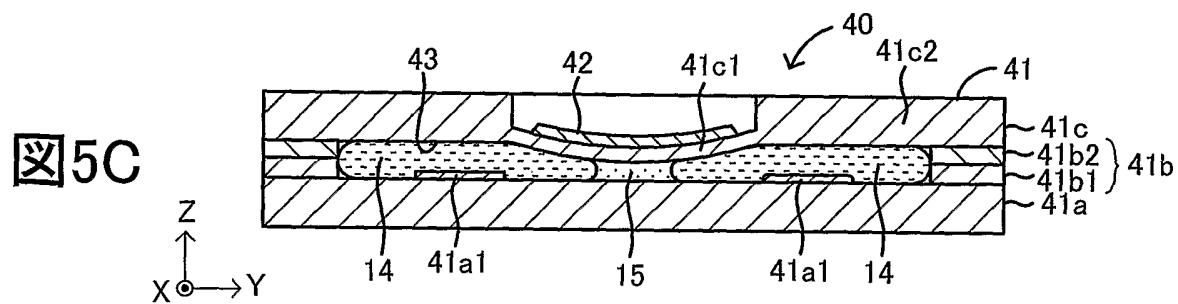
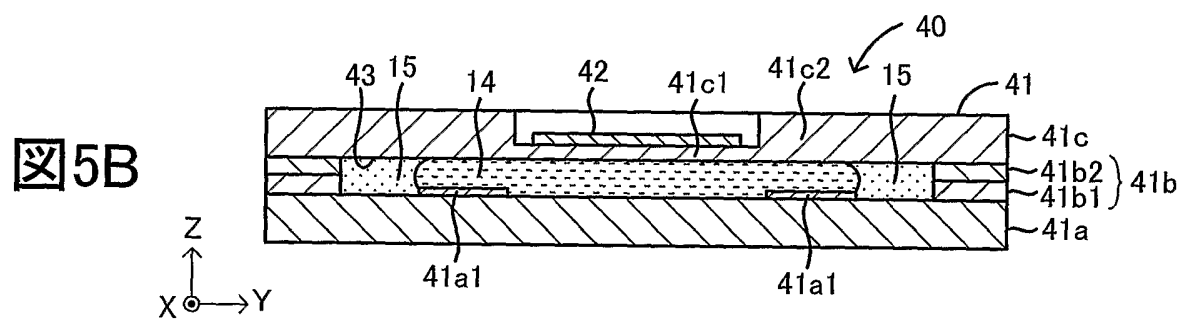
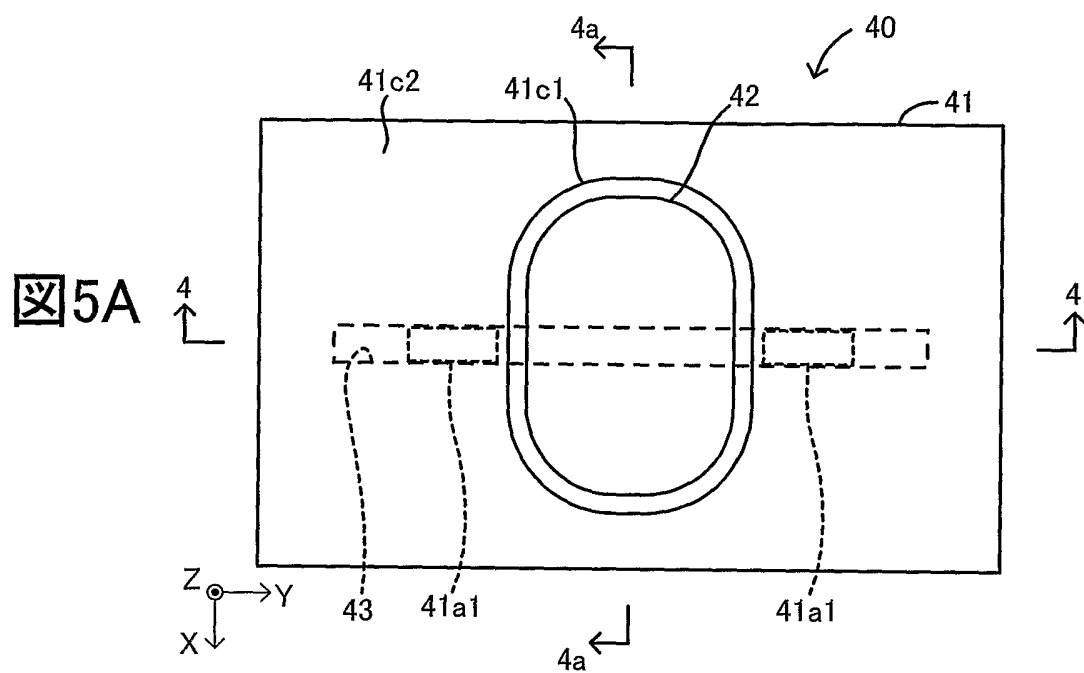


图5D

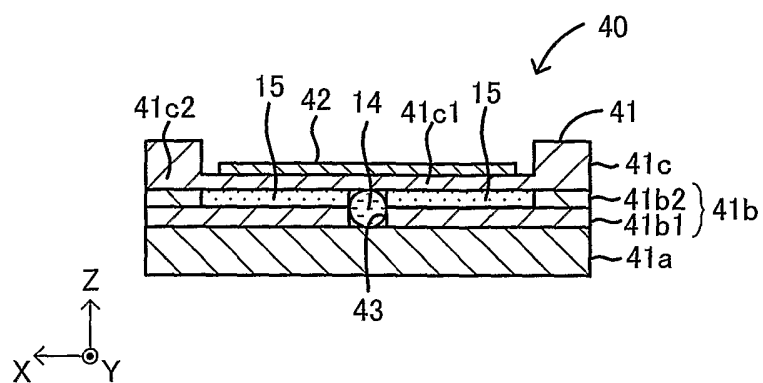


图 5E

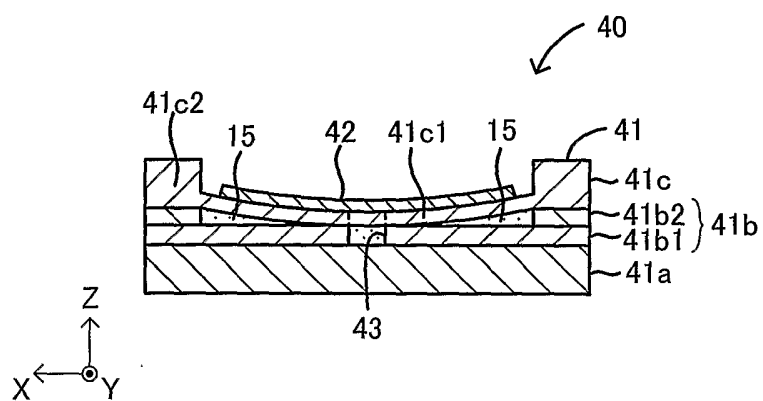


図 6A

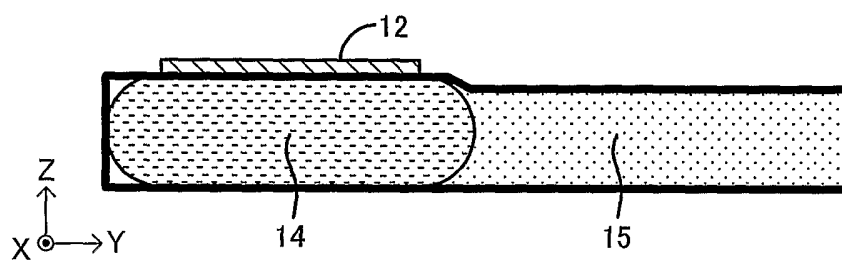


图 6B

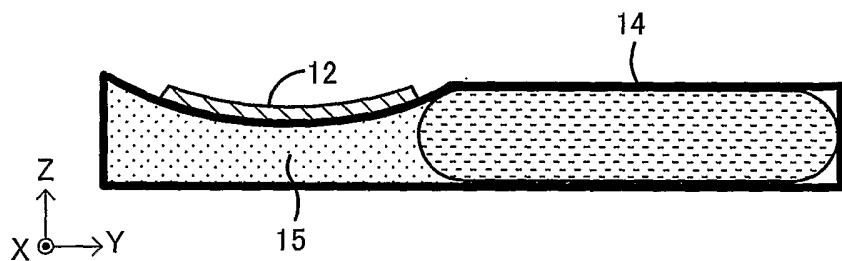


図7A

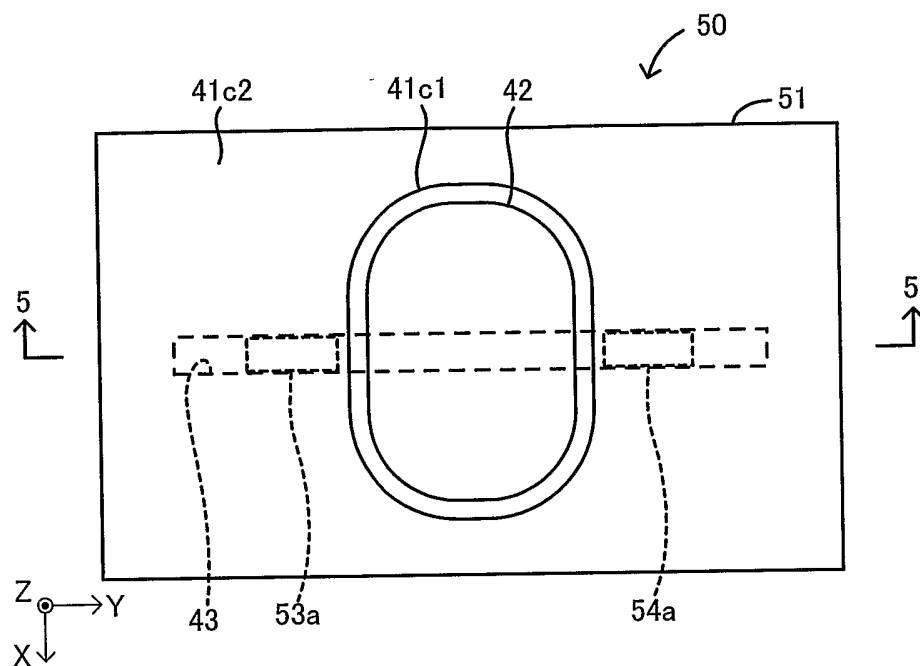


図7B

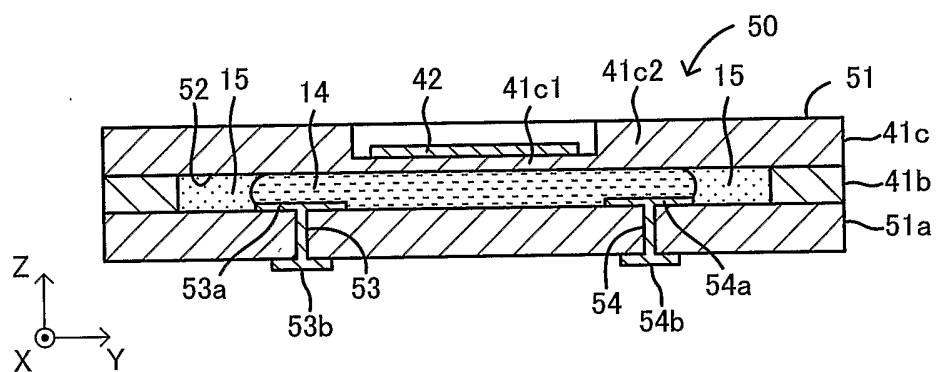


図7C

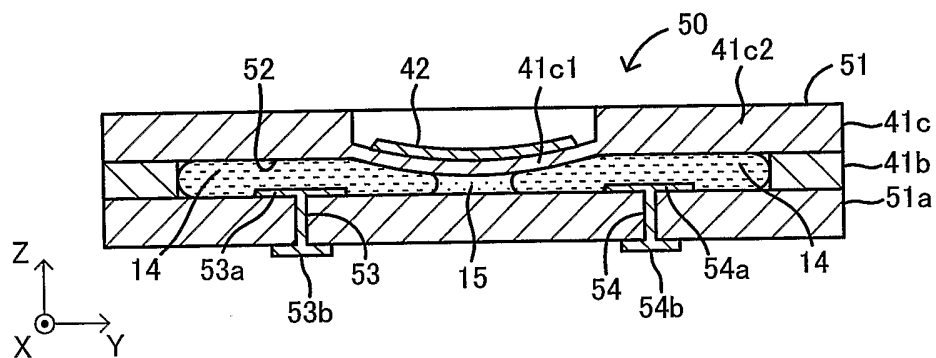
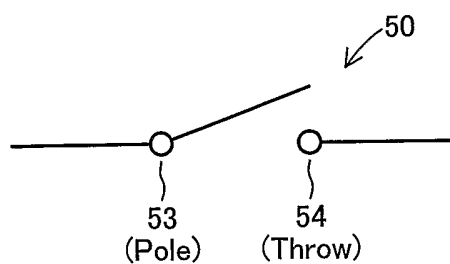


図7D



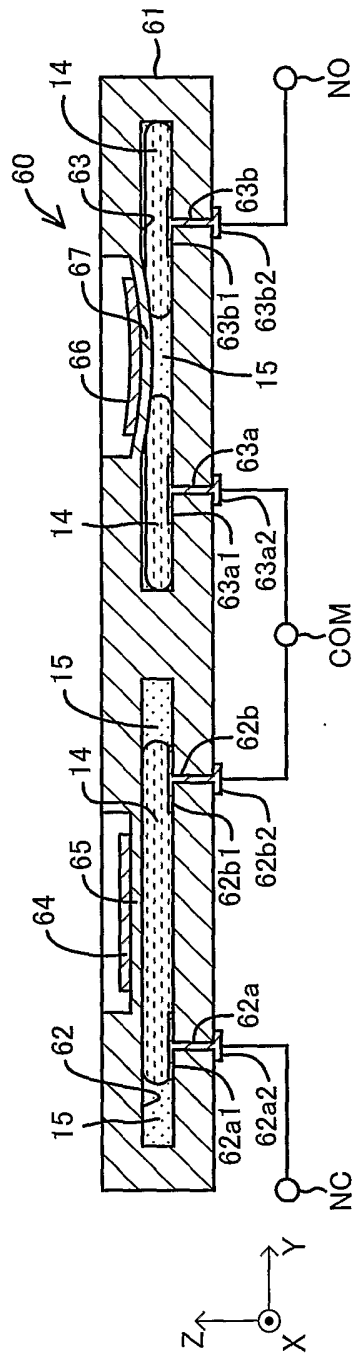


図8A

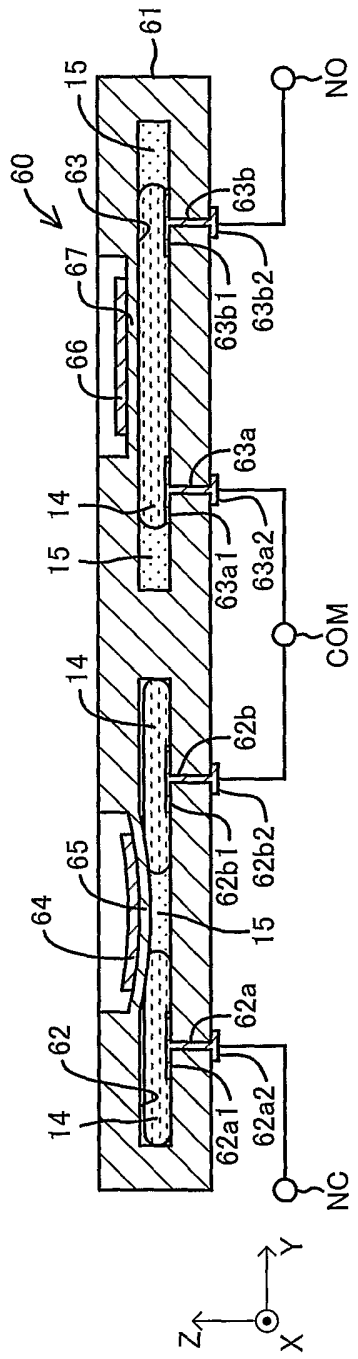


図8B

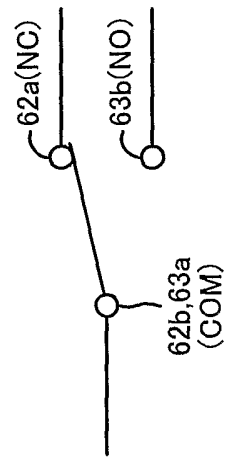


図8C

図9A

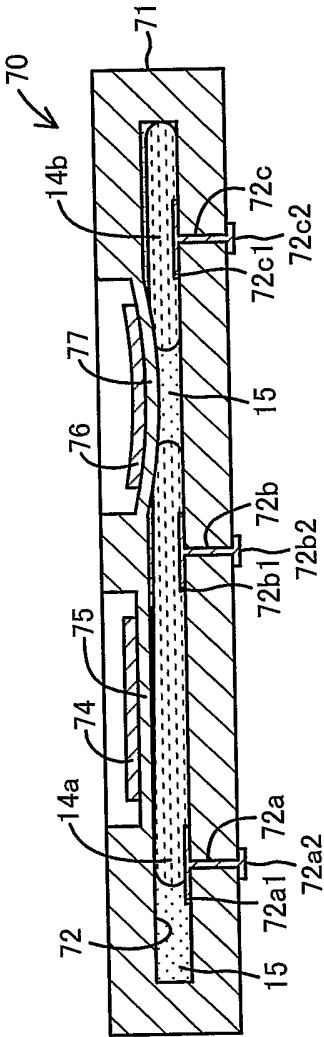


図9B

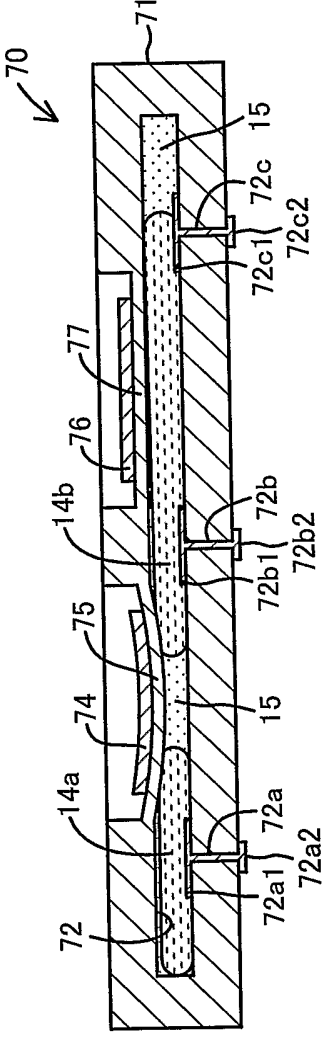


図9C

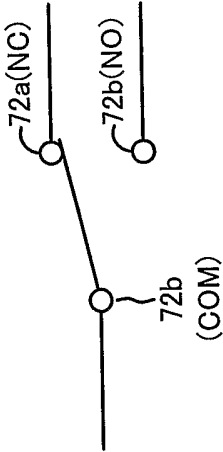


図10

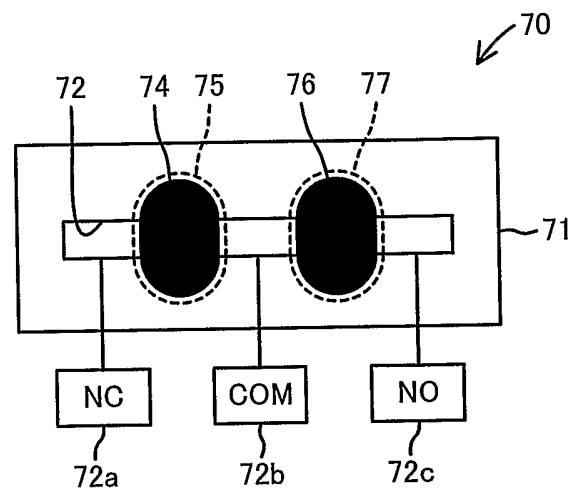


図11A

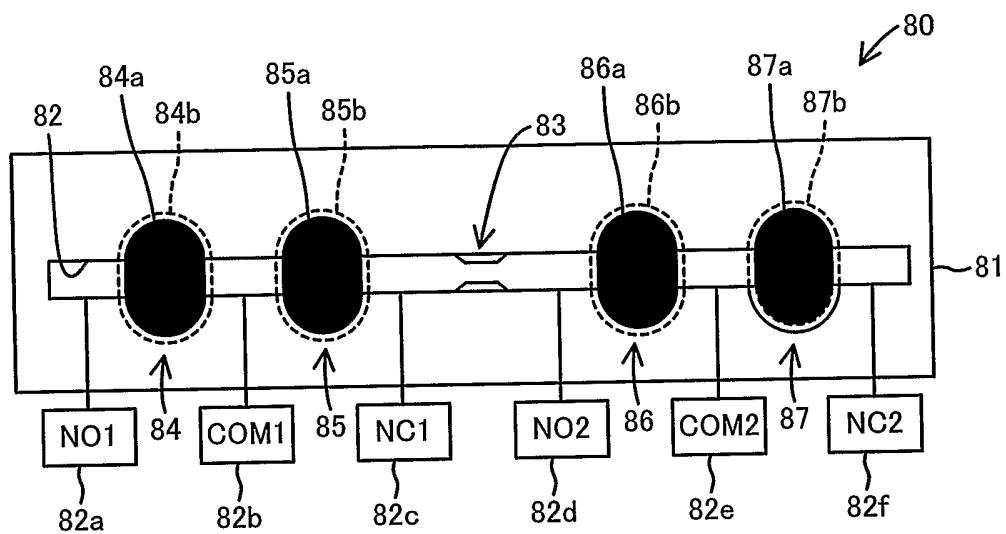


図11B

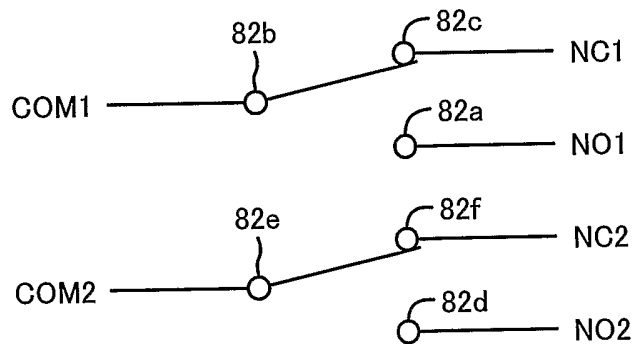


図12A

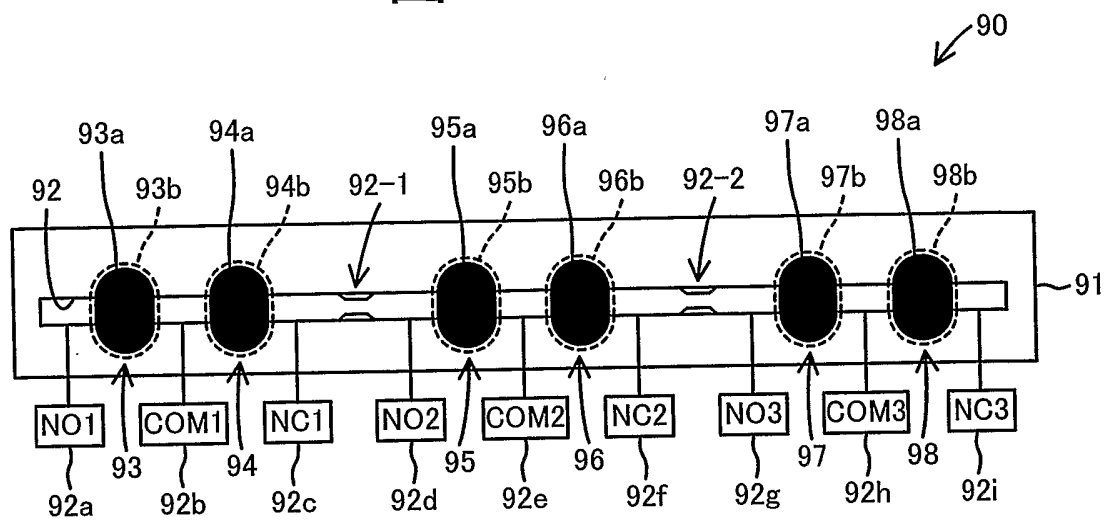


図12B

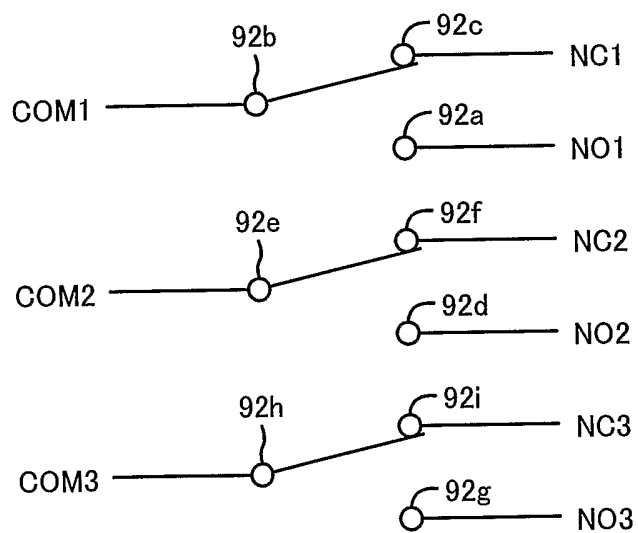


図13

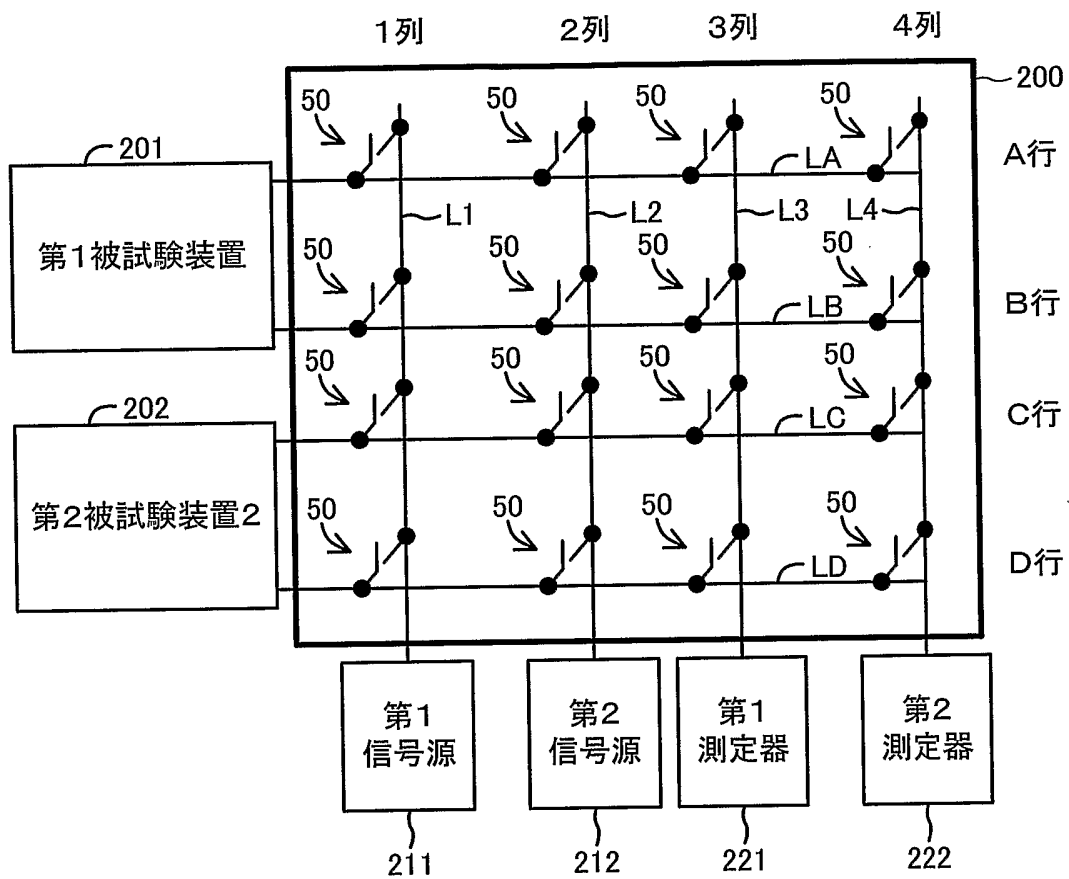


図14

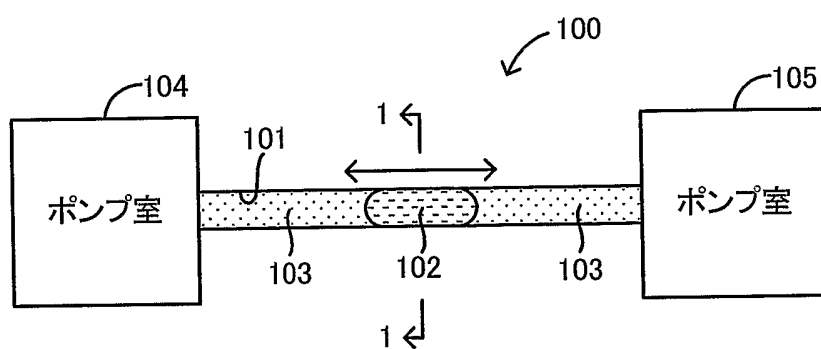
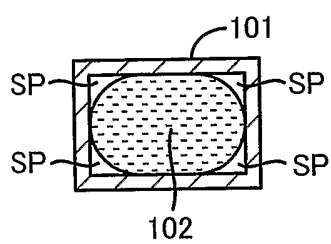


図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09421

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B81B3/00, H01L41/09, F04B43/04, H01H3/24, H01H29/02,
H01H57/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B81B3/00, H01L41/09, F04B43/04, H01H3/24, H01H29/02,
H01H57/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4200779 A (MOSCOVSKY INZHENERNO-FIZICHESKY INSTITUTE), 29 April, 1980 (29.04.80), Full text & DE 2838894 A & FR 2402292 A & GB 2005473 A & JP 54-63277 A & SU 714533 A	1-19
A	WO 00/70224 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.), 23 November, 2000 (23.11.00), Full text & DE 19922612 A & EP 1179139 A & JP 2002-544438 A	1-19

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 October, 2003 (24.10.03)Date of mailing of the international search report
18 November, 2003 (18.11.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09421

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 47-27609 A (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), 28 October, 1972 (28.10.72), Full text (Family: none)	1-19
A	JP 49-73676 A (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), 16 July, 1974 (16.07.74), Full text (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ B81B3/00, H01L41/09, F04B43/04, H01H3/24 H01H29/02, H01H57/00		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ B81B3/00, H01L41/09, F04B43/04, H01H3/24 H01H29/02, H01H57/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 4200779 A (MOSCOVSKY INZHENERNO-FIZICHESKY INSTITUT) 1980.04.29, 全文 & DE 2838894 A & FR 2402292 A & GB 2005473 A & JP 54-6 3277 A & SU 714533 A	1-19
A	WO 00/70224 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 2000.11.23, 全文 & DE 1 9922612 A & EP 1179139 A & JP 2002 -544438 A	1-19
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 24.10.03	国際調査報告の発送日 18.11.03	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 三宅 達  3P 2919 電話番号 03-3581-1101 内線 3362	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 47-27609 A (日本電信電話公社) 1972. 10. 28, 全文 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 49-73676 A (日本電信電話公社) 1974. 07. 16, 全文 (ファミリーなし)	1-19