

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11) 特許出願公開番号

特開2004-318150

(P2004-318150A)

(43) 公開日 平成16年11月11日(2004.11.11)

(51) Int.Cl.⁷

G O 2 B 26/08

B 8 1 B 5/00

F 1

G O 2 B 26/08

B 8 1 B 5/00

テーマコード (参考)

2H041

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-118570 (P2004-118570)

(22) 出願日 平成16年4月14日 (2004. 4. 14)

(31) 優先権主張番号 10/413328

(32) 優先日 平成15年4月14日 (2003. 4. 14)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 399117121

アジレント・テクノロジーズ・インク

AGILENT TECHNOLOGIE

S, INC.

アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル

ト ページ・ミル・ロード 395

395 Page Mill Road

P a l o A l t o , C a l i f o r n i a

a U. S. A.

(74) 代理人 100099623

弁理士 奥山 尚一

(74) 代理人 100096769

弁理士 有原 幸一

(74) 代理人 100107319

弁理士 松島 鉄男

最終頁に続く

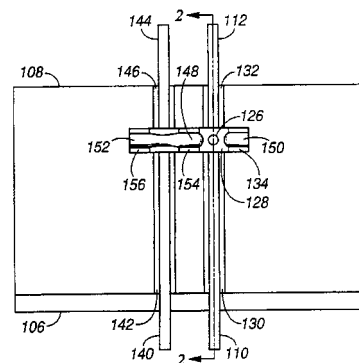
(54) 【発明の名称】 屈曲モード液体金属スイッチ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】液体表面張力の手段によりラッチする圧電駆動
光リレーおよび光リレーで光路を切り替える方法。

【解決手段】第１の接点パッド１５６と湿潤接触する第１の液体金属液滴１５２と、第２の接点パッド１３４と湿潤接触する第２の液体金属液滴１５０と、第３の接点パッド１５４と湿潤接触し、切り替えチャンネル１２８内を移動して第１の液体金属液滴１５２と第２の液体金属液滴１５０のうちの一方に合体するように設けた第３の液体金属液滴１４８とを設け、第１の液体金属液滴１５２と第３の液体金属液滴１４８の間の前記切り替えチャンネル１２８を挿通する第１の光路が、第１の液体金属液滴１５２と前記第３の液体金属液滴１４８が合体したときに遮断され、第１の液体金属液滴１５２と第３の液体金属液滴１４８が分離したときに開通する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

切り替えチャンネルを備えるリレーハウジングと、

前記切り替えチャンネル内に配置され、それぞれ液体金属により湿潤可能な面を有する第 1 の接点パッド及び第 2 の接点パッドと、

前記切り替えチャンネル内に前記第 1 と第 2 の接点パッド間に配置され、液体金属により湿潤可能な面を有する第 3 の接点パッドと、

前記第 1 の接点パッドと湿潤接触する第 1 の液体金属液滴と、

前記第 2 の接点パッドと湿潤接触する第 2 の液体金属液滴と、

前記第 3 の接点パッドと湿潤接触し、前記切り替えチャンネル内を移動して前記第 1 の液体金属液滴と前記第 2 の液体金属液滴のうちの一方に合体するように設けた第 3 の液体金属液滴と、

前記第 1 の液体金属液滴と前記第 3 の液体金属液滴の間の前記切り替えチャンネルを挿通する第 1 の光路と、

第 1 ポンプ室が、可撓性ダイヤフラムにより一部区画され、前記ポンプ室と前記切り替えチャンネルの間に差動流体をポンプ送りし、それによって前記第 3 の液体金属液滴を前記第 1 の液体金属液滴と前記第 2 の液体金属液滴の一方と合体させるように動作可能な第 1 の圧電ポンプとを備え、

前記第 1 の光路は、前記第 1 の液体金属液滴と前記第 3 の液体金属液滴が合体したときに遮断され、前記前記第 1 の液体金属液滴と前記第 3 の液体金属液滴が分離したときに開通する、

ことを特徴とする圧電光リレー。

【請求項 2】

前記第 1 の圧電ポンプは、第 1 の貫通孔を介して切り替えチャンネル内へ作動流体をポンプ送りするよう動作可能であり、該第 1 の貫通孔は前記第 2 の液体金属液滴と前記第 3 の液体金属液滴の間に配置してあり、それによって前記第 2 と第 3 の液体金属液滴を分離させるとともに前記第 1 と第 3 の液体金属液滴を合体させることを特徴とする請求項 1 に記載の圧電光リレー。

【請求項 3】

前記第 1 の圧電ポンプはさらに、作動流体を第 1 の貫通孔を介して前記切り替えチャンネル外へポンプ送りするよう動作可能であり、前記第 1 の貫通孔は前記第 2 の液体金属液滴と前記第 3 の液体金属液滴の間に位置し、それによって該第 2 と第 3 の液体金属液滴を合体させ、前記第 1 と第 3 の液体金属液滴を分離することを特徴とする請求項 1 に記載の圧電光リレー。

【請求項 4】

前記第 1 の圧電ポンプはさらに、前記第 1 の可撓性ダイヤフラムに取り付けた少なくとも一つの圧電素子を備え、該少なくとも一つの圧電素子が屈曲モードで変形し、それによって前記第 1 のポンプ室の容積を可変するよう設けてあることを特徴とする請求項 1 に記載の圧電光リレー。

【請求項 5】

前記第 1 の光路が、

切り替えチャンネルへ光を伝送する構成の第 1 の導光路と、

前記第 1 の導光路に光学的に整列配置され、前記第 1 の液体金属液滴と前記第 3 の液体金属液滴が分離したときに前記第 1 の導光路から光を受光する構成の第 2 の導光路とを備える、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の圧電光リレー。

【請求項 6】

前記第 2 の液体金属液滴と前記第 3 の液体金属液滴の間に挿通する第 2 の光路をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の圧電光リレー。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

第2の可撓性ダイヤフラムにより一部区画され、貫通孔を介して前記第2のポンプ室と前記切り替えチャンネルの間で作動流体をポンプ送りするよう動作可能な第2のポンプ室を備える第2の圧電ポンプをさらに備え、前記貫通孔が前記第1の液体金属液滴と前記第3の液体金属液滴の間に位置することを特徴とする請求項1に記載の圧電光リレー。

【請求項8】

切り替えチャンネル内を可動の第1の液体金属液滴を有する圧電光リレー内で光路を切り替える方法であって、

入力光信号を前記圧電光リレーの入力導光路へ結合するステップで、該入力導光路を出力導光路に光学的に整列配置して光路を形成する前記ステップと、

前記光路を開通させる場合、第1の液体金属液滴を前記光路外へ移動させ、それによって前記入力導光路を前記出力導光路へ光学的に結合するステップと、 10

前記光路を遮断する場合、前記第1の液体金属液滴を前記光路内へ移動させ、それによって前記入力導光路を前記出力導光路から光学的に分離させるステップとを有し、

前記第1の液体金属液滴の移動ステップが、少なくとも一つの圧電素子を付勢して屈曲モードで変形させ、それによって第1の可撓性ダイヤフラムを偏向させ、第1のポンプ室の容積を可変して前記切り替えチャンネル内の作動流体の圧力を可変するステップを有する、

ことを特徴とする方法。

【請求項9】

前記第1の液体金属液滴は第2の接点パッドと第3の接点パッドの間の前記切り替えチャンネルに配置した第1の接点パッドと湿潤接触しており、 20

前記第1の液体金属液滴を光路内へ移動させることにより、前記第1の液体金属液滴を前記第2の接点パッドに湿潤接触させて前記第2の液体金属液滴に合体させ、

前記第1の液体金属液滴を光路外へ移動させることにより、前記第1の液体金属液滴を前記第3の接点パッドに湿潤接触させて前記第3の液体金属液滴に合体させる、

ことを特徴とする請求項8に記載の圧電光リレー内で光路を切り替える方法。

【請求項10】

前記第1の液体金属液滴の移動ステップはさらに、少なくとも一つの圧電素子を付勢して屈曲モードで変形させ、それによって第2の可撓性ダイヤフラムを屈曲させ、第2のポンプ室の容積を可変し、前記切り替えチャンネル内の作動流体の圧力を可変するステップ 30

を有することを特徴とする請求項8に記載の圧電光リレー内で光路を切り替える方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は切り替えリレーの分野に係り、特に液体表面張力の手段によりラッチする圧電駆動光リレーおよび光リレーで光路を切り替える方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光信号を用いる通信システムには、光スイッチとルータの使用が必要である。光学的スイッチングへのこれまでのアプローチは、光信号を電気信号へ変換し、電気スイッチ或いはルータを用い、続いて光信号へ変換し戻すものであった。より近年になって、電氣的制御信号を光信号の切り替えや振り分けの制御に用いる光リレーが用いられてきた。光リレーは通常、可動の固体ミラーを使用するか或いはキャビティ内で屈折率を変更する気泡の使用により光信号を切り替えている。可動ミラーが静電ラッチ機構を用いることができるのに対し、気泡スイッチがラッチすることはない。圧電ラッチリレーは、ラッチ用に圧電材料中の残留電荷を用いるか、或いはラッチ機構を含むスイッチ接点を駆動するかのいずれかである。 40

【0003】

液体金属は、電気リレーにも用いられている。液体金属液滴は、静電力や熱膨張/収縮に起因する可変構造や圧力勾配を含む様々な技術により移動させることができる。対象と 50

なる外形寸法を縮減すると、液体金属の表面張力は体積力（慣性）等の他の力を上回る支配的な力となる。従って、一部の超微細電機（MEM；micro-electromechanical）システムは液体金属のスイッチングを利用する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、上記課題を解決し、液体表面張力の手段によりラッチする圧電駆動光リレーおよび光リレーで光路を切り替える方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、液体金属液滴をチャンネル内で移動させ、チャンネルを挿通する信号路を遮断或いは遮断解除するのに用いるスイッチに関する。ダイヤフラムに作用する圧電素子により液体金属液滴を移動させ、チャンネル内で圧力変化を生成する。液体金属液滴はチャンネル内で湿潤可能な金属接点パッドに付着し、ラッチ機構を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

新規性が在ると考える本発明の特徴は、添付の特許請求の範囲に記載してある。しかしながら、本発明自体は、その目的及び利点と併せ構成と動作方法の両方について本発明の以下の詳細な説明を参照することで最も良く理解でき、この説明には添付図面と併せ本発明の幾つかの例示的实施形態が記載してある。

【0007】

本発明は多くの異なる形態による実施余地があるが、本開示を本発明原理の例示として考えるべきで、図示し説明する特定の实施形態に本発明を限定する意図のないことを理解した上で、1以上の具体的な实施形態を図面に図示しかつここに詳細に説明するものとする。以下の説明では、図面の幾つかの図において同一部分や類似部分或いは対応部分が同様の参照符号を用いて記述してある。

【0008】

本発明は、切り替えチャンネル内を移動する液体金属液滴により切り替えられてラッチする圧電駆動リレーに関する。例示实施形態では、リレーは屈曲モードで動作する圧電素子を用い、ダイヤフラムを変形させて作動流体を変位させ、翻ってこのことが液体金属を変位させる。磁界の存在下で変形するターフェノルド（Terfenol-D）等の磁気抵抗素子を、圧電素子の代替品として用いることもできる。結局、圧電素子と磁気抵抗素子は集合的に「圧電素子」と呼ぶこととする。

【0009】

液体金属は光路を遮断或いは遮断解除し、光信号の切り替えを可能にする。液体金属、これは水銀でもよいが、リレーハウジング上の少なくとも一つの固定接点パッドを湿潤し、表面張力により所定場所に保持される。1以上の電気信号の切り替えもまた可能であり、そこでは1以上の電気信号の切り替えが1以上の電気信号の1以上の接点パッドへの結合により達成できることに留意されたい。1以上の接点パッドのうちの二つに結合する液体金属を用い、1以上の電気信号の中から効果的に一つの電気信号を選択することもできる。1以上の電気信号の切り替えと光信号の切り替えは、液体金属に結合した可動金属片の使用により簡単化することができる。1以上の電気信号を切り替える例示的实施形態では、可動金属片と液体金属を1以上の接点パッドのうちの二つに結合させ、これにより1以上の電気信号のうちの一つの電気信号を切り替えるよう動作可能な電気信号路が閉路する。1以上の光信号を切り替える例示的实施形態では、1以上の光信号を遮断或いは遮断解除するよう可動金属片（金属の小塊）と液体金属を動作可能としてある。

【0010】

一実施形態では、超微細加工技法を用いてリレーを製造する。光リレー100の端面図を、図1に示す。本実施形態では、リレー本体は6層で出来ており、超微細加工による製造に適している。最下層は、作動流体の貯槽を収容した底部キャップ層102である。次

10

20

30

40

50

の層は、圧電ポンプのダイヤフラムとポンプ室を組み込んだポンプ室層 104 である。次の層は、ポンプ室を切り替えチャンネルに結合する通気孔（貫通孔）を含む貫通孔層 106 である。光信号の切り替えは、切り替え層 108 に収容された切り替えチャンネル内で生起する。第 1 の動作モードでは、光信号は光ファイバ或いは導波路（導波管）110 を介してリレー内に入射し、リレーにより遮断されない場合、光ファイバ或いは導波路（導波管）112 を介して出射する。最終層は、頂部キャップ層 114 である。

【0011】

図 2 は、図 1 のリレーの断面図である。この断面は、図 3 に 2 - 2 線として表示してある。最下層は、作動流体の貯槽 116 を収容した底部キャップ層 102 である。各ポンプごとに、貯槽 116 が一つ在ることになる。次の層は、圧電ポンプの可撓性ダイヤフラム 118 とポンプ室 120 を組み込んだポンプ室層 104 である。動作時に、ダイヤフラム 118 は、このダイヤフラム 118 に取り付けられて屈曲モードで動作する少なくとも一つの圧電素子 122 により変形させられる。圧電素子は、ダイヤフラム 118 の片側或いは両側に取り付けることができる。電気接点パッド 124 により、制御信号を圧電素子 122 に結合することができる。次の層は、ポンプ室 120 を切り替えチャンネル 128（切り替え層 108 内に収容）に結合する管路 126 を収容した貫通孔層 106 である。

10

【0012】

第 1 の動作モードでは、光信号は光ファイバすなわち導波路 110 を介してリレー 100 内へ入射し、リレー 100 内で遮断されない場合、光ファイバ或いは導波路 112 を介して出射する。導光路 110 は、切り替え層 108 のノッチ 130 内に埋め込んである。導光路 112 は、切り替え層 108 のノッチ 132 内に埋め込んである。湿潤可能な接点パッド 134 が、切り替えチャンネル 128 の内部に固定してある。この接点パッド 134 は、シールベルト金属で作製することができる。各製作パッドは、4 部材で製作される。すなわち、貫通孔層 106 の頂部に取り付けた下層と、切り替え層 108 内の切り替えチャンネル 128 の側面に取り付けた二つの側面パッドと、頂部キャップ層 114 の下面に取り付けた頂部パッドである。切り替えに用いる液体金属は、表面張力によってこれらのパッドに接触保持される。本発明の幾つかの実施形態では、液体金属に結合された可動金属片の存在により光路を遮断することができる。

20

【0013】

第 2 の動作モードでは、電気信号が接点パッドのうちの二つへ結合され、その場合に二つの接点パッドは液体金属により結合される。第 3 の動作モードでは、可動金属片は二つの接点パッドに結合され、さらに液体金属に結合される。第 2 及び第 3 の動作モードでは、導光路は存在する必要はなく、何故なら接点パッドに結合する液体金属を用いて切り替えが達成されるからである。第 4 の動作モードでは、可動金属片は光信号を遮断或いは遮断解除するよう動作可能である。最終層は頂部キャップ層 114 であり、それが切り替えチャンネル用のキャップを備える。

30

【0014】

頂部層を取り除いた状態の光リレーの図が、図 3 に示してある。切り替え層 108 は、貫通孔層 106 の上方に配置してある。切り替え層 108 のノッチ 130 内に埋設した導光路 110 は、導光路 112（ノッチ 132 内に埋設）と光学的に整列配置してある。導波路 110、112 間を結合する光は、切り替えチャンネル 128 内の透明作動流体を通過しなければならない。切り替え層 108 のノッチ 142 内に埋設した導光路 140 は、導光路 144（ノッチ 146 内に埋設）に光学的に整列配置してある。液体金属 148 の中央液滴は切り替えチャンネル 128 内に位置しており、接点パッド 154 と湿潤接触させて保持されている。

40

【0015】

例示実施形態では、液体金属は水銀である。中央液体金属液滴 148 は、さらなる液体金属液滴 150、152 のうちのひとつと合体するよう移動させることができる。液体金属液滴 150、152 は、それぞれ接点パッド 134、156 と湿潤接触している。液体金属の全体積は、二つの体積だけが一度に合体するよう選択してある。例えば、接点パッド

50

はシールベルト金属で製作することができる。各ベルトは4要素から出来ており、二つが切り替え層108に取り付けてあり、一つが貫通孔層106の頂部に取り付けてあり、一つが頂部キャップ層114の下側に取り付けてある。液体金属液滴の表面張力は、液体の動きに抗する。図3に示す如く液体金属液滴148、152が合体すると、液滴間に光が通過できる間隙が存在しなくなり、かくして導波路140、144間の光路は遮断される。

【0016】

しかしながら、光は液体金属液滴148、150間の間隙を通過し、かくして導波路110、112間の光路は開放される。この2-2線断面は図2に示してあり、前述した通りである。本発明の幾つかの実施形態において、可動金属片を液体金属液滴に結合し、これにより液体金属液滴と可動金属片を用いて導光路間の光伝送を遮断或いは遮断解除することに留意されたい。さらに、接点パッドを用いて電気信号を切り替え、そこで液体金属液滴の位置に基づいて電気信号が切り替わることに留意されたい。

10

【0017】

液体液滴の動きは透明不活性非導電作動流体により制御され、これが液体金属液滴を圍繞するリレーの内部を満たしている。作動流体は、接点パッド間に配置した貫通孔すなわち通気孔を介して切り替えチャンネル128の内外へポンプ送りされる。液体金属148の中央液滴は、図4に示した通気孔158を介して作動流体を切り替えチャンネル内にポンプ送りすることで液滴152から分離することができる。随意選択的ではあるが、流体は貫通孔126(図3)を介して切り替えチャンネル外へ同時にポンプ送りすることができる。生成した圧力が図4に示す如く中央液体金属液滴148を右方へ移動させ、そこでそれは液滴150と合体する。作動流体の圧力が等化されると、液体金属の表面張力が故に中央液滴148は液滴150と合体したままとなる。表面張力が、合体した液滴を接点パッド134、154に保持もする。導波路140、144間の光路はここで開放されるが、導波路110、112間の光路は液体金属により遮断される。

20

【0018】

幾つかの実施形態では、可動金属片を液体金属液滴148に結合し、これにより液体金属液滴148の動きが可動金属片も移動させ、かくして可動金属片が液体金属を加勢して導光路140、144間の光路を遮断することに留意されたい。さらに、接点パッドが1以上の電気信号を切り替えるよう動作可能であれば、1以上の電気信号のうちの一つの電気信号を搬送する電路を閉成するのに可動金属片と液体金属液滴148を用い得ることに留意されたい。底部キャップ層102が、図5に示してある。図5を参照するに、作動流体は貯槽116、160内に溜めてある。貯槽116、160は、リレーの組み立て後に孔162、164を介して満たすことができる。貯槽116、160を満たした後、これらの孔162、164は栓で塞がれる。図6は、図5に示した6-6線断面を通る底部キャップ層102の断面図である。貯槽116は、層102内に形成してある。貯槽116の壁は、液体を切り替えチャンネル内にポンプ送りするのに必要な力を低減するよう対応させることができる。

30

【0019】

図7は、リレーのポンプ室層104の上面図である。ポンプ室120、165は層104内に形成してあり、可撓性ダイヤフラムにより一部区画してある。ダイヤフラムと室は、選択領域内で層104を瘦身化することで形成することができる。さもなくば、ダイヤフラムを別個の材料で形成し、層に取り付けることもできる。より厚肉の領域168、170は、圧力解放通気孔172、174向けに備えたものである。圧力解放通気孔172、174により、ダイヤフラムにかかる圧力の緩速等化が可能となる。通気孔は急速な流体流に抵抗し、これによりダイヤフラムのポンプ送り動作が損なわれることはなくなる。

40

【0020】

図8は、リレーのポンプ室層104の底面図である。圧電素子122は、可撓性ダイヤフラム118、166に取り付けてある。圧電素子122は、それらの両端に電圧を印加したときに屈曲モードで変形する。得られたダイヤフラムの変形が、ポンプ室と切り替え

50

チャンネルとの間で作動流体を移動させる。電気制御信号は、電気接点 1 2 4、1 7 6、1 7 8、1 8 0 を介して圧電素子に印加される。電気接点 1 2 4、1 7 6 がダイヤフラム 1 1 8 上の圧電素子 1 2 2 を制御し、その一方で接点 1 7 8、1 8 0 がダイヤフラム 1 6 6 上の圧電素子 1 2 2 を制御する。関連する電気回路網は、図示していない。圧力解放通気孔 1 7 2、1 7 4 は、層を挿通している。

【0021】

図 9 は、図 8 に示した圧電層 1 0 4 の 9 - 9 線断面を通る断面図である。ダイヤフラム 1 1 8 は、ポンプ室 1 2 0 を被覆している。圧電素子 1 2 2 は、ダイヤフラム 1 1 8 に取り付けられている。ダイヤフラム 1 1 8 の変形がポンプ室の容積を増大或いは減少させ、流体をポンプ室 1 2 0 と切り替えチャンネル 1 2 8 の間で移動させる。これら二つの圧電ポンプを一緒に使い、一方のポンプがポンプ室 1 2 0 を緊縮して作動流体を切り替えチャンネル 1 2 8 内に圧送し、その一方で他方のポンプがポンプ室 1 2 0 を拡張しチャンネルの他端から流体を引き出す。この二重の動作が、液体金属にかかる力を増大させる。

10

【0022】

図 10 は、リレーの貫通孔層 1 0 6 の上面図である。貫通孔すなわち通気孔 1 2 6、1 5 8 により、作動流体の流路はポンプ室 1 2 0 から貫通孔層 1 0 6 を挿通して切り替えチャンネル 1 2 8 へ至る。湿潤可能な接点パッド 1 3 4、1 5 4、1 5 6 の最下部が層の上面に形成又は取り付けられており、切り替えチャンネル 1 2 8 内にあって頂部キャップ層上にあるパッドの他の部分に結合している。

【0023】

図 11 は、図 10 に示した貫通孔層 1 0 6 の 1 1 - 1 1 線に沿う断面図である。貫通孔 1 2 6 は、層 1 0 6 を挿通している。湿潤可能な接点パッド 1 3 4 が、層 1 0 6 の頂面に取り付けてある。

20

【0024】

図 12 は、リレーの切り替え層 1 0 8 の上面図である。切り替え層 1 0 8 のノッチ 1 3 0 内に埋設した導光路 1 1 0 は、導光路 1 1 2 (ノッチ 1 3 2 内に埋設) と光学的に整列配置してある。ノッチ 1 4 2 内に埋設した導光路 1 4 0 は、導光路 1 4 4 (ノッチ 1 4 6 内に埋設) と光学的に整列配置してある。湿潤可能な接点パッド 1 3 4、1 5 4、1 5 6 の一部が、切り替えチャンネル 1 2 8 の内部に固定してある。本発明の幾つかの実施形態では、湿潤可能な接点パッド 1 3 4、1 5 4、1 5 6 は 1 以上の電気信号を切り替えるのに用いるべく動作可能である。

30

【0025】

切り替え層 1 0 8 の側面図が、図 13 に示してある。導光路 1 1 0、1 4 0 は、この層の頂面の三角ノッチ 1 3 0、1 4 2 内に埋め込んである。ノッチの使用により、リレーの組立期間中に導波路の正確な光学的整列配置が可能となる。

【0026】

図 14 は、リレーの頂部キャップ層 1 1 4 の底面図である。湿潤可能な接点パッド 1 3 4、1 5 4、1 5 6 の最頂部は、その層の下面に形成又は取り付けられており、切り替えチャンネル 1 2 8 と貫通孔層 1 0 6 内の他の部分に結合してある。

【0027】

本発明の光リレーは、小寸法用の超微細加工技術を用いて製作することができる。

40

【0028】

圧電素子を用いることの一つの利点は、それらが容量性装置であって、エネルギーを消散するのではなく蓄積することにある。その結果、電力消費と熱蓄積は最小に保たれる。

【0029】

さらなる実施形態では、単一の圧電ポンプが用いられる。ポンプは作動流体を切り替えチャンネル内にポンプ送りして中央の液体金属液滴を一方向に押圧するとともに、作動流体を切り替えチャンネルの外にポンプ送りして中央液体金属液滴を他方向へ吸引するよう動作可能としてある。

【0030】

50

二つの圧電ポンプを用いた場合、それらは交互に押圧或いは交互に吸引し、或いは一方が押圧してその間に他方が吸引するか又はその逆を行なうことができる。

【 0 0 3 1 】

本発明を特定の実施形態と併せ説明してきたが、前述の説明に照らし当業者には多くの代替例や修正例や置換例や変形例が明らかとなるであろうことは明白である。従って、添付の特許請求の範囲に含まれるこの種の全ての代替例と修正例と変形例を包含することを本発明は意図するものである。

【 0 0 3 2 】

以上本発明の各実施例について説明したが、実施例の理解を容易にするために、実施例ごとの要約を以下に列挙する。

〔 1 〕 切り替えチャンネル（ 1 2 8 ）を備えるリレーハウジング（ 1 0 0 ）と、
前記切り替えチャンネル（ 1 2 8 ）内に配置され、それぞれ液体金属により湿潤可能な面を有する第 1 の接点パッド（ 1 5 6 ）及び第 2 の接点パッド（ 1 3 4 ）と、
前記切り替えチャンネル（ 1 2 8 ）内に前記第 1 と第 2 の接点パッド（ 1 5 6 , 1 3 4 ）間に配置され、液体金属により湿潤可能な面を有する第 3 の接点パッド（ 1 5 4 ）と、
前記第 1 の接点パッド（ 1 5 6 ）と湿潤接触する第 1 の液体金属液滴（ 1 5 2 ）と、
前記第 2 の接点パッド（ 1 3 4 ）と湿潤接触する第 2 の液体金属液滴（ 1 5 0 ）と、
前記第 3 の接点パッド（ 1 5 4 ）と湿潤接触し、前記切り替えチャンネル（ 1 2 8 ）内を移動して前記第 1 の液体金属液滴（ 1 5 2 ）と前記第 2 の液体金属液滴（ 1 5 0 ）のうちの一方に合体するように設けた第 3 の液体金属液滴（ 1 4 8 ）と、
前記第 1 の液体金属液滴（ 1 5 2 ）と前記第 3 の液体金属液滴（ 1 4 8 ）の間の前記切り替えチャンネル（ 1 2 8 ）を挿通する第 1 の光路と、
第 1 ポンプ室（ 1 2 0 ）が、可撓性ダイヤフラム（ 1 1 8 ）により一部区画され、前記ポンプ室（ 1 2 0 ）と前記切り替えチャンネル（ 1 2 8 ）の間で差動流体をポンプ送りし、それによって前記第 3 の液体金属液滴（ 1 4 8 ）を前記第 1 の液体金属液滴（ 1 5 2 ）と前記第 2 の液体金属液滴（ 1 5 0 ）の一方と合体させるよう動作可能な第 1 の圧電ポンプとを備え、

前記第 1 の光路は、前記第 1 の液体金属液滴（ 1 5 2 ）と前記第 3 の液体金属液滴（ 1 4 8 ）が合体したときに遮断され、前記前記第 1 の液体金属液滴（ 1 5 2 ）と前記第 3 の液体金属液滴（ 1 4 8 ）が分離したときに開通する、

ことを特徴とする圧電光リレー。

〔 2 〕 前記第 1 の圧電ポンプは、第 1 の貫通孔（ 1 2 6 ）を介して切り替えチャンネル（ 1 2 8 ）内へ作動流体をポンプ送りするよう動作可能であり、該第 1 の貫通孔は前記第 2 の液体金属液滴（ 1 5 0 ）と前記第 3 の液体金属液滴（ 1 4 8 ）の間に配置してあり、それによって前記第 2 と第 3 の液体金属液滴を分離させるとともに前記第 1 と第 3 の液体金属液滴を合体させることを特徴とする〔 1 〕に記載の圧電光リレー。

〔 3 〕 前記第 1 の圧電ポンプはさらに、作動流体を第 1 の貫通孔（ 1 2 6 ）を介して前記切り替えチャンネル外へポンプ送りするよう動作可能であり、前記第 1 の貫通孔（ 1 2 6 ）は前記第 2 の液体金属液滴（ 1 5 0 ）と前記第 3 の液体金属液滴（ 1 4 8 ）の間に位置し、それによって該第 2 と第 3 の液体金属液滴を合体させ、前記第 1 と第 3 の液体金属液滴を分離することを特徴とする〔 1 〕に記載の圧電光リレー。

〔 4 〕 前記第 1 の圧電ポンプはさらに、前記第 1 の可撓性ダイヤフラム（ 1 1 8 ）に取り付けた少なくとも一つの圧電素子（ 1 2 2 ）を備え、該少なくとも一つの圧電素子（ 1 2 2 ）が屈曲モードで変形し、それによって前記第 1 のポンプ室（ 1 2 0 ）の容積を可変するよう設けてあることを特徴とする〔 1 〕に記載の圧電光リレー。

〔 5 〕 前記第 1 の光路が、

切り替えチャンネルへ光を伝送する構成の第 1 の導光路（ 1 1 0 ）と、

前記第 1 の導光路（ 1 1 0 ）に光学的に整列配置され、前記第 1 の液体金属液滴（ 1 5 2 ）と前記第 3 の液体金属液滴（ 1 4 8 ）が分離したときに前記第 1 の導光路から光を受光する構成の第 2 の導光路（ 1 1 2 ）とを備える、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする〔１〕に記載の圧電光リレー。

〔６〕 前記第２の液体金属液滴（１５０）と前記第３の液体金属液滴（１４８）の間を挿通する第２の光路をさらに備えることを特徴とする〔１〕に記載の圧電光リレー。

〔７〕 第２の可撓性ダイヤフラム（１６６）により一部区画され、貫通孔（１５８）を介して前記第２のポンプ室と前記切り替えチャンネル（１２８）の間で作動流体をポンプ送りするよう動作可能な第２のポンプ室（１６５）を備える第２の圧電ポンプをさらに備え、前記貫通孔（１５８）が前記第１の液体金属液滴（１５２）と前記第３の液体金属液滴（１４８）の間に位置することを特徴とする〔１〕に記載の圧電光リレー。

〔８〕 切り替えチャンネル（１２８）内を可動の第１の液体金属液滴（１４８）を有する圧電光リレー内で光路を切り替える方法であって、

10

入力光信号を前記圧電光リレーの入力導光路（１１０）へ結合するステップで、該入力導光路（１１０）を出力導光路（１１２）に光学的に整列配置して光路を形成する前記ステップと、

前記光路を開通させる場合、第１の液体金属液滴（１４８）を前記光路外へ移動させ、それによって前記入力導光路（１１０）を前記出力導光路（１１２）へ光学的に結合するステップと、

前記光路を遮断する場合、前記第１の液体金属液滴（１４８）を前記光路内へ移動させ、それによって前記入力導光路（１１０）を前記出力導光路（１１２）から光学的に分離させるステップとを有し、

前記第１の液体金属液滴（１４８）の移動ステップが、少なくとも一つの圧電素子（１２２）を付勢して屈曲モードで変形させ、それによって第１の可撓性ダイヤフラム（１１８）を偏向させ、第１のポンプ室（１２０）の容積を可変して前記切り替えチャンネル（１２８）内の作動流体の圧力を可変するステップを有する、

20

ことを特徴とする方法。

〔９〕 前記第１の液体金属液滴（１４８）は第２の接点パッド（１５６）と第３の接点パッド（１３４）の間の前記切り替えチャンネル（１２８）に配置した第１の接点パッド（１５４）と湿潤接触しており、

前記第１の液体金属液滴（１４８）を光路内へ移動させることにより、前記第１の液体金属液滴（１４８）を前記第２の接点パッド（１５６）に湿潤接触させて前記第２の液体金属液滴（１５２）に合体させ、

30

前記第１の液体金属液滴（１４８）を光路外へ移動させることにより、前記第１の液体金属液滴（１４８）を前記第３の接点パッド（１３４）に湿潤接触させて前記第３の液体金属液滴（１５０）に合体させる、

ことを特徴とする〔８〕に記載の圧電光リレー内で光路を切り替える方法。

〔１０〕 前記第１の液体金属液滴（１４８）の移動ステップはさらに、少なくとも一つの圧電素子（１２２）を付勢して屈曲モードで変形させ、それによって第２の可撓性ダイヤフラム（１６６）を屈曲させ、第２のポンプ室（１６５）の容積を可変し、前記切り替えチャンネル（１２８）内の作動流体の圧力を可変するステップを有することを特徴とする〔８〕に記載の圧電光リレー内で光路を切り替える方法。

【図面の簡単な説明】

40

【００３３】

【図１】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの端面図である。

【図２】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの断面図である。

【図３】頂部キャップ層を取り除いた状態の本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの上面図である。

【図４】頂部キャップ層を取り除いた状態の本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーのさらなる上面図である。

【図５】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの底部キャップ層の上面図である。

【図６】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの底部キャップ層を通る断面図で

50

ある。

【図 7】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーのポンプ室層の上面図である。

【図 8】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーのポンプ室層の底面図である。

【図 9】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーのポンプ室層を通る断面図である。

。

【図 10】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの貫通孔層の上面図である。

【図 11】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの貫通孔層を通る断面図である。

。

【図 12】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの切り替え層の上面図である。

【図 13】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの切り替え層の側面図である。

10

【図 14】本発明の幾つかの実施形態に合致する光リレーの頂部キャップ層の底面図である。

【符号の説明】

【0034】

100 光リレー（リレーハウジング）

102 底部キャップ層

104 ポンプ室層

106 貫通孔層

108 切り替え層

110 導波路（第 1 の導光路 / 入力導光路）

20

112 導波路（第 2 の導光路 / 出力導光路）

114 頂部キャップ層

116 作動流体槽

118 可撓性ダイヤフラム（第 1 の可撓性ダイヤフラム）

120 ポンプ室（第 1 のポンプ室）

122 圧電素子

124 電気接点パッド

126 管路（第 1 の貫通孔）

128 切り替えチャンネル

130、132 ノッチ

30

134 湿潤可能な接点パッド（第 2 の接点パッド / 第 3 の接点パッド）

140、144 導光路

146 ノッチ

148 液体金属液滴（第 3 の液体金属液滴 / 第 1 の液体金属液滴）

150 液体金属液滴（第 2 の液体金属液滴 / 第 3 の液体金属液滴）

152 液体金属液滴（第 1 の液体金属液滴 / 第 2 の液体金属液滴）

154 湿潤可能な接点パッド（第 3 の接点パッド / 第 1 の接点パッド）

156 湿潤可能な接点パッド（第 1 の接点パッド / 第 2 の接点パッド）

158 通気孔

160 貯槽

40

162、164 孔

165 ポンプ室（第 2 のポンプ室）

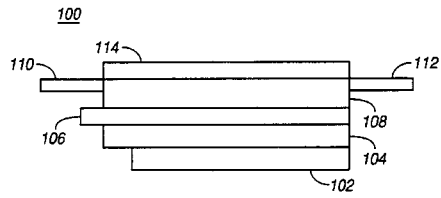
166 可撓性ダイヤフラム（第 2 の可撓性ダイヤフラム）

168、170 より厚肉の領域

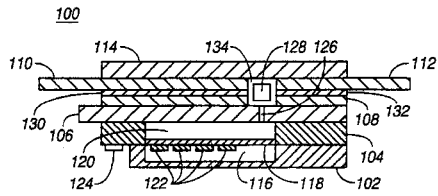
172、174 圧力解放通気孔

176、178、180 電気接点

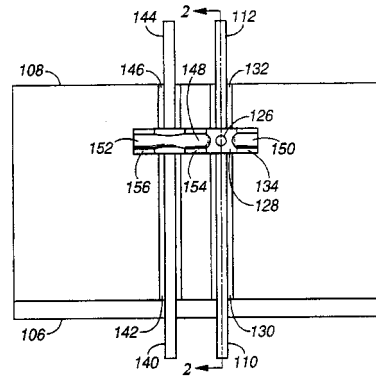
【図 1】



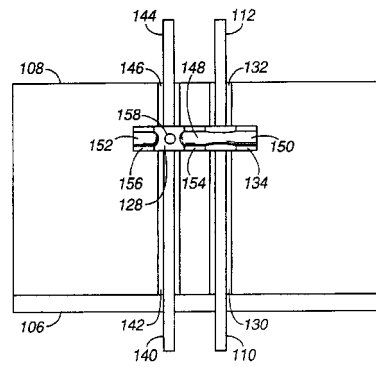
【図 2】



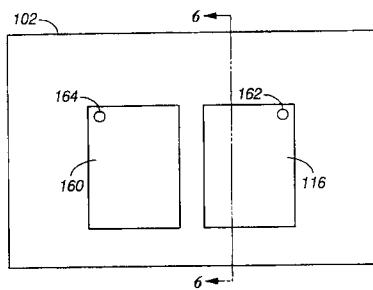
【図 3】



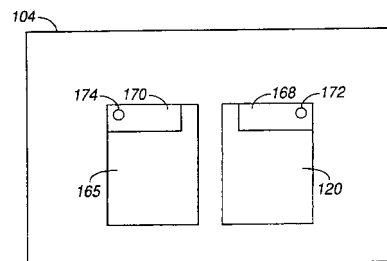
【図 4】



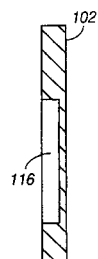
【図 5】



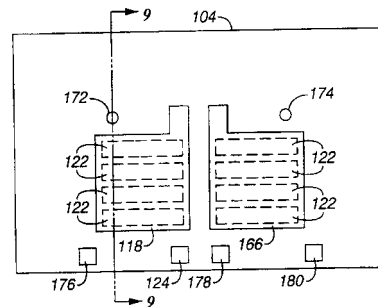
【図 7】



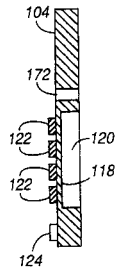
【図 6】



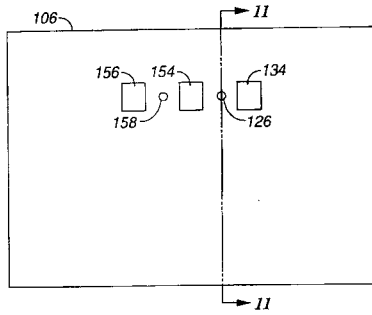
【図 8】



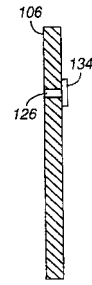
【図 9】



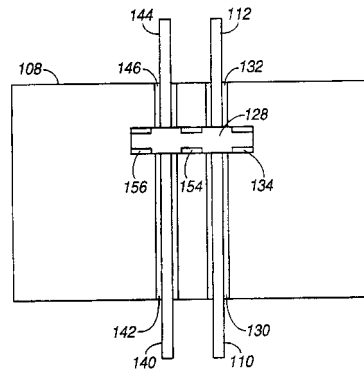
【図 10】



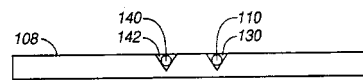
【図 11】



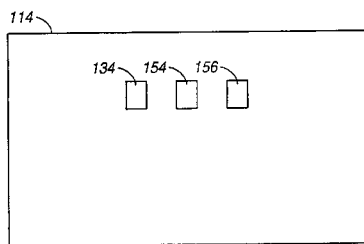
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 マーヴィン・グレン・ウォン

アメリカ合衆国コロラド州 8 0 8 6 3 , ウッドランド・パーク , ハニー ヒル レーン 9 3

Fターム(参考) 2H041 AA04 AB02 AB32 AC08 AZ03 AZ05 AZ08