(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4044864号
(P4044864)

(45)発行日　平成20年2月6日(2008.2.6)　(24)登録日　平成19年11月22日(2007.11.22)

(51)Int.Cl.		F I		
H01H 57/00	(2006.01)	H01H	57/00	Z
H01H 29/04	(2006.01)	H01H	29/04	
H01L 41/09	(2006.01)	H01L	41/08	U
		H01L	41/08	J

請求項の数 16　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2003-119891(P2003-119891)
(22)出願日　平成15年4月24日(2003.4.24)
(65)公開番号　特開2003-346627(P2003-346627A)
(43)公開日　平成15年12月5日(2003.12.5)
審査請求日　平成17年8月9日(2005.8.9)
(31)優先権主張番号　10/137691
(32)優先日　平成14年5月2日(2002.5.2)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
ＡＧＩＬＥＮＴ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ，　ＩＮＣ．
アメリカ合衆国カリフォルニア州サンタクララ　スティーブンス・クリーク・ブルーバード　５３０１
(74)代理人　100096769
弁理士　有原　幸一
(74)代理人　100107319
弁理士　松島　鉄男
(74)代理人　100099623
弁理士　奥山　尚一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧電駆動リレー

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

チャネルと、

第１、第２の組の圧電素子であって、該第１、第２の組の圧電素子がそれぞれ第１、第２のチャンバの側壁を形成し、該第１、第２のチャンバがそれぞれの第１、第２の貫通孔を介して前記チャネルに接続できるようにするための前記圧電素子と、

順次等間隔で離隔した第１、第２、第３の接点パッドであって、それぞれの少なくとも一部を前記チャネル内に有する前記接点パッドと、前記チャネル内の導電液体であって、第１の部分が前記第１の接点パッドを湿潤し、一部分が前記第２、第３の接点パッドの双方を湿潤する前記導電液体と、

第１、第２の開口を介して前記第１、第２のチャンバのそれぞれに接続した流体貯蔵室であって、それぞれ可撓壁をもった複数の小室を備える流体貯蔵室と

を備え、

前記チャンバと前記チャネルは流体で満たされ、前記第２、第３の接点パッドを湿潤する導電液体の前記一部分を、前記第１の接点パッドを湿潤する前記第１の部分へ向け可動とした、

圧電駆動リレー。

【請求項２】

前記圧電素子の各組は、各組の間の前記チャンバへ近接あるいは該チャンバから離隔するように屈曲できる一対の剪断モード圧電素子を備えることを特徴とする請求項１に記載

の圧電駆動リレー。
【請求項３】
前記複数の小室を接続する圧力解放ポートをさらに備えることを特徴とする請求項１に記載の圧電駆動リレー。
【請求項４】
前記導電液体は、少なくとも一組の前記圧電素子の駆動が引き起こす前記第１、第２のチャンバ内に生ずる差圧により可動とされ、前記駆動が前記圧電素子をして剪断方向に撓ませてそれらを屈曲することを特徴とする請求項３に記載の圧電駆動リレー。
【請求項５】
前記導電液体は、前記第１、第２の組の圧電素子双方の協働的動作により前記第１、第２のチャンバ内に生じた差圧により可動となることを特徴とする請求項３に記載の圧電駆動リレー。
【請求項６】
前記流体貯蔵室の上方に位置する充填ポートをさらに備えることを特徴とする請求項５に記載の圧電駆動リレー。
【請求項７】
前記導電液体が水銀であることを特徴とする請求項４あるいは請求項５に記載の圧電駆動リレー。
【請求項８】
前記導電液体がガリウムを含む合金であることを特徴とする請求項４あるいは請求項５に記載の圧電駆動リレー。
【請求項９】
流体貯蔵室を備えた流体貯蔵層と、
前記流体貯蔵層に積層した圧電層であって、第１、第２の組の圧電素子からなり、前記第１、第２の組がそれぞれ第１、第２のチャンバに対して側壁を形成し、該各チャンバをそれぞれ第１、第２の開口を介して前記貯蔵室へ接続する前記圧電層と、
前記圧電層に積層したチャネル層であって、チャネルと、該チャネルを前記第１のチャンバに接続する第１の仲介部と、前記チャネルを前記第２のチャンバに接続する第２の仲介部と、それぞれが前記チャネル内にそれぞれの少なくとも一部を有し、順次等間隔で離隔する第１、第２、第３の接点パッドと、前記チャネル内にあって、第１の部分が前記第１の接点パッドを湿潤し、一部分が前記第２、第３の接点パッドの双方を湿潤する導電液体を備える前記チャネル層とを備え、
前記チャンバと前記チャネルは流体で満たしてあり、前記第２、第３の接点パッドを湿潤する前記導電液体の前記一部分を、前記第１の接点パッドを湿潤する前記第１の部分へ向け可動とした
圧電駆動リレー。
【請求項１０】
前記各組の圧電素子は少なくとも二つの剪断モード圧電素子を備えることを特徴とする請求項９に記載の圧電駆動リレー。
【請求項１１】
前記流体貯蔵室は単一の小室を備えることを特徴とする請求項１０に記載の圧電駆動リレー。
【請求項１２】
前記流体貯蔵室はそれぞれが可撓壁を有する複数の小室を備えることを特徴とする請求項１０に記載の圧電駆動リレー。
【請求項１３】
前記複数の小室を接続する少なくとも１つの圧力解放ポートをさらに備えることを特徴とする請求項１２に記載の圧電駆動リレー。
【請求項１４】
前記導電液体が水銀であることを特徴とする請求項１１あるいは請求項１３に記載の圧

電駆動リレー。
【請求項１５】
前記導電液体がガリウムを含む合金であることを特徴とする請求項１１あるいは請求項１３に記載の圧電駆動リレー。
【請求項１６】
前記流体貯蔵層が充填ポートをさらに備えることを特徴とする請求項１４あるいは請求項１５に記載の圧電駆動リレー。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、圧電駆動液体金属スイッチに関し、特に圧電材料や磁歪材料（以下一括して「圧電材料」と総称する。）を使用した駆動部を有するスイッチとリレーに関する。
【０００２】
【従来の技術】
圧電材料は、電界や磁界の印加時に変形する。かくして、圧電材料をアクチュエータとして用いて二つの面の相対位置を制御することができる。
【０００３】
圧電気とは、応力印加時に電気的に分極する幾つかの結晶が示す性質を記述する一般用語である。水晶は、圧電性結晶の好例である。この種の結晶に応力を印加すると、それは印加応力に比例する電気モーメントを発生する。
【０００４】
これが、直接の圧電効果である。逆に、電界内に配置すると、圧電性結晶は僅かにその形状を変える。これが、逆圧電効果である。
【０００５】
最も使用される圧電材の一つが、上述の水晶である。圧電気は、例えばトルマリンやロシェル塩といった強誘電性結晶にも現われる。これらはすでに自然発生的な分極を有しており、圧電効果はこの分極における変化としてそれらの中で際立っている。他の圧電材料には、特定のセラミック材料や特定のポリマー材料が含まれる。それらは二つの面の相対位置を制御できるため、圧電材料はこれまで弁駆動装置や顕微鏡用位置制御に用いられてきた。圧電材料、特にセラミック型のものは、大量の力を発生することができる。しかしながら、大電圧を印加しても小変位しか生まれない。圧電セラミックの場合、この変位は最大で材料長の０．１％にしかならない。かくして、圧電材料は小変位が要求される用途に弁駆動装置や位置制御として用いられてきた。
【０００６】
単位印加電圧当たりでより大きな変位を生成する方法に、バイモルフ組立体や積層組立体が含まれる。バイモルフ組立体は合体結合され、それらの端部をリムにて拘束した二つの圧電セラミック材料を有しており、電圧印加時に圧電材料の一方を伸長させるようにしてある。得られる応力が、材料をしてドームを形成させる。ドーム中央の変位は、個別材料の伸縮よりも大である。しかしながら、バイモルフ組立体のリムを拘束していることで利用可能な変位量が削がれることになる。さらに、バイモルフ組立体が発生する力は個別材料の伸縮により生成される力よりも相当に低いものとなる。
【０００７】
積層組立体には、併せ接続する電極を交互配置した多層圧電材料が含まれる。電極にかかる電圧が、積層体を伸長或いは圧縮する。積層体の変位は、個々の材料の変位の合計と一致する。かくして、そこそこの変位距離を達成しようとすれば、非常に高い電圧或いは多くの層が必要になる。しかしながら、従来の積層駆動装置は、圧電材料や積層体を組み付けた材料の熱膨張が原因で位置制御に乱調を来す。
【０００８】
圧電材料の高強度と高剛性のお陰で、大きな表面域に作用する高圧により生成される力などの大きな力に抗した開閉が可能となる。圧電材料の大きな力が大型弁の開弁用途を可能

にし、そのことで弁の開閉に必要な変位或いは駆動が低減される。

【０００９】

従来の圧電駆動リレーでは、機構部分を動かすことでリレーは「閉成」し、かくして二つの電極部品が電気的に当接するようになる。リレーは機構部分を動かすことで「開成」し、かくして電極部品はもはや電気的に接触しなくなる。電気的なスイッチング点は、固体電極の電極部品間の接点に対応する。

【００１０】

【発明が解決しようとする課題】

スイッチング素子として液体金属を用い、スイッチング機能を働かせるべく加熱したときのガスの膨張を用いる液体金属マイクロスイッチが開発されている。液体金属は、超微細溶接によらない金属どうしの接触や、スイッチ機構を過熱することなくしかもそれに悪影響を及ぼすことなくこの大出力を給送する能力と、スイッチング機能をラッチする能力を用い、比較的高出力（ほぼ１００ｍＷ）のスイッチング能力など他の超微細加工技術に勝る幾つかの長所を有する。しかしながら、スイッチを駆動するのに加熱ガスを用いることには幾つかの不利な点がある。スイッチの状態を切り替えるのに比較的大電力が必要であり、スイッチのデューティサイクルが高いとスイッチングにより生成される熱を効果的に排除しなければならないし、しかも動作速度は比較的遅く、最大のスイッチング周波数を数百Ｈｚに制限される。

【００１１】

したがって、スイッチの状態を切り替えるための電力が少なくいスイッチ、動作速度の高いスイッチと該スイッチを有するリレーを提供することが本発明の課題である。

【００１２】

【課題を解決するための手段】

本発明は、液体金属スイッチを駆動するのに圧電的手法を用いる。本発明のアクチュエータは、屈曲モードではなく剪断モードにて圧電素子を用いる。本発明になる圧電ドライバは、エネルギを放散するのではなくエネルギを蓄積する容量型装置である。その結果、その駆動に必要な電圧は高めとなるかも知れないが、消費電力は大幅に低減される。圧電ポンプは押圧だけでなく引っ張りにも用いることができ、それ故に膨張ガスの押圧効果によってのみ駆動するアクチュエータでは得られない二重作動効果が得られる。本発明になる圧電スイッチの使用が、スイッチング時間の低減に帰結する。

【００１３】

本発明になる圧電駆動液体金属スイッチは、複数の層からなる。一層中のチャネル内に一般的には導電液体でよい液体金属が含まれ、回路基板上のスイッチ接点パッドに接する。チャネル内の液体金属の量と位置は、二つの接点パッドだけが同時に接続されるようにしてある。液体金属は可動であり、中央接点パッドと第１の端部接点パッドとの間に圧力上昇を生成して液体金属を分割しその一部を移動させて他方の端部接点パッドに接続させることで、中央接点パッドとどちらかの端部接点パッドに当接させる。液体金属のラッチ効果のお陰で、接点パッドを湿潤し表面張力によって所定位置に保持した際に安定な構造が生み出される。

【００１４】

不活性非導電液体が、スイッチ内の余った空間内に充填される。上記の圧力増加は、１又は複数の圧電ポンプにより生成される。本発明のポンプのタイプは、ポンプ動作キャビティ内での圧力素子の剪断動作を用い、正負の容積変化を生成する。これらの動作は、圧力増加だけでなく圧力減少も招き、液体金属の動きを支援する。

【００１５】

【発明の実施の形態】

本発明は、以下の図面を参照することでより良く理解することができる。図面中の構成要素は必ずしも実寸の定比拡大／縮小ではないが、本発明原理を明確に図解することに重点を置いてある。図１は、圧電駆動リレーである５層リレー１００を示す本発明の一実施形態の側面図である。上層１１０は作動流体の貯蔵層すなわち流体貯蔵層１１０であり、圧

電駆動リレーをアクチュエータ１００に用いる流体貯蔵室として機能する。第２層１２０は、オリフィス層である。オリフィス層は随意選択的であり、上層１１０と下層の間に向けたオリフィスをもたらす。第３層１３０は、圧電スイッチング機構を収容した圧電層である。第４層１４０はチャネル層であり、スイッチング機構に用いる液体金属を収容している。基板層１５０は基部として機能し、配設されることになる複数の回路素子に対し共通基盤をもたらす。

【００１６】

図２は、５層リレーである本発明になるアクチュエータ１００の一実施形態の断面図を示す。図２は、図１の断面図である。流体貯蔵層１１０は、一定体積の作動流体を収容する流体貯蔵室１１５を有する。作動流体は、不活性非導電流体である。この流体は、好ましくは米国スリーエム（３Ｍ）社のFluorinert（商標）（フロリナート（商標））製品系列に見出される低分子量ペルフルオロカーボンなどの低粘性不活性有機液体である。さもなくば、それは例えば低密度の鉱油（軽油）或いは合成油などからなる。オリフィス層１２０は、流体貯蔵層１１０に隣接させてある。オリフィス層１２０中の二つの貫通孔１６０は、流体貯蔵室１１５内の開口と連通する。オリフィス層１２０は随意選択的であり、流体貯蔵層１１０と圧電層１３０の間に境界層をもたらす。

【００１７】

圧電層１３０には、圧電駆動リレー１００に用いる複数の圧電素子１７０が収容してある。図２の各圧電素子１７０は、複数組の圧電素子１７０を形成する圧電素子１７０のうちの他の素子と対にしてある。圧電素子１７０の各対は、チャンバ１７５を形成している。各チャンバ１７５は貫通孔すなわちオリフィス１６０と連通しており、流体貯蔵室１１５とチャンバ１７５の間を流体が流入或いは流出できるようにしてある。圧電層１３０は、オリフィス１６０とは反対側にチャンバ１７５と連通する仲介部である貫通孔１８０を有する。

【００１８】

チャネル層１４０は、チャネル１９５内に含まれる一般的には導電液体でよい液体金属１９０と、回路基板である基板層１５０上に位置する一組の接点パッド２００を備える。液体金属１９０を充填していないチャネル１９５内の空間は、前記流体で満たしてある。液体金属は、不活性で導電性を有する。液体金属１９０の量と位置は、接点パッド２００が二つだけ同時接続されるようにしてある。中央接点パッド２００はその左側或いは右側接点パッド２００のどちらかに常に当接している。図２に示した本発明の実施形態では、液体金属１９０は中央接点パッド２００と右側接点パッド２００に当接している。液体金属１９０は、チャンバ１７５内に差圧を引き起こす圧電素子１７０の動作により移動させられて左側接点パッド２００に当接する。

【００１９】

圧電素子１７０が屈曲することで、チャンバ１７５内での圧力増加或いは圧力減少のいずれかが発生する。チャンバ１７５内の圧力増加は、液体金属１９０をそれが中央接点パッド２００と左側接点パッド２００に当接するまで左方へ移動させる。圧電素子のポンプ動作が、チャンバ１７５内に正又は負いずれかの容積変化と圧力変化を生み出す。右側の組の圧電素子１７０が圧力増加すなわち容積減少を引き起こしたときに、左側は圧力減少すなわち容積増加を引き起こすことになる。２組の圧電素子１７０の逆の動きが、液体金属１９０の動きを支援する。

【００２０】

本発明の好適な実施形態では、液体金属１９０は水銀である。本発明の好適な代替例では、液体金属はガリウムを含む合金である。

【００２１】

動作時、本発明のスイッチング機構は圧電素子１７０の剪断モード変位により動作する。圧電素子１７０には電荷が印加され、これが剪断モード変位により素子１７０を屈曲させる。各組の圧電素子１７０は、一緒に作動する。前述の如く、圧電素子１７０の屈曲動作は個別基準、すなわち各組それぞれ個別に設定するか、或いは協働的、すなわち両組が一

緒に設定するかのいずれかにできる。前記組一つの圧電素子１７０の内方屈曲が真下のチャンバ１７５の圧力の増加を、また外方屈曲の組の真下のチャンバ１７５における容積減少を招く。圧力／容積のこの変化により、可動液体金属１９０の変位が生ずる。効率を高めるため、他組の圧電素子を同時に内外反対に屈曲させることができる。圧電素子１７０の屈曲運動を反転することで、液体金属１９０は反対方向へ変位させることができる。圧電素子１７０は弛緩し、すなわち一旦液体金属１９０が変位した後は電荷が取り除かれる。液体金属１９０は接点パッド２００を湿潤し、ラッチ効果を引き起こす。圧電素子１７０から電荷を取り除くと、液体は元の位置へは復帰しないが、接点パッド２００を湿潤したままとする。

【００２２】

図３Ａは、オリフィス層１２０の平面図である。二つのオリフィス１６０が、圧電層１３０内で流体貯蔵室１１５とチャンバ１７５の間の流体に対する流れを制約する。図３Ｂは、図３Ａのオリフィス層１２０のＡ－Ａ側断面図である。オリフィス１６０は、オリフィス層１２０を通って延びているのが図示してある。

【００２３】

図４は、接点パッド２００を有する基板層１５０の上面図である。接点パッド２００は、信号を伝えるために基板層１５０を通して該基板層の反対側の半田ボール（図示せず）に接続することができる。信号の伝搬には代替例が存在することが分かろう。例えば、信号の伝搬は基板層１５０内で行なうようにできる。図２の接点パッド２００が本発明の接点パッドの単なる一例であることもまた理解されよう。具体的には、基板層１５０と接点パッド２００は必ずしも図４の接点パッドと基板層とに見合ったものとする必要はない。

【００２４】

図５Ａは、チャネル層１４０の平面図である。チャネル層１４０は、チャネル１９５と、チャネル１９５から液体を移動させる導管として機能する一対の貫通孔１８０と、図２に示したチャンバ１７５からなる。図５Ｂは、図５ＡのＡ－Ａ位置におけるチャネル層１４０の側断面図である。チャネル１９５は、貫通孔１８０に接続して図示してある。

【００２５】

図６は、２組の圧電素子１７０を示す圧電層１３０の平面図である。圧電素子１７０の各対が、チャンバ１７５を形成している。各チャンバ１７５はオリフィス１６０（図示せず）と連通させてあり、流体貯蔵室１１５（図示せず）とチャンバ１７５の間を流体が流入或いは流出できるようにしてある。

【００２６】

図７は、２組の圧電素子１７０を示す圧電層１３０の平面図を示す。図の右側の一対の圧電素子１７０は、外方へ屈曲する（撓む）よう駆動してある。撓んだ圧電素子１７０は、膨張したポンプ動作キャビティ２１０を形成する。膨張したポンプ動作キャビティ２１０は、チャネル１９５（図示せず）から液体を引き付け、液体金属１９０（図示せず）を右側へ向けて引き寄せる。

【００２７】

図８は、２組の圧電素子１７０を示す圧電層１３０の平面図を示す。図の右側の一対の圧電素子１７０は、内方へ屈曲する（撓む）よう駆動してある。撓んだ圧電素子１７０は、収縮したポンプ動作キャビティ２２０を形成する。収縮したポンプ動作キャビティ２２０はチャネル１９５（図示せず）から流体を押圧し、液体金属１９０（図示せず）をして左側へ向け押圧している。

【００２８】

圧電素子１７０の組が協働的に動作できることが分かろう。例えば、一組の素子１７０が図７に示す如く外方へ撓むと、素子１７０の他方の組は図８に示す如く内方へ撓ませることができる。協働的な動作が流体に生ずる動きを増大させ、力を増大させて液体金属を容易に移動させる。

【００２９】

図９Ａは、流体貯蔵室１１５と充填ポート２３０を有する流体貯蔵層１１０の平面図を示

す。図９Ｂは、図９ＡのＡ－Ａ位置における流体貯蔵層１１０の側断面図である。流体貯蔵室１１５は、ここでは本発明の一実施形態における単一部分として例示してある。代替実施形態では、流体貯蔵室は複数部分から製作される。流体貯蔵室１１５は動作流体の保管所であり、ポンプ素子間の圧力パルスの干渉すなわちクロストークを最小に保つ可撓壁を有する。圧電駆動リレーをスイッチ組立体１００として組み立てた後、流体貯蔵室１１５を充填する。充填ポート２３０は、流体貯蔵室１１５を充填した後に封止する。

【００３０】

図１０は、流体貯蔵室が複数の小室２４０からなる本発明の代替実施形態を示すものである。複数の小室を区画している可撓壁２５０は、小室２４０間で圧力を均圧化するため小室２４０の両方に接続した圧力解放ポート２６０を有しており、各小室２４０はポンプ動作素子間の圧力パルスの相互作用すなわちクロストークを最小限に保つ可撓外壁を有する。

【００３１】

本発明の具体的な実施形態だけを上記に説明したが、当業者には添付の特許請求の範囲の趣旨内で様々な改変が可能であることが想起されよう。なお、本発明の広範な実施のための参考として、実施態様のいくつかを下記に列挙して大方の参考に供する。

【００３２】

（実施態様１）

チャネル（１９５）と、第１、第２の組の圧電素子（１７０）であって、該第１、第２の組の圧電素子がそれぞれ第１、第２のチャンバ（１７５）の側壁を形成し、該第１、第２のチャンバがそれぞれの第１、第２の貫通孔（１８０）を介して前記チャネルに接続できるようにするための前記圧電素子と、順次等間隔で離隔した第１、第２、第３の接点パッド（２００）であって、それぞれの少なくとも一部を前記チャネル内に有する前記接点パッドと、前記チャネル内の導電液体（１９０）であって、第１の部分が前記第１の接点パッドを湿潤し、一部分が前記第２、第３の接点パッドの双方を湿潤する前記導電液体とを備え、前記チャンバと前記チャネルは流体で満たされ、前記第２、第３の接点パッドを湿潤する導電液体の前記一部分を、前記第１の接点パッドを湿潤する前記第１の部分へ向け可動としたことを特徴とする圧電駆動リレー（１００）。

【００３３】

（実施態様２）

第１、第２の開口（１６０）を介して前記第１、第２のチャンバのそれぞれに接続した流体貯蔵室（１１５）をさらに備えることを特徴とする実施態様１に記載の圧電駆動リレー。

【００３４】

（実施態様３）

前記圧電素子の各組は、各組の間の前記チャンバへ近接あるいは該チャンバから離隔するように屈曲できる一対の剪断モード圧電素子を備えることを特徴とする実施態様２に記載の圧電駆動リレー。

【００３５】

（実施態様４）

前記流体貯蔵室（１１５）は、それぞれ可撓壁（２５０）をもった複数の小室（２４０）を備えることを特徴とする前記実施態様３に記載の圧電駆動リレー。

【００３６】

（実施態様５）

前記複数の小室を接続する圧力解放ポート（２６０）をさらに備えることを特徴とする実施態様４に記載の圧電駆動リレー。

【００３７】

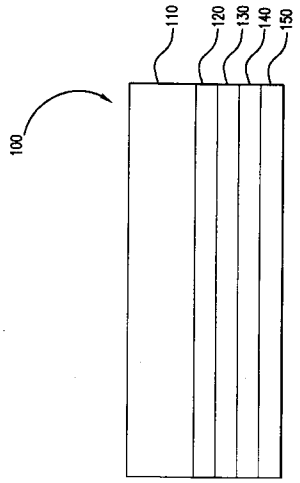
（実施態様６）

前記導電液体は、少なくとも一組の前記圧電素子の駆動が引き起こす前記第１、第２のチャンバ内に生ずる差圧により可動とされ、前記駆動が前記圧電素子をして剪断方向に撓ま

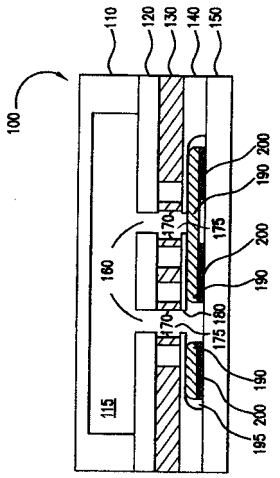
せてそれらを屈曲することを特徴とする実施態様５に記載の圧電駆動リレー。
【００３８】
（実施態様７）
前記導電液体は、前記第１、第２の組の圧電素子双方の協働的動作により前記第１、第２のチャンバ内に生じた差圧により可動となることを特徴とする実施態様５に記載の圧電駆動リレー。
【００３９】
（実施態様８）
前記流体貯蔵室の上方に位置する充填ポートをさらに備えることを特徴とする実施態様７に記載の圧電駆動リレー。
【００４０】
（実施態様９）
前記導電液体が水銀であることを特徴とする実施態様６あるいは実施態様７のいずれかに記載の圧電駆動リレー。
【００４１】
（実施態様１０）
前記導電液体がガリウムを含む合金であることを特徴とする実施態様６あるいは実施態様７のいずれかに記載の圧電駆動リレー。
【００４２】
（実施態様１１）
流体貯蔵室（１１５）を備えた流体貯蔵層（１１０）と、前記流体貯蔵層に積層した圧電層（１３０）であって、第１、第２の組の圧電素子（１７９）からなり、前記第１、第２の組がそれぞれ第１、第２のチャンバ（１７５）に対して側壁を形成し、該各チャンバをそれぞれ第１、第２の開口（１６０）を介して前記貯蔵室へ接続する前記圧電層と、前記圧電層に積層したチャネル層（１４０）であって、チャネル（１９５）と、該チャネルを前記第１のチャンバに接続する第１の仲介部（１８０）と、前記チャネルを前記第２のチャンバに接続する第２の仲介部（１８０）と、それぞれが前記チャンバ内にそれぞれの少なくとも一部を有し、順次等間隔で離隔する第１、第２、第３の接点パッド（２００）と、前記チャネル内にあって、第１の部分が前記第１の接点パッドを湿潤し、一部分が前記第２、第３の接点パッドの双方を湿潤する導電液体（１９０）を備える前記チャネル層（１４０）とを備え、前記チャンバと前記チャネルは流体で満たしてあり、前記第２、第３の接点パッドを湿潤する前記導電液体の前記一部分を、前記第１の接点パッドを湿潤する前記第１の部分へ向け可動としたことを特徴とする圧電駆動リレー。
【００４３】
（実施態様１２）
前記各組の圧電素子は少なくとも二つの剪断モード圧電素子を備えることを特徴とする実施態様１１に記載の圧電駆動リレー。
【００４４】
（実施態様１３）
前記流体貯蔵室は単一の小室を備えることを特徴とする実施態様１２に記載の圧電駆動リレー。
【００４５】
（実施態様１４）
前記流体貯蔵室（１１５）はそれぞれが可撓壁（２５０）を有する複数の小室（２４０）を備えることを特徴とする実施態様１２に記載の圧電駆動リレー。
【００４６】
（実施態様１５）
前記複数の小室を接続する少なくとも１つの圧力解放ポート（２６０）をさらに備えることを特徴とする実施態様１４に記載の圧電駆動リレー。
【００４７】

（実施態様１６）
前記導電液体が水銀であることを特徴とする実施態様１３あるいは実施態様１５のいずれかに記載の圧電駆動リレー。
【００４８】
（実施態様１７）
前記導電液体がガリウムを含む合金であることを特徴とする実施態様１３あるいは実施態様１５のいずれかに記載の圧電駆動リレー。
【００４９】
（実施態様１８）
前記流体貯蔵層（１１０）が充填ポート（２３０）をさらに備えることを特徴とする実施態様１６あるいは実施態様１７のいずれかに記載の圧電駆動リレー。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明になる圧電金属スイッチの層の側面図である。
【図２】本発明になる圧電スイッチの層の側断面図である。
【図３Ａ】図３Ａはオリフィス層の平面図である。
【図３Ｂ】図３Ｂはオリフィス層の側断面図である。
【図４】スイッチ接点を有する基板層の平面図である。
【図５Ａ】チャネル層の平面図である。
【図５Ｂ】液体金属層の側断面図である。
【図６】２組の圧電素子を示す圧電層の平面図である。
【図７】図６における右側の組の圧電素子へ向け伸長させた「スイッチ駆動キャビティ」を示す圧電層の平面図である。
【図８】右側の組の圧電素子へ向け収縮させた「スイッチ駆動キャビティ」を示す圧電層の平面図である。
【図９Ａ】作動流体貯蔵層の平面図である。
【図９Ｂ】作動流体貯蔵層の側断面図である。
【図１０】本発明になる圧電スイッチ層の代替側断面図である。
【符号の説明】
１００　圧電駆動リレー（５層リレー、アクチュエータ）
１１０　上層（流体貯蔵層）
１１５　流体貯蔵室
１２０　第２層（オリフィス層）
１３０　第３層（圧電層）
１４０　第４層（チャネル層）
１５０　基板層
１６０　開口（貫通孔、オリフィス）
１７０　圧電素子
１７５　チャンバ
１８０　貫通孔（仲介部）
１９０　液体金属（導電液体）
１９５　チャネル
２００　接点パッド
２１０　膨張したポンプ動作キャビティ
２２０　収縮したポンプ動作キャビティ
２３０　充填ポート
２４０　小室
２５０　可撓壁
２６０　圧力解放ポート

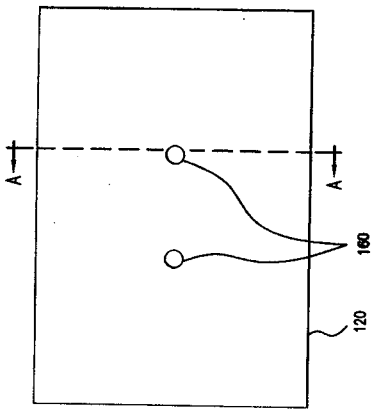
【図１】



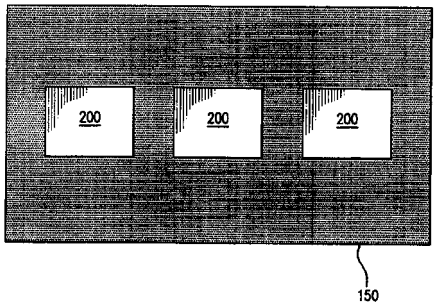
【図２】



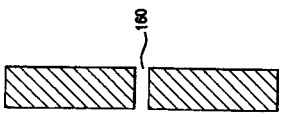
【図３Ａ】



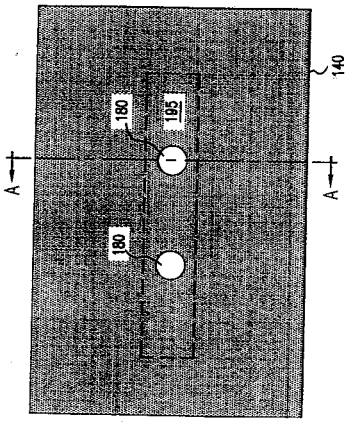
【図４】



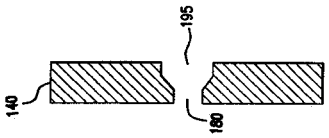
【図３Ｂ】



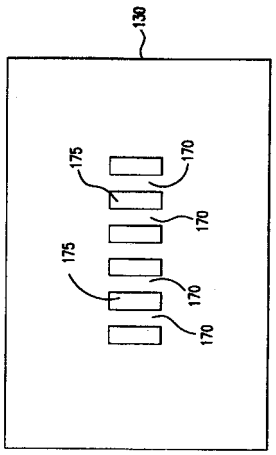
【図５Ａ】



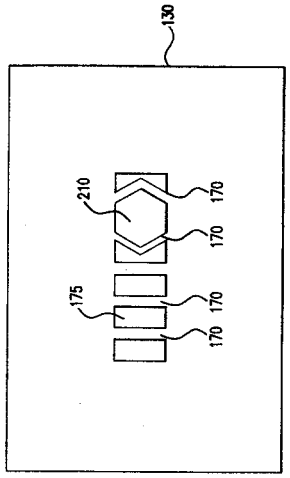
【図５Ｂ】



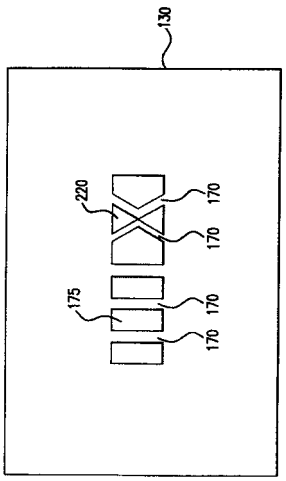
【図６】



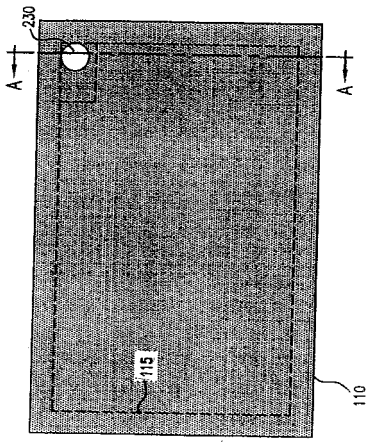
【図７】



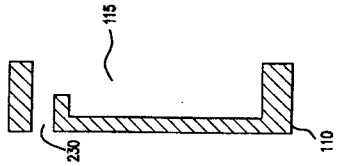
【図８】



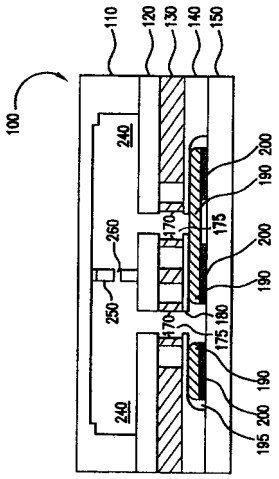
【図９Ａ】


230
A
A
115
110

【図９Ｂ】


115
230
110

【図１０】


110
120
130
140
150
100
240
200
190
170
175
260
200
190
250
170
180
175
190
240
200
195

フロントページの続き

(72)発明者　マービン　グレン　ウォング
アメリカ合衆国　コロラド　８０８６３　ウッドランド・パーク　ハニー・ヒル・レイン　９３

審査官　林　政道

(56)参考文献　特開２０００－１９５３８９（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－３０１２０７（ＪＰ，Ａ）
特開昭４８－０８３３５２（ＪＰ，Ａ）
特開昭４７－０２１６４５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01H 57/00
H01H 29/00-29/04
H01L 41/08
F04B 43/00-47/14