

(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2013-130914

(P2013-130914A)

(43) 公開日 平成25年7月4日(2013.7.4)

(51) Int.Cl.

G06F 3/01 (2006.01)

F I

G06F 3/01 310A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-278042 (P2011-278042)
 (22) 出願日 平成23年12月20日 (2011.12.20)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 小野 泰弘
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

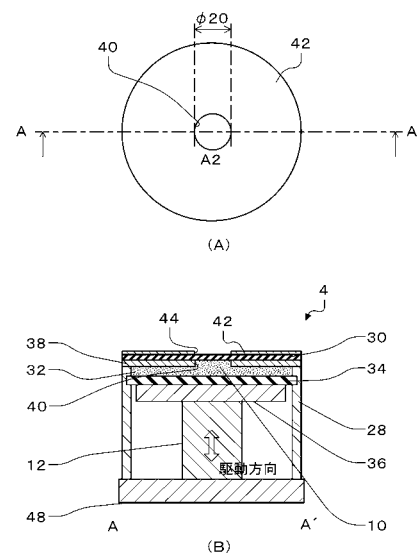
(54) 【発明の名称】 触感呈示装置

(57) 【要約】

【課題】スペース効率が高く、低コストの触感呈示装置が提供できる。

【解決手段】触感呈示装置は、物体に接触している指先にかかる振動感を再現する触感呈示装置であって、筐体28と、筐体28の上面に接して設けられ、指先への接触面となる振動膜30と、振動膜30の指先の接触面と対向する面に形成されたマトリックス電極10と、筐体28に封入されたマトリックス電極10の印加電圧によって粘性を制御できる電気粘性流体32と、電気粘性流体32に脈圧を発生させ、振動膜30を間接的に振動させるアクチュエーター12と、マトリックス電極10に与えられる電圧を独立に制御するとともに、アクチュエーター12による脈圧の変位と力とを制御するための制御手段と、を含む。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

物体に接触している指先にかかる振動感を再現する触感呈示装置であって、
筐体と、
前記筐体の上面に接して設けられ、前記指先への接触面となる振動膜と、
前記振動膜の前記指先の接触面と対向する面に、電極対をマトリックス状に配置して設けられたマトリックス電極と、
前記筐体に封入された前記マトリックス電極の印加電圧によって粘性を制御できる電気粘性流体と、
前記電気粘性流体に脈圧を発生させ、前記振動膜を間接的に振動させるアクチュエーターと、
前記マトリックス電極に与えられる電圧を独立に制御するとともに、前記アクチュエーターによる脈圧の変位と力とを制御するための制御手段と、
を含むことを特徴とする触感呈示装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の触感呈示装置において、
前記振動膜の開口部の面積よりも、前記アクチュエーターにより振動するダイヤフラムの面積のほうが大きいことを特徴とする触感呈示装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、触感呈示装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来から振動モーター、圧電素子や形状記憶合金などを振動源とした刺激素子にて、皮下組織の受容器を刺激することにより、触感感情を呈示する装置が知られている。皮膚に刺激（振動）が加わると、皮下組織の数種類の受容器が刺激される。受容器には、100 Hz 以下の振動を知覚し順応が速く受容野が狭いマイスナー小体、100～300 Hz 程度の振動を知覚し順応が速く受容野が広いパチニ小体、受容野が狭く圧力に反応するメルケル触盤、圧力や伸びに反応するルフィニ終末などがある。パチニ小体は、200 Hz 程度の振動に最も敏感に反応し、マイスナー小体は、30 Hz 程度の振動に最も敏感に反応するとされている。これらの受容器を的確に刺激することで様々な触感が呈示できる。

30

【0003】

例えば、絶縁体ケースに電気粘性流体を封入し、上面に接地された導電性ゴム、下面に微小電極群を設け、電磁ポンプにより脈圧と微小電極群に印加する電圧を制御することで導電性ゴムに振動を発生させている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開平 11 - 85433 号公報

40

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、この方法では導電性ゴムの振動方向と電界が平行になっているため、電気粘性流体中の粒子は電界に平行につながる。電気粘性流体は流体の動き（この場合導電性ゴムの振動方向）と垂直に粒子がつながると効率よく見かけの粘度が変化する（イメージとして図 9）。そのため、従来例で、適度な見かけ粘度を得るには印加電圧を高くする必要がある。印加電圧を低くするには、絶縁体ケースの高さを低くすれば良いが、流体抵抗が増大し、大きな電磁ポンプが必要となってしまう。すなわち装置が巨大化、高コスト化するという課題がある。

50

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0007】

〔適用例1〕本適用例に係る触感呈示装置は、物体に接触している指先にかかる振動感を再現する触感呈示装置であって、筐体と、前記筐体の上面に接して設けられ、前記指先への接触面となる振動膜と、前記振動膜の前記指先の接触面と対向する面に、電極対をマトリックス状に配置して設けられたマトリックス電極と、前記筐体に封入された前記マトリックス電極の印加電圧によって粘性を制御できる電気粘性流体と、前記電気粘性流体に脈圧を発生させ、前記振動膜を間接的に振動させるアクチュエーターと、前記マトリックス電極に与えられる電圧を独立に制御するとともに、前記アクチュエーターによる脈圧の変位と力とを制御するための制御手段と、を含むことを特徴とする。

10

【0008】

本適用例によれば、マトリックス電極に電圧を印加すると、電界に沿って電気粘性流体中の粒子が鎖状につながる。すなわち、振動膜の振動方向に垂直に粒子が鎖状につながる、すると、見かけ上その近傍の振動膜の剛性が高くなる。アクチュエーターを駆動すると、他の部分に比べ、剛性の高まった部分は変位しにくくなる。すなわち、アクチュエーターとマトリックス電極の制御により、振動刺激素子の数、位置、面積を容易に変更することができるため、これによって、スペース効率が高く、低コストの触感呈示装置が提供できる。

20

【0009】

〔適用例2〕上記適用例に記載の触感呈示装置において、前記振動膜の開口部の面積よりも、前記アクチュエーターにより振動するダイヤフラムの面積のほうが大きいことを特徴とする。

【0010】

本適用例によれば、アクチュエーター（ダイヤフラム）の振幅よりも振動膜の振幅は拡大されるため、低電圧駆動の触感呈示装置が提供できる。

【図面の簡単な説明】**【0011】**

30

【図1】本実施形態に係る触感呈示装置を示す図。

【図2】本実施形態に係る触感呈示部の構造を示す図。（A）は上面図。（B）は（A）のA-A'線断面図。

【図3】本実施例に係るマトリックス電極の構造を示す図。

【図4】本実施例に係るマトリックス電極を示す断面図。（A）は図3のC-C'線断面図。（B）は図3のD-D'線断面図。

【図5】本実施例に係るマトリックス電極の中心部のみに電圧を印加せずに凸形状刺激素子を形成する方法を示す図。

【図6】本実施例に係る図5のF-F'線断面図。

【図7】本実施例に係るマトリックス電極の右下部により大きな凸形状刺激素子を形成する方法を示す図。

40

【図8】本実施例に係る図7のG-G'線断面図。

【図9】本実施例に係るマトリックス電極の左上部及び右下部に凸形状刺激素子を形成する方法を示す図。

【図10】本実施例に係る図9のH-H'線断面図。

【発明を実施するための形態】**【0012】**

以下、実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本実施形態に係る触感呈示装置を示す図である。まず、本実施形態に係る指先にかかる振動感覚を呈示する触感呈示装置2について説明する。

50

【 0 0 1 3 】

本実施形態に係る触感呈示装置 2 は、図 1 に示すように、マトリックス電極 1 0 とアクチュエーター 1 2 とを含み、物体に接触している指先にかかる振動感を再現する触感呈示部 4 と、マトリックス電極 1 0 に与えられる電圧を独立に制御するとともに、アクチュエーター 1 2 による脈圧の変位と力とを制御するための制御手段 6 と、を備える。

【 0 0 1 4 】

制御手段 6 は、触感呈示部 4 のアクチュエーター 1 2 の振動波形を作成する波形作成部 1 4 と、波形作成部 1 4 で作成された駆動波形を適宜調整し、アクチュエーター 1 2 による脈圧の変位と力とを制御する駆動制御部 1 6 と、マトリックス電極 1 0 に与えられる電圧を独立に制御する電圧制御部 1 8 と、駆動制御部 1 6 と電圧制御部 1 8 とを制御する制御部 2 0 と、を備えている。

10

【 0 0 1 5 】

駆動制御部 1 6 は、波形作成部 1 4 で作成された駆動波形を記憶するメモリー 2 2 と、メモリー 2 2 に記憶された駆動波形を適宜調整し波形を生成する波形生成器 2 4 と、生成された駆動波形を増幅し触感呈示部 4 へ出力する出力増幅器 2 6 と、を備えている。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、本実施形態に係る触感呈示部 4 の構造を示す断面図である。(A) は上面図であり、(B) は(A)の A - A ' 線断面図である。本実施形態に係る触感呈示部 4 は、図 2 に示すように、筐体 2 8 と、筐体 2 8 の上面に接して設けられ、指先への接触面となる振動膜 3 0 と、振動膜 3 0 の指先の接触面と対向する面に、電極対をマトリックス状に配置して設けられたマトリックス電極 1 0 と、筐体 2 8 に封入されたマトリックス電極 1 0 の印加電圧によって粘性を制御できる電気粘性流体 3 2 と、電気粘性流体 3 2 に脈圧を発生させ、振動膜 3 0 を間接的に振動させるアクチュエーター 1 2 と、を備えている。

20

【 0 0 1 7 】

触感呈示部 4 は、円筒形状の筐体 2 8 の内部に円形のダイヤフラム 3 4 を配置している。ダイヤフラム 3 4 は、外周縁が筐体 2 8 に固定支持されて弾性変形自在となっている。ダイヤフラム 3 4 の底面には、ダイヤフラム 3 4 を動かすためのアクチュエーター 1 2 として、円形のピストン 3 6 を介して図面の上下方向に伸縮する圧電素子が配置されている。

【 0 0 1 8 】

筐体 2 8 の上部は開口しており、その開口に円形の液体封止上板 3 8 を配置している。液体封止上板 3 8 は、外周縁が筐体 2 8 に固定支持されている。液体封止上板 3 8 の中央には、開口部 4 0 が設けられている。液体封止上板 3 8 の上面には、開口部 4 0 の開口を塞ぐ円形の振動膜 3 0 が配置されている。振動膜 3 0 の上面には、円形の押さえ板 4 2 が配置されている。押さえ板 4 2 の中央には、液体封止上板 3 8 の開口部 4 0 と重なる箇所に開口部 4 4 が設けられている。振動膜 3 0 は、液体封止上板 3 8 と押さえ板 4 2 とにより固定支持され、開口部 4 0 , 4 4 の箇所は弾性変形自在となっている。

30

【 0 0 1 9 】

筐体 2 8 に用いる材料としては、例えば、ステンレス鋼(S U S)、セラミックス、樹脂などを挙げることができる。

40

【 0 0 2 0 】

振動膜 3 0 に用いる材料としては、ゴム弾性を有する弾性材料(例えば、フッ素ゴム、シリコンゴム、ニトリルゴムなど)を挙げることができる。振動膜 3 0 の厚さについては、例えば、本実施形態では、振動膜 3 0 を 7 0 μ m 前後の厚さで形成した。

【 0 0 2 1 】

押さえ板 4 2 に用いる材料としては、例えば、ステンレス鋼(S U S)、セラミックス、樹脂などを挙げることができる。

【 0 0 2 2 】

液体封止上板 3 8 に用いる材料としては、例えば、絶縁処理したステンレス鋼(S U S)、セラミックス、樹脂などを挙げることができる。

50

【 0 0 2 3 】

開口部 4 0 , 4 4 の開口寸法については、例えば、本実施形態では、開口部 4 0 , 4 4 を 2 0 m m 前後の開口寸法で形成した。

【 0 0 2 4 】

マトリックス電極 1 0 に用いる材料としては、例えば、銅 (C u) 、 N i 、クロム (C r) などを挙げることができる。なお、複数の金属の合金によりマトリックス電極 1 0 を形成する構成としてもよい。

【 0 0 2 5 】

電気粘性流体 3 2 は、アクチュエーター 1 2 により発生した変位と力とを低損失で振動膜 3 0 に伝達させる電気粘性流体である。電気粘性流体とは、電圧を印加することにより粘度が変化する流体であり、本発明では、電気粘性流体 3 2 は、電圧を印加することにより粘度が瞬間的に増加するものを用いる。電気粘性流体 3 2 は、単一の流体からなる均一系と、分散媒に粒子 5 8 (図 5 参照) を分散させた分散系とに大別され、いずれも使用できるが、電圧の印加による粘性の増加は分散系のほうが大きいため、分散系を用いることが好ましい。なお、分散系に用いる粒子 5 8 としては、シリカやゼオライト等の無機粒子、イオン交換樹脂やセルロース等の有機粒子、カーボンやポリアニオンや金属フタロシアニン等の半導体粒子、表面に絶縁被覆を被覆した金属粒子、導電性ポリマー粒子、その他異方導電性や非線形非光学特性を持つ材料からなる粒子等が挙げられる。また、分散媒としては、石油系脂肪族炭化水素、n - ヘキサン、n - ペンタン等の脂肪族炭化水素、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素、シリコン油、オリーブ油、鉱油、流動パラフィン、セバシン酸ブチル等を挙げることができる。また、均一系としては、液晶性、粒度異方性、強誘電性、高双極子能率等を持つ物質又は溶液が挙げられる。なお、電気粘性流体 3 2 としては、電気粘性流体 3 2 と接する筐体 2 8 、ダイヤフラム 3 4 、液体封止上板 3 8 、振動膜 3 0 、及びマトリックス電極 1 0 を劣化させることのないものを選択する。本実施形態では、分散系の電気粘性流体を用いた。ダイヤフラム 3 4 、筐体 2 8 、液体封止上板 3 8 、及び振動膜 3 0 の間の電気粘性流体 3 2 が保持される空間が液体室 4 6 であり、この液体室 4 6 に電気粘性流体 3 2 が充満している。

【 0 0 2 6 】

アクチュエーター 1 2 は圧電素子 (積層圧電素子) を備え、一端がアクチュエーター支持部 4 8 に固定され、他端がピストン 3 6 に固定されている。本実施形態において、アクチュエーター 1 2 は、図中の矢印で示す上下方向に伸び縮みするモードを利用している。なお、アクチュエーター 1 2 は、電圧の印加によって伸縮する又は歪む圧電素子を用いたアクチュエーターに限らず、電磁力によって伸縮する電磁アクチュエーター、静電力によって伸縮する静電アクチュエーターなど、他のアクチュエーターを用いてもよい。

【 0 0 2 7 】

ダイヤフラム 3 4 に用いる材料としては、例えば、ステンレス鋼 (S U S) 、セラミックス、樹脂などを挙げることができる。ダイヤフラム 3 4 の厚さについては、例えば、本実施形態では、ダイヤフラム 3 4 を 2 0 μ m 前後の厚さで形成した。

【 0 0 2 8 】

ピストン 3 6 に用いる材料としては、例えば、ステンレス鋼 (S U S) 、セラミックス、樹脂などを挙げることができる。

【 0 0 2 9 】

アクチュエーター支持部 4 8 に用いる材料としては、例えば、ステンレス鋼 (S U S) 、セラミックス、樹脂などを挙げることができる。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、本実施例に係るマトリックス電極 1 0 の構造を示す図である。電気粘性流体 3 2 側からみた液体封止上板 3 8 の開口の様子を示している。液体封止上板 3 8 の開口する振動膜 3 0 の表面には、マトリックス電極 1 0 が形成されている。マトリックス電極 1 0 は、+ 電極 5 0 - 4 ~ 5 0 - 6 、- 電極 5 0 - 1 ~ 5 0 - 3 がそれぞれ対向するように形成されている。マトリックス電極 1 0 は、電気粘性流体 3 2 と接している。電気粘性流体

32中の粒子58を鎖状に形成させるには、数kV/mm程度の電界が必要となるため、各電極間隔が大きくなると高電圧を印加する必要がある。そのため、+電極50-4~50-6、-電極50-1~50-3のそれぞれの間隔P1は1mm以下が好ましい(図5参照)。また、配線の交点はショートしないように絶縁性樹脂52等を用いて配線を隔離している。

【0031】

なお、図3に示すところでは説明の都合上、3×3のマトリックスを示している。そのマトリックス数は、各電極の数を増減することで任意に選択できることはもちろんである。

【0032】

図3に示すように、ほぼ平行に配置した-電極50-1~50-3と、同じくほぼ平行に配置した+電極50-4~50-6とは、互いにほぼ直交した状態で、振動膜30の内面側に設けられており、各電極50-1~50-6には、それぞれ設けられたスイッチS1~S6が各別に接続されている。

【0033】

スイッチS1~S6は、電源への接続のON/OFFを切り替える役目を果たす。これらSWの全体がマトリックスドライブ回路を構成する。

【0034】

上述した-電極50-1~50-3と+電極50-4~50-6とからなるマトリックス電極10の動作は、表現したい情報に応じて、シーケンサーの制御により各SWの開閉を制御して、3×3個の電気粘性流体32中の粒子58を順に鎖状に形成させることで行われる。この動作は従来から知られているものと同じである。

【0035】

そして、ピストン36を上方に押すようにアクチュエーター12を駆動させると、3×3個のうち電気粘性流体32中の粒子58が鎖状に形成されていない箇所の電気粘性流体32は、液体封止上板38の開口の振動膜30を押し上げ凸形状刺激素子54(図6参照)を形成し、アクチュエーター12の駆動をoffすると凸形状刺激素子54は消失する。これらを繰り返すことで、凸形状刺激素子54を形成する。

【0036】

図4は、本実施例に係るマトリックス電極10を示す断面図である。(A)は図3のC-C'線断面図であり、(B)は図3のD-D'線断面図である。液体封止上板38上の配線56-4, 56-5は下から力を受け、振動膜30に埋め込まれている(領域P2参照)。振動膜30は上から押さえ板42、下から液体封止上板38で挟まれ、圧縮されている(矢印P3参照)。ショートを防止するために絶縁性樹脂52が長くなっている(矢印P4参照)。配線56-2は、外部の電圧制御部18に接続されている。

【0037】

(実施例1)

図5は、本実施例に係るマトリックス電極10の中心部のみに電圧を印加せずに凸形状刺激素子54を形成する方法を示す図である。図6は、本実施例に係る図5のF-F'線断面図である。スイッチS1とスイッチS4とがONのとき、矢印P5は電界の向きを示している。領域P6の電気粘性流体32中の粒子58が鎖状につながり、振動膜30の領域P6の剛性は他より高くなる。スイッチングを繰り返すことで振動膜30の領域P7の剛性だけが周辺より低いため、ピストン36を上方に押すようにアクチュエーター12を駆動させると、振動膜30の領域P7のみ凸形状刺激素子54が形成される。

【0038】

マトリックス電極10に電圧印加しない場合、アクチュエーター12を駆動すると、開口部40全体に(最大径の)凸形状刺激素子54を形成する。マトリックス電極10の中心部(図5の領域P7)のみに凸形状刺激素子54を形成する場合の一例を説明する。スイッチS1からスイッチS6を以下のように順次ONする。

【0039】

10

20

30

40

50

(スイッチ S 1 とスイッチ S 4) (スイッチ S 1 とスイッチ S 5) (スイッチ S 1 とスイッチ S 6) (スイッチ S 2 とスイッチ S 4) (スイッチ S 2 とスイッチ S 6) (スイッチ S 3 とスイッチ S 4) (スイッチ S 3 とスイッチ S 5) (スイッチ S 3 とスイッチ S 6) (スイッチ S 1 とスイッチ S 4) に戻る。

【 0 0 4 0 】

(スイッチ S 5 とスイッチ S 1) を ON する前に、先に ON した (スイッチ S 1 とスイッチ S 4) は OFF する。以下同様に、ON、OFF する。電荷は保持されるので電気粘性流体 3 2 中の粒子 5 8 は電圧を印加したマトリックス電極 1 0 間に鎖状につながった状態のままである。このようにすることで、開口部 4 0 の中心部以外のマトリックス電極 1 0 間に電気粘性流体 3 2 中の粒子 5 8 を鎖状につながらせることができる。すなわち中心部以外の振動膜 3 0 の剛性を見かけ上高くすることができる。この状態でアクチュエーター 1 2 を駆動すると、剛性の低い中心部のみに径の小さい凸形状刺激素子 5 4 を形成することができる。アクチュエーター 1 2 の振動波形を適宜調整することで、凸形状刺激素子 5 4 の振幅、周波数を設定できる。

10

【 0 0 4 1 】

図 6 に示すように、マトリックス電極 1 0 の中心部のみに凸形状刺激素子 5 4 が形成されている。振幅するダイヤフラム 3 4 の面積 A 1 より振動膜 3 0 の開口部 4 0 の面積 A 2 (図 2 (A) 参照) は小さいため、ダイヤフラム 3 4 の振幅 h 1 より凸形状刺激素子 5 4 の振幅 h 2 は大きくなり変位拡大される。

【 0 0 4 2 】

20

(実施例 2)

図 7 は、本実施例に係るマトリックス電極 1 0 の右下部により大きな凸形状刺激素子 5 4 を形成する方法を示す図である。図 8 は、本実施例に係る図 7 の G - G' 線断面図である。次にマトリックス電極 1 0 の右下部により大きな面積の凸形状刺激素子 5 4 を形成する場合の一例を説明する。先と同様に以下のようにスイッチを順次 ON する。

【 0 0 4 3 】

(スイッチ S 1 とスイッチ S 4) (スイッチ S 1 とスイッチ S 5) (スイッチ S 1 とスイッチ S 6) (スイッチ S 2 とスイッチ S 4) (スイッチ S 3 とスイッチ S 4) (スイッチ S 1 とスイッチ S 4) に戻る。

【 0 0 4 4 】

30

このようにすることでマトリックス電極 1 0 の右下部以外の振動膜 3 0 の剛性が高くなる。よって剛性の低い右下部に先ほどより大きな面積の凸形状刺激素子 5 4 を形成される。

【 0 0 4 5 】

図 8 に示すように、マトリックス電極 1 0 の右下部により大きな凸形状刺激素子 5 4 が形成されている。これにより、より大きな凸形状刺激素子 5 4 を形成できる。

【 0 0 4 6 】

(実施例 3)

図 9 は、本実施例に係るマトリックス電極の左上部及び右下部に凸形状刺激素子を形成する方法を示す図である。図 10 は、本実施例に係る図 9 の H - H' 線断面図である。次にマトリックス電極 1 0 の左上部及び右下部に 2 つの凸形状刺激素子 5 4 を形成する場合の一例を説明する。同様に以下のようにスイッチを順次 ON していく。

40

【 0 0 4 7 】

(スイッチ S 1 とスイッチ S 5) (スイッチ S 1 とスイッチ S 6) (スイッチ S 2 とスイッチ S 4) (スイッチ S 2 とスイッチ S 5) (スイッチ S 2 とスイッチ S 6) (スイッチ S 3 とスイッチ S 4) (スイッチ S 3 とスイッチ S 5) (スイッチ S 1 とスイッチ S 5) に戻る。

【 0 0 4 8 】

このようにすることでマトリックス電極 1 0 の左上部及び右下部以外の振動膜の剛性が高くなる。よって剛性の低い左下部及び右下部に凸形状刺激素子 5 4 が形成される。さら

50

に、左上部のマトリックス電極 10 に他の部分より弱い電圧を印加すると、右下部よりも小さい変位の凸形状刺激素子 54 を形成できる。これは、弱い印加電圧により、電気粘性流体 32 中の粒子 58 がマトリックス電極 10 間で弱くつながるため、右下部よりは振動膜 30 の剛性は高いものの、そのほかの部分よりも剛性が低いためである。

【 0 0 4 9 】

図 10 に示すように、マトリックス電極 10 の左上部及び右下部に凸形状刺激素子 54 が形成されている。

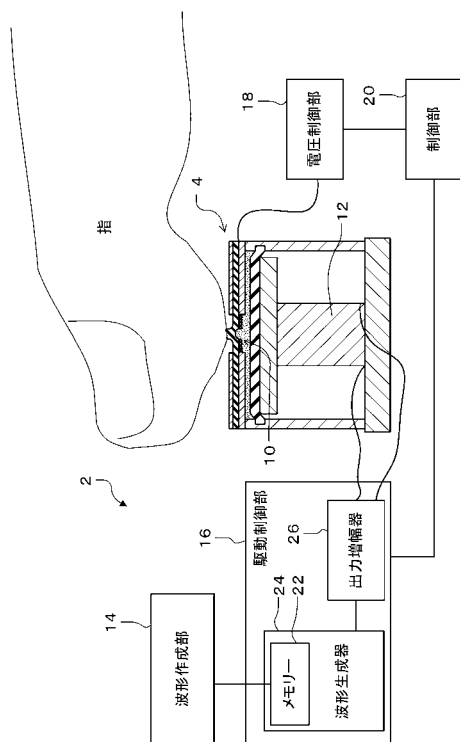
【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

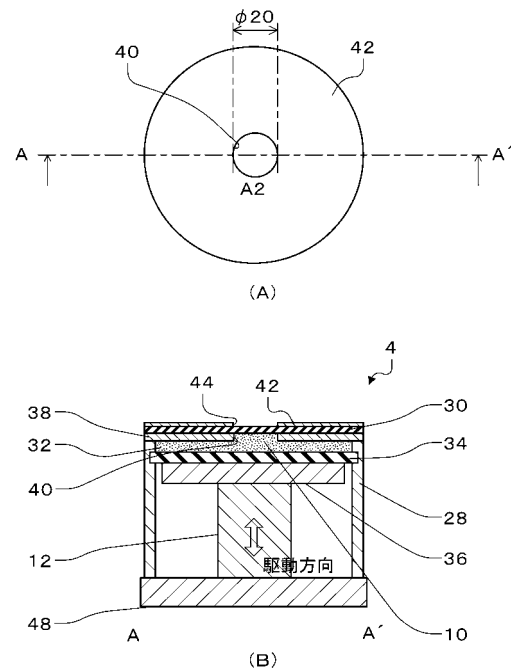
2 ... 触感呈示装置 4 ... 触感呈示部 6 ... 制御手段 10 ... マトリックス電極 12 ... アクチュエーター 14 ... 波形作成部 16 ... 駆動制御部 18 ... 電圧制御部 20 ... 制御部 22 ... メモリー 24 ... 波形生成器 26 ... 出力増幅器 28 ... 筐体 30 ... 振動膜 32 ... 電気粘性流体 34 ... ダイアフラム 36 ... ピストン 38 ... 液体封止上板 40 ... 開口部 42 ... 押さえ板 44 ... 開口部 46 ... 液体室 48 ... アクチュエーター支持部 50 ... 電極 52 ... 絶縁性樹脂 54 ... 凸形状刺激素子 56 ... 配線 58 ... 粒子。

10

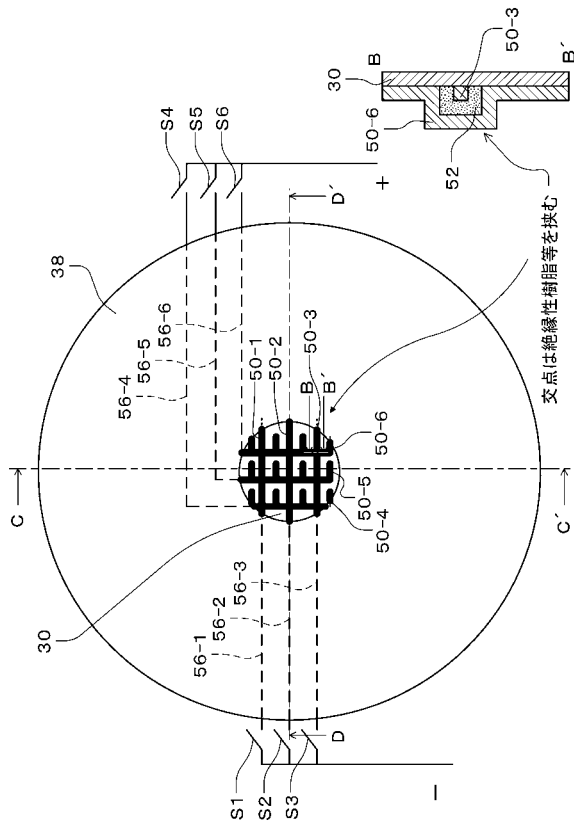
【 図 1 】



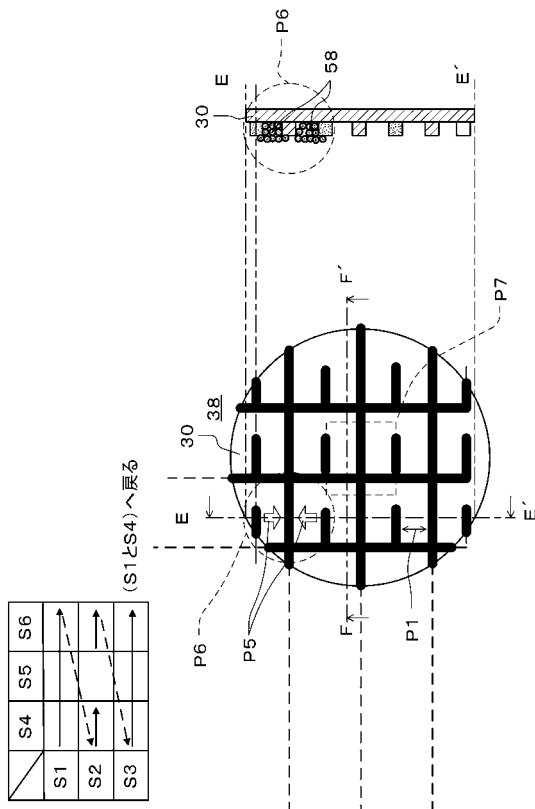
【 図 2 】



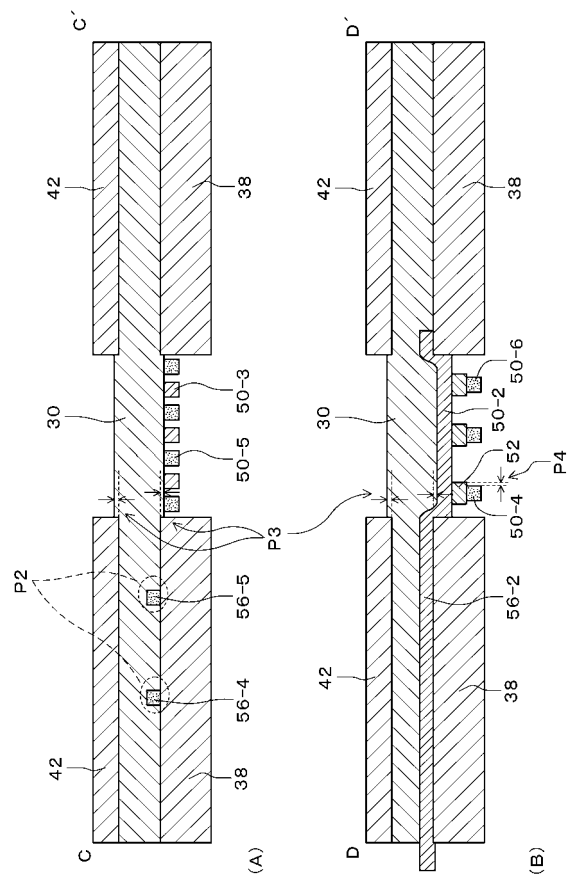
【図 3】



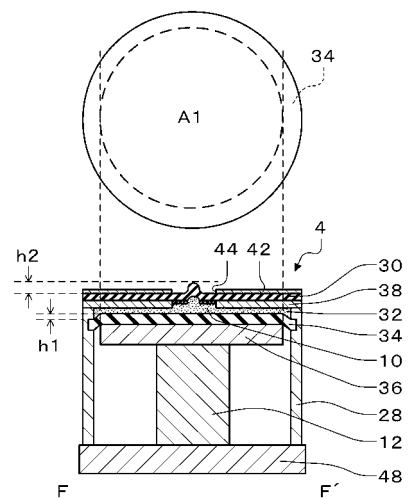
【図 5】



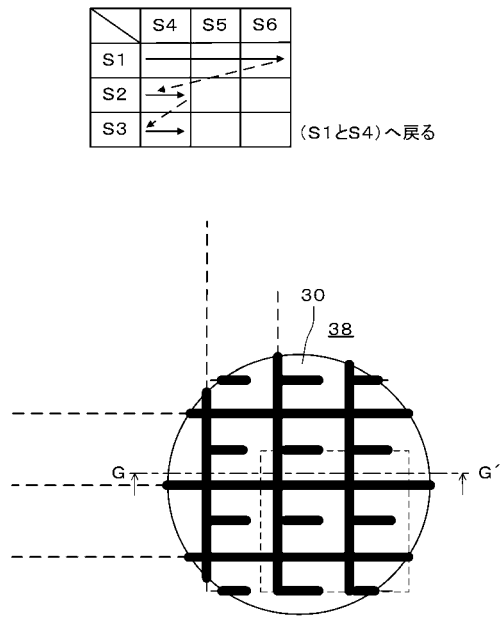
【図 4】



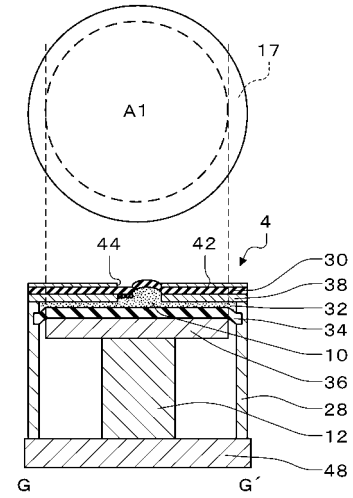
【図 6】



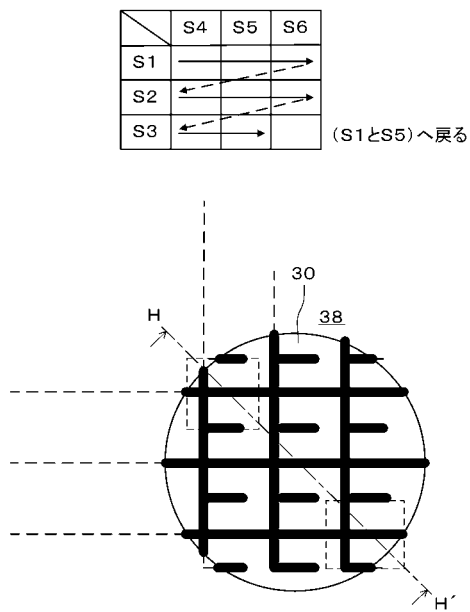
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

