

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年3月18日(18.03.2021)



(10) 国際公開番号

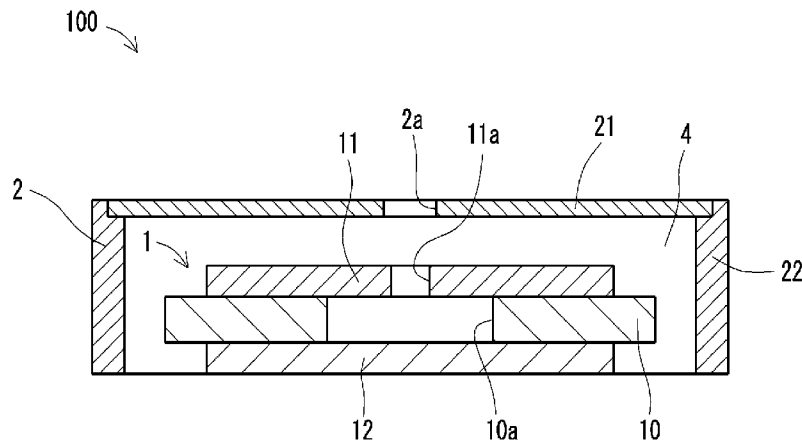
**WO 2021/049460 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*F04B 45/047* (2006.01) *F04B 45/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/033802
- (22) 国際出願日: 2020年9月7日(07.09.2020)
- (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 2019-165693 2019年9月11日(11.09.2019) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (**KYOCERA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 緒方 一広 (**OGATA, Kazuhiro**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 西教 圭一郎 (**SAIKYO, Keiichiro**); 〒5410052 大阪府大阪市中央区安土町1丁目8番15号 野村不動産大阪ビル9階 西教特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) **Title:** PIEZOELECTRIC PUMP AND PUMP UNIT

(54) 発明の名称: 圧電ポンプおよびポンプユニット

**FIG. 2**



(57) **Abstract:** This pump unit is provided with: a piezoelectric pump; and a housing for accommodating the piezoelectric pump. The piezoelectric pump is provided with: a piezoelectric element having a through-hole; a first elastic plate that covers one opening of the through-hole; and a second elastic plate that covers the other opening of the through-hole. The first elastic plate has a communicative hole that is in communication with the through-hole of the piezoelectric element.

WO 2021/049460 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約 : ポンプユニットは、圧電ポンプと、圧電ポンプを収容する筐体と、を備える。圧電ポンプは、貫通孔を有する圧電素子と、貫通孔の一方の開口を覆う第1の弾性板と、貫通孔の他方の開口を覆う第2の弾性板と、を備える。第1の弾性板は、圧電素子の貫通孔に連通する連通孔を有する。

## 明 細 書

発明の名称：圧電ポンプおよびポンプユニット

### 技術分野

[0001] 本開示は、圧電ポンプおよびポンプユニットに関する。

### 背景技術

[0002] 例えば、特許文献1に記載の圧電マイクロプロアのように、ダイヤフラムに圧電素子を取り付け、圧電素子を駆動させてダイヤフラムを振動させる構成が知られている。

[0003] 従来では、ダイヤフラムの振動源が圧電素子となっており、ポンプとしての特性は、ダイヤフラムポンプの特性と同じである。また、圧電素子とダイヤフラムとからなる圧電振動板の振動とポンプ室全体の振動とが整合しなければ、ポンプの動作が不安定となる。圧電ポンプに対しては、例えば、動作の安定性などポンプ特性の向上が求められていた。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開WO2008/069266号

### 発明の概要

[0005] 本開示の圧電ポンプは、  
貫通孔を有する圧電素子と、  
前記貫通孔の一方の開口を覆い、前記貫通孔に連通する連通孔を有する第1の弾性板と、  
前記貫通孔の他方の開口を覆う第2の弾性板と、を備える。

[0006] 本開示のポンプユニットは、  
上記の圧電ポンプと、  
前記圧電ポンプを収容する筐体と、を備え、  
前記筐体は、前記第1の弾性板の前記連通孔に対向する部分に吐出口を有する。

## 図面の簡単な説明

[0007] 本発明の目的、特色、および利点は、下記の詳細な説明と図面とからより明確になるであろう。

[図1]ポンプユニットを示す模式的な斜視図である。

[図2]図1の切断面線A-Aで切断した断面図である。

[図3]圧電ポンプを示す模式的な斜視図である。

[図4A]第1実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図4B]第1実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図5A]第2実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図5B]第2実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図6A]第3実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図6B]第3実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図6C]第3実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図7A]第4実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図7B]第4実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図8A]第5実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図8B]第5実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図8C]第5実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図9A]第6実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図9B]第6実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図10A]第7実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

[図10B]第7実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。

## 発明を実施するための形態

[0008] 以下、添付図面を参照して、圧電ポンプの例を詳細に説明する。なお、以下に示す開示の一例によってこの発明が限定されるものではない。図1は、ポンプユニットを示す模式的な斜視図であり、図2は、図1の切断面線A-Aで切断した断面図である。図3は、圧電ポンプを示す模式的な斜視図である。図4Aおよび図4Bは、第1実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概

略断面図である。

- [0009] ポンプユニット100は、圧電ポンプ1と、圧電ポンプ1を収容する筐体2と、を備える。圧電ポンプ1は、貫通孔10aを有する圧電素子10と、貫通孔10aの一方の開口を覆う第1の弾性板11と、貫通孔10aの他方の開口を覆う第2の弾性板12と、を備える。第1の弾性板11は、圧電素子10の貫通孔10aに連通する連通孔11aを有する。
- [0010] 圧電素子10は、例えば、貫通孔10aを有する圧電体と、圧電体の対向する一对の主面にそれぞれ設けられた表面電極とを備えるものである。圧電素子10を構成する圧電体としては、チタン酸ジルコン酸鉛系、チタン酸バリウム系、ニオブ酸カリウム／ナトリウム系などの圧電セラミックス、水晶、タンタル酸リチウムなどの圧電単結晶を用いることができる。圧電素子10を構成する表面電極としては、銀、ニッケル、銅、銀－パラジウムなどを用いることができる。
- [0011] 圧電素子10は、貫通孔10aを有するものであれば、形状は特に限定されない。圧電素子10は、板状であってもよく、柱状であってもよく、板状であれば、円板状、多角板状などであってもよく、柱状であれば、円柱状、多角柱状などであってもよい。貫通孔10aの位置も特に限定されず、板状および柱状のいずれでも、例えば、圧電体の中心軸線と同軸位置に設けられる。本実施形態では、圧電素子10は、円板状であり、貫通孔10aは、圧電体の中心軸線と同軸に設けられる。
- [0012] 図1に示すように、圧電素子10は例えば配線部材5を介して外部回路に接続されており、印加電圧を制御して、圧電素子10を振動させることで、圧電ポンプ1を駆動させることができる。圧電素子10は、圧電体の対向する一对の面にそれぞれ設けられた表面電極のパターンとして、以下の形態をとり得る。
- [0013] 圧電素子10は、一方の面および他方の面に設けられた表面電極がそれぞれの面に面方向に広がる一つの表面電極（一对の表面電極）を有する他励振型の圧電素子であってもよい。

- [0014] また圧電素子10は、一方の面に設けられた表面電極が、主表面電極および該主表面電極と分離された副表面電極とを含むいわゆる自励振型の圧電素子であってもよい。このような構成とすることで、例えば、複数の圧電ポンプ1を利用する際に、それぞれの圧電ポンプ1ごとに最適駆動周波数を調整できるため、圧電ポンプ1の流体流量の個体差を抑制できる。加えて、例えば $-20^{\circ}\text{C}$ ~ $+80^{\circ}\text{C}$ といった環境温度変化に伴う流体流量の変化も抑制できる。
- [0015] 第1の弾性板11は、弾性変形可能な材料からなり、貫通孔10aの一方の開口を覆うものであれば、形状は特に限定されない。同様に、第2の弾性板12は、弾性変形可能な材料からなり、貫通孔10aの他方の開口を覆うものであれば、形状は特に限定されない。第1の弾性板11には、圧電素子10の貫通孔10aに連通する連通孔11aが設けられている。
- [0016] 第1の弾性板11および第2の弾性板12は、弾性変形することで、圧電素子10の変形（振動）に追従することができる。例えば、図4Aおよび図4Bの概略図に示すように、圧電素子10が、半径方向に伸びる変形をしたとき、第1の弾性板11および第2の弾性板12も同様に半径方向に伸びるように弾性変形すればよい。または、圧電素子10が、半径方向に縮む変形をしたとき、第1の弾性板11および第2の弾性板12も同様に半径方向に縮むように弾性変形すればよい。ここで、圧電素子10が、半径方向に縮む変形をしたとき、圧電素子10は厚み方向に伸びる変形をしており、また、圧電素子10が、半径方向に伸びる変形をしたとき、圧電素子10は厚み方向に縮む変形をしていてもよい。
- [0017] 圧電素子10に電圧を印加することによって、圧電素子10が変形し、図4Aの状態から図4Bの状態への変化と、図4Bの状態から図4Aの状態への変化と、を繰り返す。圧電素子10と第1の弾性板11と第2の弾性板12とで囲まれた内部空間の容積が変化することで、連通孔11aを介して内部空間への流体の吸い込みと吐き出しが繰り返され、ポンプとして機能する。

- [0018] 図4 Aおよび図4 Bに示す例では、図4 Aの状態（第1状態）に比べて図4 Bの状態（第2状態）は、圧電素子10が半径方向外方に延びるように変形することで、内部空間の容積が大きくなる。第1状態から第2状態への変形によって、流体が外部から吸い込まれる。また、第2状態から第1状態への変形によって、内部空間の容積が小さくなり、流体が外部に吐き出される。
- [0019] 第1の弾性板11および第2の弾性板12の材料としては、ステンレス鋼（SUS）、黄銅、42アロイなどの金属材料、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、液晶ポリマーなどの樹脂材料を用いることができる。42アロイを用いると、圧電素子10との熱膨張差を低減できるため、環境温度変化に伴う流体流量の変化の抑制に特に有効である。
- [0020] 第1の弾性板11および第2の弾性板の厚みは、圧電素子10の変形に追従可能であればよく、例えば50~500 $\mu$ mの厚みとされる。第1の弾性板11に設けられる連通路11aは、本実施形態のように1つであってもよく、複数であってもよい。
- [0021] 本開示の圧電ポンプ1によれば、圧電素子10の変形によって貫通孔10aの容積が変化し、流体の吸い込みと吐き出しを繰り返す。圧電素子10の特性が、直接圧電ポンプ1の動作に影響を与えるので、動作を安定させることができる。また、容積変化を制御して、流量を高精度に制御することもできる。このように、圧電ポンプ1の特性を向上させることが可能となる。
- [0022] 筐体2は、上記の圧電ポンプ1を収容するものであって、第1の弾性板11の連通路11aに対向する部分に吐出口2aを有している。本実施形態の筐体2は、第1の弾性板11に対向する天板部21と、天板部21を支持するとともに、圧電ポンプ1を外囲する円筒状の枠体部22とを含む。本実施形態の筐体2は、例えば、載置台の上に圧電ポンプ1が載置されており、圧電ポンプ1を覆うようにして収容するものである。筐体2が、さらに底板部を含み、圧電ポンプ1全体を覆うようにして収容するものであってもよい。
- [0023] 筐体2の内部空間において、収容された圧電ポンプ1と筐体との間の間隙

は、圧電ポンプ1によって筐体2外部へと吐出させる流体が流過するための流体通路4となる。圧電ポンプ1を動作させて、前述のとおり、圧電ポンプ1が第1状態から第2状態に変形すると、流体通路4内の流体を、連通路11aを介して吸い込み、第2状態から第1状態に変形すると、吸い込んだ流体を連通路11aから吐き出す。このとき、連通路11aに対向する部分に位置する吐出口2aから筐体2の外部へ流体が吐出される。

[0024] ポンプユニット100によって吐出される流体は、特に限定されない。吐出される流体としては、例えば空気や、芳香剤、除菌剤または抗菌剤などを含む機能性流体であってもよい。ポンプユニット100は、例えば、電子機器の内部に配設され、電子部品の冷却に使用され、自動車などの車輦内および住宅内、または映画館などのアミューズメント施設といった生活空間に設置され、機能性流体を吐出するように使用される。

[0025] 筐体2の材料としては、ステンレス(SUS)、黄銅、42アロイなどの金属材料、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、液晶ポリマーなどの樹脂材料を用いることができる。枠体部22は、天板部21の外周部と接合されて天板部21を支持している。図2に示す例では、枠体部22の内面が段差形状になっているが、厚さが軸線方向に沿って一定となっている形状で、端面に天板部21が支持されていてもよく、内面に凹溝を有し、天板部21の周縁が凹溝に嵌り込んで支持されていてもよい。また、図1に示す例では、枠体部22の一部に配線部材5を挿通する挿通口が設けられ、この挿通口から外部に配線部材5を引き出しているが、配線部材5の引き出し方は特に限定されない。

[0026] 図5Aおよび図5Bは、第2実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。本実施形態の圧電ポンプ1Aは、第1の弾性板11Aおよび第2の弾性板12Aの構成が、第1実施形態の圧電ポンプ1と異なる以外は、同様の構成を有しているため、同様の構成には第1実施形態の圧電ポンプ1と同じ参照符号を付して詳細な説明は省略する。本実施形態では、第1の弾性板11Aおよび第2の弾性板12Aが、圧電素子10の貫通孔10aの

軸線方向外方に突出した凸部 13, 14 を有する。本実施形態の凸部 13, 14 は、第 1 の弾性板 11 A および第 2 の弾性板 12 A の中心に頂部（山）が位置する形状であり、例えば、円錐形状、円錐台形状、半球状などであってもよい。

[0027] 第 2 実施形態の圧電ポンプ 1 A も、第 1 実施形態の圧電ポンプ 1 と同様に動作する。圧電素子 10 に電圧を印加することによって、圧電素子 10 が変形し、図 5 A の第 1 状態から図 5 B の第 2 状態への変化と、図 5 B の第 2 状態から図 5 A の第 1 状態への変化と、を繰り返す。第 1 状態において、圧電素子 10 と第 1 の弾性板 11 A と第 2 の弾性板 12 A とで囲まれた内部空間の容積は、第 1 実施形態に比べて凸部 13, 14 の分大きくなる。第 2 実施形態は、第 1 状態と第 2 状態との間における内部空間の容積変化が、第 1 実施形態より大きくなるので、流体流量を大きくしながら、流量を高精度に制御することができる。

[0028] 本実施形態のような形状の凸部 13 を有する第 1 の弾性板 11 A および凸部 14 を有する第 2 の弾性板 12 A は、金属材料の場合、たとえば、プレス加工などの公知の加工方法によって形成することができる。また、樹脂材料の場合は、たとえば、成型加工などの公知の加工方法によって形成することができる。

[0029] 図 6 A ~ 図 6 C は、第 3 実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。本実施形態の圧電ポンプ 1 B は、第 1 の弾性板 11 B および第 2 の弾性板 12 B の構成が、第 2 実施形態の圧電ポンプ 1 A と異なる以外は、同様の構成を有しているので、同様の構成には第 2 実施形態の圧電ポンプ 1 A と同じ参照符号を付して詳細な説明は省略する。本実施形態では、第 1 の弾性板 11 B および第 2 の弾性板 12 B が、凸部 13 A, 14 A を有しており、その形状が、第 1 の弾性板 11 B および第 2 の弾性板 12 B と同心の円環状である。

[0030] 第 3 実施形態の圧電ポンプ 1 B も、第 2 実施形態の圧電ポンプ 1 A と同様に動作する。圧電素子 10 に電圧を印加することによって、圧電素子 10 が

変形し、図6Aの第1状態、図6Bの第2状態および図6Cの第3状態のいずれかに変形する。第2状態は、第1状態に比べて圧電素子10が半径方向外方に延びるように変形し、第3状態は、第1状態に比べて圧電素子10が半径方向内方に縮むように変形する。圧電素子10に印加する電圧の変化に応じて、状態が変化して内部空間の容積が変化する。圧電ポンプ1Bは、連通孔11aを介して内部空間への流体の吸い込みと吐き出しが繰り返され、ポンプとして機能する。本実施形態は、3つの状態を取り得るが、動作時には、いずれか2つの状態間で変化を繰り返してもよく、3つの状態間で変化を繰り返してもよい。状態ごとに内部空間の容積が異なるので、3つの状態のうち、いずれの状態を選択して変化させるかによって、流体流量を制御することができる。

[0031] 本実施形態のような形状の凸部13Aを有する第1の弾性板11Bおよび凸部14Aを有する第2の弾性板12Bは、金属材料の場合、たとえば、プレス加工などの公知の加工方法によって形成することができる。また、樹脂材料の場合は、たとえば、成型加工などの公知の加工方法によって形成することができる。

[0032] 図7Aおよび図7Bは、第4実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。本実施形態の圧電ポンプ1Cは、第1の弾性板11Cおよび第2の弾性板12Cの構成が、第1実施形態の圧電ポンプ1と異なる以外は、同様の構成を有しているので、同様の構成には第1実施形態の圧電ポンプ1と同じ参照符号を付して詳細な説明は省略する。本実施形態では、第1の弾性板11Cおよび第2の弾性板12Cが、圧電素子10の貫通孔10aの軸線方向内方に入り込んだ凹部15、16を有する。本実施形態の凹部15、16は、第1の弾性板11Cおよび第2の弾性板12Cの中心に頂部（谷）が位置する形状であり、例えば、円錐形状、円錐台形状、半球状などであってもよい。

[0033] 第4実施形態の圧電ポンプ1Cも、第1実施形態の圧電ポンプ1と同様に動作する。圧電素子10に電圧を印加することによって、圧電素子10が変

形し、図7Aの第1状態から図7Bの第2状態への変化と、図7Bの第2状態から図7Aの第1状態への変化と、を繰り返す。第1状態において、圧電素子10と第1の弾性板11Cと第2の弾性板12Cとで囲まれた内部空間の容積は、第1実施形態に比べて凹部15、16が、貫通孔10aに入り込んでいる分小さくなる。第3実施形態は、第1状態と第2状態との間における内部空間の容積変化が、第1実施形態より大きくなるので、流体流量を大きくしながら、流量を高精度に制御することができる。

[0034] 凹部15を有する第1の弾性板11Cおよび凹部16を有する第2の弾性板12Cは、金属材料の場合、たとえば、プレス加工などの公知の加工方法によって形成することができる。また、樹脂材料の場合は、たとえば、成型加工などの公知の加工方法によって形成することができる。

[0035] 図8A～図8Cは、第5実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。本実施形態の圧電ポンプ1Dは、第1の弾性板11Dおよび第2の弾性板12Dの構成が、第4実施形態の圧電ポンプ1Cと異なる以外は、同様の構成を有しているため、同様の構成には第4実施形態の圧電ポンプ1Cと同じ参照符号を付して詳細な説明は省略する。本実施形態では、第1の弾性板11Dおよび第2の弾性板12Dが、凹部15A、16Aを有しており、その形状が、第1の弾性板11Dおよび第2の弾性板12Dと同軸の円筒状である。

[0036] 第5実施形態の圧電ポンプ1Dも、第4実施形態の圧電ポンプ1Cと同様に動作する。圧電素子10に電圧を印加することによって、圧電素子10が変形し、図8Aの第1状態、図8Bの第2状態および図8Cの第3状態のいずれかに変形する。第2状態は、第1状態に比べて圧電素子10が半径方向外方に延びるように変形し、第3状態は、第1状態に比べて圧電素子10が半径方向内方に縮むように変形する。圧電素子10に印加する電圧の変化に応じて、状態が変化して内部空間の容積が変化する。圧電ポンプ1Dは、連通孔11aを介して内部空間への流体の吸い込みと吐き出しが繰り返され、ポンプとして機能する。本実施形態は、第3実施形態の圧電ポンプ1Bと同

様に、3つの状態を取り得るが、動作時には、いずれか2つの状態間で変化を繰り返してもよく、3つの状態間で変化を繰り返してもよい。状態ごとに内部空間の容積が異なるので、3つの状態のうち、いずれの状態を選択して変化させるかによって、流体流量を制御することができる。

[0037] 本実施形態のような形状の凹部15Aを有する第1の弾性板11Dおよび凹部16Aを有する第2の弾性板12Dは、金属材料の場合、たとえば、プレス加工などの公知の加工方法によって形成することができる。また、樹脂材料の場合は、たとえば、成型加工などの公知の加工方法によって形成することができる。

[0038] 図9Aおよび図9Bは、第6実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。本実施形態の圧電ポンプ1Eは、第1の弾性板11Eおよび第2の弾性板12Eの構成が、第2実施形態の圧電ポンプ1Aと異なる以外は、同様の構成を有しているので、同様の構成には第2実施形態の圧電ポンプ1Aと同じ参照符号を付して詳細な説明は省略する。本実施形態では、第1の弾性板11Eおよび第2の弾性板12Eが、圧電素子10の貫通孔10aの軸線方向外方に突出した凸部13、14を有し、凸部を取り囲む平坦部17、18を有し、さらに凸部13と平坦部17との間および凸部14と平坦部18との間にそれぞれ溝状部Gを有する。

[0039] 第6実施形態の圧電ポンプ1Eも、第2実施形態の圧電ポンプ1Aと同様に動作する。圧電素子10に電圧を印加することによって、圧電素子10が変形し、図9Aの第1状態から図9Bの第2状態への変化と、図9Bの第2状態から図9Aの第1状態への変化と、を繰り返す。第6実施形態は、第1状態と第2状態との間における内部空間の容積変化が、第2実施形態と同じである。第1の弾性板11Eおよび第2の弾性板12Eが、溝状部Gを有することで、溝状部Gを有しない第2実施形態に比べて、小さな力で第1の弾性板11Eおよび第2の弾性板12Eを変形させることができる。これにより、圧電素子10に印加する電圧を、第2実施形態より低くしても、第2実施形態と同じように、第1の弾性板11Eおよび第2の弾性板12Eを変形

させて、同じ流体流量を達成できる。

[0040] 溝状部Gを有する第1の弾性板11Eおよび第2の弾性板12Eは、金属材料の場合、たとえば、プレス加工などの公知の加工方法によって形成することができる。また、樹脂材料の場合は、たとえば、成型加工などの公知の加工方法によって形成することができる。

[0041] 図10Aおよび図10Bは、第7実施形態の圧電ポンプの動作状態を示す概略断面図である。本実施形態の圧電ポンプ1Fは、第1の弾性板11Fおよび第2の弾性板12Fの構成が、第4実施形態の圧電ポンプ1Cと異なる以外は、同様の構成を有しているので、同様の構成には第4実施形態の圧電ポンプ1Cと同じ参照符号を付して詳細な説明は省略する。本実施形態では、第1の弾性板11Fおよび第2の弾性板12Fが、圧電素子10の貫通孔10aの軸線方向内方に入り込んだ凹部15、16を有し、凹部を取り囲む平坦部17、18を有し、さらに凹部15と平坦部17との間および凹部16と平坦部18との間にそれぞれ溝状部Gを有する。

[0042] 第7実施形態の圧電ポンプ1Fも、第4実施形態の圧電ポンプ1Cと同様に動作する。圧電素子10に電圧を印加することによって、圧電素子10が変形し、図10Aの第1状態から図10Bの第2状態への変化と、図10Bの第2状態から図10Aの第1状態への変化と、を繰り返す。第7実施形態は、第1状態と第2状態との間における内部空間の容積変化が、第4実施形態と同じである。第1の弾性板11Fおよび第2の弾性板12Fが、溝状部Gを有することで、溝状部Gを有しない第4実施形態に比べて、小さな力で第1の弾性板11Fおよび第2の弾性板12Fを変形させることができる。これにより、圧電素子10に印加する電圧を、第4実施形態より低くしても、第4実施形態と同じように、第1の弾性板11Fおよび第2の弾性板12Fを変形させて、同じ流体流量を達成できる。

[0043] 溝状部Gを有する第1の弾性板11Fおよび第2の弾性板12Fは、金属材料の場合、たとえば、プレス加工などの公知の加工方法によって形成することができる。また、樹脂材料の場合は、たとえば、成型加工などの公知の

加工方法によって形成することができる。

[0044] 次に、圧電ポンプの製造方法の一例について説明する。

まず、圧電素子10を形成するためのチタン酸ジルコン酸鉛などの原料をボールミルなどで調合し、得られた混合原料を700℃～1200℃で仮焼合成する。この仮焼合成原料をボールミルなどで粉砕し、成形用バインダーを添加後スプレードライヤーで顆粒を作製する。

[0045] 得られた顆粒を用い、中心付近に軸ピンを有する成形金型でプレス成形することで貫通孔を有する成形体を作製する。この成形体を脱脂、焼成して得られた圧電体をラッピング等で所望の形状に加工し、表面電極ペーストを印刷後に500℃～800℃で焼付けして表面電極を形成する。その後、3kV/mm程度の電圧を印加して、所望の圧電特性を有する圧電素子10を得る。

[0046] 次に、42アロイ製の板状部材を、プレス加工などで所望の形状に加工した第1の弾性板11および第2の弾性板12に、例えば熱硬化型のエポキシ系接着剤を印刷する。接着剤の印刷部分を圧電素子10に当接させながら80℃～200℃で加熱することで、第1の弾性板11および第2の弾性板12を圧電素子10に接着する。

[0047] 次に、外部からの電気信号を圧電素子10に入力するため配線部材5、例えば側面を樹脂で被覆されたリード線を準備する。そして、はんだ等の接合部材を用いて圧電素子10の表面電極に配線部材5を電気的および機械的に接合する。以上により、圧電ポンプ1が得られる。

[0048] 別途、42アロイ製の筐体2を準備しておき、圧電ポンプ1を筐体2内に収容し、必要に応じて圧電ポンプ1と筐体2とを接合してもよい。以上により、ポンプユニット100が得られる。

[0049] 本開示の圧電ポンプによれば、圧電素子の変形によって貫通孔の容積が変化し、流体の吸い込みと吐き出しを繰り返す。圧電素子の特性が、直接圧電ポンプの動作に影響を与えるので、動作を安定させることができる。また、容積変化を制御して、流量を高精度に制御することもできる。このように、

圧電ポンプの特性を向上させることが可能となる。

[0050] また本開示のポンプユニットによれば、上記の圧電ポンプを備えることにより、ポンプユニットの特性を向上させることができる。

[0051] 本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形態で実施できる。したがって、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、本発明の範囲は特許請求の範囲に示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲に属する変形や変更は全て本発明の範囲内のものである。

### 符号の説明

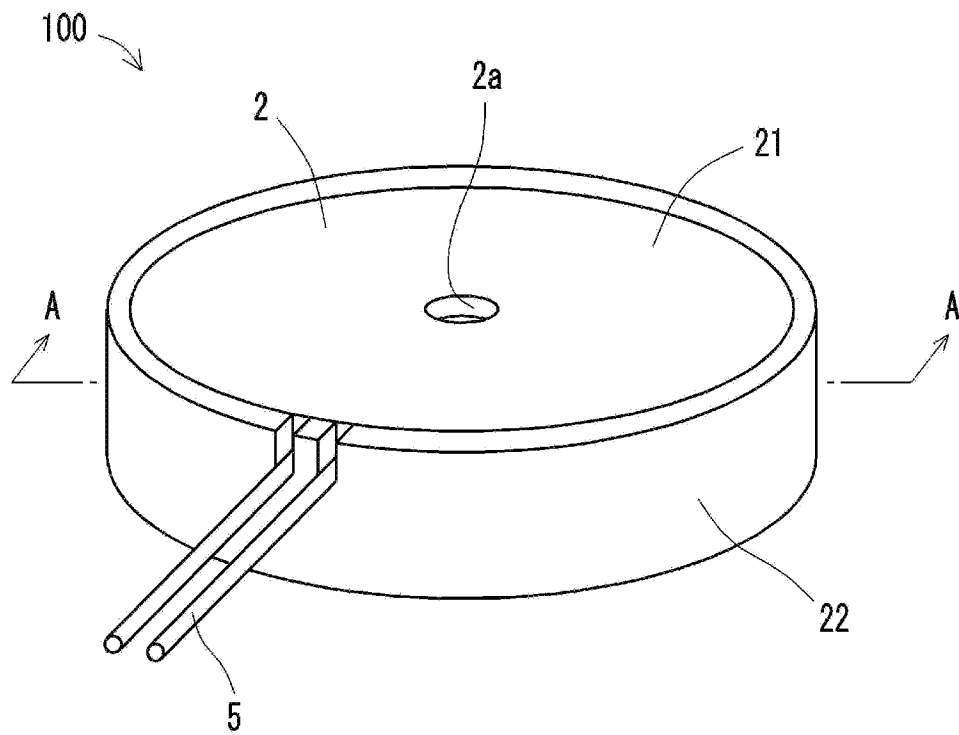
- [0052]
- |       |        |
|-------|--------|
| 1     | 圧電ポンプ  |
| 1 A   | 圧電ポンプ  |
| 1 B   | 圧電ポンプ  |
| 1 C   | 圧電ポンプ  |
| 1 D   | 圧電ポンプ  |
| 1 E   | 圧電ポンプ  |
| 1 F   | 圧電ポンプ  |
| 2     | 筐体     |
| 2 a   | 吐出口    |
| 4     | 流体通路   |
| 5     | 配線部材   |
| 1 O   | 圧電素子   |
| 1 O a | 貫通孔    |
| 1 1   | 第1の弾性板 |
| 1 1 A | 第1の弾性板 |
| 1 1 B | 第1の弾性板 |
| 1 1 C | 第1の弾性板 |
| 1 1 D | 第1の弾性板 |
| 1 1 E | 第1の弾性板 |

- 1 1 F 第 1 の弾性板
- 1 1 a 連通孔
- 1 2 第 2 の弾性板
- 1 2 A 第 2 の弾性板
- 1 2 B 第 2 の弾性板
- 1 2 C 第 2 の弾性板
- 1 2 D 第 2 の弾性板
- 1 2 E 第 2 の弾性板
- 1 2 F 第 2 の弾性板
- 1 3 凸部
- 1 3 A 凸部
- 1 4 凸部
- 1 4 A 凸部
- 1 5 凹部
- 1 5 A 凹部
- 1 6 凹部
- 1 6 A 凹部
- 1 7 平坦部
- 1 8 平坦部
- 2 1 天板部
- 2 2 枠体部
- 1 0 0 ポンプユニット
- G 溝状部

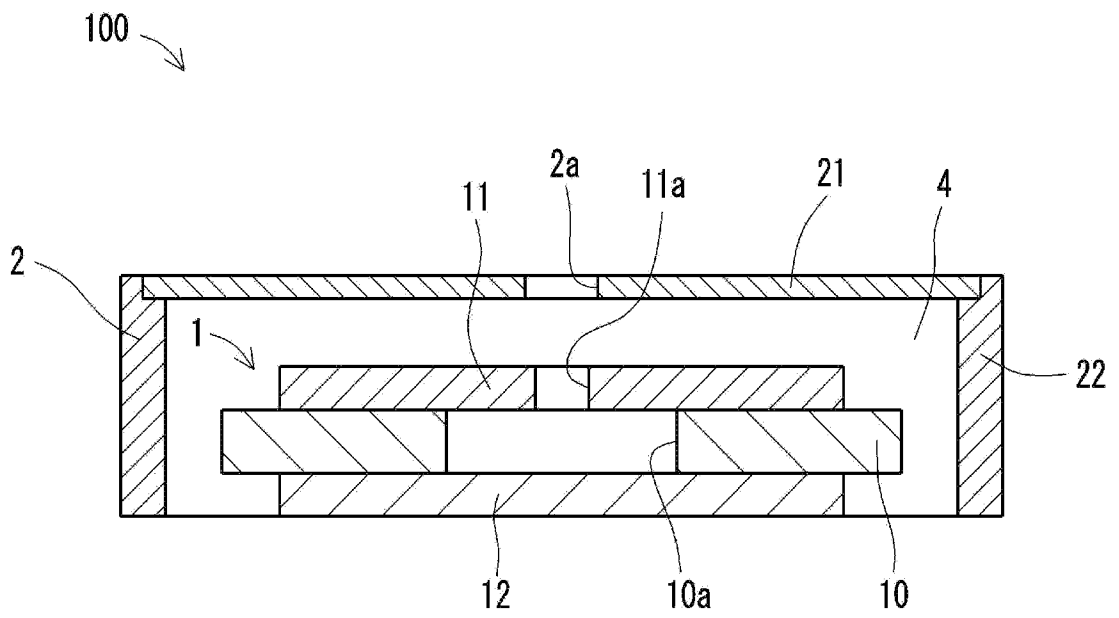
## 請求の範囲

- [請求項1] 貫通孔を有する圧電素子と、  
前記貫通孔の一方の開口を覆い、前記貫通孔に連通する連通孔を有する第1の弾性板と、  
前記貫通孔の他方の開口を覆う第2の弾性板と、を備える圧電ポンプ。
- [請求項2] 前記第1の弾性板および前記第2の弾性板の少なくとも一方は、前記貫通孔の軸線方向内方に入り込んだ凹部を有する、請求項1記載の圧電ポンプ。
- [請求項3] 前記凹部を有する、前記第1の弾性板および前記第2の弾性板の少なくとも一方は、前記凹部を取り囲む平坦部と、前記凹部と前記平坦部との間に位置する溝状部と、を有する、請求項2記載の圧電ポンプ。
- [請求項4] 前記第1の弾性板および前記第2の弾性板の少なくとも一方は、前記貫通孔の軸線方向外方に突出した凸部を有する、請求項1記載の圧電ポンプ。
- [請求項5] 前記凸部を有する、前記第1の弾性板および前記第2の弾性板の少なくとも一方は、前記凸部を取り囲む平坦部と、前記凸部と前記平坦部との間に位置する溝状部と、を有する、請求項4記載の圧電ポンプ。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか1つに記載の圧電ポンプと、  
前記圧電ポンプを収容する筐体と、を備え、  
前記筐体は、前記第1の弾性板の前記連通孔に対向する部分に吐出口を有するポンプユニット。

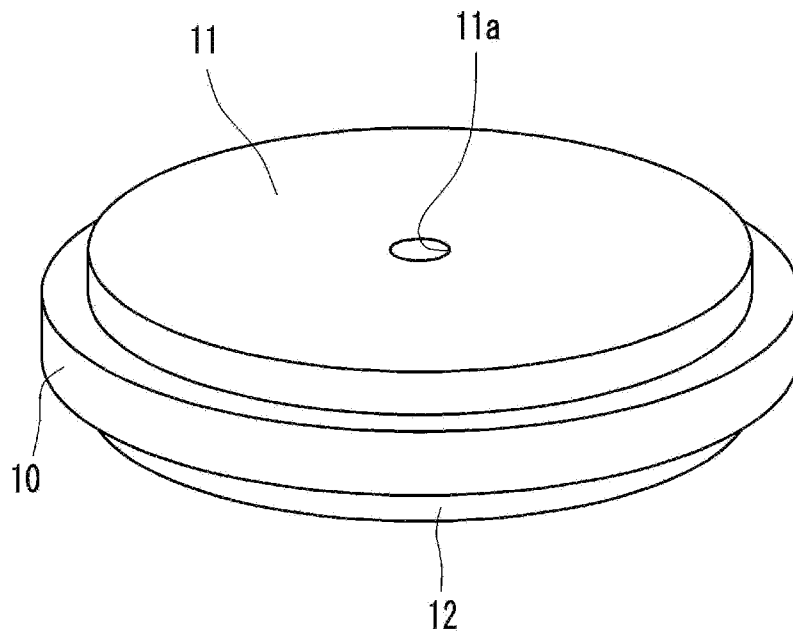
[図1]

*FIG. 1*

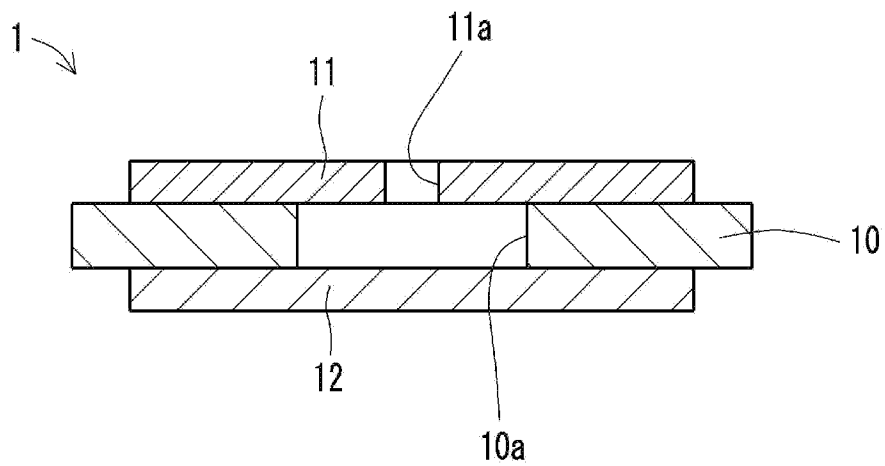
[図2]

*FIG. 2*

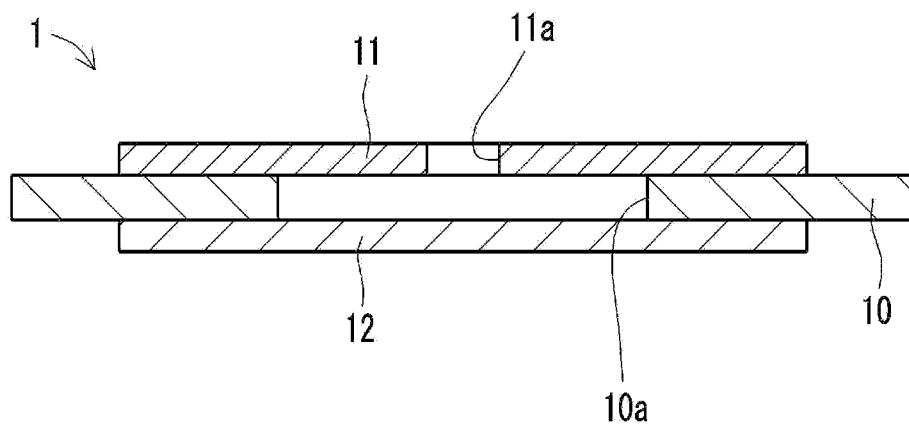
[図3]

**FIG. 3**

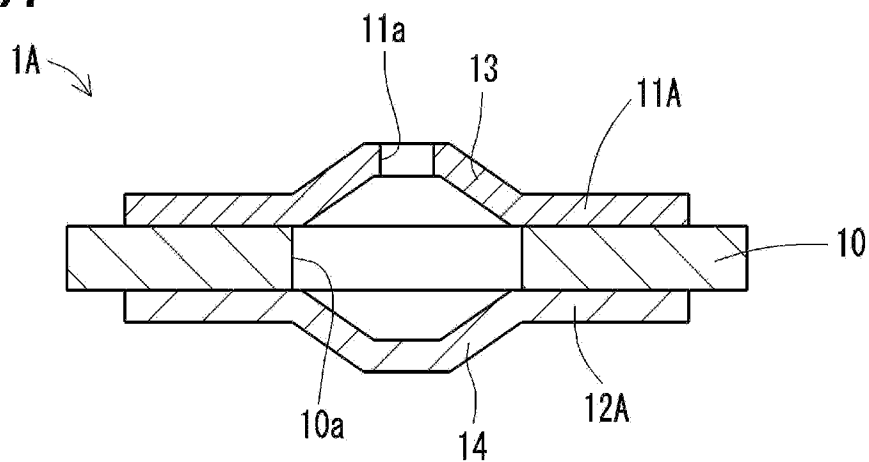
[図4A]

**FIG. 4A**

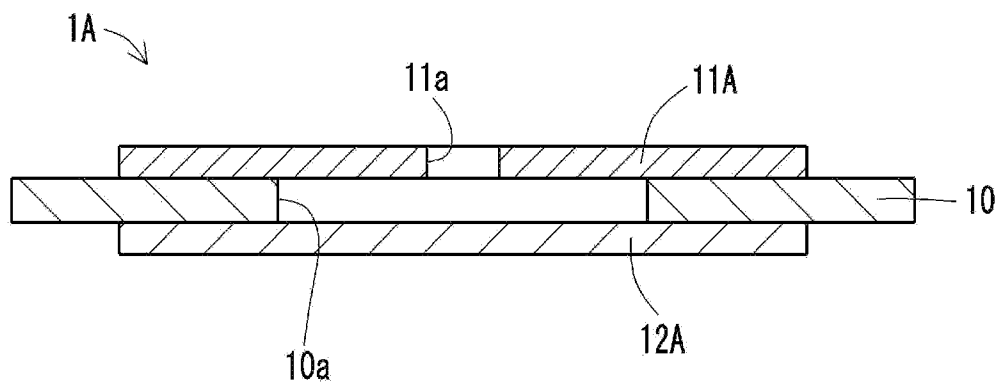
[図4B]

**FIG. 4B**

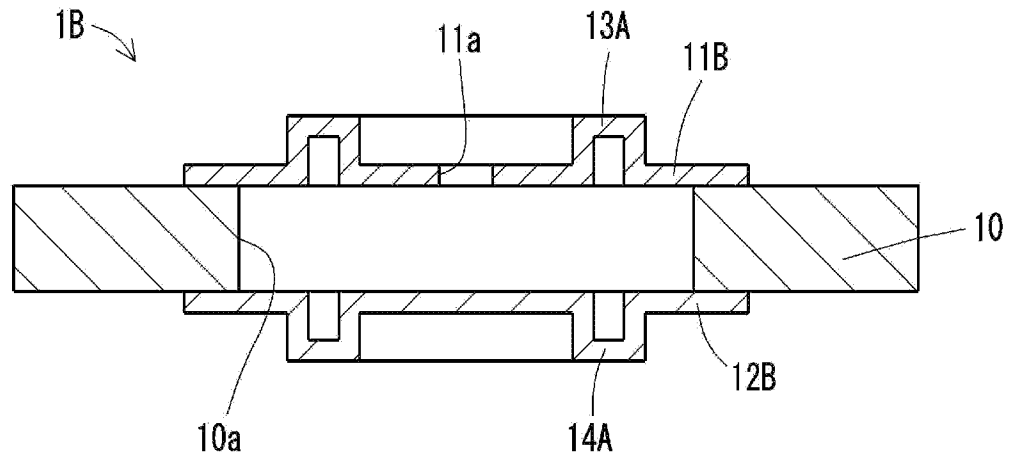
[図5A]

**FIG. 5A**

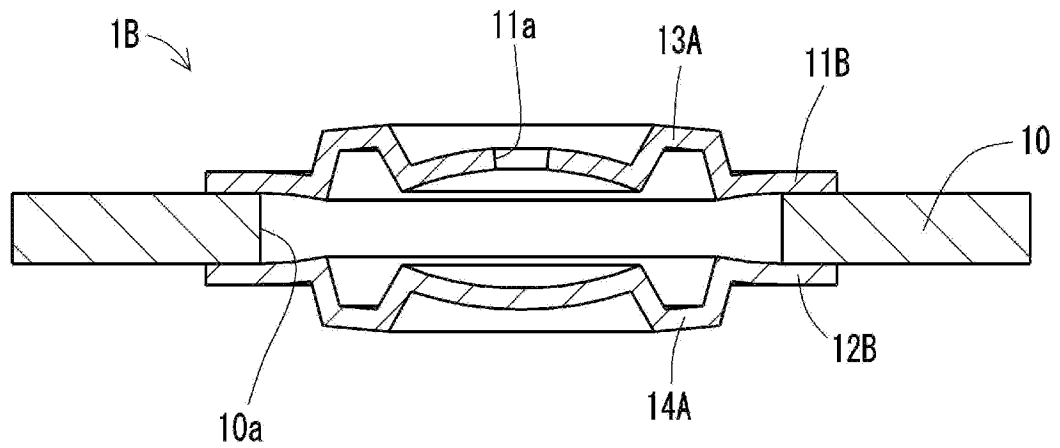
[図5B]

**FIG. 5B**

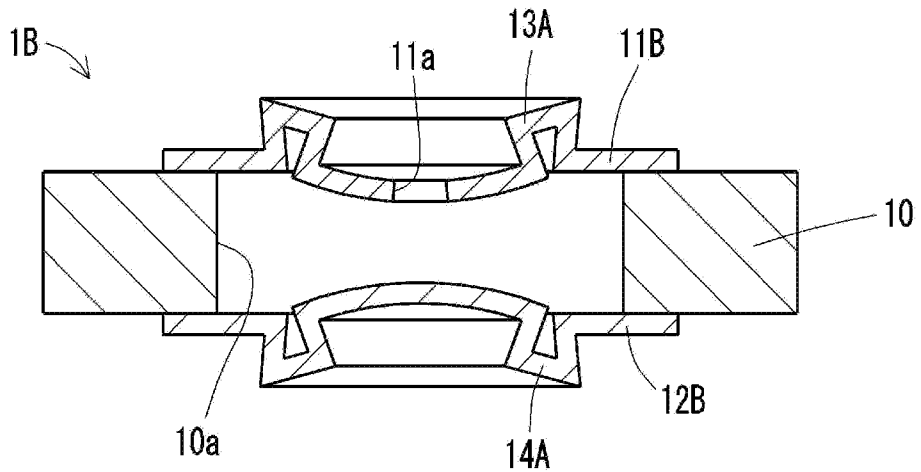
[図6A]

**FIG. 6A**

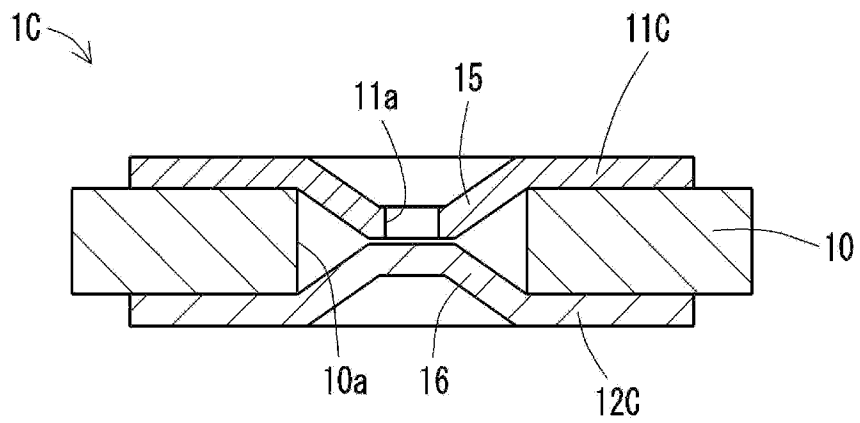
[図6B]

**FIG. 6B**

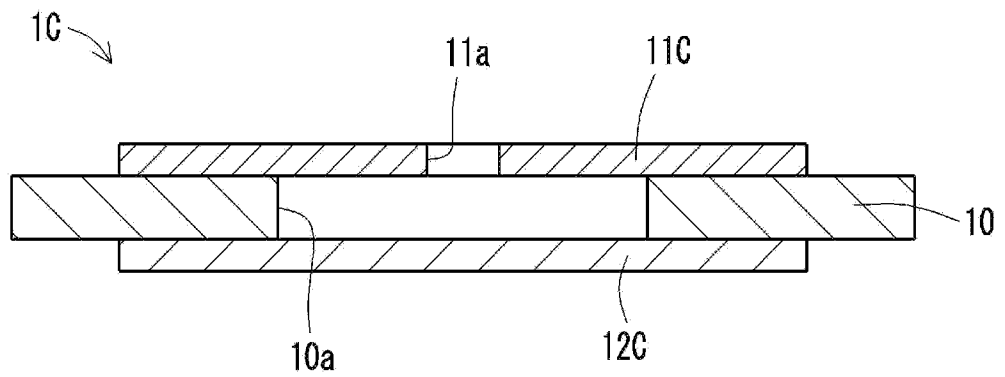
[図6C]

**FIG. 6C**

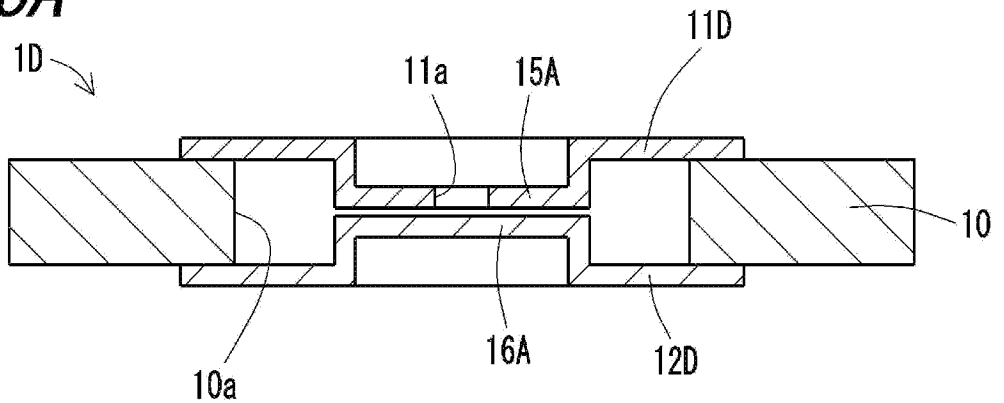
[図7A]

**FIG. 7A**

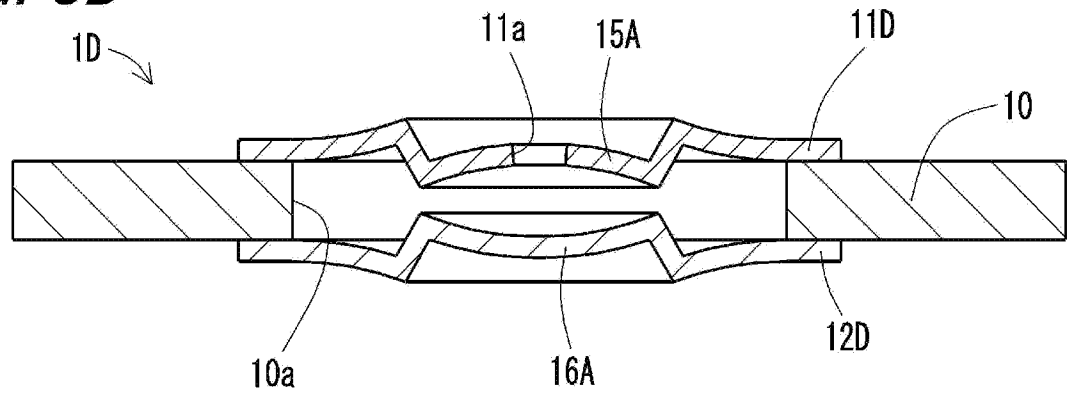
[図7B]

**FIG. 7B**

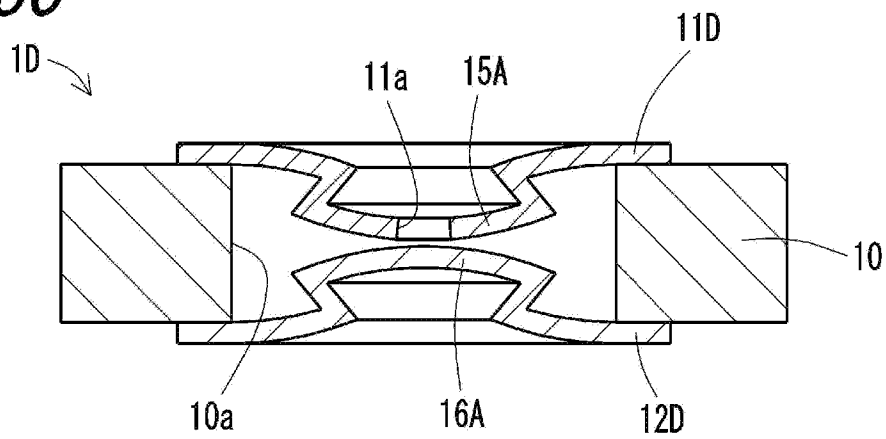
[図8A]

**FIG. 8A**

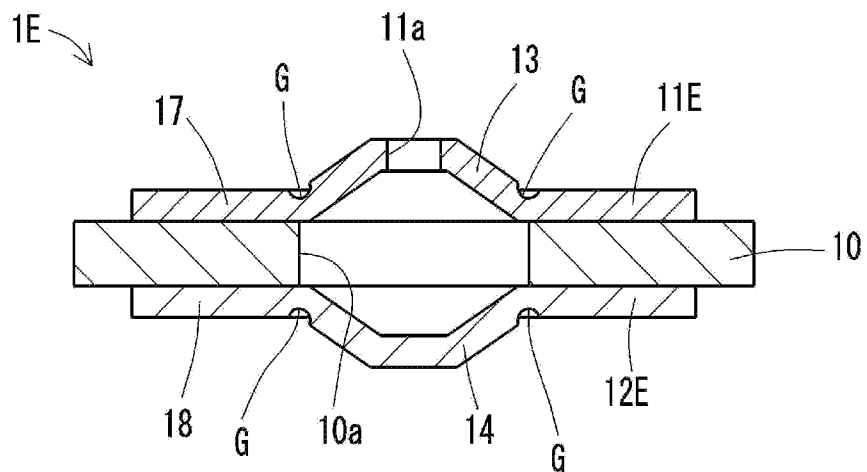
[図8B]

**FIG. 8B**

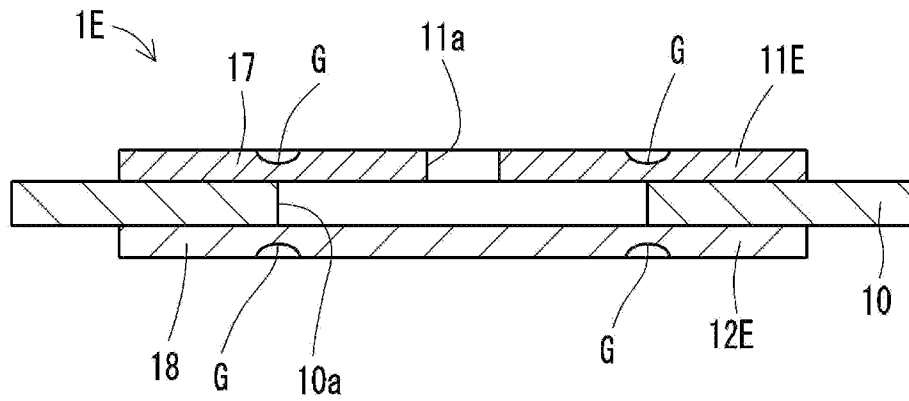
[図8C]

**FIG. 8C**

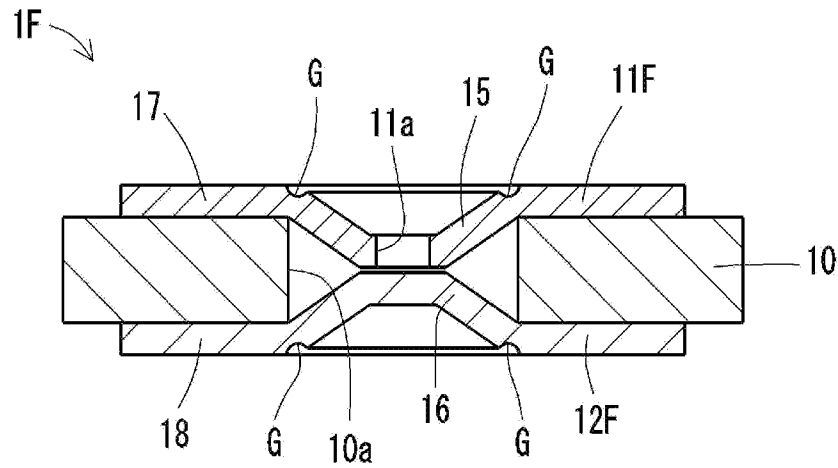
[図9A]

**FIG. 9A**

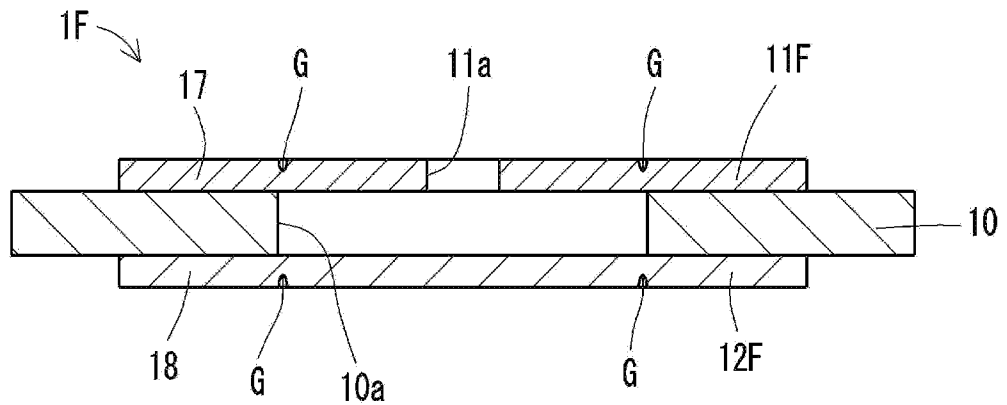
[図9B]

**FIG. 9B**

[図10A]

**FIG. 10A**

[図10B]

**FIG. 10B**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/033802

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. F04B45/047 (2006.01) i, F04B45/04 (2006.01) i  
 FI: F04B45/047C, F04B45/04H, F04B45/04B

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. F04B45/047, F04B45/04, F04B43/04

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

|  |           |
|--|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2020 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2020 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2020 |

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. |
|-----------|---|-----------------------|
| X<br>A    | WO 2009/148005 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.)<br>10.12.2009 (2009-12-10), paragraphs [0022]-[0024],<br>[0041], fig. 12 | 1, 6<br>2-5           |
| A         | JP 58-140491 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL<br>CO., LTD.) 20.08.1983 (1983-08-20), entire text,<br>all drawings          | 1-6                   |
| A         | CN 108344198 A (UNIV ZHEJIANG NORMAL) 31.07.2018<br>(2018-07-31), entire text, all drawings                                 | 1-6                   |

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

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "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  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "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   |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family  |
| "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  |  |

|   |  |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search<br>24.09.2020 | Date of mailing of the international search report<br>06.10.2020 |
|---|--|

|  |   |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |
|--|---|

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/033802

|                   |            |                           |
|-------------------|------------|---------------------------|
| WO 2009/148005 A1 | 10.12.2009 | US 2011/0070109 A1        |
|                   |            | paragraphs [0038]-[0040], |
|                   |            | [0058], fig. 12           |
|                   |            | EP 2312158 A1             |
|                   |            | CN 102057163 A            |
| JP 58-140491 A    | 20.08.1983 | (Family: none)            |
| CN 108344198 A    | 31.07.2018 | (Family: none)            |

|  |  |                |
|--|--|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>F04B 45/047(2006.01)i; F04B 45/04(2006.01)i<br>FI: F04B45/047 C; F04B45/04 H; F04B45/04 B   |  |                |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>F04B45/047; F04B45/04; F04B43/04<br>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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2020年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2020年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2020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<br>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<br>請求項の番号 |
| X<br>A   | WO 2009/148005 A1 (株式会社村田製作所) 10.12.2009 (2009-12-10)<br>段落[0022]-[0024],[0041], 図12   | 1, 6<br>2-5    |
| A  | JP 58-140491 A (松下電器産業株式会社) 20.08.1983 (1983-08-20)<br>全文, 全図  | 1-6            |
| A  | CN 108344198 A (UNIV ZHEJIANG NORMAL) 31.07.2018 (2018-07-31)<br>全文, 全図  | 1-6            |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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<br>“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<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                |
| 国際調査を完了した日<br>24.09.2020   | 国際調査報告の発送日<br>06.10.2020   |                |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号   | 権限のある職員（特許庁審査官）<br>井古田 裕昭 30 8370<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3358   |                |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/033802

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献 |              |    | 公表日  |
|------|-------------|----|------------|-------------|--------------|----|--|
| WO   | 2009/148005 | A1 | 10.12.2009 | US          | 2011/0070109 | A1 | 段落[0038]-[0040], [0058],<br>図12<br>EP 2312158 A1<br>CN 102057163 A<br>-----<br>JP 58-140491 A 20.08.1983 (ファミリーなし)<br>-----<br>CN 108344198 A 31.07.2018 (ファミリーなし) |
|      |             |    |            |             |              |    |  |
|      |             |    |            |             |              |    |  |
|      |             |    |            |             |              |    |  |