

(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
2023年10月19日(19.10.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/199742 A1

- (51) 国際特許分類:
F16K 31/02 (2006.01) *B81B 3/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/012525
- (22) 国際出願日: 2023年3月28日(28.03.2023)
- (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 2022-065329 2022年4月11日(11.04.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP). 株式会社豊田中央研究所(KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) [JP/JP]; 〒4801192 愛知県長久手市横道4-1番地の1 Aichi (JP).
- (72) 発明者: ミツ橋 拓也 (MITSUHASHI Takuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 河本 陽一郎 (KAWAMOTO Yoichiro); 〒4488661 愛知県刈

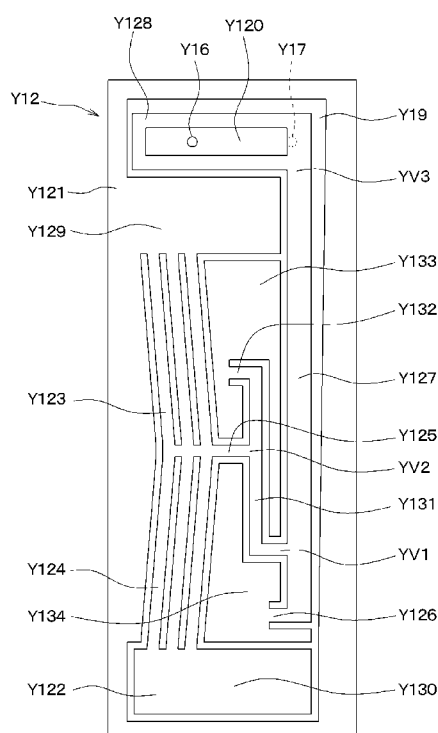
谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 小原 公和(KOHARA Kimio); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 佐藤 勇気 (SATO Yuki); 〒4801192 愛知県長久手市横道4-1番地の1 株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP). 小宅 教文(OYAKE Takafumi); 〒4801192 愛知県長久手市横道4-1番地の1 株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP). 廣田 靖樹 (HIROTA Yasuki); 〒4801192 愛知県長久手市横道4-1番地の1 株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP). 山内 崇史(YAMAUCHI Takafumi); 〒4801192 愛知県長久手市横道4-1番地の1 株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人ゆうあい特許事務所 (YOU-I PATENT FIRM); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄二丁目1-1番7号 伏見大島ビル8階 Aichi (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,

(54) Title: VALVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弁装置



(57) Abstract: This valve device is provided with: a first outer layer (Y11); a second outer layer (Y13); and an interlayer (Y12) forming a fluid chamber (Y19). A first flow hole (Y16) enabling communication with the fluid chamber is formed in either the first outer layer or the second outer layer. A second flow hole (Y17, Y171-Y175) enabling communication with the fluid chamber is formed in either the first outer layer or the second outer layer. The interlayer includes: drive parts (Y123, Y124, Y125) that are displaced when their own temperature changes depending on whether there is electrical conduction; a displacement amplification member (Y131) that is urged by the drive parts and also amplifies the displacement of the drive parts when the drive parts are displaced; a movable part (Y127) that receives at a force point (YV1) the displacement that has been amplified by the displacement amplification member and thereby rotates about a fulcrum (Y126); and a valve element (Y128) for adjusting the degree of opening of the second flow hole with respect to the fluid chamber, by being urged from an application point (YV3) of the movable part and moving within the fluid chamber when the movable part rotates.

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: 弁装置は、第1外層(Y11)と、第2外層(Y13)と、流体室(Y19)を形成する中間層(Y12)と、を備え、第1外層または第2外層には、流体室と連通可能な第1流路孔(Y16)が形成され、第1外層または第2外層には、流体室と連通可能な第2流路孔(Y17、Y171~Y175)が形成され、中間層は、通電の有無に応じて自らの温度が変化することで変位する駆動部(Y123、Y124、Y125)と、駆動部が変位したときに、駆動部に付勢されると共に駆動部の変位を増幅する変位増幅部材(Y131)と、変位増幅部材によって増幅された変位を力点(YV1)で受けることで、支点部(Y126)を中心に回転する可動部(Y127)と、可動部が回転する際に可動部の作用点(YV3)から付勢されて流体室内で動くことで流体室に対する第2流路孔の開度を調整する弁体(Y128)と、を有する。

明 細 書

発明の名称：弁装置

関連出願への相互参照

[0001] 本出願は、2022年4月11日に提出された日本特許出願番号2022-065329号に基づくもので、ここにその記載内容が参照により組み入れられる。

技術分野

[0002] 本開示は、弁装置に関する。

背景技術

[0003] 特許文献1には、通電の有無に応じて自らの温度が変化することで変位する駆動部と、駆動部の変位を梃子の原理で増幅する可動部と、可動部によって増幅された変位が伝達されることで動いて流路孔を開閉する弁体とを有するMEMSバルブが開示されている。MEMSは、Micro Electro Mechanical Systemsの略称である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許9505608号

発明の概要

[0005] 特許文献1に記載のMEMSバルブにおいて、開弁時の開口面積を更に大きくすることが望ましい場合があるが、発明者の検討によれば、そのためには、可動部を長くする等によりMEMSバルブの体格が大きくなってしまう恐れがある。このことは、MEMSバルブに限らず、梃子の原理を利用して弁体を動かす弁装置全般においても言える。本開示は、通電の有無に応じた温度変化によって発生する駆動部の変位を梃子の原理で増幅して弁体に伝える弁装置において、体格の増大を抑制しつつ開弁時の開口面積を増大させること、あるいは、開弁時の開口面積の低減を抑制しつつ体格を低減することを目的とする。

[0006] 本開示の 1 つの観点によれば、弁装置は、
第 1 外層と、
第 2 外層と、
前記第 1 外層と前記第 2 外層に挟まれると共に流体が流通する流体室を形成する中間層と、を備え、
前記第 1 外層または前記第 2 外層には、前記流体室と連通可能な第 1 流路孔が形成され、
前記第 1 外層または前記第 2 外層には、前記流体室と連通可能な第 2 流路孔が形成され、
前記中間層は、通電の有無に応じて自らの温度が変化することで変位する駆動部と、
前記駆動部が変位したときに、前記駆動部に付勢されると共に前記駆動部の変位を増幅する変位増幅部材と、
前記変位増幅部材によって増幅された変位を力点で受けることで、支点部を中心に回転する可動部と、
前記可動部が回転する際に前記可動部の作用点から付勢されて前記流体室内で動くことで前記流体室に対する前記第 2 流路孔の開度を調整する弁体と、を有する。

[0007] このように、梃子の原理を利用する可動部に加え、変位増幅部材が駆動部の変位を増幅するので、弁装置の体格の増大を抑制しつつ開弁時の開口面積を増大させること、あるいは、開弁時の開口面積の低減を抑制しつつ体格を低減することが、可能になる。

[0008] なお、各構成要素等に付された括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等との対応関係の一例を示すものである。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]マイクロバルブの正面図である。

[図2]マイクロバルブの側面図である。

[図3]マイクロバルブの部品展開図である。

[図4]非通電時のマイクロバルブの第1外層を省略した正面図である。

[図5]電位および電流が表された中間層の正面図である。

[図6]通電時の中間層の正面図である。

[図7]従来と梘子2段との違いを表す概念図である。

[図8]第2実施形態に係る非通電時のマイクロバルブの第1外層を省略した正面図である。

[図9]電位および電流が表された中間層の正面図である。

[図10]第3実施形態におけるマイクロバルブの部品展開図である。

[図11]非通電時のマイクロバルブの第1外層を省略した正面図である。

発明を実施するための形態

[0010] (第1実施形態)

以下、第1実施形態について説明する。図1、図2、図3に示すように、マイクロバルブY1は、板形状の弁部品であり、主として半導体チップによって構成されている。したがって、マイクロバルブY1を小型に構成できる。マイクロバルブY1の板厚は例えば2mmであり、厚さ方向に直交する長手方向の長さは例えば10mmであり、長手方向にも厚さ方向にも直交する短手方向の長さは例えば5mmであるが、サイズはこれに限定されない。マイクロバルブY1への供給電力が切り替わることで、マイクロバルブY1の流路構成が変化する。マイクロバルブY1は、例えば、それ自体が流体（例えば、気体、液体）の流路を開閉する弁であってもよいし、他の弁を駆動するパイロット弁であってもよい。

[0011] マイクロバルブY1は、いずれも半導体である第1外層Y11、中間層Y12、第2外層Y13を備えたMEMSバルブである。第1外層Y11、中間層Y12、第2外層Y13は、それぞれが概ね同じ外形を有する長方形の板形状の部材であり、第1外層Y11、中間層Y12、第2外層Y13の順に積層されている。すなわち、中間層Y12が、第1外層Y11と第2外層Y13に両側から挟まれている。第1外層Y11、中間層Y12、第2外層

Y 1 3のうち、第2外層Y 1 3が、バルブケーシングY 2の底壁に最も近い側に配置される。後述する第1外層Y 1 1、中間層Y 1 2、第2外層Y 1 3の構造は、化学的エッチング等の半導体製造プロセスによって形成される。

[0012] 第1外層Y 1 1は、導電性の半導体部材の表面に非導電性の酸化膜が形成された電極ポート層である。第1外層Y 1 1には、図3に示すように、表裏に貫通する2つの貫通孔Y 1 4、Y 1 5が形成されている。この貫通孔Y 1 4、Y 1 5に、それぞれ、電気配線のマイクロバルブY 1側端が挿入される。なお、他の例として、貫通孔Y 1 4、Y 1 5は、両方が第2外層Y 1 3に形成されていてもよいし、一方が第1外層Y 1 1に形成され、他方が第2外層Y 1 3に形成されてもよい。

[0013] 第2外層Y 1 3は、導電性の半導体部材の表面に非導電性の酸化膜が形成された流路穴層である。第2外層Y 1 3には、図3、図4に示すように、表裏に貫通する第1流路孔Y 1 6、第2流路孔Y 1 7が形成されている。第1流路孔Y 1 6、第2流路孔Y 1 7の各々の水力直径は、例えば0.1mm以上かつ3mm以下であるが、これに限定されない。なお、他の例として、第1流路孔Y 1 6、第2流路孔Y 1 7は、両方が第1外層Y 1 1に形成されていてもよいし、一方が第1外層Y 1 1に形成され、他方が第2外層Y 1 3に形成されてもよい。

[0014] 中間層Y 1 2は、導電性の半導体部材であり、第1外層Y 1 1と第2外層Y 1 3に挟まれたアクチュエータ層である。中間層Y 1 2は、第1外層Y 1 1の酸化膜と第2外層Y 1 3の酸化膜に接触するので、第1外層Y 1 1と第2外層Y 1 3とも電氣的に非導通である。中間層Y 1 2は、図4に示すように、第1固定部Y 1 2 1、第2固定部Y 1 2 2、複数本の第1リブY 1 2 3、複数本の第2リブY 1 2 4、脊柱Y 1 2 5、第1支点部Y 1 2 6、可動部Y 1 2 7、弁体Y 1 2 8を有している。さらに中間層Y 1 2は、変位増幅部材Y 1 3 1、第2支点部Y 1 3 2、第3固定部Y 1 3 3、第4固定部Y 1 3 4を有している。

[0015] 第1固定部Y 1 2 1、第2固定部Y 1 2 2、第3固定部Y 1 3 3、第4固

定部 Y 1 3 4 は、第 1 外層 Y 1 1、第 2 外層 Y 1 3 に対して接着等で固定された部材である。第 1 固定部 Y 1 2 1 は、第 2 固定部 Y 1 2 2、第 1 リブ Y 1 2 3、第 2 リブ Y 1 2 4、脊柱 Y 1 2 5、第 1 支点部 Y 1 2 6、可動部 Y 1 2 7、弁体 Y 1 2 8、変位増幅部材 Y 1 3 1、第 2 支点部 Y 1 3 2、第 3 固定部 Y 1 3 3、第 4 固定部 Y 1 3 4 を同じ 1 つの流体室 Y 1 9 内にスリットで隔てて囲むように形成されている。流体室 Y 1 9 は、第 1 固定部 Y 1 2 1、第 1 外層 Y 1 1、第 2 外層 Y 1 3 によって囲まれた室である。第 1 固定部 Y 1 2 1、第 1 外層 Y 1 1、第 2 外層 Y 1 3 は、全体として基部に対応する。なお、電気配線は複数の第 1 リブ Y 1 2 3 および複数の第 2 リブ Y 1 2 4 の温度を変化させて変位させるための電気配線である。

[0016] 第 1 固定部 Y 1 2 1 の第 1 外層 Y 1 1 および第 2 外層 Y 1 3 に対する固定は、流体がこの流体室 Y 1 9 から第 1 流路孔 Y 1 6、第 2 流路孔 Y 1 7 以外を通過してマイクロバルブ Y 1 から漏出することを抑制するような形態で、行われている。第 2 固定部 Y 1 2 2 は、第 1 固定部 Y 1 2 1 に取り囲まれると共に、スリットを介して第 1 固定部 Y 1 2 1 と第 4 固定部 Y 1 3 4 から離れて配置される。

[0017] 第 3 固定部 Y 1 3 3 は、第 1 固定部 Y 1 2 1 に取り囲まれると共に、第 1 固定部 Y 1 2 1、可動部 Y 1 2 7、第 1 リブ Y 1 2 3 からスリットを介して離れて配置される。また、第 3 固定部 Y 1 3 3 は、第 2 固定部 Y 1 2 2 から離れている。第 3 固定部 Y 1 3 3 は、複数本の第 1 リブ Y 1 2 3 と可動部 Y 1 2 7 の間に配置されている。

[0018] 第 4 固定部 Y 1 3 4 は、第 1 固定部 Y 1 2 1 に取り囲まれると共に、第 1 固定部 Y 1 2 1、第 2 固定部 Y 1 2 2、第 2 リブ Y 1 2 4、変位増幅部材 Y 1 3 1 から、スリットを介して離れて配置される。また、第 4 固定部 Y 1 3 4 は、第 3 固定部 Y 1 3 3 から離れている。第 4 固定部 Y 1 3 4 は、複数本の第 2 リブ Y 1 2 4 と可動部 Y 1 2 7 の間に配置されている。

[0019] 複数本の第 1 リブ Y 1 2 3、複数本の第 2 リブ Y 1 2 4、脊柱 Y 1 2 5、第 1 支点部 Y 1 2 6、可動部 Y 1 2 7、弁体 Y 1 2 8、第 2 支点部 Y 1 3 2

は、第1外層Y11、第2外層Y13に対して固定されておらず、第1外層Y11、第2外層Y13に対して変位可能である。

[0020] 脊柱Y125は、中間層Y12の矩形形状の短手方向に伸びる細長い棒形状を有している。したがって、脊柱Y125は、変位増幅部材Y131の長手方向および可動部Y127の長手方向に対して交差する方向に伸びている。脊柱Y125の長手方向の一端は、変位増幅部材Y131に接続されている。

[0021] 複数本の第1リブY123は、脊柱Y125の長手方向に直交する方向における脊柱Y125の一方側に配置される。そして、複数本の第1リブY123は、脊柱Y125の長手方向に、スリットを隔てて並んでいる。各第1リブY123は、細長い棒形状を有しており、温度に応じて伸縮可能となっている。

[0022] 各第1リブY123は、その長手方向の一端で第1固定部Y121に接続され、他端で脊柱Y125に接続される。そして、各第1リブY123は、第1固定部Y121側から脊柱Y125側に近付くほど、脊柱Y125の長手方向の変位増幅部材Y131側に向けてオフセットされるよう、脊柱Y125に対して斜行している。そして、複数の第1リブY123は、互いに対して平行に伸びている。

[0023] 複数本の第2リブY124は、脊柱Y125の長手方向に直交する方向における脊柱Y125の他方側に配置される。そして、複数本の第2リブY124は、脊柱Y125の長手方向にスリットを隔てて並んでいる。各第2リブY124は、細長い棒形状を有しており、温度に応じて伸縮可能となっている。

[0024] 各第2リブY124は、その長手方向の一端で第2固定部Y122に接続され、他端で脊柱Y125に接続される。そして、各第2リブY124は、第2固定部Y122側から脊柱Y125側に近付くほど、脊柱Y125の長手方向の変位増幅部材Y131側に向けてオフセットされるよう、脊柱Y125に対して斜行している。そして、複数の第2リブY124は、互いに対

して平行に伸びている。

[0025] 複数本の第1リブY123、複数本の第2リブY124、脊柱Y125は、全体として、駆動部に対応する。

[0026] 第2支点部Y132は、脊柱Y125と非直交かつ平行に伸びる棒形状を有している。第2支点部Y132の一端は変位増幅部材Y131に接続されており、他端は第3固定部Y133に接続されている。第2支点部Y132の延伸方向と変位増幅部材Y131の長手方向は、互いに交差している。第2支点部Y132の側面は、すなわち、第2支点部Y132の延伸方向に交差する方向における第2支点部Y132の端面は、スリットに面している。

[0027] 変位増幅部材Y131は、脊柱Y125および第2支点部Y132に対して約90°で交差する方向に伸びる細長い棒形状を有している。変位増幅部材Y131は、温度に応じて伸縮可能となっている。また、変位増幅部材Y131の大部分は、可動部Y127の長手方向に沿って伸びている。また、変位増幅部材Y131の第2支点部Y132とは反対側の端部は、可動部Y127側に折れ曲がり、折れ曲がった先で可動部Y127に接続されている。なお、変位増幅部材Y131のうち、可動部Y127の長手方向に沿って伸びている部分は、直線的に伸びていてもよいし、緩やかにカーブしていてもよいし、蛇行して全体として可動部Y127の長手方向に沿って伸びていてもよい。なお、変位増幅部材Y131のうち、可動部Y127の長手方向に沿って伸びている部分は、全体として、可動部Y127の長手方向に対して45°未満であればよい。

[0028] ここで、第2支点部Y132と、第1力点YV1と、第2力点YV2との位置関係について説明する。第1力点YV1は、変位増幅部材Y131と可動部Y127の接続箇所である。第2力点YV2は、脊柱Y125と変位増幅部材Y131の接続箇所である。

[0029] 第2支点部Y132、第2力点YV2、第1力点YV1は、変位増幅部材Y131の長手方向に沿って、変位増幅部材Y131の第2支点部Y132側の端部から可動部Y127側の端部に向けて、この順に並んでいる。した

がって、第2支点部Y 1 3 2から第1力点Y V 1までの距離は、第2支点部Y 1 3 2から第2力点Y V 2までの距離よりも長い。この関係は、ここでいう距離が直線距離であっても成立し、ここでいう距離が変位増幅部材Y 1 3 1の長手方向に沿った距離であっても成立する。

[0030] 第1支点部Y 1 2 6は、可動部Y 1 2 7に交差して伸びる棒形状を有している。第1支点部Y 1 2 6の延伸方向の一端は、可動部Y 1 2 7に接続されている。第1支点部Y 1 2 6の延伸方向の他端は、第4固定部Y 1 3 4に接続されている。第1支点部Y 1 2 6の側面は、すなわち、第1支点部Y 1 2 6の延伸方向に交差する方向における第1支点部Y 1 2 6の端面は、スリットに面している。

[0031] 可動部Y 1 2 7は、中間層Y 1 2の長手方向に沿って伸びる細長い棒形状を有している。可動部Y 1 2 7の一方側の端部は、第1支点部Y 1 2 6に接続されている。可動部Y 1 2 7の第1支点部Y 1 2 6側とは反対側の端部は、弁体Y 1 2 8に接続されている。可動部Y 1 2 7の第1支点部Y 1 2 6側の端部から弁体Y 1 2 8側の端部までの、中間層Y 1 2の長手方向に沿った長さは、中間層Y 1 2の長手方向の全長の $1/2$ 以上である。このように可動部Y 1 2 7を長く形成することで、可動部Y 1 2 7による梃子の作用を大きくすることができる。

[0032] ここで、第1支点部Y 1 2 6と、第1力点Y V 1と、作用点Y V 3との位置関係について説明する。作用点Y V 3は、可動部Y 1 2 7と弁体Y 1 2 8の接続箇所である。第2力点Y V 2は、可動部Y 1 2 7にとっては力点であり、変位増幅部材Y 1 3 1にとっては作用点である。

[0033] 第1支点部Y 1 2 6、第1力点Y V 1、作用点Y V 3は、可動部Y 1 2 7の長手方向に沿って、可動部Y 1 2 7の第1支点部Y 1 2 6側の端部から弁体Y 1 2 8側の端部に向けて、この順に並んでいる。したがって、第1支点部Y 1 2 6から作用点Y V 3までの距離は、第1支点部Y 1 2 6から第1力点Y V 1までの距離よりも長い。この関係は、ここでいう距離が直線距離であっても成立し、ここでいう距離が可動部Y 1 2 7の長手方向に沿った距離

であっても成立する。

[0034] 弁体 Y 1 2 8 は、その外形が、可動部 Y 1 2 7 の長手方向に対して概ね 90° の方向に伸びる、すなわち、中間層 Y 1 2 の短手方向に伸びる、矩形形状を有している。この弁体 Y 1 2 8 は、流体室 Y 1 9 内において可動部 Y 1 2 7 と一体に動くことができる。そして、弁体 Y 1 2 8 は、中間層 Y 1 2 の表裏に貫通する窓孔 Y 1 2 0 を囲む枠形状となっている。したがって、窓孔 Y 1 2 0 も、弁体 Y 1 2 8 と一体的に移動する。窓孔 Y 1 2 0 は、流体室 Y 1 9 の一部である。弁体 Y 1 2 8 は、上記のように動くことで、第 2 流路孔 Y 1 7 の窓孔 Y 1 2 0 に対する開度を変更する。第 1 流路孔 Y 1 6 は、窓孔 Y 1 2 0 に対して（すなわち、流体室 Y 1 9 に対して）常に開状態で連通している。

[0035] また、第 1 固定部 Y 1 2 1 のうち、複数の第 1 リブ Y 1 2 3 と接続する部分の近傍の第 1 印加点 Y 1 2 9 には、図 3 に示した第 1 外層 Y 1 1 の貫通孔 Y 1 4 を通る電気配線のマイクロバルブ Y 1 側端が接続される。また、第 2 固定部 Y 1 2 2 の第 2 印加点 Y 1 3 0 には、図 3 に示した第 1 外層 Y 1 1 の貫通孔 Y 1 5 を通る電気配線のマイクロバルブ Y 1 側端が接続される。これら電気配線によって、マイクロバルブ Y 1 への通電、非通電の切り替えが行われる。

[0036] ここで、マイクロバルブ Y 1 の作動について説明する。マイクロバルブ Y 1 への通電が行われていない状態では、中間層 Y 1 2 は図 4 に示した状態になっている。このとき、第 1 流路孔 Y 1 6 は窓孔 Y 1 2 0 に対して開口（例えば全開、半開）の状態となり、第 2 流路孔 Y 1 7 は弁体 Y 1 2 8 に塞がれることで窓孔 Y 1 2 0 に対して全閉の状態となる。このときの弁体 Y 1 2 8 の位置を、非通電時位置という。

[0037] マイクロバルブ Y 1 への通電が開始されると、電気配線によって第 1 印加点 Y 1 2 9、第 2 印加点 Y 1 3 0 の間に電圧が印加される。ここでは、一例として、第 1 印加点 Y 1 2 9 が 12 V、第 2 印加点 Y 1 3 0 が 0 V となる電圧が印可されるとするが、これに限られない。

[0038] 電圧が印可されると、図5に示すように、中間層Y12において、第2固定部Y122の電位が12Vとなり、第1固定部Y121の電位が0Vとなる。したがって、第2固定部Y122が、複数の第2リブY124、複数の第1リブY123を介して、第1固定部Y121と導通する。その結果、複数の第1リブY123、複数の第2リブY124の各々において、破線矢印のように電流が流れる。この電流によって、複数の第1リブY123、複数の第2リブY124が発熱する。その結果、複数の第1リブY123、複数の第2リブY124の各々が、その長手方向に膨張する。

[0039] なお、第3固定部Y133、第4固定部Y134、可動部Y127、弁体Y128の電位は、脊柱Y125と同様の電位、すなわち、12Vの半分の6V程度になる。そして、変位増幅部材Y131、可動部Y127、弁体Y128には、電流が流れない。したがって、変位増幅部材Y131では、通電に起因した発熱も、その発熱に起因した膨張もない。

[0040] このような熱的な膨張の結果、複数の第1リブY123、複数の第2リブY124は、脊柱Y125を第2力点YV2側に付勢する。付勢された脊柱Y125は、第2力点YV2において、変位増幅部材Y131を押す。その結果、変位増幅部材Y131は、第2支点部Y132を支点として、第2支点部Y132を中心に回転する。変位増幅部材Y131の第2支点部Y132とは反対側の端部も、第1力点YV1において、可動部Y127を押す方向に、移動する。

[0041] このように第1力点YV1において変位増幅部材Y131から付勢された可動部Y127は、第1支点部Y126を支点として、第1支点部Y126を中心に回転する。その結果、可動部Y127の第1支点部Y126とは反対側の端部に接続された弁体Y128も、その長手方向の、変位増幅部材Y131が可動部Y127を押す側に、移動する。移動した後の弁体Y128の位置を、通電時位置という。

[0042] 図6に示すように、弁体Y128が通電時位置にあるとき、第1流路孔Y16は窓孔Y120に対して開口（例えば全開、半開）の状態であり、第2

流路孔 Y 1 7 も弁体 Y 1 2 8 に第 1 流路孔 Y 1 6 は窓孔 Y 1 2 0 に対して開口（例えば全開、半開）した状態となる。

[0043] したがってこの場合、マイクロバルブ Y 1 の外部から第 1 流路孔 Y 1 6 を通って流体が窓孔 Y 1 2 0 内に流入し、更に窓孔 Y 1 2 0 から第 2 流路孔 Y 1 7 を通って流体がマイクロバルブ Y 1 の外部に流出することができる。また、これとは逆の流体の流れも可能となる。すなわち、マイクロバルブ Y 1 の外部にあって第 1 流路孔 Y 1 6 と連通する不図示の流路と、マイクロバルブ Y 1 の外部にあって第 2 流路孔 Y 1 7 と連通する不図示の他の流路とが、窓孔 Y 1 2 0 を介して連通する。

[0044] このようなマイクロバルブ Y 1 への通電時、第 1 印加点 Y 1 2 9、第 2 印加点 Y 1 3 0 を介してマイクロバルブ Y 1 に供給される電力が大きいほど、非通電時位置に対する弁体 Y 1 2 8 の移動量も大きくなる。これは、マイクロバルブ Y 1 に供給される電力が高いほど、第 1 リブ Y 1 2 3、第 2 リブ Y 1 2 4 の温度が高くなり、膨張度合いが大きいからである。例えば第 1 印加点 Y 1 2 9、第 2 印加点 Y 1 3 0 へ印加される電圧が PWM 制御される場合、電圧のデューティ比が大きいほど非通電時に対する弁体 Y 1 2 8 の移動量も大きくなる。

[0045] また、マイクロバルブ Y 1 への通電が停止されたときは、電気配線から第 1 印加点 Y 1 2 9、第 2 印加点 Y 1 3 0 への電圧印加が停止される。すると、複数の第 1 リブ Y 1 2 3、複数の第 2 リブ Y 1 2 4 を電流が流れなくなり、複数の第 1 リブ Y 1 2 3、複数の第 2 リブ Y 1 2 4 の温度が低下する。その結果、複数の第 1 リブ Y 1 2 3、複数の第 2 リブ Y 1 2 4 の各々が、その長手方向に収縮する。

[0046] このような熱的な収縮の結果、複数の第 1 リブ Y 1 2 3、複数の第 2 リブ Y 1 2 4 は、脊柱 Y 1 2 5 を第 2 力点 Y V 2 側とは反対側に付勢する。付勢された脊柱 Y 1 2 5 は、第 2 力点 Y V 2 側において、変位増幅部材 Y 1 3 1 を脊柱 Y 1 2 5 側に引っ張る。その結果、変位増幅部材 Y 1 3 1 は、第 2 支点部 Y 1 3 2 を支点として、第 2 支点部 Y 1 3 2 を中心に回転する。その結

果、変位増幅部材 Y 1 3 1 の第 2 支点部 Y 1 3 2 とは反対側の端部も、第 1 力点 Y V 1 において、可動部 Y 1 2 7 を引っ張る方向に、移動する。

[0047] このように第 1 力点 Y V 1 において変位増幅部材 Y 1 3 1 から付勢された可動部 Y 1 2 7 は、第 1 支点部 Y 1 2 6 を支点として、第 1 支点部 Y 1 2 6 を中心に回転する。その結果、可動部 Y 1 2 7 の第 1 支点部 Y 1 2 6 とは反対側の端部に接続された弁体 Y 1 2 8 も、その長手方向の、変位増幅部材 Y 1 3 1 が可動部 Y 1 2 7 を引っ張る側に、移動する。その移動の結果、弁体 Y 1 2 8 は、非通電時位置に戻って停止する。このとき、マイクロバルブ Y 1 の外部にあって第 1 流路孔 Y 1 6 と連通する不図示の流路と、マイクロバルブ Y 1 の外部にあって第 2 流路孔 Y 1 7 と連通する不図示の他の流路との、窓孔 Y 1 2 0 を介した連通が、遮断される。

[0048] 以上のように、可動部 Y 1 2 7 は、第 1 支点部 Y 1 2 6 を支点とし、第 1 力点 Y V 1 を力点とし、作用点 Y V 3 を作用点とする槌子として機能する。上述の通り、中間層 Y 1 2 の板面に平行な面内における第 1 支点部 Y 1 2 6 から第 1 力点 Y V 1 までの直線距離よりも、第 1 支点部 Y 1 2 6 から作用点 Y V 3 までの直線距離の方が、長い。したがって、第 1 力点 Y V 1 の移動量よりも、作用点 Y V 3 の移動量の方が大きくなる。したがって、第 1 力点 Y V 1 における変位増幅部材 Y 1 3 1 の変位量が、槌子によって増幅されて弁体 Y 1 2 8 に伝わる。

[0049] 更に、変位増幅部材 Y 1 3 1 は、第 2 支点部 Y 1 3 2 を支点とし、第 2 力点 Y V 2 を力点とし、第 1 力点 Y V 1 を作用点とする槌子として機能する。上述の通り、中間層 Y 1 2 の板面に平行な面内における第 2 支点部 Y 1 3 2 から第 2 力点 Y V 2 までの直線距離よりも、第 2 支点部 Y 1 3 2 から第 1 力点 Y V 1 までの直線距離の方が、長い。したがって、第 2 力点 Y V 2 の移動量よりも、第 1 力点 Y V 1 の移動量の方が大きくなる。したがって、複数の第 1 リブ Y 1 2 3、複数の第 2 リブ Y 1 2 4 の熱的な膨張による脊柱 Y 1 2 5 の変位量が、槌子によって増幅されて可動部 Y 1 2 7 に伝わる。

[0050] このように、変位増幅部材 Y 1 3 1、可動部 Y 1 2 7 という直列に接続さ

れた2つの挺子が作用する。すなわち、脊柱Y 1 2 5の変位量が、変位増幅部材Y 1 3 1で増幅され、更に可動部Y 1 2 7で増幅されて、弁体Y 1 2 8に伝達される。

[0051] このように構成されたマイクロバルブY 1は、電磁弁およびステッピングモータと比べて容易に小型化できる。その理由の1つは、マイクロバルブY 1が上述の通り半導体チップにより形成されていることである。また、上述の通り、挺子を利用して熱的な膨張による変位量が増幅されることも、そのような挺子を利用せずに電磁弁またはステッピングモータを利用する弁装置と比べた場合、小型化に寄与する。また、複数本の第1リブY 1 2 3、複数本の第2リブY 1 2 4の変位は熱に起因して発生するので、騒音低減効果が高い。

[0052] また、挺子を利用しているので、熱的な膨張による変位量を弁体Y 1 2 8の移動量より抑えることができるので、弁体Y 1 2 8を駆動するための消費電力も低減することができる。また、電磁弁の駆動時における衝撃音を無くすることができるので、騒音を低減することができる。

[0053] また、脊柱Y 1 2 5が変位したときに、変位増幅部材Y 1 3 1は、脊柱Y 1 2 5に付勢されると共に脊柱Y 1 2 5部の変位を増幅して可動部Y 1 2 7に伝達する。このように、挺子の原理を利用する可動部Y 1 2 7に加え、変位増幅部材Y 1 3 1が脊柱Y 1 2 5の変位を増幅する。したがって、マイクロバルブY 1の体格の増大を抑制しつつ開弁時の開口面積を増大させること、あるいは、開弁時の開口面積の低減を抑制しつつ体格を低減することが、可能になる。

[0054] 例えば、図7の左側に示すように、特許文献1のMEMSバルブのように挺子が矢印で示すように1個しかない場合に比べ、図7の右側の弁装置の矢印に示すように挺子を直列に2段用いた方が、脊柱の変位量に対する弁体の移動量の増幅度は大きくなる。

[0055] (1) また、脊柱Y 1 2 5が変位したときに、脊柱Y 1 2 5によって変位増幅部材Y 1 3 1が第2力点Y V 2で付勢されて変位増幅部材Y 1 3 1が第

2 支点部 Y 1 3 2 を中心に回転することで、変位増幅部材 Y 1 3 1 が第 1 力点 Y V 1 で可動部 Y 1 2 7 を付勢する。そして、第 2 支点部 Y 1 3 2 から第 1 力点 Y V 1 までの距離は、第 2 支点部 Y 1 3 2 から第 2 力点 Y V 2 までの距離よりも長い。すなわち、変位増幅部材 Y 1 3 1 も可動部 Y 1 2 7 とは別に梃子として働く。これにより、梃子の原理を利用して更にマイクロバルブ Y 1 の開弁時の開口面積の増大化または体格の低減を実現することができる。

[0056] (2) また、変位増幅部材 Y 1 3 1 は、可動部 Y 1 2 7 の長手方向に沿って伸びる。そして、第 2 力点 Y V 2 よりも、第 1 力点 Y V 1 の方が、第 1 支点部 Y 1 2 6 に近い位置にある。これにより、変位増幅部材 Y 1 3 1 によって増幅された変位を可動部 Y 1 2 7 に伝達する箇所（すなわち第 1 力点 Y V 1）を、より第 1 支点部 Y 1 2 6 に近づけることができる。これにより、可動部 Y 1 2 7 における梃子の作用による変位の増幅量が増大する。

[0057] (第 2 実施形態)

次に第 2 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対して、中間層 Y 1 2 の構造が異なっている。具体的には、図 8 に示すように、第 1 実施形態で第 2 固定部 Y 1 2 2 と第 4 固定部 Y 1 3 4 を隔てていたスリットが廃され、第 2 固定部 Y 1 2 2 と第 4 固定部 Y 1 3 4 が接続されている。その他の構造は、第 1 実施形態と同様である。

[0058] 以下、本実施形態のマイクロバルブ Y 1 の作動について説明する。マイクロバルブ Y 1 への通電が行われていない状態では、中間層 Y 1 2 は図 8 に示した状態になっている。このとき、複数本の第 1 リブ Y 1 2 3、複数本の第 2 リブ Y 1 2 4、脊柱 Y 1 2 5、変位増幅部材 Y 1 3 1、可動部 Y 1 2 7、弁体 Y 1 2 8 の位置は、第 1 実施形態において通電が行われていないときと同じである。

[0059] マイクロバルブ Y 1 への通電が開始されると、電気配線によって第 1 印加点 Y 1 2 9、第 2 印加点 Y 1 3 0 の間に電圧が印加される。ここでは、一例として、第 1 印加点 Y 1 2 9 が 12 V、第 2 印加点 Y 1 3 0 が 0 V となる電

圧が印可されるとするが、これに限られない。

[0060] 電圧が印可されると、図9に示すように、中間層Y12において、第2固定部Y122の電位が12Vとなり、第1固定部Y121の電位が0Vとなる。その結果、第1実施形態と同様、複数の第1リブY123、複数の第2リブY124の各々において、破線矢印のように電流が流れる。この電流によって、複数の第1リブY123、複数の第2リブY124が発熱する。その結果、複数の第1リブY123、複数の第2リブY124の各々が、その長手方向に膨張する。

[0061] また、第2固定部Y122と第4固定部Y134が接続されているので、第4固定部Y134の電位も12Vになる。したがって、第2固定部Y122が、第4固定部Y134、第1支点部Y126、可動部Y127、変位増幅部材Y131、脊柱Y125、複数の第1リブY123を介して、第1固定部Y121と導通する。したがって、変位増幅部材Y131において、破線矢印のように、第1力点YV1から脊柱Y125へ電流が流れる。この電流によって、変位増幅部材Y131が発熱し、その長手方向に膨張する。なお、第3固定部Y133の電位は、6Vよりも高く12Vよりも低い中間電位となる。

[0062] 複数の第1リブY123、複数の第2リブY124の膨張により、第1実施形態と同様、複数の第1リブY123、複数の第2リブY124は、脊柱Y125を第2力点YV2側に付勢する。付勢された脊柱Y125は、第2力点YV2において、変位増幅部材Y131を押す。これにより、変位増幅部材Y131は、第2支点部Y132を支点として、第2支点部Y132を中心に回転する。その結果、変位増幅部材Y131の第2支点部Y132とは反対側の端部も、第1力点YV1において、可動部Y127を押す方向に、移動する。

[0063] それに加え、変位増幅部材Y131が通電されて温度が上昇することで、変位増幅部材Y131の長手方向の長さが増大する。したがって、その増大した分だけ、第1力点YV1における可動部Y127の変位量が増大する。

すなわち変位増幅部材Y 1 3 1は、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4が通電されたときに、脊柱Y 1 2 5に付勢されると共に通電されて自らの温度が上昇して膨張することで、脊柱Y 1 2 5の変位を更に増幅して可動部Y 1 2 7に伝達する。

[0064] このように第1力点Y V 1において変位増幅部材Y 1 3 1から付勢された可動部Y 1 2 7は、第1支点部Y 1 2 6を支点として、第1支点部Y 1 2 6を中心に回転する。その結果、可動部Y 1 2 7の第1支点部Y 1 2 6とは反対側の端部に接続された弁体Y 1 2 8も、その長手方向の、変位増幅部材Y 1 3 1が可動部Y 1 2 7を押す側に、移動する。弁体Y 1 2 8がこの通電時位置にあるときの第1流路孔Y 1 6、第2流路孔Y 1 7の開口の状態については、第1実施形態と同じである。

[0065] また、マイクロバルブY 1への通電が停止されたときは、電気配線から第1印加点Y 1 2 9、第2印加点Y 1 3 0への電圧印加が停止される。すると、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4を電流が流れなくなり、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4の温度が低下する。その結果、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4の各々が、その長手方向に収縮する。それと同時に変位増幅部材Y 1 3 1を電流が流れなくなり、変位増幅部材Y 1 3 1の温度が低下し、その長手方向に収縮する。

[0066] このような熱的な収縮の結果、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4は、脊柱Y 1 2 5を第2力点Y V 2側とは反対側に付勢する。付勢された脊柱Y 1 2 5は、第2力点Y V 2側において、変位増幅部材Y 1 3 1を脊柱Y 1 2 5側に引っ張る。その結果、変位増幅部材Y 1 3 1は、第2支点部Y 1 3 2を支点として、第2支点部Y 1 3 2を中心に回転する。その結果、変位増幅部材Y 1 3 1の第2支点部Y 1 3 2とは反対側の端部も、第1力点Y V 1において、可動部Y 1 2 7を引っ張る方向に、移動する。その際、変位増幅部材Y 1 3 1の長手方向の長さが減少するので、その分、第1力点Y V 1において、可動部Y 1 2 7の変位量が増大する。

[0067] このように第1力点Y V 1において変位増幅部材Y 1 3 1から付勢された

可動部 Y 1 2 7 は、第 1 支点部 Y 1 2 6 を支点として、第 1 支点部 Y 1 2 6 を中心に回転する。その結果、可動部 Y 1 2 7 の第 1 支点部 Y 1 2 6 とは反対側の端部に接続された弁体 Y 1 2 8 も、その長手方向の、変位増幅部材 Y 1 3 1 が可動部 Y 1 2 7 を引っ張る側に、移動する。その移動の結果、弁体 Y 1 2 8 は、所定の非通電時位置に戻って停止する。このとき、第 1 実施形態と同様、マイクロバルブ Y 1 の外部にあって第 1 流路孔 Y 1 6 と連通する不図示の流路と、マイクロバルブ Y 1 の外部にあって第 2 流路孔 Y 1 7 と連通する不図示の他の流路との、窓孔 Y 1 2 0 を介した連通が、遮断される。

[0068] (1) 以上の通り、変位増幅部材 Y 1 3 1 は、脊柱 Y 1 2 5 が通電されたときに、脊柱 Y 1 2 5 に付勢されると共に通電されて自らの温度が上昇して膨張することで、脊柱 Y 1 2 5 の変位を増幅する。このようになっていることで、変位増幅部材 Y 1 3 1 は、梃子として働くのみならず、通電によって伸縮することで、脊柱 Y 1 2 5 の変位を増幅する。すなわち、より強く脊柱 Y 1 2 5 の変位を増幅することができる。また、本実施形態において、第 1 実施形態と同様の構成および作用からは、同様の効果が得られる。

[0069] (第 3 実施形態)

次に第 3 実施形態について、図 10、図 11 を用いて説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対して、中間層 Y 1 2、第 2 外層 Y 1 3 の構造が異なっている。

[0070] 具体的には、第 2 外層 Y 1 3 においては、第 1 流路孔 Y 1 6 の形状が、第 2 外層 Y 1 3 の短手方向に伸びる長方形形状となっている。また、第 2 外層 Y 1 3 においては、第 1 実施形態の単一の第 2 流路孔 Y 1 7 に代えて、複数のサブ流路孔 Y 1 7 1、Y 1 7 2、Y 1 7 3、Y 1 7 4、Y 1 7 5 が設けられている。

[0071] これらサブ流路孔 Y 1 7 1 ~ Y 1 7 5 は、第 1 流路孔 Y 1 6 に対して第 2 外層 Y 1 3 の長手方向にずれた位置に配置されている。また、サブ流路孔 Y 1 7 1 ~ Y 1 7 5 は、第 2 外層 Y 1 3 の短手方向に一行に並んでいる。また、サブ流路孔 Y 1 7 1 ~ Y 1 7 5 の各々は、長方形形状を有し、第 2 外層 Y

13の長手方向に伸びている。これらサブ流路孔Y171～Y175が、全体として、第2流路孔を構成する。

[0072] また、中間層Y12の構造は、以下の点で第1実施形態と異なっている。まず、本実施形態の流体室Y19は、第1流路孔Y16およびサブ流路孔Y171～Y175に対して連通するように形成されている。

[0073] また、本実施形態の弁体Y128の形状は、第1実施形態に対して異なっている。具体的には、本実施形態の弁体Y128は、ベース部80と、複数のサブ弁体81、82、83、84、85と、これら複数のサブ弁体81～85を補強する8個の補強部86とを有している。ベース部80と、サブ弁体81～85と、複数の補強部86は、全体として一体に形成されているが、他の例として、別体に形成された後に接合されてもよい。

[0074] なお、図10、図11では、サブ弁体81～85の数が5個であるが、他の例として、2個以上4個以下でもよいし、6個以上でもよい。また、図10、図11の例では、補強部86の数は8個であるが、他の例として7個以下（例えば1個、2個）であってもよいし、9個以上であってもよい。また、サブ弁体81～85のうちどの隣り合うサブ弁体間にも、それらに接続される2個の補強部86が設けられているが、隣り合うサブ弁体間に設けられる補強部86の数は2個に限られない。また、サブ弁体81～85のうち一部の隣り合うサブ弁体間にのみ、補強部86が設けられていてもよい。

[0075] ベース部80は、作用点YV3において可動部Y127と接続すると共に、中間層Y12の短手方向に伸びる部材である。サブ弁体81～85は、中間層Y12の短手方向に一行に離間して並んでいる。また、サブ弁体81～85の各々の長手方向は、中間層Y12の長手方向に伸びている。また、サブ弁体81～85の各々の長手方向の可動部Y127側の端部は、ベース部80に接続されている。

[0076] また、サブ弁体81～85の各々には、中間層Y12の厚さ方向における一方側端から他方側端まで貫通すると共に中間層Y12の長手方向に伸びる貫通孔81a、82a、83a、84a、85aが形成されている。したが

って、サブ弁体 8 1 ~ 8 5 は、それぞれ、貫通孔 8 1 a ~ 8 5 a を環状に囲む弁体である。

[0077] 図 1 1 に示すように、サブ弁体 8 1 ~ 8 5 の内周縁は、それぞれ、サブ流路孔 Y 1 7 1 ~ Y 1 7 5 の外周縁を外側から全周に亘って囲むことができるよう、サブ流路孔 Y 1 7 1 ~ Y 1 7 5 の外周縁よりも広く形成されている。

[0078] また、サブ弁体 8 1 ~ 8 5 の各々は、中間層 Y 1 2 の厚さ方向の一端において第 1 外層 Y 1 1 に接触し他端において第 2 外層 Y 1 3 に接触する。これによりサブ弁体 8 1 ~ 8 5 は、流体室 Y 1 9 においてそれぞれ貫通孔 8 1 a ~ 8 5 a とそれ以外の部分との間をシールする。

[0079] 補強部 8 6 の各々は、サブ弁体 8 1 ~ 8 5 のうち隣り合ういずれか 2 つのサブ弁体の間で、それら 2 つのサブ弁体に両端で繋がるよう、中間層 Y 1 2 の短手方向に伸びている。なお、他の例として、1 つの補強部 8 6 が三又以上に分かれてサブ弁体 8 1 ~ 8 5 のうち 3 つ以上に繋がっていてもよい。これら補強部 8 6 により、弁体 Y 1 2 8 全体の強度が向上している。各補強部 8 6 は、第 1 外層 Y 1 1 と第 2 外層 Y 1 3 のうち一方または両方と離間している。すなわち、各補強部 8 6 は流体室 Y 1 9 内で流体のシールとしては機能しない。

[0080] 以下、本実施形態のマイクロバルブ Y 1 の作動について説明する。マイクロバルブ Y 1 への通電が行われていない状態では、中間層 Y 1 2 は図 1 1 に示した状態になっている。このとき、第 1 流路孔 Y 1 6 は流体室 Y 1 9 に対して連通しているが、サブ流路孔 Y 1 7 1 ~ Y 1 7 5 は、それぞれ、サブ弁体 8 1 ~ 8 5 に囲まれている。したがって、流体室 Y 1 9 において、第 1 流路孔 Y 1 6 に対してサブ流路孔 Y 1 7 1 ~ Y 1 7 5 がサブ弁体 8 1 ~ 8 5 によって遮断されている。このときの弁体 Y 1 2 8 の位置を、非通電時位置という。この場合、マイクロバルブ Y 1 は閉弁状態となっている。

[0081] マイクロバルブ Y 1 への通電が開始されると、電気配線によって第 1 印加点 Y 1 2 9、第 2 印加点 Y 1 3 0 の間に電圧が印加される。電圧が印可されると、中間層 Y 1 2 において、第 1 実施形態と同様に、第 1 リブ Y 1 2 3、

第2リブY 1 2 4の各々において電流が流れる。この電流によって、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4が発熱する。その結果、第1リブY 1 2 3、第2リブY 1 2 4の各々が、その長手方向に膨張する。

[0082] 複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4の膨張により、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4は、脊柱Y 1 2 5を第2力点Y V 2側に付勢する。付勢された脊柱Y 1 2 5は、第2力点Y V 2において、変位増幅部材Y 1 3 1を押す。これにより、変位増幅部材Y 1 3 1は、第2支点部Y 1 3 2を支点として、第2支点部Y 1 3 2を中心に回転する。その結果、変位増幅部材Y 1 3 1の第2支点部Y 1 3 2とは反対側の端部も、第1力点Y V 1において、可動部Y 1 2 7を押す方向に、移動する。

[0083] これにより可動部Y 1 2 7は、第1支点部Y 1 2 6を支点として、第1支点部Y 1 2 6を中心に回転する。その結果、弁体Y 1 2 8の全体が、その長手方向の、変位増幅部材Y 1 3 1が可動部Y 1 2 7を押す向きに、第1支点部Y 1 2 6を中心に、回転する。

[0084] これにより、サブ弁体8 1～8 5も同様に第1支点部Y 1 2 6を中心に回転する。その回転の結果、貫通孔8 1 a～8 5 aの位置が変化し、貫通孔8 1 a～8 5 aとサブ流路孔Y 1 7 1～Y 1 7 5の相対位置関係が変化する。具体的には、サブ流路孔Y 1 7 1～Y 1 7 5の一部または全部が、それぞれ、貫通孔8 1 a～8 5 aからはみ出す。その結果、流体室Y 1 9において、第1流路孔Y 1 6がサブ流路孔Y 1 7 1～Y 1 7 5と連通する。

[0085] このときの弁体Y 1 2 8の位置を、通電時位置という。この場合、マイクロバルブY 1は開弁状態となっている。このとき、マイクロバルブY 1の外部、第1流路孔Y 1 6、流体室Y 1 9、サブ流路孔Y 1 7 1～Y 1 7 5、マイクロバルブY 1の外部を、この順に、あるいはこの逆順に、流体が流通する。

[0086] なお、通電量が変化すると、サブ流路孔Y 1 7 1～Y 1 7 5のうちそれぞれ貫通孔8 1 a～8 5 aからはみ出す部分のサイズが変化する。したがって、通電量を変化させることで、マイクロバルブY 1内の流体の流量を調整す

ることができる。

[0087] また、マイクロバルブY 1 への通電が停止されたときは、電気配線から第1印加点Y 1 2 9、第2印加点Y 1 3 0への電圧印加が停止される。すると、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4を電流が流れなくなり、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4の温度が低下する。その結果、複数の第1リブY 1 2 3、複数の第2リブY 1 2 4の各々が、その長手方向に収縮する。このような熱的な収縮の結果、第1実施形態と同様の機序で、弁体Y 1 2 8は、所定の非通電時位置に戻って停止する。このような作動により、サブ弁体8 1～8 5は、流体室Y 1 9内で動くことでそれぞれサブ流路孔Y 1 7 1～Y 1 7 5の第1流路孔Y 1 6に対する開度を調整する。

[0088] (1) 以上説明した通り、サブ弁体8 1～8 5を補強するための補強部8 6は、複数のサブ弁体8 1～8 5のうち複数の繋がっている。このようになっていることで、補強部8 6により、流体室Y 1 9内に流入する流体の圧力に対する弁体Y 1 2 8の強度が増す。

[0089] なお、第1実施形態に対する本実施形態のような変更は、第2実施形態にも適用可能である。また、本実施形態において、第1、第2実施形態と同様の構成および作用（例えば変位増幅部材Y 1 3 1による挺子作用）からは、同様の効果が得られる。

[0090] (他の実施形態)

本開示は上記した実施形態に限定されるものではなく、適宜変更が可能である。また、上記各実施形態は、互いに無関係なものではなく、組み合わせが明らかに不可な場合を除き、適宜組み合わせが可能である。また、上記各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではない。また、上記各実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き

、その特定の数に限定されるものではない。特に、ある量について複数個の値が例示されている場合、特に別記した場合および原理的に明らかに不可能な場合を除き、それら複数個の値の間の値を採用することも可能である。また、上記各実施形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の形状、位置関係等に限定される場合等を除き、その形状、位置関係等に限定されるものではない。また、本開示は、上記各実施形態に対する以下のような変形例および均等範囲の変形例も許容される。なお、以下の変形例は、それぞれ独立に、上記実施形態に適用および不適用を選択できる。すなわち、以下の変形例のうち任意の組み合わせを、上記実施形態に適用することができる。

[0091] (変形例 1)

上記各実施形態では、複数本の第 1 リブ Y 1 2 3、複数本の第 2 リブ Y 1 2 4、変位増幅部材 Y 1 3 1 は、通電されることで発熱し、その発熱によって自らの温度が上昇することで膨張する。しかし、これら部材は、温度が変化すると長さが変化する形状記憶材料から構成されていてもよい。

[0092] (変形例 2)

上記各実施形態では、弁体 Y 1 2 8 が移動することで、窓孔 Y 1 2 0 に対する第 2 流路孔 Y 1 7 の開度の変化して、窓孔 Y 1 2 0 に対する第 1 流路孔 Y 1 6 の開度が前回に維持されるようになっている。しかし、必ずしもこのようになっておらずともよい。

[0093] 例えば、弁体 Y 1 2 8 が移動することで、窓孔 Y 1 2 0 に対する第 2 流路孔 Y 1 7 の開度および窓孔 Y 1 2 0 に対する第 1 流路孔 Y 1 6 の開度の両方が連動して調整されてもよい。

[0094] (変形例 3)

上記各実施形態では、マイクロバルブ Y 1 の外部から窓孔 Y 1 2 0 に連通可能な孔は第 1 流路孔 Y 1 6、第 2 流路孔 Y 1 7 の 2 つであった。しかし、マイクロバルブ Y 1 の外部から窓孔 Y 1 2 0 に連通す 3 番目以降の流路孔があってもよい。3 番目以降の流路孔も、弁体 Y 1 2 8 の動きによって開度が

調整されてもよいし、調整されなくてもよい。

[0095] (変形例4)

マイクロバルブY1の形状やサイズは、上記実施形態で示したものに限られない。マイクロバルブY1は、極微小流量制御可能で、かつ、流路内に存在する微小ゴミを詰まらせないような水力直径の第1流路孔Y16、第2流路孔Y17を有していればよい。

[0096] (変形例5)

上記実施形態では、変位増幅部材Y131は、1個の梃子から構成されている。しかし、変位増幅部材Y131は、直列に接続された複数の梃子から構成されていてもよい。

[0097] (変形例6)

上記実施形態では、通電の有無に応じた温度変化によって発生する駆動部の変位を梃子の原理で増幅して弁体に伝える弁装置の一例としてMEMSバルブが例示されている。しかし、このような弁装置は、MEMSバルブ以外のものであってもよい。

[0098] (変形例7)

上記第2実施形態では、変位増幅部材Y131は、梃子として作用することで脊柱Y125の変位量を増幅して可動部Y127に伝達すると同時に、通電されて長手方向に膨張、収縮することで脊柱Y125の変位量を増幅して可動部Y127に伝達する。しかし、変位増幅部材Y131は、作用せず、通電されて長手方向に膨張、収縮することのみによって脊柱Y125の変位量を増幅して可動部Y127に伝達してもよい。

[0099] (変形例8)

上記実施形態では、第2力点YV2よりも、第1力点YV1の方が、第1支点部Y126に近い位置にある。しかし、必ずしもこのようになっておらずともよい。すなわち、第2力点YV2の方が、第1力点YV1よりも、第1支点部Y126に近い位置にあってもよい。

[0100] そのような例としては、図4において、変位増幅部材Y131を脊柱Y1

25、第2力点Y V 2の部分を中心として紙面上下反転させたものがある。
この例では、変位増幅部材Y 1 3 1の回転の中心となる第2支点部Y 1 3 2が脊柱Y 1 2 5よりも第2固定部Y 1 2 2側に配置され、変位増幅部材Y 1 3 1と可動部Y 1 2 7の接続点である第1力点Y V 1が脊柱Y 1 2 5よりも弁体Y 1 2 8側に配置される。

[0101] このような例では、第2固定部Y 1 2 2から弁体Y 1 2 8に向けて第1支点部Y 1 2 6、第2支点部Y 1 3 2、第2力点Y V 2、第1力点Y V 1の順に並ぶが、これであっても、変位増幅部材Y 1 3 1が梃子として機能する。
なお、上記第1、第2実施形態では、第2固定部Y 1 2 2から弁体Y 1 2 8に向けて第1支点部Y 1 2 6、第1力点Y V 1、第2力点Y V 2、第2支点部Y 1 3 2、の順に並んでいる。

[0102] (変形例9)

また、上記変形例8に対して、第2固定部Y 1 2 2から弁体Y 1 2 8に向けて第2支点部Y 1 3 2、第2力点Y V 2、第1支点部Y 1 2 6、第1力点Y V 1の順に並ぶよう変更してもよい。すなわち、変形例8に対して第1支点部Y 1 2 6の位置を第1力点Y V 1に近づくようずらしてもよい。この例では、変形例8とは異なり、第2力点Y V 2よりも、第1力点Y V 1の方が、第1支点部Y 1 2 6に近い位置にあるように、第1支点部Y 1 2 6の位置を設定することもできる。

[0103] (本開示の特徴)

[開示1]

第1外層(Y 1 1)と、

第2外層(Y 1 3)と、

前記第1外層と前記第2外層に挟まれると共に流体が流通する流体室(Y 1 9)を形成する中間層(Y 1 2)と、を備え、

前記第1外層または前記第2外層には、前記流体室と連通可能な第1流路孔(Y 1 6)が形成され、

前記第1外層または前記第2外層には、前記流体室と連通可能な第2流路

孔（Ｙ１７、Ｙ１７１～Ｙ１７５）が形成され、

前記中間層は、通電の有無に応じて自らの温度が変化することで変位する駆動部（Ｙ１２３、Ｙ１２４、Ｙ１２５）と、

前記駆動部が変位したときに、前記駆動部に付勢されると共に前記駆動部の変位を増幅する変位増幅部材（Ｙ１３１）と、

前記変位増幅部材によって増幅された変位を力点（ＹＶ１）で受けることで、支点部（Ｙ１２６）を中心に回転する可動部（Ｙ１２７）と、

前記可動部が回転する際に前記可動部の作用点（ＹＶ３）から付勢されて前記流体室内で動くことで前記流体室に対する前記第２流路孔の開度を調整する弁体（Ｙ１２８）と、を有する、弁装置。

[開示２]

前記支点部は第１支点部であり、

前記力点は第１力点であり、

前記駆動部が変位したときに、前記駆動部によって前記変位増幅部材が第２力点（ＹＶ２）で付勢されて前記変位増幅部材が第２支点部（Ｙ１３２）を中心に回転することで、前記変位増幅部材が前記第１力点で前記可動部を付勢し、

前記第２支点部から前記第１力点までの距離は、前記第２支点部から前記第２力点までの距離よりも長い、開示１に記載の弁装置。

[開示３]

前記変位増幅部材は、前記可動部の長手方向に沿って伸び、

前記第２力点よりも、前記第１力点の方が、前記第１支点部に近い位置にある、開示２に記載の弁装置。

[開示４]

前記変位増幅部材は、前記駆動部が通電されたときに、前記駆動部に付勢されると共に通電されて自らの温度が上昇して膨張することで、前記駆動部の変位を増幅する、開示１ないし３のいずれか１つに記載の弁装置。

[開示５]

前記第 2 流路孔は、複数のサブ流路孔（Y 1 7 1 ～ Y 1 7 5）を有し、
前記弁体は、複数のサブ弁体（8 1 ～ 8 5）と、前記複数のサブ弁体を補強するための補強部（8 6）とを有し、
前記複数のサブ弁体は、前記流体室内で動くことでそれぞれ前記複数のサブ流路孔の前記第 1 流路孔に対する開度を調整し、
前記補強部は、前記複数のサブ弁体のうち複数の繋がっている、開示 1 な
いし 4 のいずれか 1 つに記載の弁装置。

請求の範囲

[請求項1]

第1外層（Y11）と、

第2外層（Y13）と、

前記第1外層と前記第2外層に挟まれると共に流体が流通する流体室（Y19）を形成する中間層（Y12）と、を備え、

前記第1外層または前記第2外層には、前記流体室と連通可能な第1流路孔（Y16）が形成され、

前記第1外層または前記第2外層には、前記流体室と連通可能な第2流路孔（Y17、Y171～Y175）が形成され、

前記中間層は、通電の有無に応じて自らの温度が変化することで変位する駆動部（Y123、Y124、Y125）と、

前記駆動部が変位したときに、前記駆動部に付勢されると共に前記駆動部の変位を増幅する変位増幅部材（Y131）と、

前記変位増幅部材によって増幅された変位を力点（YV1）で受けることで、支点部（Y126）を中心に回転する可動部（Y127）と、

前記可動部が回転する際に前記可動部の作用点（YV3）から付勢されて前記流体室内で動くことで前記流体室に対する前記第2流路孔の開度を調整する弁体（Y128）と、を有する、弁装置。

[請求項2]

前記支点部は第1支点部であり、

前記力点は第1力点であり、

前記駆動部が変位したときに、前記駆動部によって前記変位増幅部材が第2力点（YV2）で付勢されて前記変位増幅部材が第2支点部（Y132）を中心に回転することで、前記変位増幅部材が前記第1力点で前記可動部を付勢し、

前記第2支点部から前記第1力点までの距離は、前記第2支点部から前記第2力点までの距離よりも長い、請求項1に記載の弁装置。

[請求項3]

前記変位増幅部材は、前記可動部の長手方向に沿って伸び、

前記第 2 力点よりも、前記第 1 力点の方が、前記第 1 支点部に近い位置にある、請求項 2 に記載の弁装置。

[請求項 4] 前記変位増幅部材は、前記駆動部が通電されたときに、前記駆動部に付勢されると共に通電されて自らの温度が上昇して膨張することで、前記駆動部の変位を増幅する、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の弁装置。

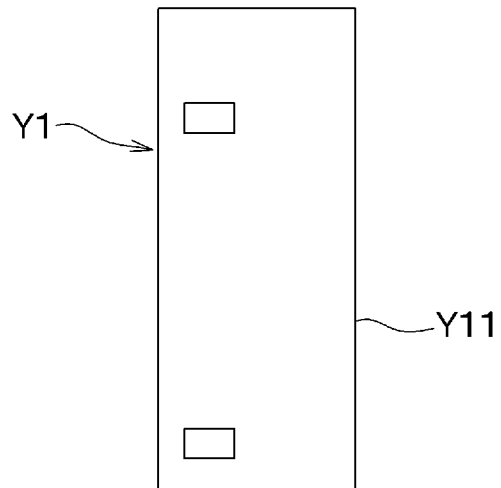
[請求項 5] 前記第 2 流路孔は、複数のサブ流路孔（Y 1 7 1 ～ Y 1 7 5）を有し、

前記弁体は、複数のサブ弁体（8 1 ～ 8 5）と、前記複数のサブ弁体を補強するための補強部（8 6）とを有し、

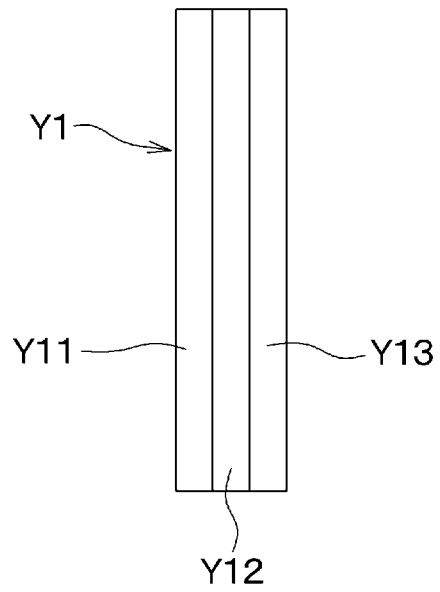
前記複数のサブ弁体は、前記流体室内で動くことでそれぞれ前記複数のサブ流路孔の前記第 1 流路孔に対する開度を調整し、

前記補強部は、前記複数のサブ弁体のうち複数の繋がっている、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の弁装置。

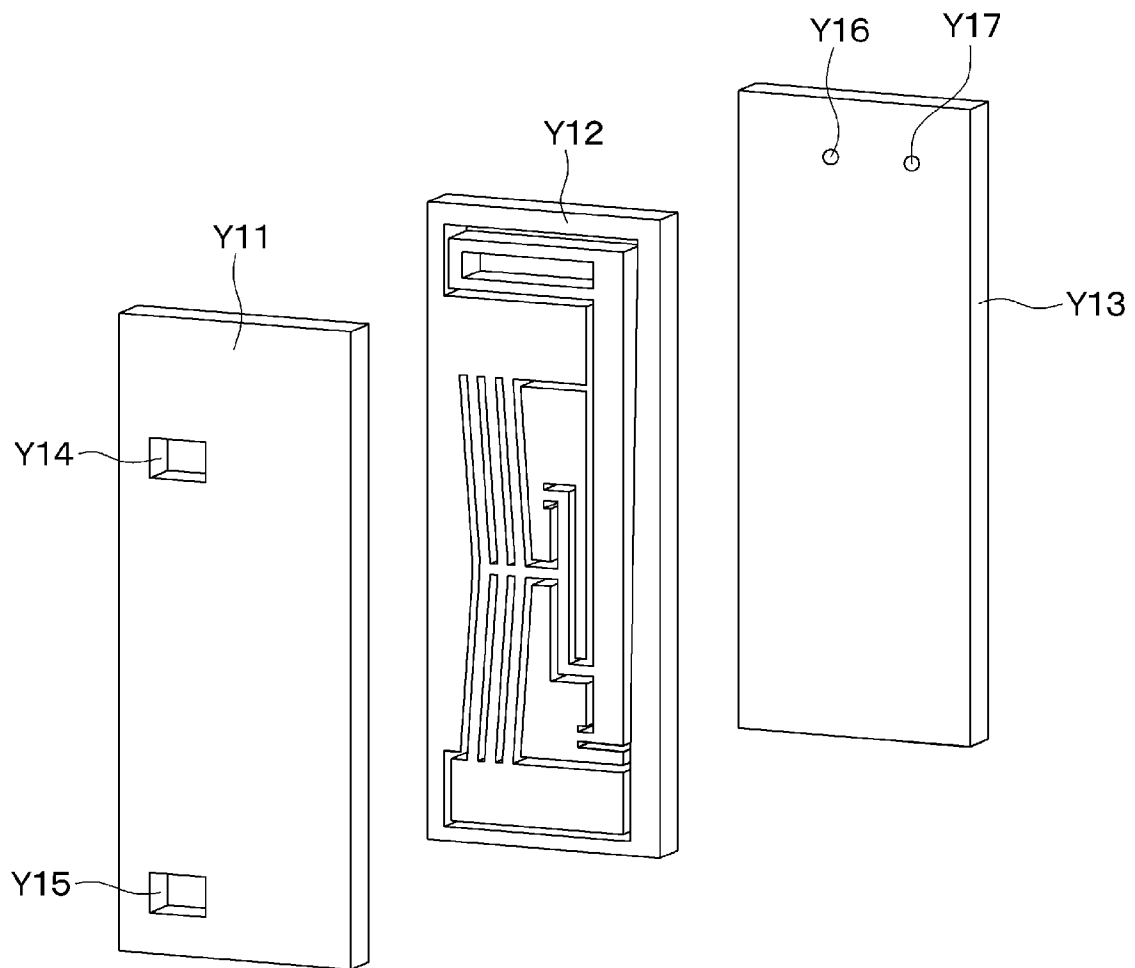
[図1]



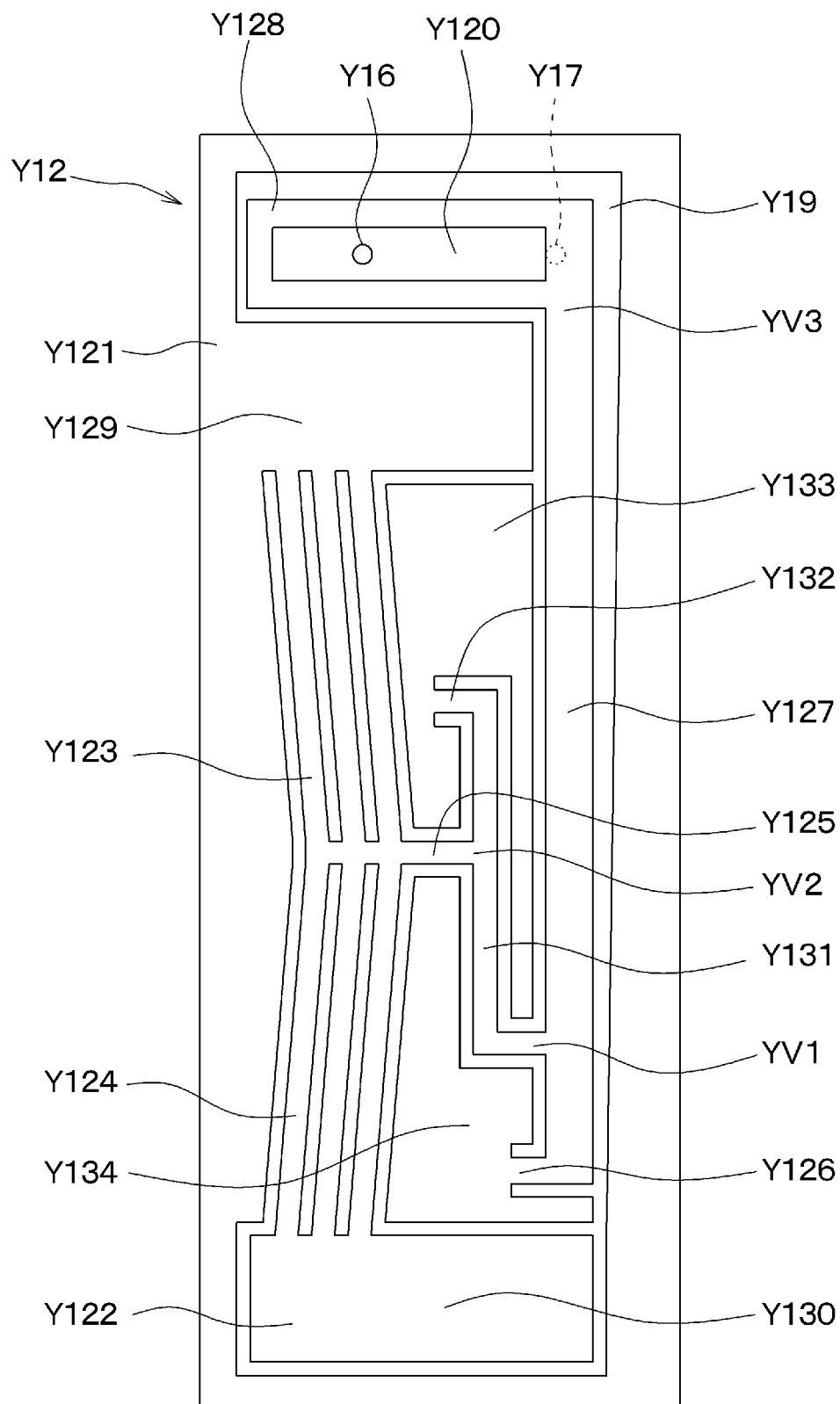
[図2]



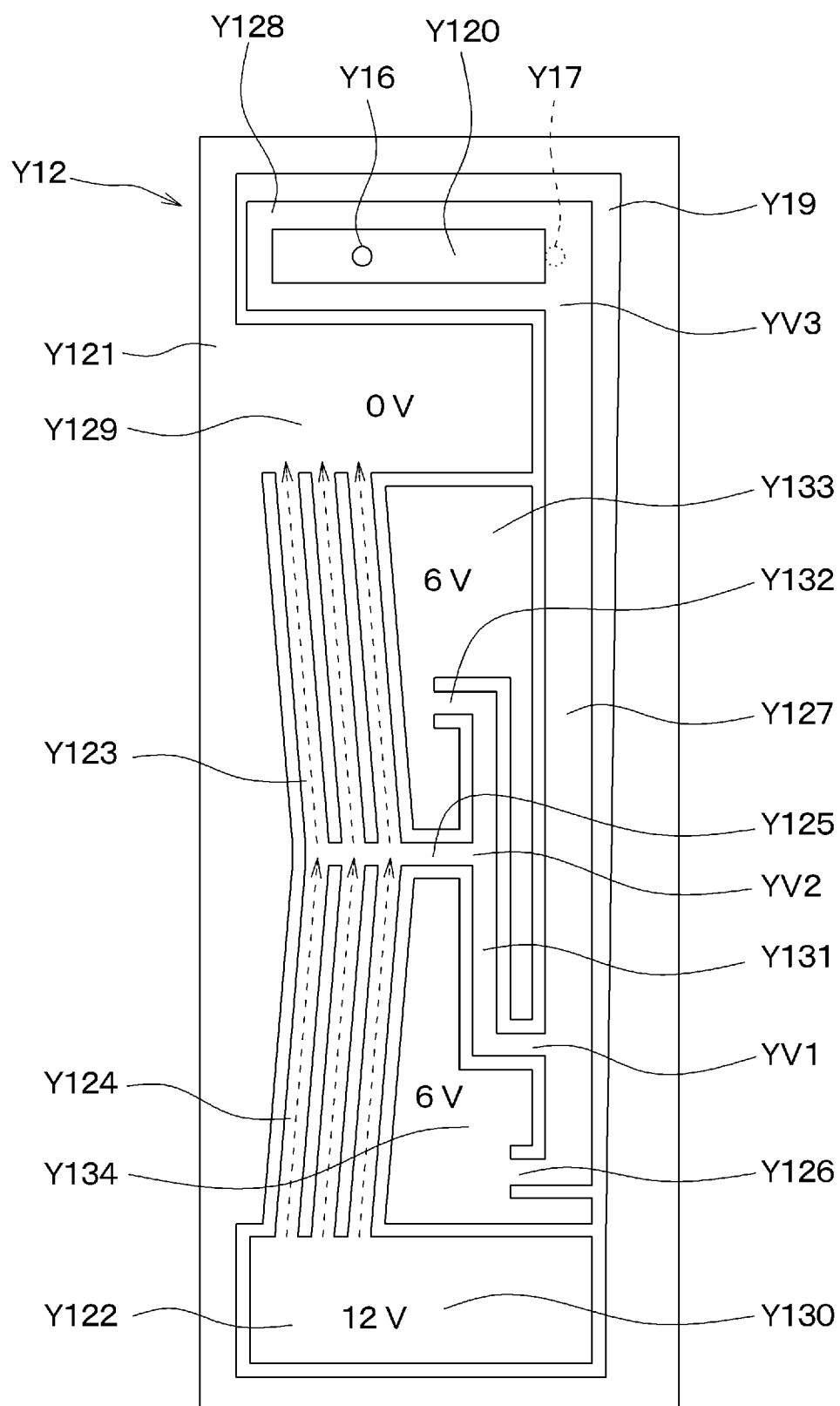
[図3]



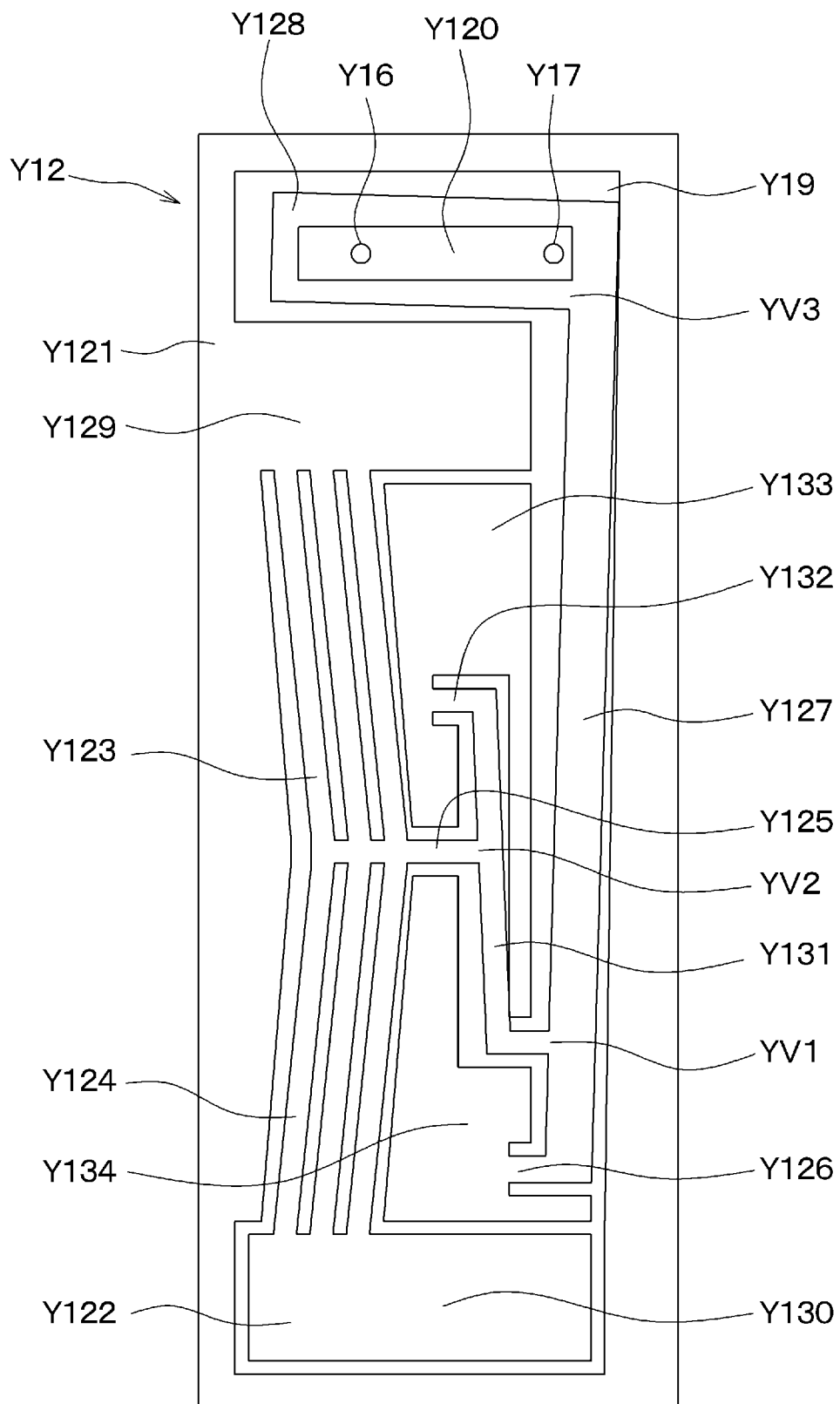
[図4]



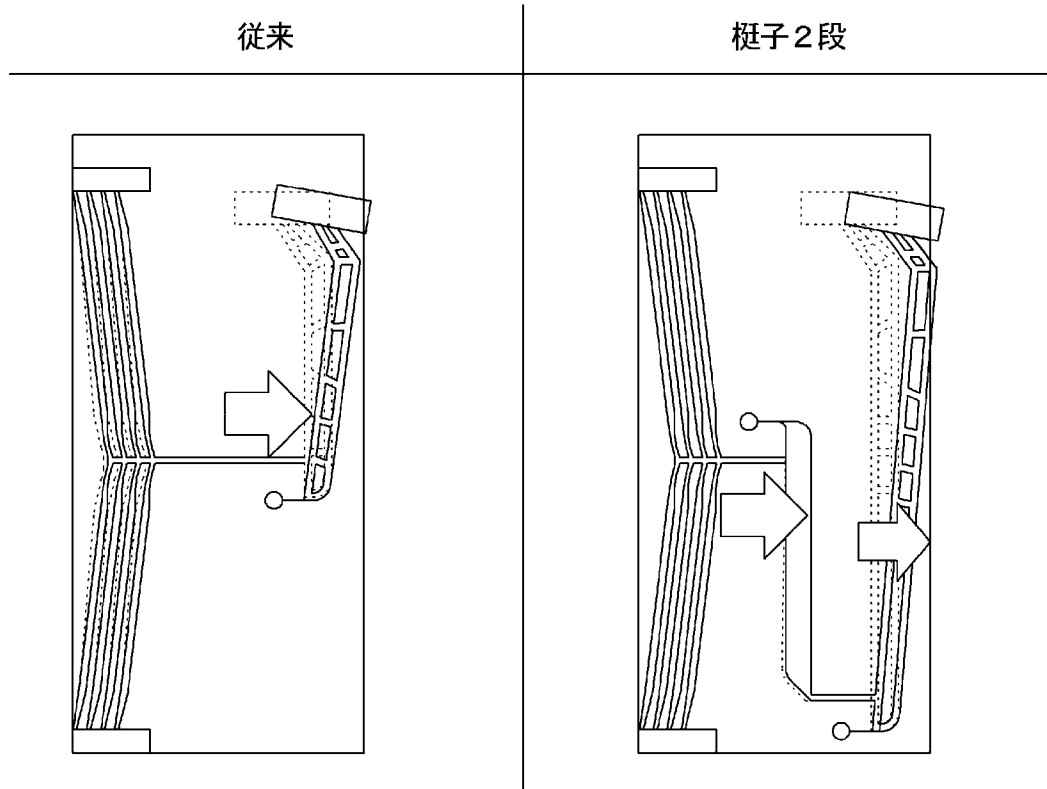
[図5]



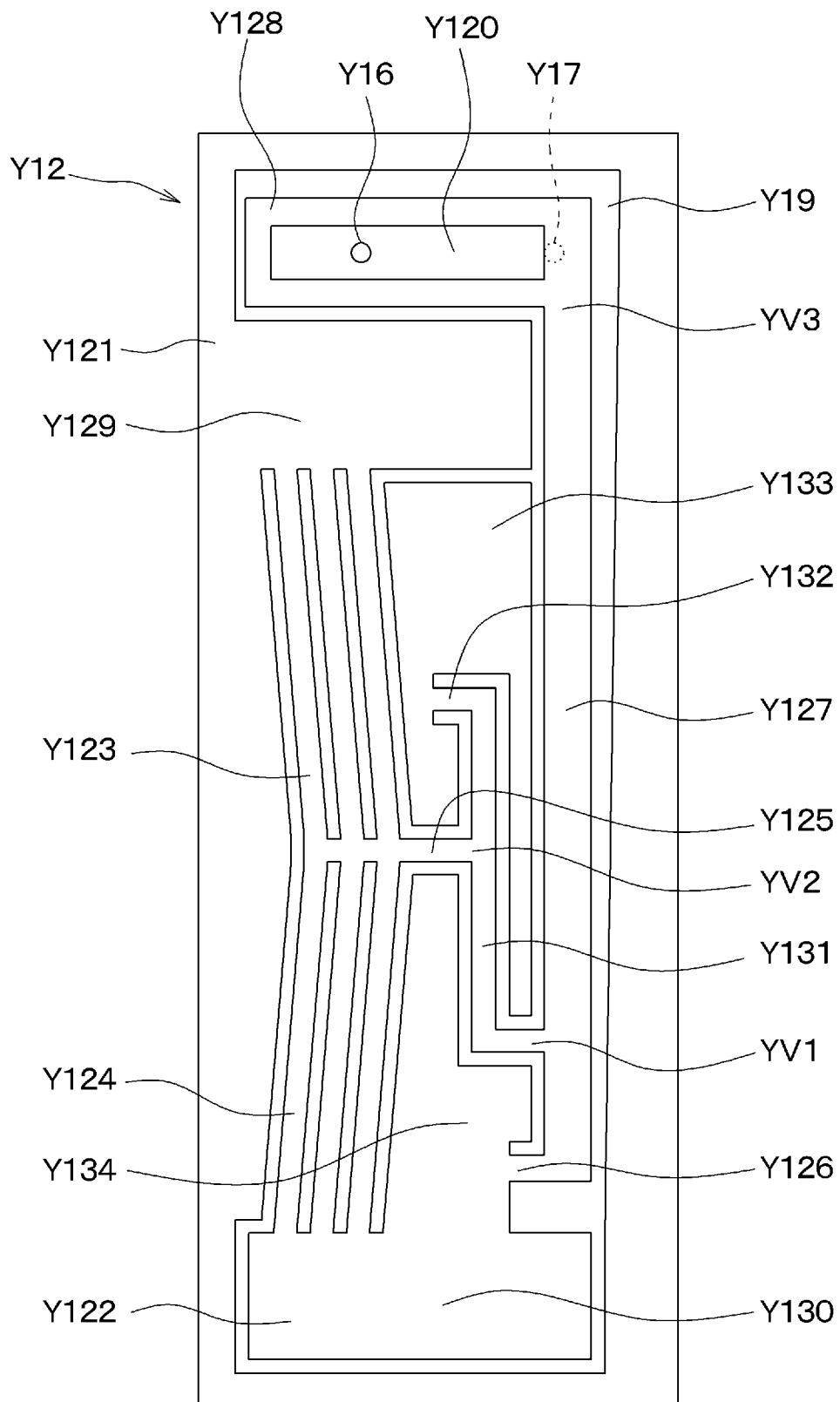
[図6]



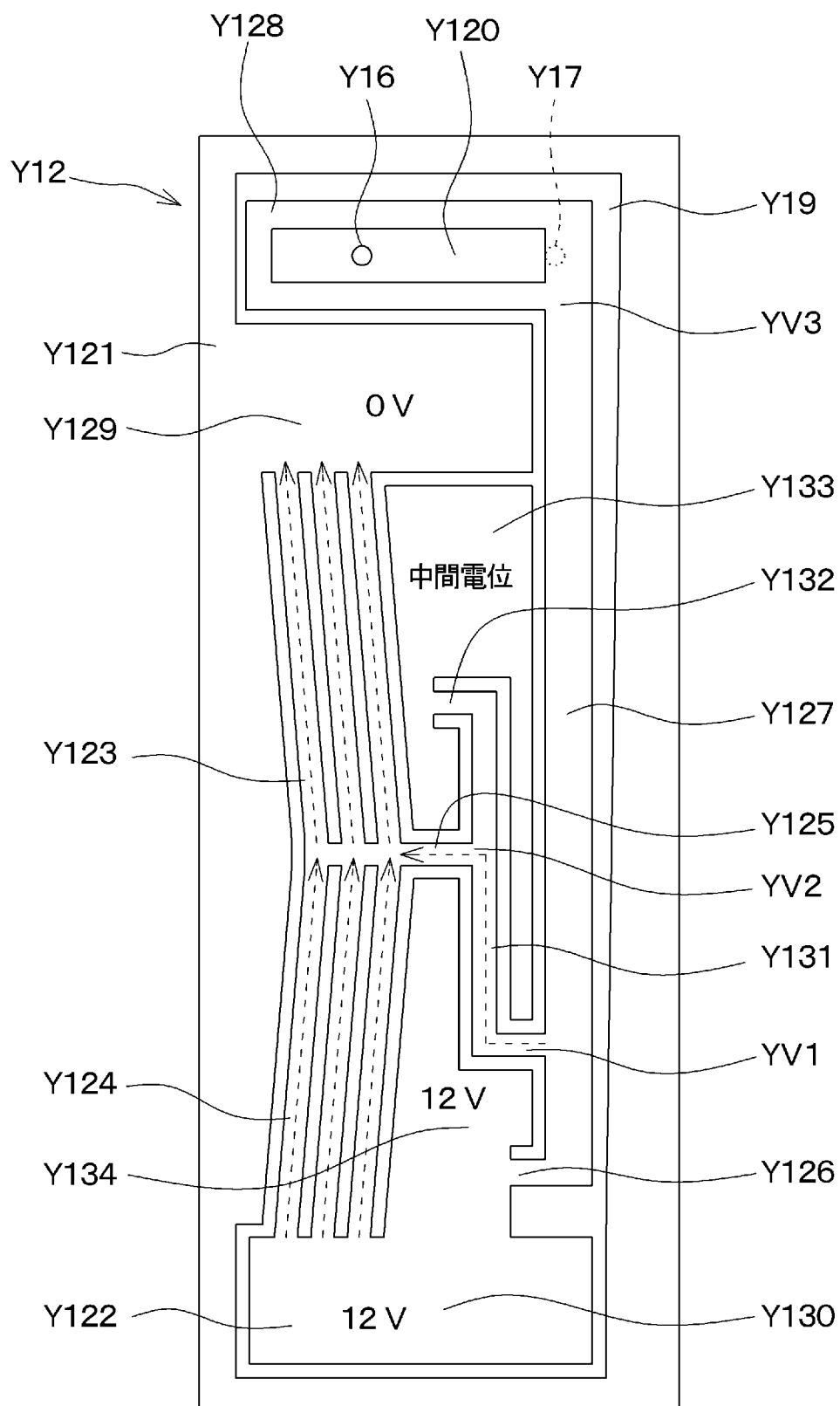
[図7]



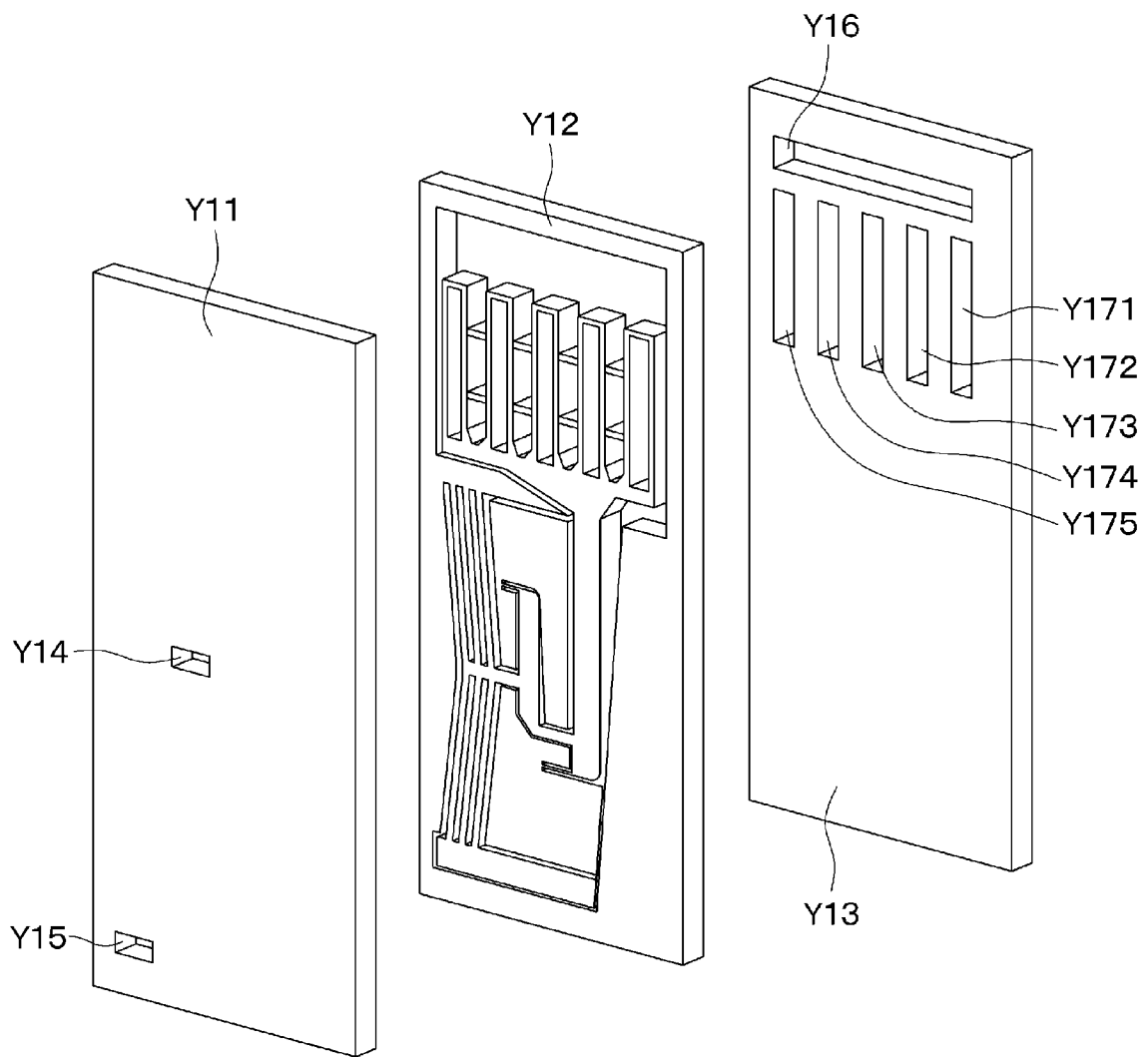
[図8]



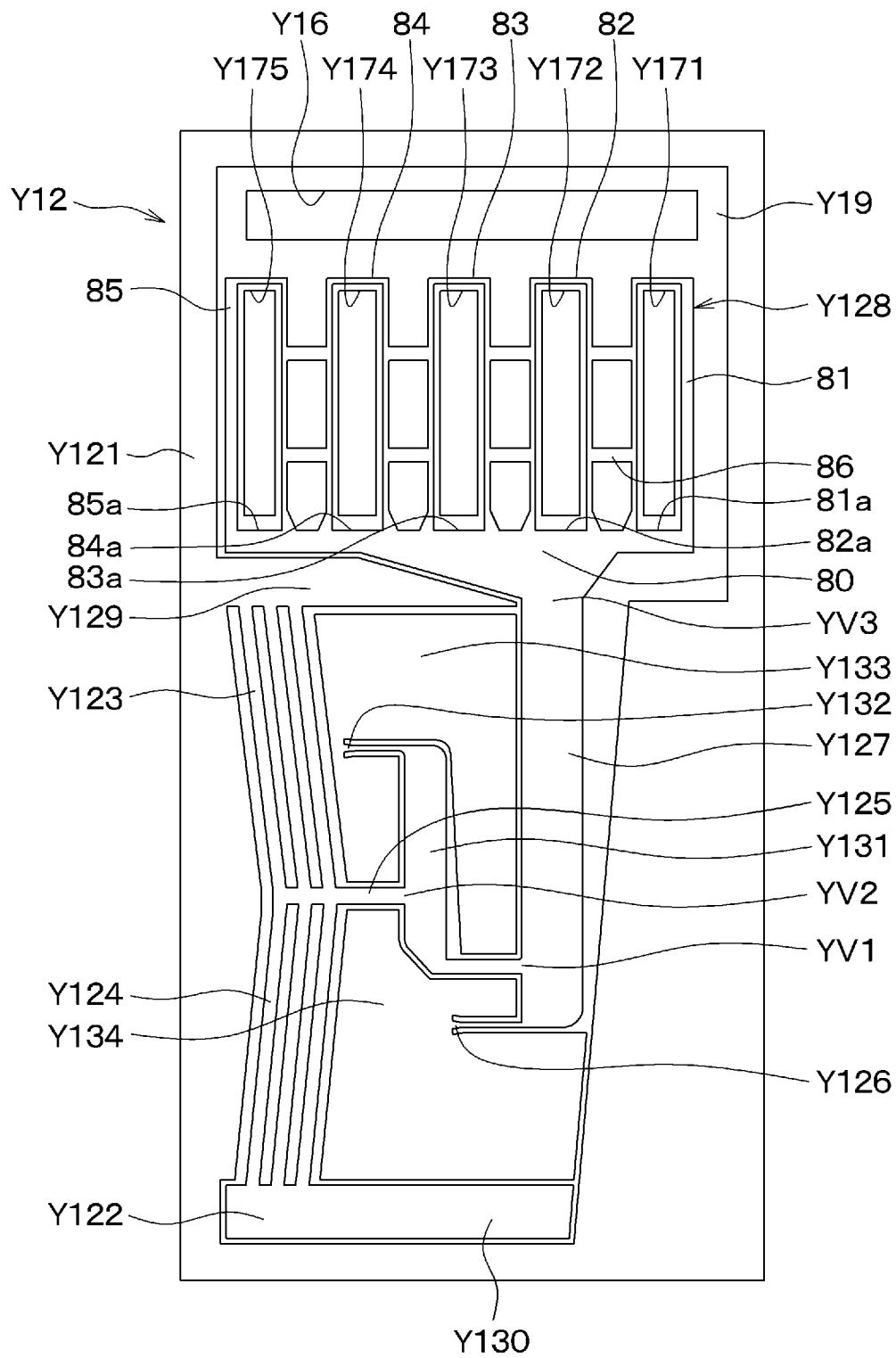
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F16K 31/02**(2006.01)i; **B81B 3/00**(2006.01)i

FI: F16K31/02 Z; B81B3/00

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)

F16K31/02; B81B3/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2020-143786 A (DENSO CORP.) 10 September 2020 (2020-09-10)	1-5
A	JP 2011-530683 A (MICROSTAQ, INC.) 22 December 2011 (2011-12-22)	1-5



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 application or patent 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

07 June 2023

Date of mailing of the international search report

20 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/012525

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2020-143786	A	10 September 2020	WO	2020/175550	A1	
				CN	113544085	A	
JP	2011-530683	A	22 December 2011	US	2011/0127455	A1	
				WO	2010/019329	A2	
				CN	102164846	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16K 31/02(2006.01)i; B81B 3/00(2006.01)i FI: F16K31/02 Z; B81B3/00		
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）） F16K31/02; B81B3/00 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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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 請求項の番号
A	JP 2020-143786 A（株式会社デンソー）10.09.2020（2020 - 09 - 10）	1-5
A	JP 2011-530683 A（マイクラスタック、インク）22.12.2011（2011 - 12 - 22）	1-5
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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 “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 07.06.2023	国際調査報告の発送日 20.06.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 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） 加藤 昌人 3H 9257 電話番号 03-3581-1101 内線 3316	

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/JP2023/012525

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-143786	A	10.09.2020	WO	2020/175550	A1	
				CN	113544085	A	
JP	2011-530683	A	22.12.2011	US	2011/0127455	A1	
				WO	2010/019329	A2	
				CN	102164846	A	