

(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
2017年4月20日(20.04.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/064916 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/24 (2006.01) H03H 9/19 (2006.01)
H03H 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/073912
- (22) 国際出願日: 2016年8月16日(16.08.2016)
- (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:
62/240,574 2015年10月13日(13.10.2015) US
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 廣田 和香奈(HIROTA, Wakana); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). カーヤカリ ヴィレ(KAAJAKARI, Ville); 300807604 ジョージア州スミルナ、レイク パーク ドライブ 2200、ムラタ エレクトロニクス ノース アメリカ インコーポレイテッド内 Georgia (US).
- (74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI 総合法律事務所 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: RESONATOR AND RESONANT DEVICE

(54) 発明の名称: 共振子及び共振装置

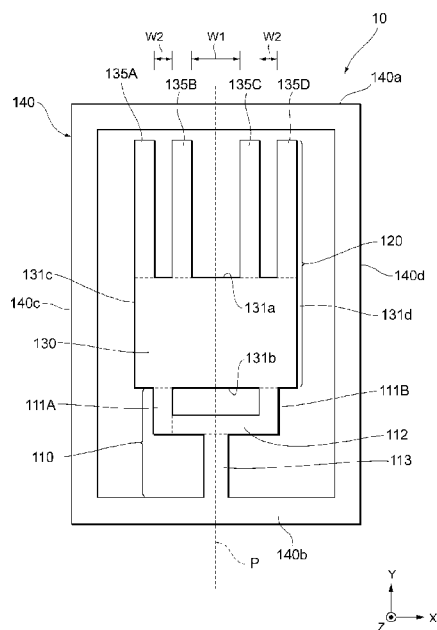


図3

(57) Abstract: To suppress a shift of a resonant frequency in a resonator. The present invention is provided with: a vibrating section having a base portion, and a plurality of vibrating arms, one end of each being connected to the base portion; a holding section that is provided to at least a part of a surrounding section of the vibrating section; and a holding arm, which is provided between the vibrating section and the holding section, and in which one end is connected to a base portion rear end that faces, by having the base portion therebetween, a base portion front end connected to the vibrating arms, and the other end is connected to the holding section. The holding arm has: a pair of first supporting arms, one end of each being connected, at the rear end, to the base portion; and a connecting portion connected to the holding section by connecting the pair of first supporting arms to each other.

(57) 要約: 共振子において、共振周波数のシフトを抑制する。基部と、一端が基部と接続された複数の振動腕と、を有する振動部と、振動部の周囲の少なくとも一部に設けられた保持部と、振動部と保持部との間に設けられ、一端が基部における、振動腕と接続する前端と基部を挟んで対向する後端に接続され、他端が保持部に接続された保持腕と、を備え、保持腕は、それぞれの一端が後端において基部と接続する1対の第1支腕と、1対の第1支腕を連結して保持部と接続する連結部と、を有する。

WO 2017/064916 A1

WO 2017/064916 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：共振子及び共振装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数の振動腕が面外の屈曲振動モードで振動する共振子及び共振装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いた共振装置が例えばタイミングデバイスとして用いられている。この共振装置は、スマートフォンなどの電子機器内に組み込まれるプリント基板上に実装される。共振装置は、下側基板と、下側基板との間でキャビティを形成する上側基板と、下側基板及び上側基板の間でキャビティ内に配置された共振子と、を備えている。

[0003] 例えば特許文献1には、複数の振動腕を備えた共振子が開示されている。この共振子では、振動腕はその固定端で基部の前端に接続されており、基部は、前端とは反対側の後端で支持部に接続されている。支持部は、例えば下側基板及び上側基板の間に挟み込まれる基台に接続されている。特許文献1の図1の例では、振動腕に印加される電界が互いに逆方向に設定されることによって、内側の振動腕と外側の2本の振動腕との間で互いに逆位相の振動が実現される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5071058号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 逆位相の振動時、特許文献1の図1(c)に示されるように、Y軸に平行に延びる中心軸回りで各振動腕に捩れモーメントが発生する。この捩れモーメントによって、共振子の基部では、隣接する逆位相で振動する振動腕の中

心軸同士の間で、当該中心軸に平行に規定される回転軸回りに屈曲振動が発生する。この振動は基部から支持部を通じて基台に伝達される。基台は下側基板及び上側基板の間に保持されているので、基台である程度の振動が減衰される。本発明者らは、この振動の減衰が、振動腕の振動の振幅が大きい場合に、共振波形を歪ませ、共振周波数をシフトさせることを発見した。共振周波数のシフトは共振特性や位相ノイズへの影響が大きいため、改善が求められている。

[0006] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、共振子において、共振周波数のシフトを抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面に係る共振子は、基部と、一端が基部と接続された複数の振動腕と、を有する振動部と、振動部の周囲の少なくとも一部に設けられた保持部と、振動部と保持部との間に設けられ、一端が基部における、振動腕と接続する前端と基部を挟んで対向する後端に接続され、他端が保持部に接続された保持腕と、を備え、保持腕は、それぞれの一端が後端において基部と接続する１対の第１支腕と、１対の第１支腕を連結して保持部と接続する連結部と、を有する。

[0008] かかる共振子によると、振動部は、基部における、振動腕が接続される領域（前端）に対向する領域（後端）から引き出される１対の保持腕に接続される。１対の保持腕は、１本に連結した後、保持部に接続する構成となっている。これによって、保持腕は、基部の屈曲変位を阻害することなく基部を保持することができるため、大振幅駆動時における周波数の上昇を低減することができる。その結果、共振周波数のシフトを抑制することができる。

[0009] また、１対の第１支腕は、複数の振動腕が延びる第１方向に設けられ、連結部は、第１方向に略直交する第２方向に設けられ、一端が１対の第１支腕の一方の他端と接続され、他端が１対の第１支腕の他方の他端と接続された第１連結腕と、第１方向に設けられ、一端が第１連結腕の中央付近と接続され、他端が保持部における、基部における後端と対向する領域に接続された

第2支腕と、を有することが好ましい。

[0010] また、1対の第1支腕は、複数の振動腕が延びる第1方向に設けられ、連結部は、第1方向に略直交する第2方向に設けられ、一端が1対の第1支腕の一方の他端と接続され、他端が1対の第1支腕の他方の他端と接続された第1連結腕と、第2方向に沿って、第1連結腕と保持部との間に設けられた第2連結腕と、第1方向に設けられ、一端が第1連結腕の中央付近と接続され、他端が第2連結腕の中央付近と接続された第2支腕と、第1方向に設けられ、一端が第2連結腕のいずれかの端部と接続され、他端が複数の振動腕の他端と対向する領域と接続された1対の第3支腕と、を有することが好ましい。

[0011] また、1対の第1支腕は、複数の振動腕が延びる第1方向に設けられ、連結部は、第1方向に略直交する第2方向に設けられ、一端が1対の第1支腕の一方の他端と接続され、他端が1対の第1支腕の他方の他端と接続された第1連結腕と、第2方向に沿って、第1連結腕と保持部との間に設けられた第2連結腕と、第1方向に設けられ、一端が第1連結腕の中央付近と接続され、他端が第2連結腕の中央付近と接続された第2支腕と、第1方向に設けられ、一端が第2連結腕のいずれかの端部と接続された1対の第3支腕と、第2方向に設けられ、一端が1対の第3支腕の一方と接続され、他端が保持部における、第3支腕の一方と対向する領域と接続された第4支腕と、第2方向に設けられ、一端が1対の第3支腕の他方と接続され、他端が保持部における、第3支腕の他方と対向する領域と接続された第5支腕と、を有することが好ましい。

[0012] かかる共振子によると、振動部は、基部における、振動腕が接続される辺に対向する辺から引き出される1対の保持腕に接続される。1対の保持腕は、基部の中央で1本に連結した後、保持部に接続する構成となっている。これによって、保持腕は、基部の屈曲変位を阻害することなく基部を保持することができるため、大振幅駆動時における周波数の上昇を低減することができる。その結果、共振周波数の変動を抑制することができる。また、保持腕は

、屈曲点を有する構成となっている。これによって、保持腕において回転モーメントの分散が生じるため、回転モーメントによる歪みの基部に集中することを低減することができ、周波数の変動を抑えることが可能になる。

[0013] また、１対の第１支腕は、基部における、振動腕と接続する前端と基部を挟んで対向する後端における、振動腕の振動による変位が最小となる部位において、基部に接続されることが好ましい。また、第１腕は、複数の振動腕のうち、最も外側の振動腕の第２方向における中心よりも内側において、基部に接続されることも好ましい。また、第１腕は、複数の振動腕の間において、基部に接続されることも好ましい。

[0014] この好ましい態様では、保持腕は、振動部と、基部の振動腕が接続される前端に対向する後端であって、振動による変位が小さい箇所において接続している。これによって振動漏れが抑制されＱ値をより一層向上させることができる。

[0015] 本発明の一側面に係る共振装置は、上記のいずれかに記載の共振子を備える。

[0016] かかる共振装置によると、大振幅駆動時における周波数の上昇を低減することができ、その結果、共振周波数のシフトを抑制することができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、共振子において、共振周波数のシフトを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図１]本発明の第１実施形態に係る共振装置の外観を概略的に示す斜視図である。

[図２]本発明の第１実施形態に係る共振装置の構造を概略的に示す分解斜視図である。

[図３]上側基板を取り外した本発明の第１実施形態に係る共振子の平面図である。

[図４]図１のＡ－Ａ'線に沿った断面図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係る共振子の振動の変位量の分布を示す図である。

[図6]図3に対応し、上側基板を取り外した本発明の第2実施形態に係る共振子の平面図である。

[図7]図3に対応し、上側基板を取り外した本発明の第3実施形態に係る共振子の平面図である。

[図8]図3に対応し、上側基板を取り外した本発明の第4実施形態に係る共振子の平面図である。

[図9]図3に対応し、上側基板を取り外した本発明の第5実施形態に係る共振子の平面図である。

発明を実施するための形態

[0019] [第1の実施形態]

以下、添付の図面を参照して本発明の第1実施形態について説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る共振装置1の外観を概略的に示す斜視図である。また、図2は、本発明の第1実施形態に係る共振装置1の構造を概略的に示す分解斜視図である。

[0020] この共振装置1は、共振子10と、共振子10を挟んで設けられた上蓋30及び下蓋20と、を備えている。すなわち、共振装置1は、下蓋20と、共振子10と、上蓋30とがこの順で積層されて構成されている。

[0021] また、共振子10と下蓋20及び上蓋30とが接合され、これにより、共振子10が封止され、また、共振子10の振動空間が形成される。共振子10、下蓋20及び上蓋30は、それぞれSi基板を用いて形成されている。そして、共振子10、下蓋20及び上蓋30は、Si基板同士が互いに接合されて、互いに接合される。共振子10及び下蓋20は、SOI基板を用いて形成されてもよい。

[0022] 共振子10は、MEMS技術を用いて製造されるMEMS共振子である。なお、共振子10は水晶共振子であってもよい。

以下、共振装置1の各構成について詳細に説明する。

[0023] (1. 上蓋 30)

上蓋 30 は X Y 平面に沿って平板状に広がっており、その裏面に例えば平たい直方体形状の凹部 31 が形成されている。凹部 31 は、側壁 33 に囲まれており、共振子 10 が振動する空間である振動空間の一部を形成する。

[0024] (2. 下蓋 20)

下蓋 20 は、X Y 平面に沿って設けられる矩形平板状の底板 22 と、底板 22 の周縁部から Z 軸方向（すなわち、下蓋 20 と共振子 10 との積層方向）に延びる側壁 23 とを有する。下蓋 20 には、共振子 10 と対向する面において、底板 22 の表面と側壁 23 の内面とによって形成される凹部 21 が設けられる。凹部 21 は、共振子 10 の振動空間の一部を形成する。上述した上蓋 30 と下蓋 20 とによって、この振動空間は気密に封止され、真空状態が維持される。この振動空間には、例えば不活性ガス等の気体が充填されてもよい。

[0025] (3. 共振子 10)

図 3 は、本実施形態に係る、共振子 10 の構造を概略的に示す平面図である。図 3 を用いて本実施形態に係る共振子 10 の各構成について説明する。共振子 10 は、振動部 120 と、保持部 140 と、保持腕 110 とを備えている。

[0026] (a) 振動部 120

振動部 120 は、図 3 の直交座標系における X Y 平面に沿って平板状に広がる板状の輪郭を有している。振動部 120 は、保持部 140 の内側に設けられており、振動部 120 と保持部 140 との間には、所定の間隔で空間が形成されている。図 3 の例では、振動部 120 は、基部 130 と 4 本の振動腕 135 A ~ 135 D とを有している。なお、振動腕の数は、4 本に限定されず、例えば 3 本以上の任意の数に設定される。

[0027] 基部 130 は、X 軸方向に長辺 131 a、131 b、Y 軸方向に短辺 131 c、131 d を有する、略直方体の板である。図 3 の例では、基部 130 は、長辺 131 b（後端の一例である。）において、後述する保持腕 110

によって保持部 140 に接続され、保持されている。本実施形態では、長辺 131a、131b の長さは $260\mu\text{m}$ 程度、短辺 131c、131d の長さは $50\mu\text{m}$ 程度に設定される。なお、基部 130 は略直方体に限定されず、長辺 131a の垂直二等分線に沿って規定される平面に対して略面对称に形成されていればよい。基部 130 は、例えば、長辺 131b が 131a より短い台形や、長辺 131a を直径とする半円の形状であってもよい。また、長辺 131a、131b、短辺 131c、131d は直線に限定されず、曲線であってもよい。

[0028] 振動腕 135A～135D は、それぞれが基部 130 と保持部 140 との間に Y 軸方向に平行に設けられ、一端は、基部 130 の一方の長辺 131a（前端の一例である。）と接続されて固定端となっており、他端は自由端となっている。本実施形態において、各振動腕 135A～135D は、基部 130 と一体に形成されている。また、各振動腕 135A～135D は、Y 軸方向（第 1 方向の一例である）に延びる角柱形状に形成され、それぞれ同一のサイズを有している。振動腕 135A～135D は、例えば X 軸方向の幅が $50\mu\text{m}$ 程度、Y 軸方向の長さが $643\mu\text{m}$ 程度である。

[0029] 図 3 に示すように、本実施形態の振動部 120 では、X 軸方向において、外側に 2 本の振動腕 135A、135D が配置されており、内側に 2 本の振動腕 135B、135C が配置されている。X 軸方向における、振動腕 135B と 135C との間隔 W1 は、X 軸方向における、外側の振動腕 135A（135D）と当該外側の振動腕 135A（135D）に隣接する内側の振動腕 135B（135C）との間の間隔 W2 よりも大きく設定される。間隔 W1 は例えば $25\mu\text{m}$ 程度、間隔 W2 は例えば $20\mu\text{m}$ 程度である。間隔 W2 は間隔 W1 より小さく設定することにより、振動特性が改善される。また、共振装置 1 の小型化できるように、間隔 W1 を間隔 W2 よりも小さく設定してもよいし、等間隔にしても良い。

[0030] (b) 保持部 140

保持部 140 は、XY 平面に沿って矩形の枠状に形成される。保持部 14

0は、XY平面に沿って振動部120の外側を囲むように設けられる。なお、保持部140は、振動部120の周囲の少なくとも一部に設けられていればよく、杵状の形状に限定されない。例えば、保持部140は、振動部120を保持し、また、上蓋30及び下蓋20と接合できる程度に、振動部120の周囲に設けられていればよい。

[0031] 保持部140は、角柱形状の杵体140a～140dからなる。なお、杵体140a～140dは、一体に形成されている。

[0032] 杵体140aは、振動腕135A～135Dの自由端に対向して、長手方向がX軸に平行に設けられる。杵体140bは、基部130の長辺131bに対向して、長手方向がX軸に平行に設けられる。杵体140cは、振動腕135Aの長辺に対向して、長手方向がY軸に平行に設けられ、その両端で杵体140a、140bの一端にそれぞれ接続される。杵体140dは、振動腕135Dの長辺に対向して、長手方向がY軸に平行に設けられ、その両端で杵体140a、140bの他端にそれぞれ接続される。

[0033] なお、以下の説明では、杵体140a側を共振子10の上側、杵体140b側を共振子10の下側として説明する。

[0034] (c) 保持腕110

保持腕110は、保持部140の内側に設けられ、基部130の長辺131bと杵体140aとを接続する。図3に示すように、保持腕110は、基部130のX軸方向の中心線に沿ってYZ平面に平行に規定される仮想平面Pに対して略面对称に形成される。

[0035] 保持腕110は、腕111A、111B（1対の第1支腕の一例である。）、腕112（第1連結腕の一例である。）、腕113（第2支腕の一例である。）を有している。

[0036] 腕111A、111Bは、基部130と杵体140bとの間に、杵体140cに対向して、長手方向がY軸に平行になるように設けられている。腕111A、111Bは、一端が基部130の長辺131bにおいて基部130と接続しており、そこから長辺131bに対して略垂直、すなわち、Y軸方

向に延びている。腕 1 1 1 A の X 軸方向の中心を通る軸は、振動腕 1 3 5 A の中心線よりも内側に設けられることが望ましい。図 3 の例では、腕 1 1 1 A は、振動腕 1 3 5 A の中心線と 1 3 5 B の中心線との間に設けられている。また、腕 1 1 1 B の X 軸方向の中心を通る軸は、振動腕 1 3 5 D の中心線よりも内側に設けられることが望ましい。図 3 の例では、腕 1 1 1 B は、振動腕 1 3 5 C の中心線と 1 3 5 D の中心線との間に設けられている。

[0037] 腕 1 1 1 A の他端は、その側面（Y Z 平面上の面）において、腕 1 1 2 の一端に接続されている。また、腕 1 1 1 B の他端は、その側面（Y Z 平面上の面）において、腕 1 1 2 の他端に接続されている。腕 1 1 1 A、1 1 1 B は、X 軸方向に規定される幅が $20\ \mu\text{m}$ 程度であり、Y 軸方向に規定される長さが $40\ \mu\text{m}$ である。

[0038] 腕 1 1 2 は、基部 1 3 0 と枠体 1 4 0 b との間に、枠体 1 4 0 b に対向して、長手方向が X 軸に平行（第 2 方向の一例である）になるように設けられている。腕 1 1 2 b は、一端が、腕 1 1 1 A の他端における、枠体 1 4 0 d に対向する側の側面に接続し、そこから腕 1 1 1 A に対して略垂直、すなわち、X 軸方向に延びている。また、腕 1 1 2 の他端は、腕 1 1 1 B の他端における、枠体 1 4 0 c と対向する側の側面に接続している。腕 1 1 2 は、例えば Y 軸方向に規定される幅が $20\ \mu\text{m}$ 程度であり、X 軸方向に規定される長さが $120\ \mu\text{m}$ 程度である。

[0039] 腕 1 1 3 は、基部 1 3 0 と枠体 1 4 0 b との間に、枠体 1 4 0 c、1 4 0 d に対向して、長手方向が Y 軸に平行になるように設けられている。

[0040] 腕 1 1 3 の一端は、腕 1 1 2 の長手方向（X 軸方向）の中央付近に接続し、そこから腕 1 1 2 に対して略垂直、すなわち Y 軸方向に延びている。また腕 1 1 3 の他端は、枠体 1 4 0 b の X 軸方向の中央付近において、枠体 1 4 0 b と接続している。

[0041] 腕 1 1 3 は、例えば X 軸方向に規定される幅が $30\ \mu\text{m}$ 程度、Y 軸方向に規定される長さが $70\ \mu\text{m}$ 程度である。

[0042] 以上のとおり、本実施形態に係る保持腕 1 1 0 は、腕 1 1 1 A、1 1 1 B

の一端において基部 130 と接続し、腕 111 A、111 B の他端と腕 112 との接続箇所において屈曲し、腕 112 と腕 113 との接続箇所では屈曲した後に、保持部 140 へと接続する構成となっている。言い換えると、保持腕 110 は、2 本の腕 111 A、111 B が、腕 112 によって 1 本の腕にまとめられ、さらに 1 本の腕 113 によって保持部 140 に接続する。これによって、本実施形態に係る保持腕 110 は、基部 130 の長辺 131 b に接続する複数の腕を 1 本にまとめて保持部 140 に接続させるため、基部 130 の屈曲変位を阻害することなく、基部 130 を保持することができる。その結果、大振幅駆動時における周波数の上昇を低減することが可能になる。この結果、本実施形態に係る共振子 10 は、共振周波数のシフトを抑制することができる。

なお、保持腕 110 は、各腕の接続箇所において屈曲している形状に限定されない。保持腕 110 における、各腕の接続箇所は曲線の形状であってもよい。

また保持腕 110 は腕 112 を有さず、腕 113 が腕 111 A と腕 111 B とを連結して、保持部 140 に接続させる構成でもよい。この場合、腕 111 A、111 B は基部 130 の接続箇所から、長辺 131 a の垂直二等分線に向かって互いに近づくように設けられてもよい。また、この場合、例えば、腕 111 A、111 B とは、腕 113 によって連結されることで V 字型や U 字型の形状となるように形成されてもよい。

[0043] また、基部 130 を保持する保持腕 110 は、保持腕 110 の 1 本の腕で保持部 140 に接続されるため、保持部 140 に複数の腕で接続される場合よりも、保持腕 110 によるアンカーロスを低減することができる。また、保持腕 110 は、振動部 120 と枠体 140 c、140 d との間に配置されないため、共振装置 1 の小型化を図ることができる。

[0044] (4. 積層構造)

図 4 を用いて共振装置 1 の積層構造について説明する。図 4 は、図 1 の A-A' 断面図である。

[0045] 図4に示すように、本実施形態に係る共振装置1では、下蓋20の側壁23上に共振子10の保持部140が接合され、さらに共振子10の保持部140と上蓋30の側壁23とが接合される。このように下蓋20と上蓋30との間に共振子10が保持され、下蓋20と上蓋30と共振子10の保持部140とによって、振動腕135A～135Dが振動する振動空間が形成される。

[0046] 下蓋20の底板22及び側壁23は、Si（シリコン）により、一体的に形成されている。側壁23の上面には酸化ケイ素（例えばSiO₂（二酸化ケイ素））膜F1が形成されており、この酸化ケイ素膜F1によって、下蓋20と共振子10の保持部140と接合されている。Z軸方向に規定される下蓋20の厚みは例えば、150μm、凹部21の深さは例えば50μmである。

[0047] 上蓋30は、所定の厚みのSi（シリコン）ウエハにより形成されている。図4に示すように、上蓋30はその周辺部（側壁33）で共振子10の保持部140と接合されている。上蓋30の周縁部と保持部140との間には、上蓋30と保持部140とを接合するために、接合部Hが形成されている。接合部Hは、例えばAu（金）膜及びSn（錫）膜によって形成されている。

[0048] 共振子10では、保持部140、基部130、振動腕135A～135D、保持腕110は、同一プロセスで形成される。共振子10では、まず、Si（シリコン）層F2の上に、金属層E1が積層されている。そして、金属層E1の上には、金属層E1を覆うように圧電薄膜F3が積層されており、さらに、圧電薄膜F3の上には、金属層E2が積層されている。

[0049] Si層F2は、例えば、厚さ10μm程度の縮退したn型Si半導体から形成されており、n型ドーパントとしてP（リン）やAs（ヒ素）、Sb（アンチモン）などを含むことができる。Si層F2に用いられる縮退Siの抵抗値は0.5mΩ・cm以上0.9mΩ・cm以下であることが望ましい。なお、Si層F2の下面には酸化ケイ素（例えばSiO₂）層が形成されて

もよい。これにより、温度特性を向上させることが可能になる。

[0050] また、金属層E 2、E 1は、例えば厚さ0.1 μm 程度のMo（モリブデン）やアルミニウム（Al）等を用いて形成される。なおSi層F 2として、縮退したSiを用いることで、Si層F 2が金属層E 2を兼ねることができる。

[0051] 金属層E 2、E 1は、エッチング等により、所望の形状に形成される。金属層E 1は、例えば振動部1 2 0上においては、下部電極E 1として機能するように形成される。また、金属層E 1は、保持腕1 1 0や保持部1 4 0上においては、共振子1 0の外部に設けられた交流電源に下部電極E 1を接続するための配線として機能するように形成される。

[0052] 他方で、金属層E 2は、振動部1 2 0上においては、上部電極E 2として機能するように形成される。また、金属層E 2は、保持腕1 1 0や保持部1 4 0上においては、共振子1 0の外部に設けられた交流電源に上部電極E 2を接続するための配線として機能するように形成される。

[0053] なお、交流電源から下部配線または上部配線への接続にあたっては、上蓋3 0の外面に電極を形成して、当該電極が交流電源と下部配線または上部配線とを接続する構成や、上蓋3 0内にビアを形成し、当該ビアの内部に導電性材料を充填して配線を設け、当該配線が交流電源と下部配線または上部配線とを接続する構成が用いられてもよい。

[0054] 圧電薄膜F 3は、印加された電圧を振動に変換する圧電体の薄膜であり、例えば、AlN（窒化アルミニウム）等の窒化物や酸化物を主成分とすることができる。具体的には、圧電薄膜1 2 8は、ScAlN（窒化スカンジウムアルミニウム）により形成することができる。ScAlNは、窒化アルミニウムにおけるアルミニウムの一部をスカンジウムに置換したものである。また、圧電薄膜F 3は、例えば、1 μm の厚さを有する。

[0055] 圧電薄膜F 3は、金属層E 2、E 1によって圧電薄膜F 3に印加される電界に応じて、XY平面の面内方向すなわちY軸方向に伸縮する。この圧電薄膜F 3の伸縮によって、振動腕1 3 5 A～1 3 5 Dは、下蓋2 0及び上蓋3

0の内面に向かってその自由端を変位させ、面外の屈曲振動モードで振動する。

[0056] 本実施形態では、図4に示すように、外側の振動腕135A、135Dに印加される電界の位相と、内側の振動腕135B、135Cに印加される電界の位相とが互いに逆位相になるように設定される。これにより、外側の振動腕135A、135Dと内側の振動腕135B、135Cとが互いに逆方向に変位する。例えば、外側の振動腕135A、135Dが上蓋30の内面に向かって自由端を変位すると、内側の振動腕135B、135Cは下蓋20の内面に向かって自由端を変位する。

[0057] 以上のような共振装置1では、逆位相の振動時、すなわち、図4に示す振動腕135Aと振動腕135Bとの間でY軸に平行に延びる中心軸r1回りに振動腕135Aと振動腕135Bとが上下逆方向に振動する。また、振動腕135Cと振動腕135Dとの間でY軸に平行に延びる中心軸r2回りに振動腕135Cと振動腕135Dとが上下逆方向に振動する。これによって、中心軸r1とr2とで互いに逆方向の振れモーメントが生じ、基部130で屈曲振動が発生する。

[0058] 図5は、本実施形態における振動部120の振動による変位量の分布を模式的に示す図である。図5において、色の濃い箇所は、色の薄い箇所に比べて、変位が少ない部位を示している。図5に示すように、中心軸r1、r2は、他の部位と比較して、変位が少ない部位の中心を通っている。

[0059] 中心軸r1、r2で発生したモーメントは、基部130の振動腕135Aと135Bの間、及び振動腕135Cと135Dの間（図5の色の濃い箇所）から、基部130全体に伝搬する。本実施形態に係る共振装置1は、基部130を直接保持部140に固定せずに、保持腕110を介して接続されている。これによって、保持腕110において回転方向のモーメントを分散させることができ、共振子10の振動周波数の変動を低減させることができる。さらに、保持腕110を屈曲させることでこの効果をより向上させることができる。

[0060] また、本実施形態に係る共振装置 1 は、基部 130 と保持腕 110 とを、振動腕 135 A ~ 135 D が接続されている長辺 131 a に対向する長辺 131 b において接続することによって、振動漏れを抑制させることができ、Q 値が向上する。さらに、長辺 131 b のうち、振動による変位が他の箇所と比較して小さい部位、好ましくは最小となる部位に、保持腕 110 との接続点を設けることで、振動特性をより向上させることができる。具体的には、保持腕 110 は、腕 18 a の X 軸方向の中心を通る軸が中心軸 r_1 、 r_2 と一致するように、長辺 131 b と接続することが望ましい。

[0061] [第 2 の実施形態]

第 2 の実施形態以降では第 1 の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0062] 図 6 は、本実施形態に係る、共振子 10 の平面図の一例を示す図である。以下に、本実施形態に係る共振装置 1 の詳細構成のうち、第 1 の実施形態との差異点を中心に説明する。

[0063] 本実施形態では、振動部 120 は、基部 130 の長辺 131 b に接続する保持腕 110 によって、枠体 140 a において保持部 140 に接続されている。

[0064] 本実施形態では、保持腕 110 は、腕 111 A、111 B、112 及び 113 に加え、腕 114 (第 2 連結腕の一例である。)、腕 115 A、115 B (第 3 支腕の一例である。)を有している。

[0065] 腕 113 は、他端が、腕 114 の X 軸方向の中央付近に接続している。腕 113 は、本実施形態では、例えば X 軸方向に規定される幅が $30\ \mu\text{m}$ 程度、Y 軸方向に規定される幅が $40\ \mu\text{m}$ 程度である。

[0066] 腕 114 は、腕 112 と枠体 140 b との間に、枠体 140 b に対向して、長手方向が X 軸方向に平行になるように設けられている。腕 114 の一端は、その側面において、腕 115 A に接続されている。また、腕 114 の他端は、その側面において、腕 115 B に接続されている。腕 114 は、例え

ばX軸方向に規定される長さが350 μ m程度、Y軸方向に規定される幅が20 μ m程度である。

[0067] 腕115Aは、振動腕135Aと枠体140cとの間に、長手方向がY軸に平行になるように設けられている。腕115Aは、一端が、腕114の一端であって、基部130における長辺131bと対向する側の側面に接続し、そこから腕114に対して略垂直、すなわちY軸方向に延びている。また、腕115Aは、他端が、枠体140aの振動部120と対向する位置よりも外側に接続している。

[0068] 腕115Aは、例えばX軸方向に規定される幅が20 μ m程度、Y軸方向に規定される長さが780 μ m程度である。

なお、腕115Bの構成は、腕115Aと同様である。

[0069] 保持腕110のその他の腕については、第1の実施形態と同様である。

[0070] このように、本実施形態に係る保持腕110は、基部130の長辺131bと枠体140bとを接続しないため、長辺131bと枠体140bとの間の空間を狭くすることが可能になる。その結果、共振装置1の小型化を図ることができる。また、保持腕110が複数回（4回）屈曲して保持部140と接続することにより、大振幅駆動における周波数の上昇をより低減することが可能になる。その結果、共振周波数の変動抑制効果をより向上させることができる。

その他の構成、効果は第1の実施形態と同様である。

[0071] [第3の実施形態]

第3の実施形態以降では第1の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0072] 図7は、本実施形態に係る、共振子10の平面図の一例を示す図である。

以下に、本実施形態に係る共振装置1の詳細構成のうち、第1の実施形態との差異点を中心に説明する。

[0073] 本実施形態では、振動部120は、基部130に長辺131bに接続する

保持腕 110 によって、枠体 140c、140d において保持部 140 に接続されている。

[0074] 本実施形態では、保持腕 110 は、腕 111A、111B、112 及び 113 に加え、腕 114、115A、115B、116A（第 4 支腕の一例である。）、116B（第 5 支腕の一例である。）を有している。

[0075] 腕 113、腕 114 の構成は第 2 の実施形態と同様である。

腕 115A は、振動腕 135A と枠体 140c との間に、長手方向が Y 軸に平行になるように設けられている。腕 115A は、一端が、腕 114 の一端であって、基部 130 における長辺 131b と対向する側の側面に接続し、そこから腕 114 に対して略垂直、すなわち Y 軸方向に延びている。また、腕 115A の他端は、枠体 140c と対向する側の側面において、腕 116A の一端に接続されている。

[0076] 腕 115A は、例えば X 軸方向に規定される幅が 20 μm 程度、Y 軸方向に規定される長さが 750 μm 程度である。

なお、腕 116B の構成は、腕 116A と同様である。

[0077] 腕 116A は、振動腕 135A と枠体 140c との間に、枠体 140a に対向して、長手方向が X 軸方向に平行になるように設けられている。腕 116A の一端は、腕 115A の他端であって枠体 140c と対向する側の側面に接続し、そこから腕 115A に対して略垂直、すなわち X 軸方向に延びされている。また、腕 116A は、他端が、振動腕 135A の自由端の端部に対向する位置において、枠体 140c と接続している。

[0078] 腕 116A、116B は、例えば Y 軸方向に規定される幅が 20 μm 程度、X 軸方向に規定される長さが 10 μm 程度である。

なお、腕 115B の構成は、腕 115A と同様である。

保持腕 110 のその他の腕については、第 1 の実施形態と同様である。

[0079] 以上のとおり、本実施形態に係る保持腕 110 は、一端が基部 130 の長辺 131b に 2 本の腕で接続しており、そこから枠体 140b に向かって延びている。そして、保持腕 110 は、2 本の腕のうち一方は、枠体 140c

に向かう方向（すなわち、X軸負の方向）に屈曲し、他方は枠体140dに向かう方向（すなわち、X軸正の方向）に屈曲して、1本の腕に連結している。さらに、保持腕110は、そこから枠体140cに向かう方向（すなわち、X軸負の方向）、及び枠体140dに向かう方向（すなわち、X軸正の方向）に屈曲して、枠体140aに向かう方向（すなわち、Y軸方向）に屈曲し、さらに枠体140c又は140dに向かう方向に再度屈曲して、他端が枠体140c又は140dに接続されている。

[0080] このように本実施形態では、保持腕110は、5回屈曲した後、枠体140c、140dに接続されている。これによって、振動部120における大振幅駆動時の周波数の上昇をより低減することが可能になり、その結果、共振周波数の変動抑制効果をより向上させることができる。

その他の構成、効果は第1の実施形態と同様である。

[0081] [第4の実施形態]

図8は、本実施形態に係る、共振子10の平面図の一例を示す図である。以下に、本実施形態に係る共振装置1の詳細構成のうち、第1の実施形態との差異点を中心に説明する。

[0082] 本実施形態では、振動部120は、基部130の長辺131bに接続する保持腕110によって、枠体140c、140dにおいて保持部140に接続されている。

[0083] 本実施形態では、保持腕110は、腕111A、111B、112及び113に加え、腕114、115A、115B、116A、116Bを有している。

[0084] 腕113、腕114の構成は第2の実施形態と同様である。

腕115A、115Bの構成は第3の実施形態と同様である。ただし、本実施形態においては、腕115A、115Bは、例えばX軸方向に規定される幅が20 μ m程度、Y軸方向に規定される長さが130 μ m程度である。

[0085] 腕116Aは、本実施形態においては、他端が、基部130の長辺131aと振動腕135Aとの接続箇所に対向する位置近傍において、枠体140

cと接続している。その他の腕116Aの構成は第3の実施形態と同様である。

なお、腕116Bの構成は、腕116Aと同様である。

保持腕110のその他の腕については、第1の実施形態と同様である。

[0086] 以上のとおり、本実施形態に係る保持腕110は、一端が基部130の長辺131bに2本の腕で接続しており、そこから枠体140bに向かって延びている。そして、保持腕110は、2本の腕のうち一方は、枠体140cに向かう方向（すなわち、X軸負の方向）に屈曲し、他方は枠体140dに向かう方向（すなわち、X軸正の方向）に屈曲して、1本の腕に連結している。さらに、保持腕110は、そこから枠体140cに向かう方向（すなわち、X軸負の方向）、及び枠体140dに向かう方向（すなわち、X軸正の方向）に屈曲して、枠体140aに向かう方向（すなわち、Y軸方向）に屈曲し、さらに枠体140c又は140dに向かう方向に再度屈曲して、他端が枠体140c又は140dに接続されている。

[0087] このように本実施形態では、腕114は、第3の実施形態に係る共振子10と同様に、2回以上屈曲した後、枠体140c、140dに接続されている。これによって、振動部120における大振幅駆動時の周波数の上昇をより低減することが可能になり、その結果、共振周波数の変動抑制効果をより向上させることができる。

[0088] [第5の実施形態]

図9は、本実施形態に係る、共振子10の平面図の一例を示す図である。以下に、本実施形態に係る共振装置1の詳細構成のうち、第1の実施形態との差異点を中心に説明する。

[0089] 本実施形態では、保持腕110は、腕111A、111B、112及び113に加え、腕114、115A～117A、115B～117Bを有している。

[0090] 腕113、腕114の構成は第2の実施形態と同様である。

腕115Aの他端は、枠体140dと対向する側の側面において、腕11

6 Aの一端に接続されている。腕 1 1 5 AのX軸方向に規定される長さは20 μ m、Y軸方向に規定される長さは800 μ mである。その他の腕 1 1 5 Aの構成は、第3の実施形態と同様である。

なお、腕 1 1 5 Bの構成は、腕 1 1 5 Aと同様である。

[0091] 腕 1 1 6 Aは、振動腕 1 3 5 Aと枠体 1 4 0 cとの間に、枠体 1 4 0 aに対向して、長手方向がX軸方向に平行になるように設けられている。腕 1 1 6 Aの一端は、腕 1 1 5 Aの他端であって枠体 1 4 0 dと対向する側の側面に接続し、そこから腕 1 1 5 Aに対して略垂直、すなわちX軸方向に延びされている。また、腕 1 1 6 Aは、他端が、腕 1 1 7 Aの一端であって枠体 1 4 0 cと対向する側の側面と接続している。

[0092] 腕 1 1 6 Aは、例えばY軸方向に規定される幅が20 μ m程度、X軸方向に規定される長さが10 μ m程度である。

なお、腕 1 1 6 Bの構成は、腕 1 1 6 Aと同様である。

[0093] 腕 1 1 7 Aは、振動腕 1 3 5 Aと枠体 1 4 0 aとの間に、枠体 1 4 0 cに対向して、長手方向がY軸方向に平行になるように設けられている。腕 1 1 7 Aの一端は、その側面において、腕 1 1 6 Aの他端に接続されている。また、腕 1 1 7 Aの他端は、振動腕 1 3 5 Aと対向する位置において、枠体 1 4 0 aと接続し、そこから枠体 1 4 0 aに対して略垂直、すなわち、Y軸方向に延びている。

[0094] 腕 1 1 7 Aは、例えばX軸方向に規定される幅が20 μ m程度、Y軸方向に規定される長さが40 μ m程度である。

なお、腕 1 1 7 Bの構成は、腕 1 1 7 Aと同様である。

保持腕 1 1 0のその他の腕については、第1の実施形態と同様である。

[0095] 以上のとおり、本実施形態に係る保持腕 1 1 0は、一端が基部 1 3 0の長辺 1 3 1 bに2本の腕で接続しており、そこから枠体 1 4 0 bに向かって延びている。そして、保持腕 1 1 0は、2本の腕のうち一方は、枠体 1 4 0 cに向かう方向（すなわち、X軸負の方向）に屈曲し、他方は枠体 1 4 0 dに向かう方向（すなわち、X軸正の方向）に屈曲して、1本の腕に連結してい

る。さらに、保持腕 110 は、そこから枠体 140 c に向かう方向（すなわち、X 軸負の方向）、及び枠体 140 d に向かう方向（すなわち、X 軸正の方向）に屈曲して、枠体 140 a に向かう方向（すなわち、Y 軸方向）に屈曲し、再度それぞれ枠体 140 d 又は 140 c に向かう方向に屈曲し、さらに枠体 140 a に向かう方向に屈曲して、他端が枠体 140 a に接続されている。

[0096] このように本実施形態では、保持腕 110 の屈曲箇所を増やすことによって、保持腕 110 におけるモーメントをより分散させ、共振周波数の変動抑制効果をより向上させることができる。

その他の構成、効果は第 1 の実施形態と同様である。

[0097] 以上説明した各実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更／改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。即ち、各実施形態に当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、各実施形態が備える各要素およびその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したもの限定されるわけではなく適宜変更することができる。例えば、既述の実施形態において、保持腕 110 は所定の回数屈曲する構成として説明したが、屈曲回数についてはこれに限定されない。保持腕 110 は、例えば、既述の実施形態において説明した以上の回数屈曲し、基部 130 の長辺 131 b と枠体 140 b、又は枠体 140 c、140 d とを接続する構成であってもよい。また、各実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもなく、これらも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

符号の説明

[0098]	1	共振装置
	10	共振子
	30	上蓋

2 0	下蓋
1 4 0	保持部
1 4 0 a ~ d	枠体
1 1 0	保持腕
1 1 1 ~ 1 1 7	腕
1 2 0	振動部
1 3 0	基部
1 3 1 a、1 3 1 b	長辺
1 3 1 c、1 3 1 d	短辺
1 3 5 A ~ D	振動腕

請求の範囲

- [請求項1] 基部と、一端が前記基部と接続された複数の振動腕と、を有する振動部と、
- 前記振動部の周囲の少なくとも一部に設けられた保持部と、
- 前記振動部と前記保持部との間に設けられ、一端が前記基部における前記複数の振動腕に接続された前端と前記基部を挟んで対向する後端に接続され、他端が前記保持部に接続された保持腕と、
- を備え、
- 前記保持腕は、
- それぞれの一端が前記基部における前記後端において前記基部と接続する1対の第1支腕と、
- 前記1対の第1支腕を連結して前記保持部と接続する連結部と、
- を有する共振子。
- [請求項2] 前記1対の第1支腕は、
- 前記複数の振動腕が延びる第1方向に設けられ、
- 前記連結部は、
- 前記第1方向に略直交する第2方向に設けられ、一端が前記1対の第1支腕の一方の他端と接続され、他端が前記1対の第1支腕の他方の他端と接続された第1連結腕と、
- 前記第1方向に設けられ、一端が前記第1連結腕の中央付近と接続され、他端が前記保持部における、前記基部における前記後端と対向する領域に接続された第2支腕と、
- を有する請求項1に記載の共振子。
- [請求項3] 前記1対の第1支腕は、
- 前記複数の振動腕が延びる第1方向に設けられ、
- 前記連結部は、
- 前記第1方向に略直交する第2方向に設けられ、一端が前記1対の第1支腕の一方の他端と接続され、他端が前記1対の第1支腕の他方

の他端と接続された第 1 連結腕と、

前記第 2 方向に沿って、前記第 1 連結腕と前記保持部との間に設けられた第 2 連結腕と、

前記第 1 方向に設けられ、一端が前記第 1 連結腕の中央付近と接続され、他端が前記第 2 連結腕の中央付近と接続された第 2 支腕と、

前記第 1 方向に設けられ、一端が前記第 2 連結腕のいずれかの端部と接続され、他端が前記保持部における前記複数の振動腕の他端と対向する領域と接続された 1 対の第 3 支腕と、

を有する請求項 1 に記載の共振子。

[請求項 4]

前記 1 対の第 1 支腕は、

前記複数の振動腕が延びる第 1 方向に設けられ、

前記連結部は、

前記第 1 方向に略直交する第 2 方向に設けられ、一端が前記 1 対の第 1 支腕の一方の他端と接続され、他端が前記 1 対の第 1 支腕の他方の他端と接続された第 1 連結腕と、

前記第 2 方向に沿って、前記第 1 連結腕と前記保持部との間に設けられた第 2 連結腕と、

前記第 1 方向に設けられ、一端が前記第 1 連結腕の中央付近と接続され、他端が前記第 2 連結腕の中央付近と接続された第 2 支腕と、

前記第 1 方向に設けられ、一端が前記第 2 連結腕のいずれかの端部と接続された 1 対の第 3 支腕と、

前記第 2 方向に設けられ、一端が前記 1 対の第 3 支腕の一方と接続され、他端が前記保持部における、前記 1 対の第 3 支腕の前記一方と対向する領域と接続された第 4 支腕と、

前記第 2 方向に設けられ、一端が前記 1 対の第 3 支腕の他方と接続され、他端が前記保持部における、前記第 3 支腕の他方と対向する領域と接続された第 5 支腕と、

を有する、請求項 1 に記載の共振子。

- [請求項5] 前記 1 対の第 1 支腕は、
前記基部における、前記振動腕と接続する前記前端と前記基部を挟んで対向する前記後端における、前記振動腕の振動による変位が最小となる部位において、前記基部に接続される、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の共振子。
- [請求項6] 前記 1 対の第 1 支腕は、
前記複数の振動腕のうち、最も外側の振動腕の前記第 2 方向における中心よりも内側において、前記基部に接続される、請求項 2 乃至 4 の何れか一項に記載の共振子。
- [請求項7] 前記 1 対の第 1 支腕は、
前記複数の振動腕の間において、前記基部に接続される、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の共振子。
- [請求項8] 請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の共振子と、当該共振子を間に挟む下蓋と上蓋とを備える共振装置。

[図1]

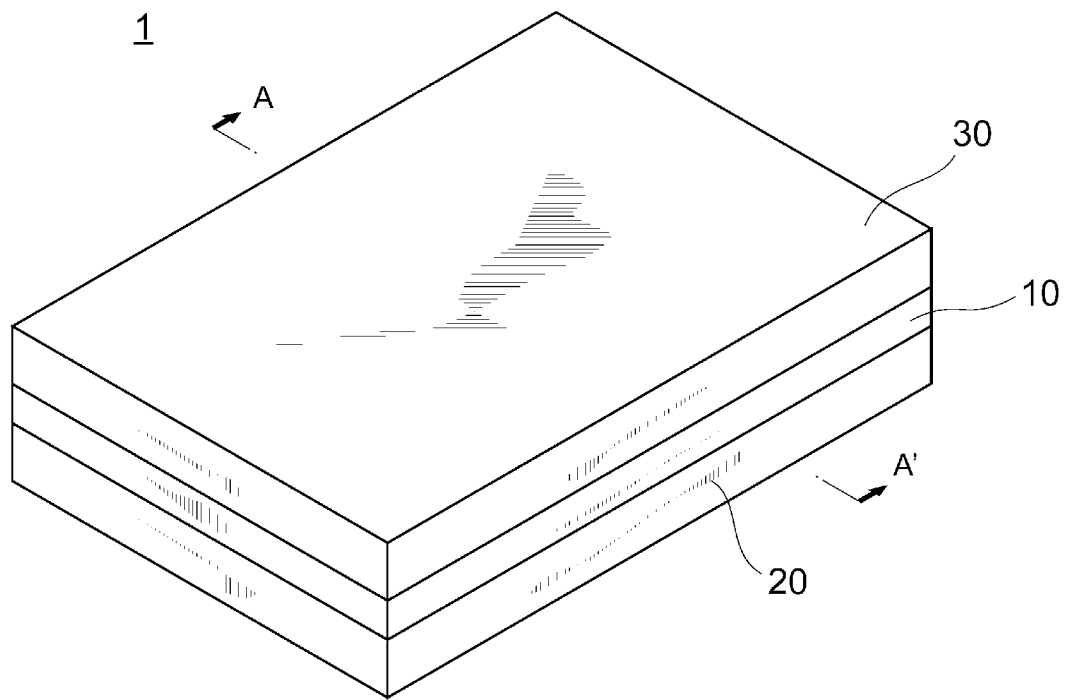


図 1

[図2]

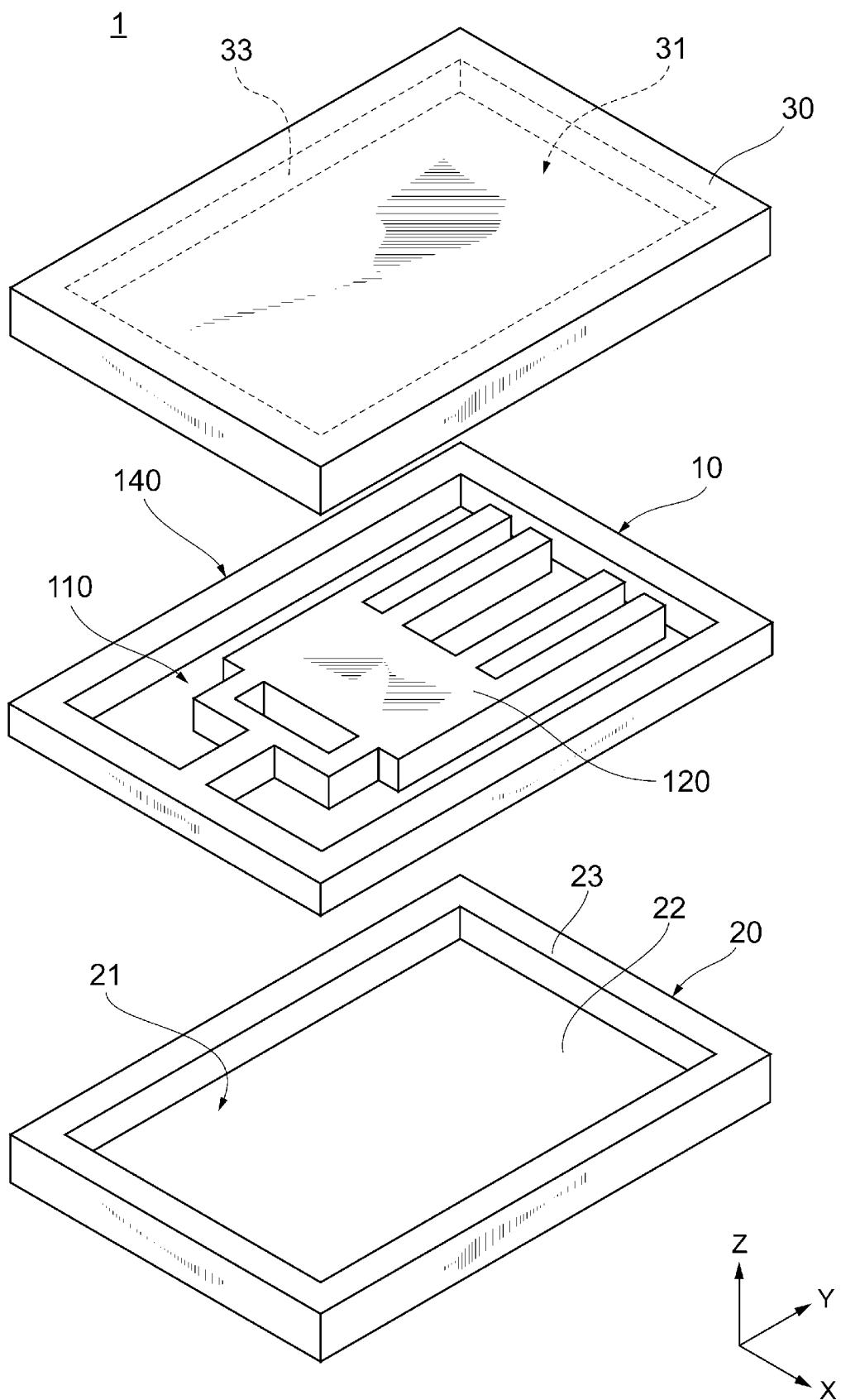


図 2

[図3]

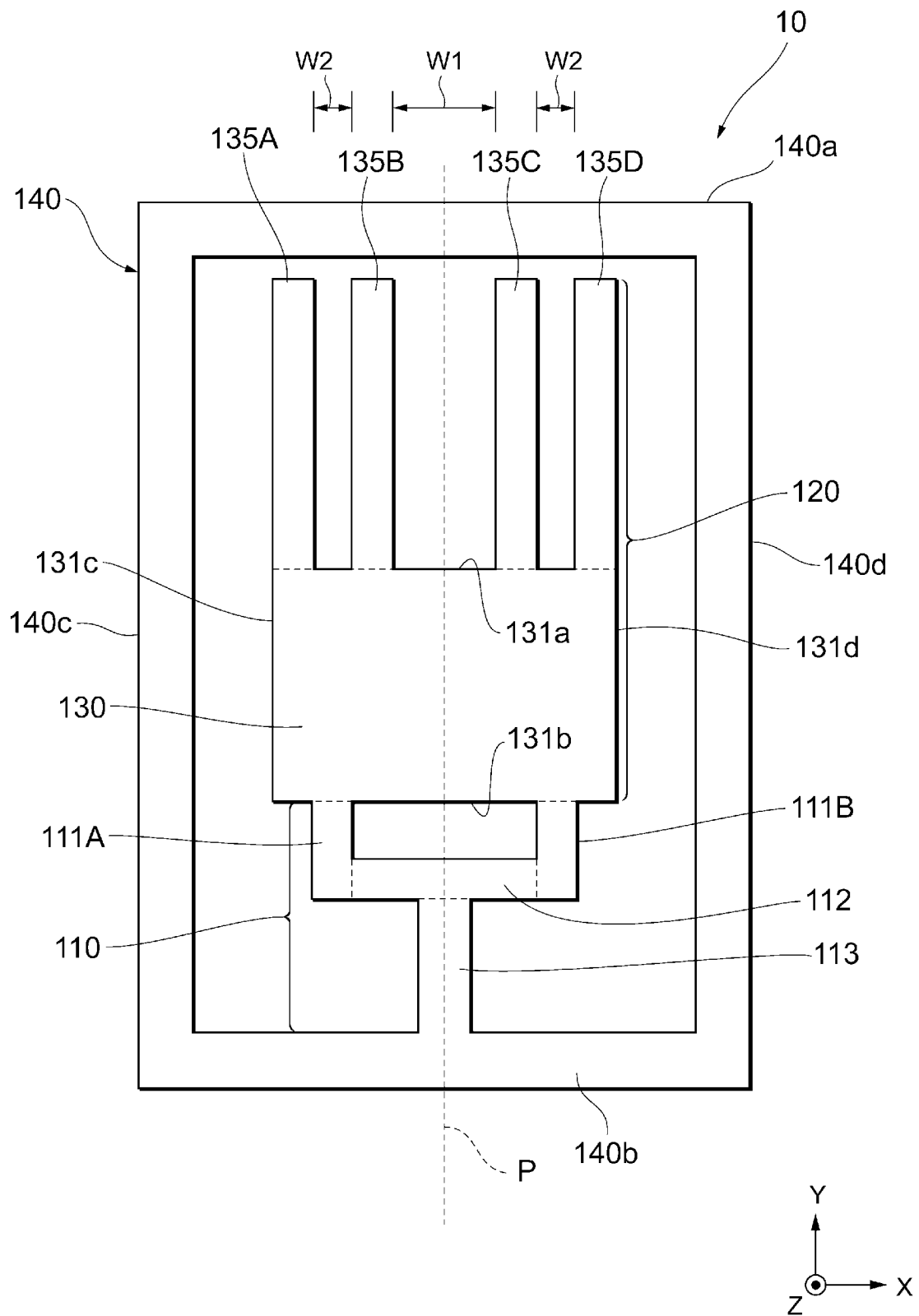
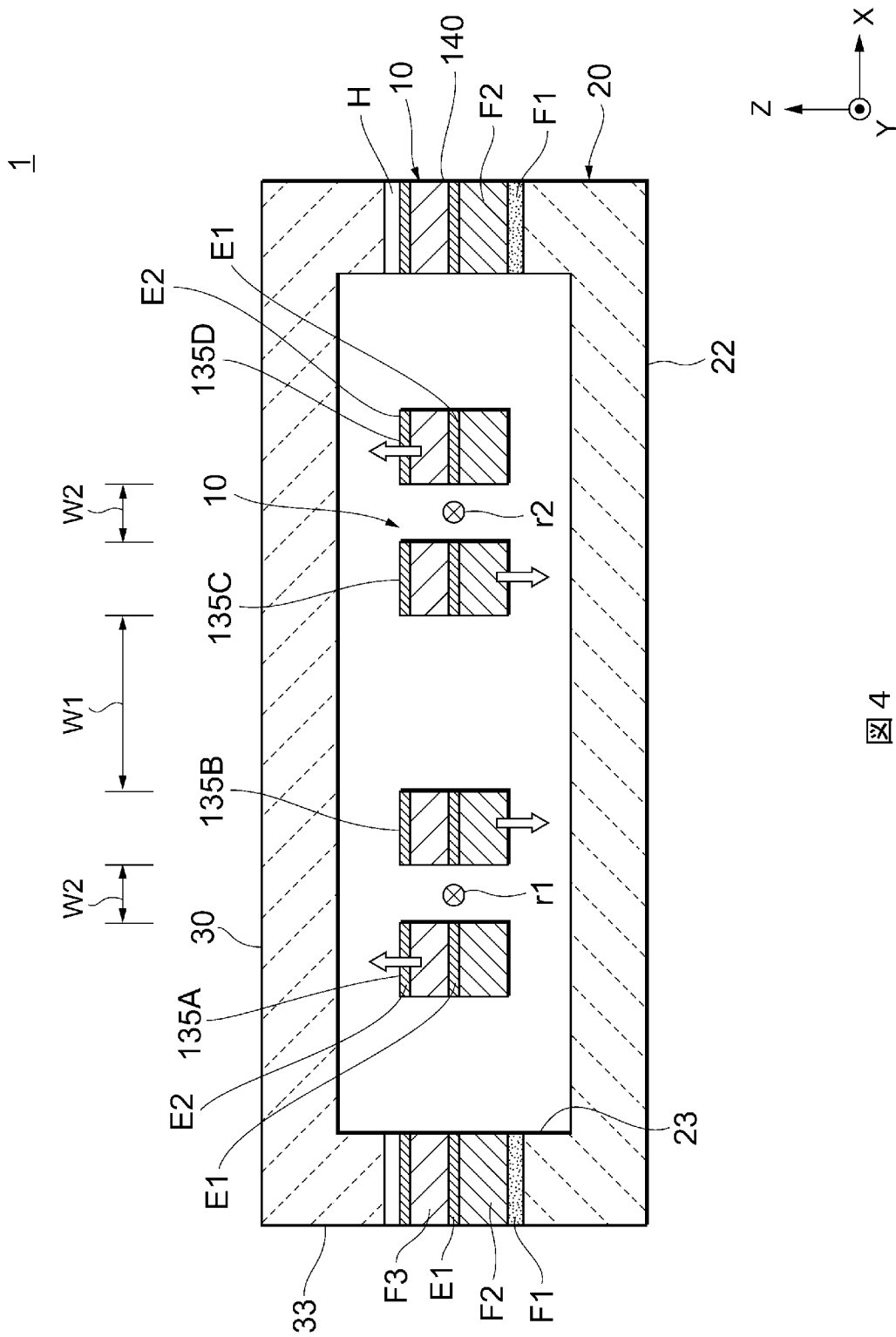


図 3

[図4]



[図4]

[図5]

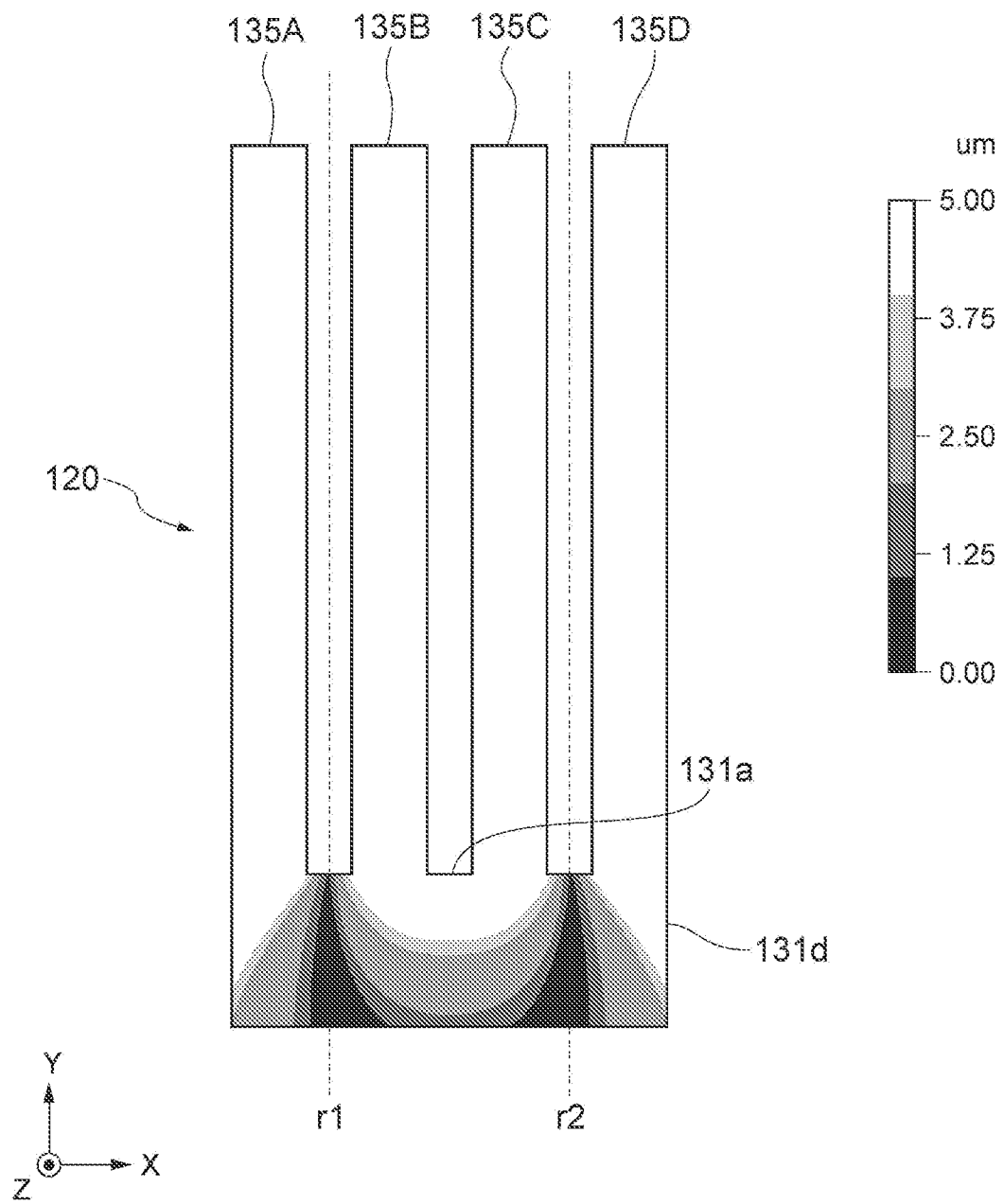


図 5

图 6

[図7]

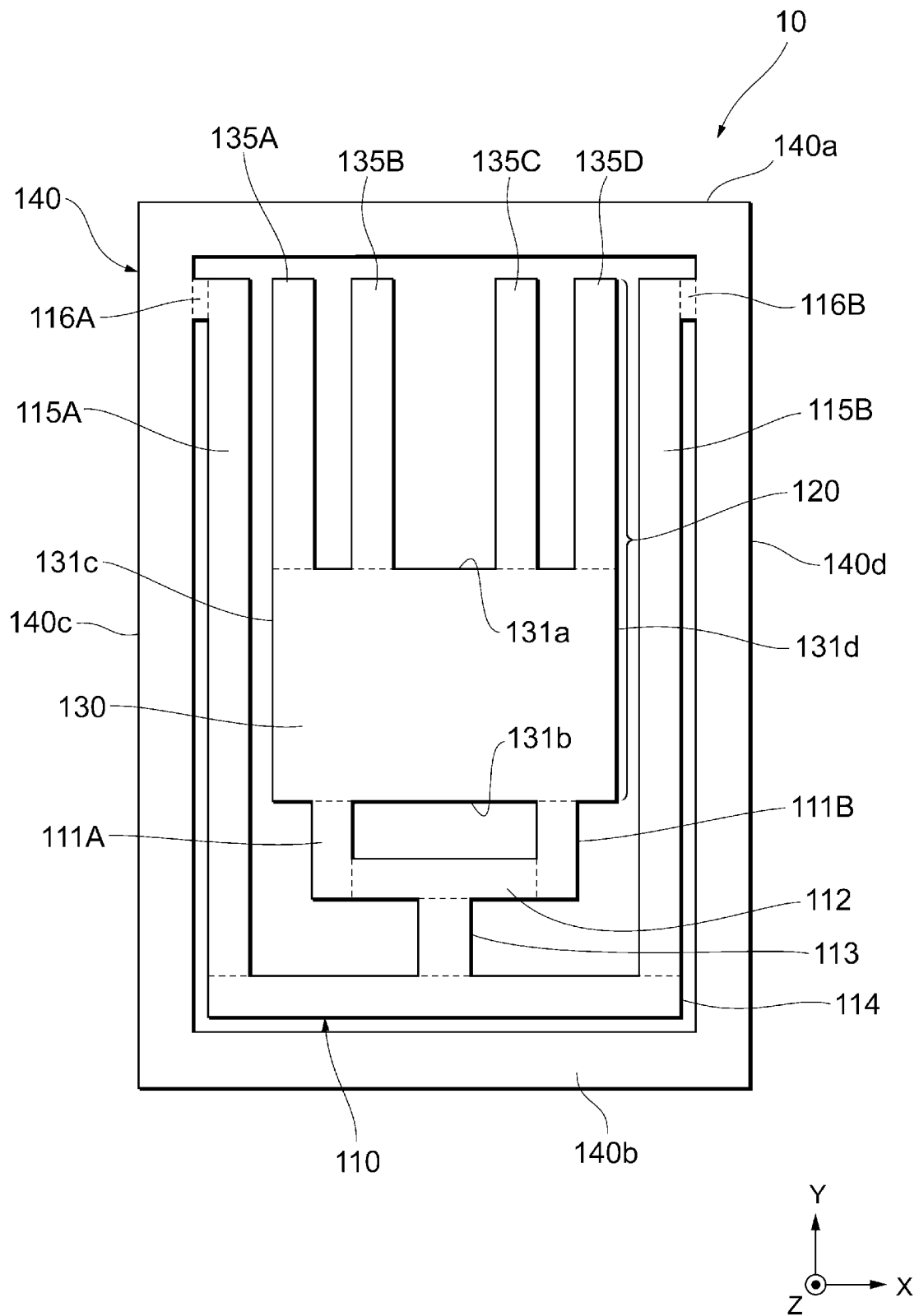


图 7

[図8]

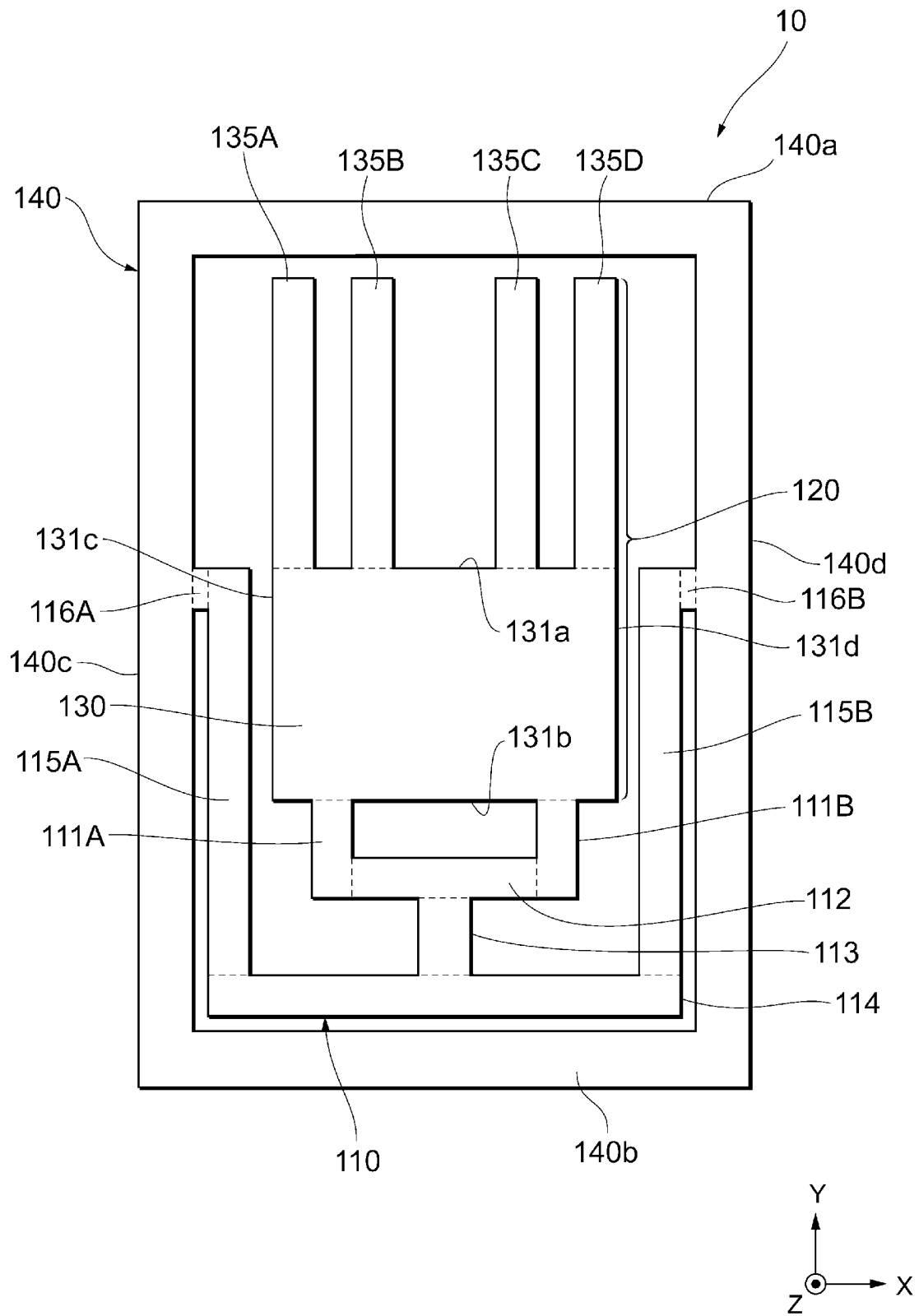


図 8

[図9]

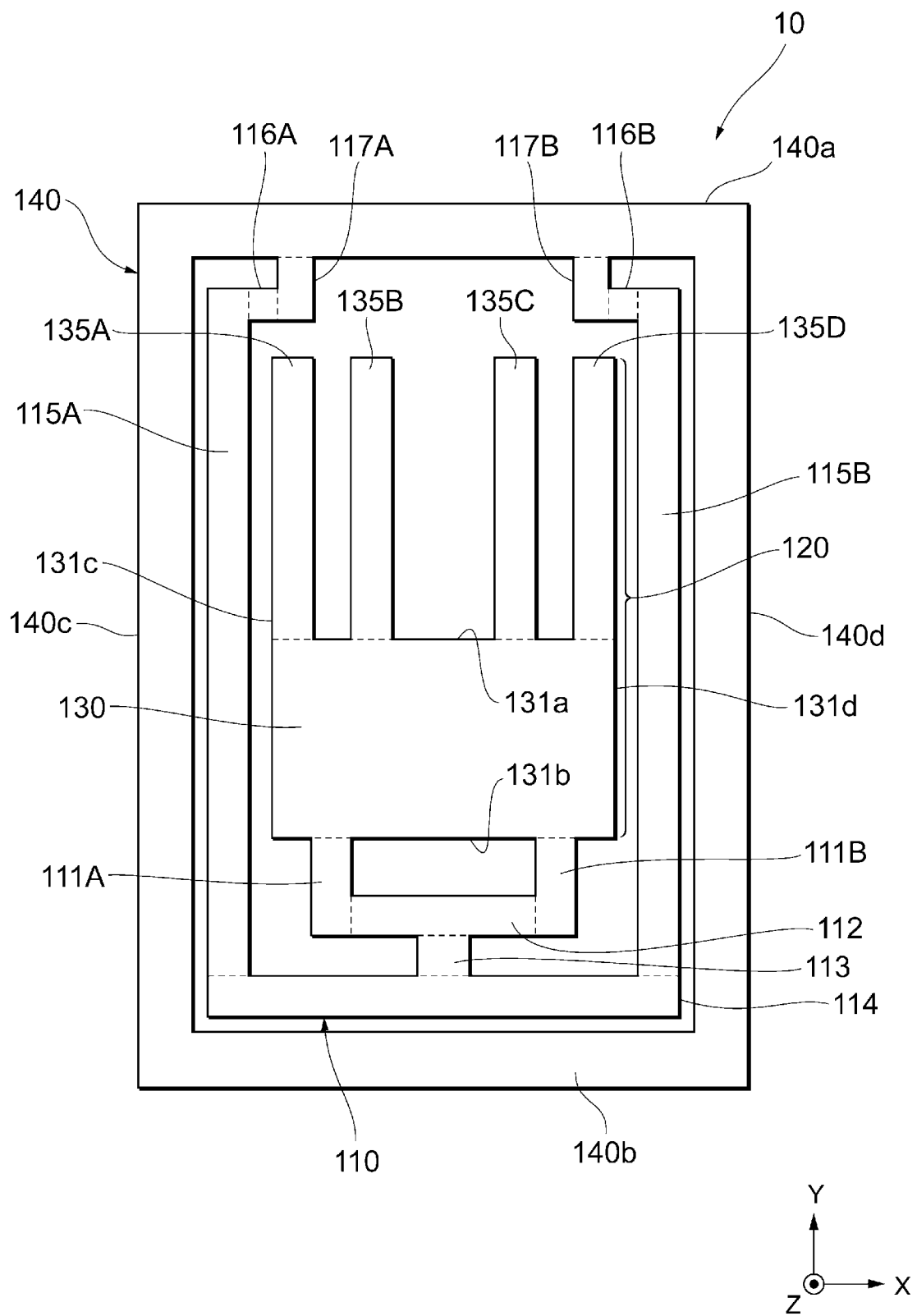


図 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/073912

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/24(2006.01)i, H03H9/02(2006.01)i, H03H9/19(2006.01)i

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)

H03H9/24, H03H9/02, H03H9/19

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2004-208237 A (Seiko Epson Corp.), 22 July 2004 (22.07.2004), paragraph [0031]; fig. 5 (Family: none)	1-8
A	JP 56-85922 A (Kabushiki Kaisha Suwa Seikosha), 13 July 1981 (13.07.1981), fig. 2 (Family: none)	1-8
A	JP 54-58395 A (Matsushima Kogyo Kabushiki Kaisha), 11 May 1979 (11.05.1979), fig. 3 (Family: none)	1-8

☒ 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
01 November 2016 (01.11.16)

Date of mailing of the international search report
15 November 2016 (15.11.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/073912

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/041152 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 March 2015 (26.03.2015), paragraph [0038]; fig. 1 to 2 & US 2016/0197597 A1 paragraph [0054]; fig. 1 to 2 & CN 105556840 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03H9/24(2006.01)i, H03H9/02(2006.01)i, H03H9/19(2006.01)i

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））

Int.Cl. H03H9/24, H03H9/02, H03H9/19

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2004-208237 A（セイコーエプソン株式会社）2004.07.22, [0031], 図5（ファミリーなし）	1-8
A	JP 56-85922 A（株式会社諏訪精工舎）1981.07.13, 第2図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 54-58395 A（松島工業株式会社）1979.05.11, 第3図（ファミリーなし）	1-8

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、一般的技術水準を示すもの
「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矛盾するものではなく、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

01.11.2016

国際調査報告の発送日

15.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

橋本 和志

5W

4183

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

C (続き) . 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	WO 2015/041152 A1 (株式会社村田製作所) 2015. 03. 26, [0038], 図 1-2 & US 2016/0197597 A1, [0054], FIG. 1-2 & CN 105556840 A	1 - 8