



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, 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, 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), 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:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

connects the oscillating section and the frame section to each other on the positive side of a z axis and the negative side of an x axis, a second connecting section connects the oscillating section and the frame section to each other on the positive side of the z axis and the positive side of the x axis, a third connecting section connects the oscillating section and the frame section to each other on the negative side of the z axis and the positive side of the x axis, a fourth connecting section connects the oscillating section and the frame section to each other on the negative side of the z axis and the negative side of the x axis, and the intersection point of the diagonal lines of a quadrangle formed by first to fourth joint sections is positioned further toward the positive side of the z axis than the x axis.

(57) 要約: 励振周波数の変動が抑制できる水晶振動片及び水晶振動子を提供する。本発明に係る水晶振動片は、振動部と、振動部の周囲を囲む枠部と、振動部と枠部とを連結する第1ないし第4の連結部と、を含む基板と、第1及び第2の励振電極と、を備えており、振動部の第1の主面は、第1ないし第4の辺を有する長形状をなしており、第1の連結部は、z軸の正側かつx軸の負側において、振動部と枠部とを連結し、第2の連結部は、z軸の正側かつx軸の正側において、振動部と枠部とを連結し、第3の連結部は、z軸の負側かつx軸の正側において、振動部と枠部とを連結し、第4の連結部は、z軸の負側かつx軸の負側において、振動部と枠部とを連結し、第1の接続部ないし第4の接続部により形成される四角形の対角線の交点は、x軸よりもz軸の正側に位置している。

明 細 書

発明の名称： 水晶振動片及び水晶振動子

技術分野

[0001] 本発明は、水晶振動片及び水晶振動子、特に、水晶板の両主面を１対の励振電極で挟んだ構造を有する水晶振動片及び水晶振動子に関する。

背景技術

[0002] 従来、水晶振動片に関する発明としては、例えば、特許文献１に記載の水晶デバイスが知られている。図８は、特許文献１に記載の水晶デバイス５００の断面構造図である。図９は、特許文献１に記載の水晶デバイス５００を上側から見た図である。以下では、水晶デバイス５００の上下方向、左右方向及び前後方向を図８に示すように定義する。

[0003] 水晶デバイス５００は、容器本体５０１、水晶片５０２及び台座５０４を備えている。水晶片５０２は、その前端において台座５０４の上面に実装される。台座５０４は、その後端において容器本体５０１の底部の上面に実装される。これにより、水晶片５０２と台座５０４との固定部と容器本体５０１と台座５０４との固定部とが離れるようになる。そのため、容器本体５０１の線膨張係数と台座５０４の線膨張係数との差によって台座５０４の後端において歪みが生じて、歪みが台座５０４を伝わって水晶片５０２と台座５０４との固定部まで到達しにくくなる。これにより、熱膨張係数差による影響が排除されるようになる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１０－１３５８９０号公報

特許文献２：特開２０１２－１３４８２４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献１に記載の水晶デバイス５００では、外部から衝撃が

加わった際に、励振周波数が変動するという問題があった。より詳細には、水晶デバイス 500 に衝撃が加わると、水晶片 502 と台座 504 とが接続されている部分を介して、衝撃が台座 504 から水晶片 502 へと伝達される。

[0006] ここで、水晶デバイス 500 では、図 9 に示すように、上側から見たときに、水晶片 502 及び水晶片 502 に設けられている外部電極や励振電極が、直線 L 500 に関して線対称な構造を有している。直線 L 500 は、上側から見たときに、水晶片 502 の対角線の交点を通過し、前後方向に延びる直線である。そのため、水晶片 502 は、直線 L 500 に関して線対称な位置において台座 504 に固定されている。したがって、衝撃による応力は、固定箇所の中間である直線 L 500 上において大きくなる。直線 L 500 上には励振電極の中心が位置しているので、励振電極の中心に大きな応力が加わる。その結果、水晶デバイス 500 の励振周波数が変動する。なお、熱衝撃が水晶デバイス 500 に加わった際も、衝撃が水晶デバイス 500 に加わった際と同じ理由により、水晶デバイス 500 の励振周波数が変動する。

[0007] なお、特許文献 2 に記載の振動片も、水晶片 502 と同様に、線対称な構造を有している。そのため、特許文献 2 に記載の振動片も、水晶デバイス 500 と同様に、外部から衝撃や熱衝撃が加わった際に、励振周波数が変動するという問題を有している。

[0008] そこで、本発明の目的は、励振周波数の変動を抑制できる水晶振動片及び水晶振動子を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一形態に係る水晶振動片は、第 1 の主面及び第 2 の主面を有する基板であって、水晶板である振動部と、前記第 1 の主面の法線方向から見たときに、前記振動部から離れて前記振動部の周囲を囲む枠部と、前記振動部と前記枠部とを連結する第 1 の連結部ないし第 4 の連結部と、を含む基板と、前記振動部の前記第 1 の主面上に設けられている第 1 の励振電極と、前記振動部の前記第 2 の主面上に設けられている第 2 の励振電極と、を備えてお

り、前記振動部の第 1 の主面は、前記法線方向から見たときに、第 1 の辺及び第 2 の辺と、前記第 1 の辺及び前記第 2 の辺に直交する第 3 の辺及び第 4 の辺と、を有する長形状をなしており、前記法線方向から見たときに、前記振動部の第 1 の主面の対角線の交点を原点と定義し、前記原点を通り、かつ、前記第 1 の辺に平行な直線であって、前記第 3 の辺側を正側とする直線を z 軸と定義し、前記原点を通り、かつ、前記第 3 の辺に平行な直線であって、前記第 2 の辺側を正側とする直線を x 軸と定義し、前記第 1 の連結部は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸の正側かつ前記 x 軸の負側において、前記振動部と前記枠部とを連結し、前記第 2 の連結部は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸の正側かつ前記 x 軸の正側において、前記振動部と前記枠部とを連結し、前記第 3 の連結部は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸の負側かつ前記 x 軸の正側において、前記振動部と前記枠部とを連結し、前記第 4 の連結部は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸の負側かつ前記 x 軸の負側において、前記振動部と前記枠部とを連結し、前記第 1 の連結部ないし前記第 4 の連結部のそれぞれが前記振動部に接続された部分を第 1 の接続部ないし第 4 の接続部と定義し、前記第 1 の接続部ないし前記第 4 の接続部により形成される四角形の対角線の交点は、前記法線方向から見たときに、前記 x 軸よりも前記 z 軸の正側又は負側のいずれかに位置している、又は、前記第 1 の接続部ないし前記第 4 の接続部により形成される四角形の対角線の交点は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸よりも前記 x 軸の正側又は負側のいずれかに位置している。

[0010] 本発明の一形態に係る水晶振動子は、前記水晶振動片と、第 3 の主面及び第 4 の主面を有し、かつ、前記第 2 の主面と前記第 3 の主面とが対向するように前記水晶振動片が実装される実装基板と、前記第 3 の主面を覆うキャップと、を備えている。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、励振周波数の変動を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図 1 は、水晶振動子 1 0 を上側から見た図である。

[図2]図 2 は、水晶振動子 1 0 の図 1 の A - A における断面構造図である。

[図3]図 3 は、水晶振動片 1 3 を上側から見た図である。

[図4]図 4 は、水晶振動片 1 3 を下側から見た図である。

[図5]図 5 は、水晶振動片 1 3 a を上側から見た図である。

[図6]図 6 は、水晶振動片 1 3 b を上側から見た図である。

[図7]図 7 は、水晶振動片 1 3 c を上側から見た図である。

[図8]図 8 は、特許文献 1 に記載の水晶デバイス 5 0 0 の断面構造図である。

[図9]図 9 は、特許文献 1 に記載の水晶デバイス 5 0 0 を上側から見た図である。

発明を実施するための形態

[0013] (実施形態)

以下に、一実施形態に係る水晶振動片 1 3 を備えた水晶振動子 1 0 について図面を参照しながら説明する。図 1 は、水晶振動子 1 0 を上側から見た図である。図 1 では、キャップ 1 2 の上面を省略してある。図 2 は、水晶振動子 1 0 の図 1 の A - A における断面構造図である。図 3 は、水晶振動片 1 3 を上側から見た図である。図 4 は、水晶振動片 1 3 を下側から見た図である。

[0014] 以下では、水晶振動片 1 3 の水晶片 1 4 の上面の法線方向を上下方向と定義する。また、水晶片 1 4 を上側から見たときに、長辺に平行な方向を前後方向と定義し、短辺に平行な方向を左右方向と定義する。ただし、上下方向、前後方向及び左右方向は、一例であり、水晶振動子 1 0 が実際に使用される際の上下方向、前後方向及び左右方向と一致している必要はない。

[0015] 水晶振動子 1 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、キャップ 1 2、水晶振動片 1 3 及び実装基板 1 6 を備えている。水晶振動片 1 3 は、図 3 及び図 4 に示すように、水晶片 1 4、励振電極 2 0、2 2、引き出し電極 2 4、2 6 及び外部電極 2 7、2 8 を備えている。

[0016] 水晶片 1 4 (基板の一例) は、上面 (第 1 の主面の一例) 及び下面 (第 2

の主面の一例)を有する水晶板である。水晶片14の上面は、上側から見たときに、前後方向に延びる長辺を有する長方形状をなしている。水晶片14は、例えば、水晶の原石などから所定の角度で切り出されたATカット型である。人工水晶の結晶軸であるX軸、Y軸、Z軸のうち、Y軸及びZ軸をX軸の周りにY軸からZ軸の方向に35度15分±1分30秒回転させた軸をそれぞれY'軸及びZ'軸と定義する。ATカットの水晶片14は、X軸及びZ'軸によって特定される面と平行な面(XZ'面)を主面として切り出されたものである。

[0017] 以下の本実施形態では、ATカットされた矩形状の水晶片14のX軸(x軸の一例)を前後方向と定義し、Z'軸(z'軸の一例)を左右方向と定義し、Y軸を上下方向と定義する。X軸及びZ'軸の原点Oは、上側から見たときに、後述する振動部14aの対角線の交点である。また、前側はX軸の正側であり、後ろ側はX軸の負側である。右側はZ'軸の正側であり、左側はZ'軸の負側である。

[0018] 水晶片14は、振動部14a、枠部14b及び連結部14c~14fを含んでおり、1枚の水晶板である。振動部14aは、所定の周波数で振動する。振動部14aの上面は上側から見たときに、後ろ側に位置する短辺(第1の辺の一例)、前側に位置する短辺(第2の辺の一例)、右側に位置する長辺(第3の辺の一例)及び左側に位置する長辺(第4の辺の一例)を有する長方形状をなしている。

[0019] 枠部14bは、上側から見たときに、振動部14aから離れて振動部14aの周囲を囲んでいる。すなわち、枠部14bは、上側から見たときに、長方形状の枠形状をなしている。ただし、枠部14bは、振動部14aに対して直接に接続されていない。振動部14aと枠部14bとの間には、空間Spが存在している。また、枠部14bは、振動部14aの厚み以上の厚みを有している。本実施形態では、枠部14bの厚みと振動部14aの厚みとは実質的に等しい。以下では、厚みとは、上下方向の厚みを意味する。また、枠部14bの上面と振動部14aの上面とは、上下方向において実質的に同

じ高さに位置している。杵部 14 b の下面と振動部 14 a の下面とは、上下方向において実質的に同じ高さに位置している。

[0020] 連結部 14 c ~ 14 f は、振動部 14 a と杵部 14 b とを連結する。以下では、連結部 14 c ~ 14 f のそれぞれが振動部 14 a に接続された部分を接続部 15 c ~ 15 f と定義する。連結部 14 c (第 1 の連結部の一例) は、上側から見たときに、Z' 軸の正側かつ X 軸の負側において振動部 14 a と杵部 14 b とを連結している。より詳細には、接続部 15 c (第 1 の接続部の一例) は、上側から見たときに、振動部 14 a の後ろ側の短辺の右半分の領域に位置している。上側から見たときに、接続部 15 c の左右方向の中心と X 軸との距離を W1 とする。以下では、上側から見たときに、接続部の左右方向の中心と X 軸との距離を、単に接続部と X 軸との距離と呼ぶ。そして、連結部 14 c は、上側から見たときに、接続部 15 c から後ろ側に向かって直線的に伸びている。連結部 14 c の後端は、杵部 14 b の内周部分の後ろ側の短辺に接続されている。

[0021] 連結部 14 d (第 2 の連結部の一例) は、上側から見たときに、Z' 軸の正側かつ X 軸の正側において振動部 14 a と杵部 14 b とを連結している。より詳細には、接続部 15 d (第 2 の接続部の一例) は、上側から見たときに、振動部 14 a の前側の短辺の右半分の領域に位置している。上側から見たときに、接続部 15 d と Z' 軸との距離を W2 とする。そして、連結部 14 d は、上側から見たときに、接続部 15 d から前側に向かって直線的に伸びている。連結部 14 d の前端は、杵部 14 b の内周部分の前側の短辺に接続されている。

[0022] 連結部 14 e (第 3 の連結部の一例) は、上側から見たときに、Z' 軸の負側かつ X 軸の正側において振動部 14 a と杵部 14 b とを連結している。より詳細には、接続部 15 e (第 3 の接続部の一例) は、上側から見たときに、振動部 14 a の前側の短辺の左半分の領域に位置している。上側から見たときに、接続部 15 e と X 軸との距離を W3 とする。そして、連結部 14 e は、上側から見たときに、接続部 15 e から前側に向かって直線的に伸び

ている。連結部 1 4 e の前端は、枠部 1 4 b の内周部分の前側の短辺に接続されている。

[0023] 連結部 1 4 f（第 4 の連結部の一例）は、上側から見たときに、Z' 軸の負側かつ X 軸の負側において振動部 1 4 a と枠部 1 4 b とを連結している。より詳細には、接続部 1 5 f（第 4 の接続部の一例）は、上側から見たときに、振動部 1 4 a の後ろ側の短辺の左半分の領域に位置している。上側から見たときに、接続部 1 5 f と X 軸との距離を W_4 とする。そして、連結部 1 4 f は、上側から見たときに、接続部 1 5 f から後ろ側に向かって直線的に伸びている。連結部 1 4 f の後端は、枠部 1 4 b の内周部分の後ろ側の短辺に接続されている。

[0024] また、水晶振動片 1 3 では、 $W_1 \neq W_4$ 及び $W_2 \neq W_3$ の関係が成立しており、より正確には、 $W_1 > W_4$ 及び $W_2 > W_3$ の関係が成立している。ただし、 $W_1 \neq W_4$ 又は $W_2 \neq W_3$ のいずれか一方の関係が成立していればよい。

[0025] また、上側から見たときに、接続部 1 5 c の左右方向の中心と接続部 1 5 f との左右方向の中心との距離を D_1 とする。以下では、接続部の左右方向の中心と接続部の左右方向の中心との距離を、単に、接続部と接続部との距離と呼ぶ。接続部 1 5 d と接続部 1 5 e との距離を D_2 とする。水晶振動片 1 3 では、 $D_1 \neq D_2$ の関係が成立しており、より正確には、 $D_1 < D_2$ が成立している。ただし、 $D_1 > D_2$ が成立していてもよい。

[0026] 以上のように、 $D_1 < D_2$ の関係が成立しているので、接続部 1 5 c ~ 1 5 f の左右方向の中心により形成される四角形の対角線の交点 P は、Z' 軸よりも X 軸の負側（後ろ側）に位置している。なお、 $D_1 > D_2$ であってもよい。この場合、交点 P は Z' 軸よりも X 軸の正側（左側）に位置する。また、 $W_3 / W_2 < W_4 / W_1$ が成立しているので、交点 P は、X 軸よりも Z' 軸の正側（右側）に位置している。なお、 $W_3 / W_2 > W_4 / W_1$ が成立していてもよい。この場合、交点 P は X 軸よりも Z' 軸の負側（左側）に位置する。

[0027] 励振電極 20（第 1 の励振電極の一例）は、振動部 14 a の上面上に設けられている導体層であり、上側から見たときに、前後方向に延びる長辺を有する長方形形状をなしている。励振電極 22（第 2 の励振電極の一例）は、振動部 14 a の下面上に設けられている導体層であり、下側から見たときに、前後方向に延びる長辺を有する長方形形状をなしている。これにより、励振電極 20 と励振電極 22 とは、振動部 14 a を上下方向から挟んでいる。また、上側から見たときに、励振電極 20、22 の対角線の交点は、原点 O と一致している。

[0028] 外部電極 27（第 1 の外部電極の一例）は、水晶片 14（より正確には枠部 14 b）の上面、後面及び下面に跨って設けられている。より詳細には、外部電極 27 は、上側から見たときに、水晶片 14 の上面の右後ろの角に接する長方形形状をなしている。また、外部電極 27 は、下側から見たときに、水晶片 14 の下面の右後ろの角に接する長方形形状をなしている。そして、外部電極 27 において水晶片 14 の後面に設けられた部分は、外部電極 27 において水晶片 14 の上面に設けられた部分と外部電極 27 において水晶片 14 の下面に設けられた部分とを繋いでいる。これにより、外部電極 27 は、左側から見たときに、角張った U 字型をなしている。

[0029] 外部電極 28（第 2 の外部電極の一例）は、水晶片 14（より正確には枠部 14 b）の上面上、後面上及び下面上に設けられている。より詳細には、外部電極 28 は、上側から見たときに、水晶片 14 の上面の左後ろの角に接する長方形形状をなしている。また、外部電極 28 は、下側から見たときに、水晶片 14 の下面の左後ろの角に接する長方形形状をなしている。そして、外部電極 28 において水晶片 14 の後面に設けられた部分は、外部電極 28 において水晶片 14 の上面に設けられた部分と外部電極 28 において水晶片 14 の下面に設けられた部分とを繋いでいる。これにより、外部電極 28 は、左側から見たときに、角張った U 字型をなしている。外部電極 27、28 は、例えば、Cr 下地層上に Au 層をめっき工法によって設けた構成である。

[0030] 引き出し電極 24（第 1 の引き出し電極の一例）は、水晶片 14 の上面上

に設けられ、かつ、前端（第１の端部の一例）及び後端（第２の端部の一例）を有する線状の導体層である。引き出し電極２４は、連結部１４ｃ～１４ｆのいずれか（水晶振動片１３では連結部１４ｃ）を通過することによって、その前端において励振電極２０に接続されると共に、その後端において外部電極２７と電氣的に接続される。

[0031] 引き出し電極２６（第２の引き出し電極の一例）は、水晶片１４の下面上に設けられ、かつ、前端（第３の端部の一例）及び後端（第４の端部の一例）を有する線状の導体層である。引き出し電極２６は、連結部１４ｃ～１４ｆのいずれか（水晶振動片１３では連結部１４ｆ）を通過することによって、その前端において励振電極２２に接続されると共に、その後端において外部電極２８と電氣的に接続される。励振電極２０，２２及び引き出し電極２４，２６は、例えば、Ｃｒ下地層上にＡｕ層をめっき工法によって設けた構成である。

[0032] 実装基板１６は、図１及び図２に示すように、基板本体１７、実装電極２９，３０、外部電極３２，３４，３６，３８を備えている。基板本体１７は、上側から見たときに、前後方向に延びる長辺を有する長方形状をなす平板であり、上面（第３の主面の一例）及び下面（第４の主面の一例）を有している。基板本体１７の材料は、例えば、酸化アルミニウム質焼結体、ムライト質焼結体、窒化アルミニウム質焼結体、炭化ケイ素質焼結体、ガラスセラミックス焼結体等のセラミックス系絶縁性材料、水晶、ガラス、シリコン等である。

[0033] 実装電極２９は、基板本体１７の上面上に設けられており、上側から見たときに、上面の右後ろの角近傍に設けられている長方形状の導体である。実装電極３０は、基板本体１７の上面上に設けられており、上側から見たときに、上面の左後ろの角近傍に設けられている長方形状の導体である。

[0034] 外部電極３２は、基板本体１７の下面上に設けられており、下側から見たときに、基板本体１７の右後ろの角に隣接する長方形状の導体である。外部電極３４は、基板本体１７の下面上に設けられており、下側から見たときに

、基板本体 17 の左後ろの角に隣接する長方形形状の導体である。外部電極 36 は、基板本体 17 の下面上に設けられており、下側から見たときに、基板本体 17 の右前の角に隣接する長方形形状の導体である。外部電極 38 は、基板本体 17 の下面上に設けられており、下側から見たときに、基板本体 17 の左前の角に隣接する長方形形状の導体である。実装電極 29, 30 及び外部電極 32, 34, 36, 38 は、例えば、Cr 下地層上に Au 層をめっき工法によって設けた構成である。

[0035] また、実装電極 29 と外部電極 32 とは、図示しないビアホール導体により接続されている。実装電極 30 と外部電極 34 とは、図示しないビアホール導体により接続されている。

[0036] 水晶振動片 13 は、水晶振動片 13 の下面と基板本体 17 の上面とが対向するように実装基板 16 に実装される。具体的には、外部電極 27, 28 はそれぞれ、はんだ等により実装電極 29, 30 に接続される。

[0037] キャップ 12 は、直方体状をなす箱状（すなわち、中空）の筐体であり、上側から見たときに、実装基板 16 の上面とほぼ一致する形状をなす。また、キャップ 12 の下面は開口している。そして、キャップ 12 は、その開口の外縁が図示しない接合材に接合されることにより、水晶片 14 の上面上に固定される。これにより、実装基板 16 の上面及び水晶振動片 13 は、キャップ 12 により覆い隠される。キャップは、例えば、Cu からなる本体に Au 層をめっき工法によって設けた構成である。

[0038] （効果）

以上のように構成された水晶振動片 13 によれば、励振周波数の変動を抑制できる。より詳細には、特許文献 1 に記載の水晶デバイスでは、上側から見たときに、水晶片 502 及び水晶片 502 に設けられている外部電極や励振電極が、直線 L500 に関して線対称な構造を有している。そのため、水晶片 502 は、直線 L500 に関して線対称な位置において台座 504 に固定されている。したがって、衝撃による応力は、固定箇所の中間である直線 L500 上において大きくなる。直線 L500 上には、励振電極の中心が位

置しており、励振電極の中心に大きな応力が加わる。その結果、水晶デバイス 500 の励振周波数が変動する。

[0039] そこで、水晶振動片 13 では、接続部 15 c ~ 15 f により形成される四角形の対角線の交点 P は、X 軸よりも Z' 軸の正側（右側）に位置しており、X 軸からずれている。したがって、X 軸（直線 L 500 に相当）上において大きな応力が発生することが抑制され、原点 O において大きな応力が発生することが抑制される。その結果、励振電極 20, 22 の対角線の交点において大きな応力が発生することが抑制されるようになり、励振周波数の変動が抑制される。

[0040] また、水晶振動片 13 では、以下に説明する理由によっても、励振周波数の変動を抑制できる。より詳細には、交点 P は、Z' 軸よりも X 軸の負側（後ろ側）に位置しており、Z' 軸からずれている。したがって、Z' 軸上において大きな応力が発生することが抑制され、原点 O において大きな応力が発生することが抑制される。その結果、励振電極 20, 22 の対角線の交点において大きな応力が発生することが抑制されるようになり、励振周波数の変動が抑制される。

[0041] （第 1 の変形例）

以下に、第 1 の変形例に係る水晶振動片 13 a について図面を参照しながら説明する。図 5 は、水晶振動片 13 a を上側から見た図である。

[0042] 水晶振動片 13 a は、連結部 14 c ~ 14 f の配置において水晶振動片 13 と相違する。より詳細には、連結部 14 d, 14 e はそれぞれ、上側から見たときに、振動部 14 a の右前の角及び左前の角に連結されている。水晶振動片 13 a の連結部 14 c, 14 f は、水晶振動片 13 の連結部 14 c, 14 f と同じであるので説明を省略する。これにより、D2 が D1 よりも更に大きくなっている。

[0043] 以上のような水晶振動片 13 a によれば、水晶振動片 13 と同じように、励振周波数の変動が抑制される。

[0044] （第 2 の変形例）

以下に、第2の変形例に係る水晶振動片13bについて図面を参照しながら説明する。図6は、水晶振動片13bを上側から見た図である。

[0045] 水晶振動片13bは、D1とD2との大小関係において、水晶振動片13と相違する。より詳細には、水晶振動片13bでは、 $D1 = D2$ が成立している。これにより、交点Pは、Z'軸上に位置している。

[0046] 以上のような水晶振動片13bによれば、水晶振動片13と同じように、励振周波数の変動が抑制される。

[0047] (第3の変形例)

以下に、第3の変形例に係る水晶振動片13cについて図面を参照しながら説明する。図7は、水晶振動片13cを上側から見た図である。

[0048] 水晶振動片13cは、連結部14e, 14fの線幅において、水晶振動片13と相違する。より詳細には、連結部14e, 14fの線幅は、連結部14c, 14dの線幅よりも細い。線幅とは、上側から見たときに、連結部14c~14fが延びる方向(前後方向)に直交する方向(左右方向)の幅である。

[0049] 以上のような水晶振動片13cによれば、水晶振動片13と同じように、励振周波数の変動が抑制される。

[0050] (その他の実施形態)

本発明に係る水晶振動片及び水晶振動子は、水晶振動片13, 13a~13c及び水晶振動子10に限らず、その要旨の範囲内において変更可能である。

[0051] なお、水晶振動片13, 13a~13cの構成を任意に組み合わせてもよい。

[0052] また、水晶片14は、ATカットの水晶片であるとしたが、同じように厚みすべりモードで振動するBTカットの水晶片であってもよい。

[0053] なお、水晶片14は、一枚の水晶板である必要はない。より詳細には、振動部14aが1枚の水晶板であればよく、枠部14b及び連結部14c~14fは水晶板でなくてもよい。

- [0054] なお、水晶片 1 4 の振動部 1 4 a は、所謂メサ構造を有していてもよい。
すなわち、振動部 1 4 a の外縁の厚みは、振動部 1 4 a の外縁を除く部分の厚みより小さくてもよい。これにより、振動部 1 4 a から振動が漏れることがより効果的に抑制される。
- [0055] なお、交点 P は、Z' 軸よりも X 軸の正側に位置していてもよい。また、交点 P は、X 軸よりも Z' 軸の負側に位置していてもよい。
- [0056] なお、交点 P は、X 軸上に位置し、かつ、Z' 軸よりも X 軸の正側又は負側に位置していてもよい。また、交点 P は、Z' 軸上に位置し、かつ、X 軸よりも Z' 軸の正側又は負側に位置していてもよい。
- [0057] なお、接続部 1 5 c, 1 5 d は、上側から見たときに、振動部 1 4 a の右側の長辺に位置してもよいし、接続部 1 5 e, 1 5 f は、上側から見たときに、振動部 1 4 a の左側の長辺に位置してもよい。

産業上の利用可能性

- [0058] 以上のように、本発明は、水晶振動片及び水晶振動子に有用であり、特に、励振周波数の変動が抑制できる点で優れている。

符号の説明

- [0059] 1 0 : 水晶振動子
1 2 : キャップ
1 3, 1 3 a ~ 1 3 c : 水晶振動片
1 4 : 水晶片
1 4 a : 振動部
1 4 b : 枠部
1 4 c ~ 1 4 f : 連結部
1 5 c ~ 1 5 f : 接続部
1 6 : 実装基板
1 7 : 基板本体
2 0, 2 2 : 励振電極
2 4, 2 6 : 引き出し電極

27, 28, 32, 34, 36, 38 : 外部電極

29, 30 : 実装電極

O : 原点

P : 交点

S p : 空間

請求の範囲

[請求項1]

第1の主面及び第2の主面を有する基板であって、水晶板である振動部と、前記第1の主面の法線方向から見たときに、前記振動部から離れて前記振動部の周囲を囲む枠部と、

前記振動部と前記枠部とを連結する第1の連結部ないし第4の連結部と、を含む基板と、

前記振動部の前記第1の主面上に設けられている第1の励振電極と、

前記振動部の前記第2の主面上に設けられている第2の励振電極と、

を備えており、

前記振動部の前記第1の主面は、前記法線方向から見たときに、第1の辺及び第2の辺と、前記第1の辺及び前記第2の辺に直交する第3の辺及び第4の辺と、を有する長形状をなしており、

前記法線方向から見たときに、前記振動部の前記第1の主面の対角線の交点を原点と定義し、

前記原点を通り、かつ、前記第1の辺に平行な直線であって、前記第3の辺側を正側とする直線を z 軸と定義し、

前記原点を通り、かつ、前記第3の辺に平行な直線であって、前記第2の辺側を正側とする直線を x 軸と定義し、

前記第1の連結部は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸の正側かつ前記 x 軸の負側において、前記振動部と前記枠部とを連結し、

前記第2の連結部は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸の正側かつ前記 x 軸の正側において、前記振動部と前記枠部とを連結し、

前記第3の連結部は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸の負側かつ前記 x 軸の正側において、前記振動部と前記枠部とを連結し、

前記第4の連結部は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸の負側かつ前記 x 軸の負側において、前記振動部と前記枠部とを連結し、

前記第 1 の連結部ないし前記第 4 の連結部のそれぞれが前記振動部に接続された部分を第 1 の接続部ないし第 4 の接続部と定義し、

前記第 1 の接続部ないし前記第 4 の接続部により形成される四角形の対角線の交点は、前記法線方向から見たときに、前記 x 軸よりも前記 z 軸の正側又は負側のいずれかに位置している、又は、前記第 1 の接続部ないし前記第 4 の接続部により形成される四角形の対角線の交点は、前記法線方向から見たときに、前記 z 軸よりも前記 x 軸の正側又は負側のいずれかに位置している、

水晶振動片。

[請求項2] 前記第 1 の辺及び前記第 2 の辺の長さは、前記第 3 の辺及び前記第 4 の辺の長さより短い、

請求項 1 に記載の水晶振動片。

[請求項3] 前記第 1 の接続部及び前記第 4 の接続部は、前記第 1 の辺に位置している、

請求項 2 に記載の水晶振動片。

[請求項4] 前記第 2 の接続部及び前記第 3 の接続部は、前記第 2 の辺に位置している、

請求項 2 又は請求項 3 のいずれかに記載の水晶振動片。

[請求項5] 前記第 1 の接続部と前記 x 軸との距離を W_1 とし、
前記第 2 の接続部と前記 x 軸との距離を W_2 とし、
前記第 3 の接続部と前記 x 軸との距離を W_3 とし、
前記第 4 の接続部と前記 x 軸との距離を W_4 とし、
 $W_1 \neq W_4$ 及び／又は $W_2 \neq W_3$ が成立している、
請求項 4 に記載の水晶振動片。

[請求項6] 前記第 1 の接続部と前記第 4 の接続部との距離を D_1 とし、
前記第 2 の接続部と前記第 3 の接続部との距離を D_2 とし、
 $D_1 \neq D_2$ が成立している、
請求項 4 又は請求項 5 のいずれかに記載の水晶振動片。

- [請求項7] 前記第1の接続部と前記第4の接続部との距離を D_1 とし、
前記第2の接続部と前記第3の接続部との距離を D_2 とし、
 $D_1 = D_2$ が成立している、
請求項4又は請求項5のいずれかに記載の水晶振動片。
- [請求項8] 前記基板は、1枚の水晶板である、
請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の水晶振動片。
- [請求項9] 前記枠部の前記第2の主面上に設けられている第1の外部電極と、
前記枠部の前記第2の主面上に設けられている第2の外部電極と、
前記基板の前記第1の主面上に設けられ、かつ、第1の端部と第2の端部を有する第1の引き出し電極であって、前記第1の連結部ないし前記第4の連結部のいずれかを通過することによって、前記第1の端部において前記第1の励振電極に接続されると共に、前記第2の端部において前記第1の外部電極と電氣的に接続される第1の引き出し電極と、
前記基板の前記第2の主面上に設けられ、かつ、第3の端部と第4の端部を有する第2の引き出し電極であって、前記第1の連結部ないし前記第4の連結部のいずれかを通過することによって、前記第3の端部において前記第2の励振電極に接続されると共に、前記第4の端部において前記第2の外部電極と電氣的に接続される第2の引き出し電極と、
を備えている、
請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の水晶振動片。
- [請求項10] 請求項9に記載の前記水晶振動片と、
第3の主面及び第4の主面を有し、かつ、前記第2の主面と前記第3の主面とが対向するように前記水晶振動片が実装される実装基板と、
、
前記第3の主面を覆うキャップと、
を備えている、

水晶振動子。

[図1]

FIG. 1

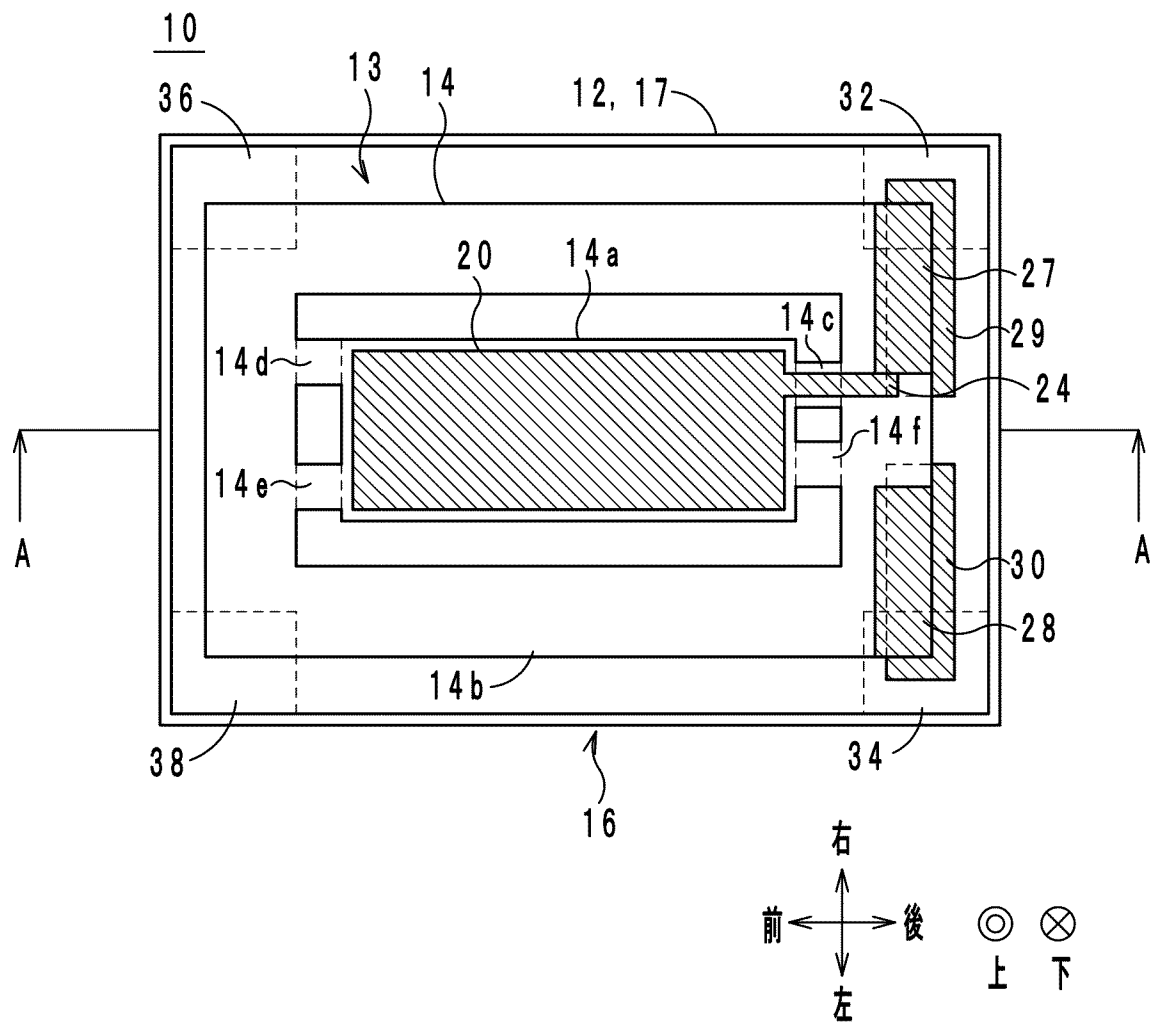
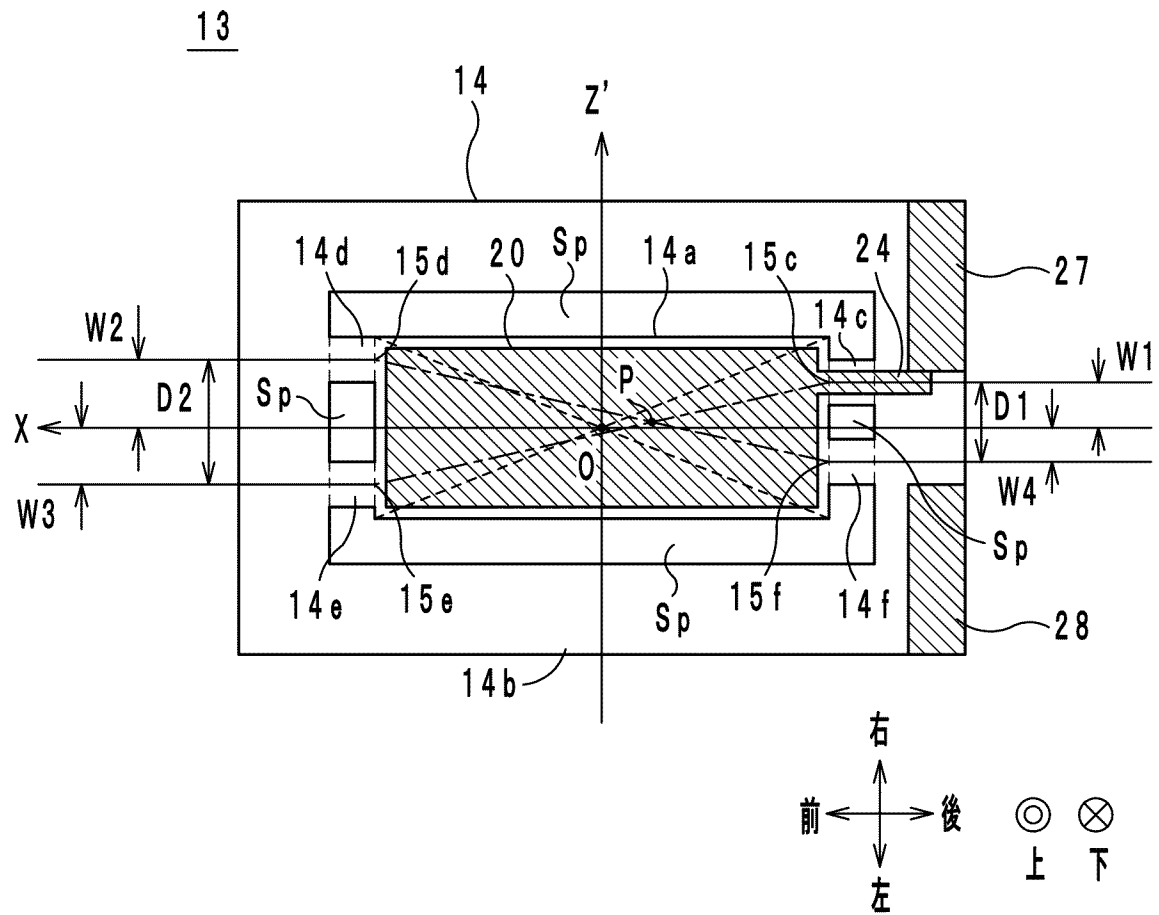
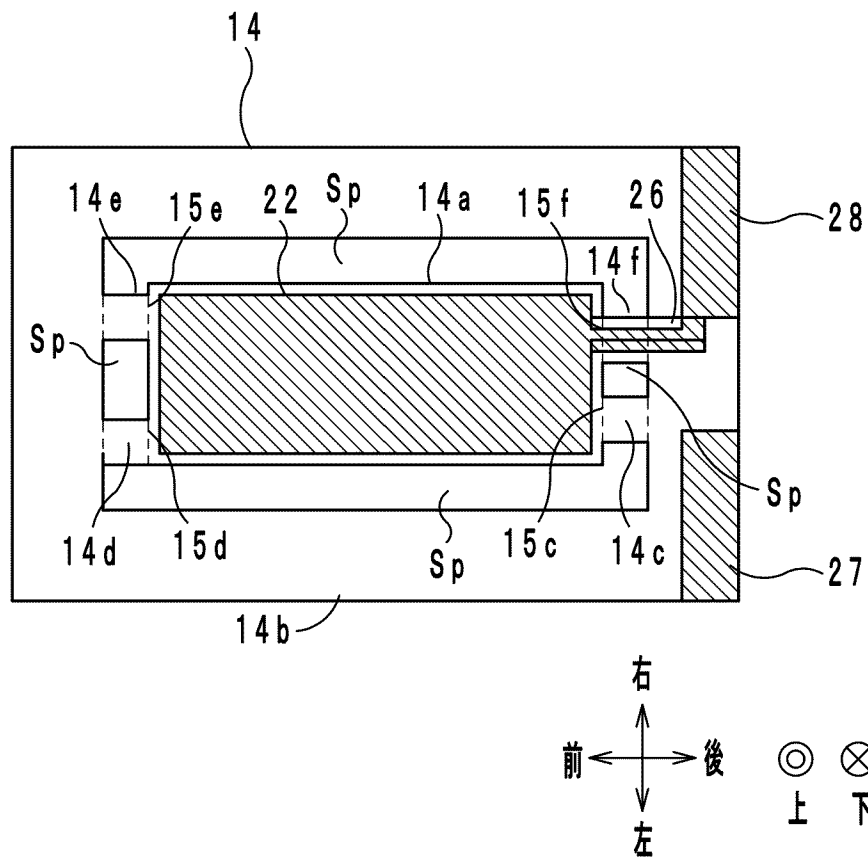


FIG. 3



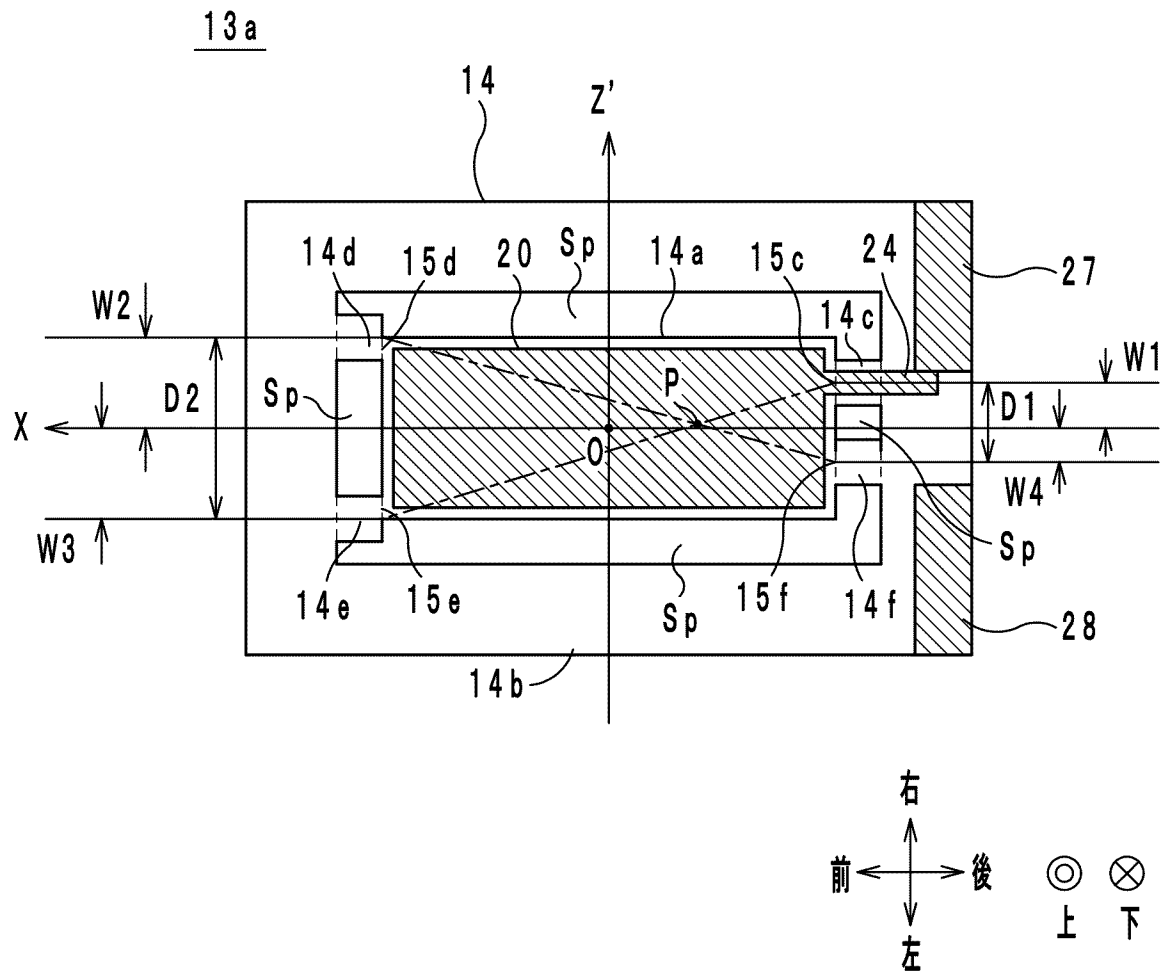
[図4]

FIG. 4

13

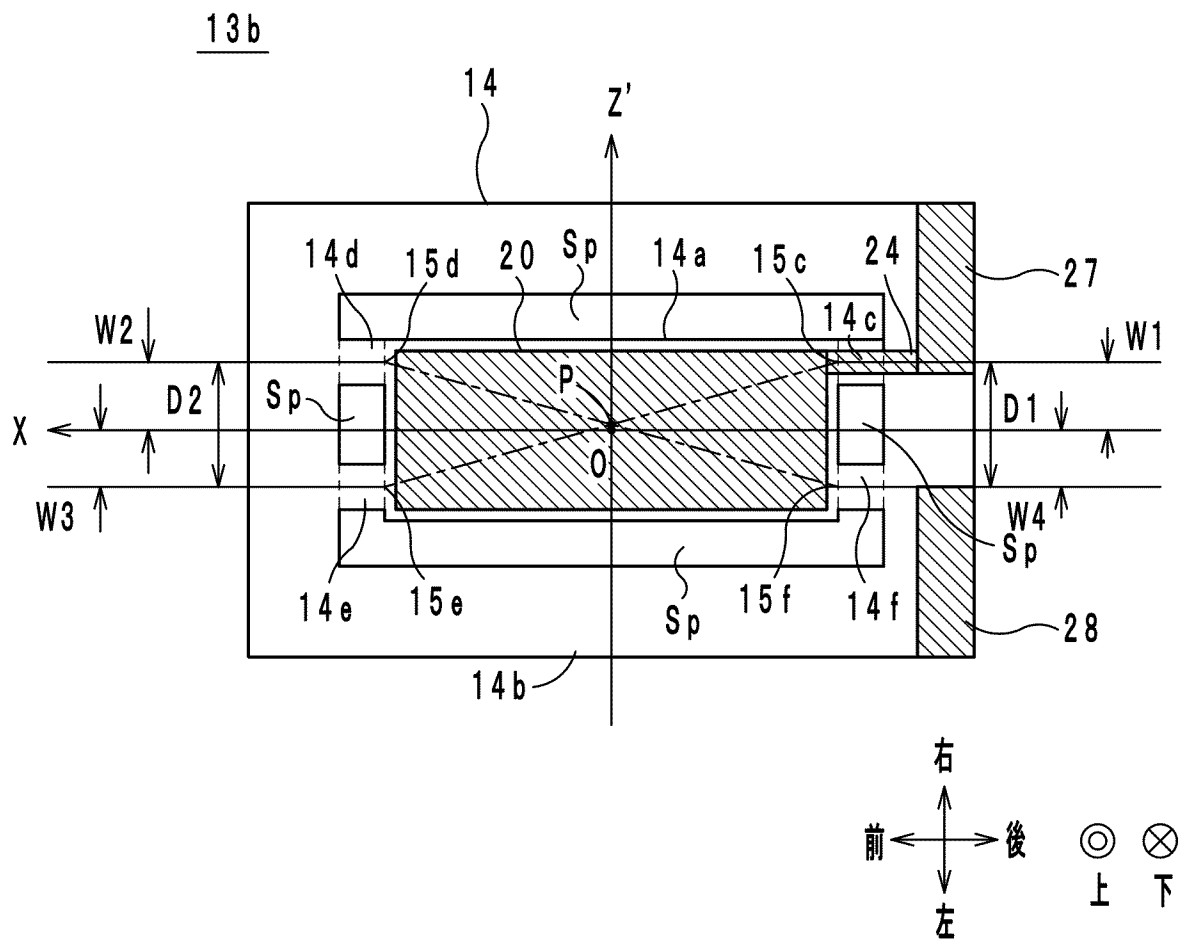
[図5]

FIG. 5



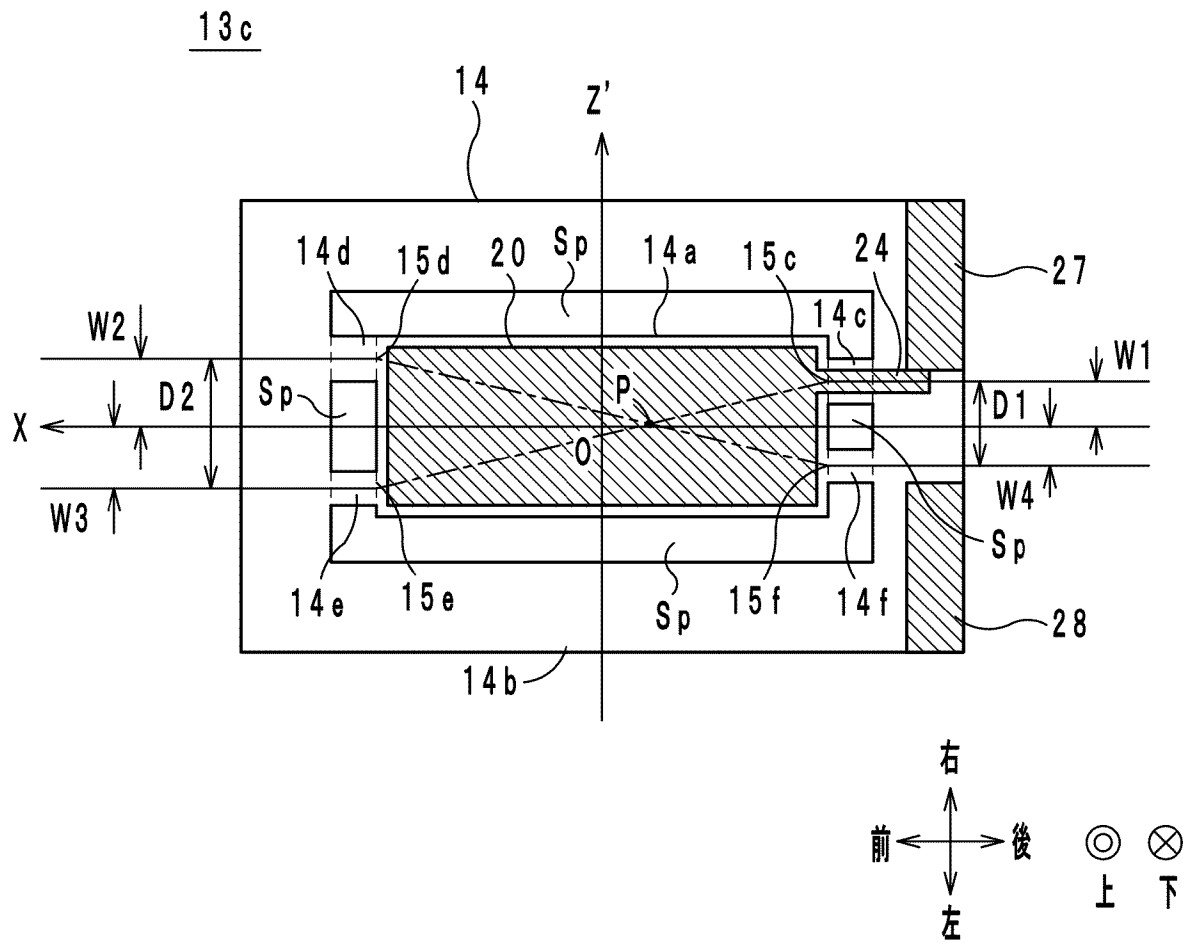
[図6]

FIG. 6



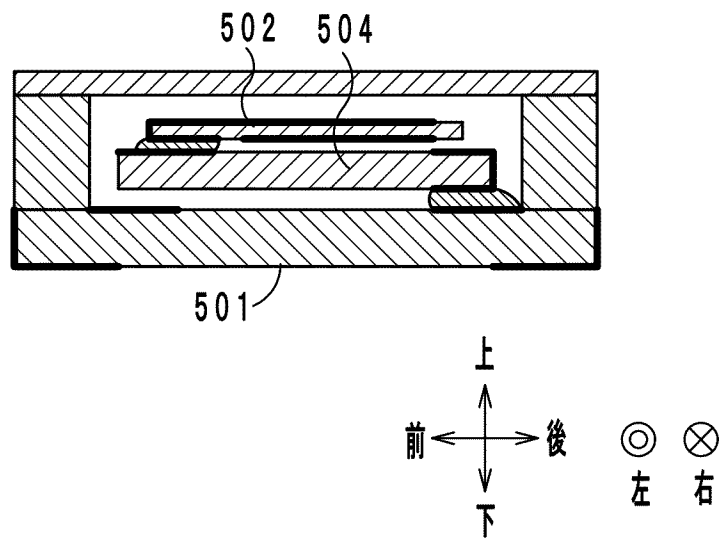
[図7]

FIG. 7



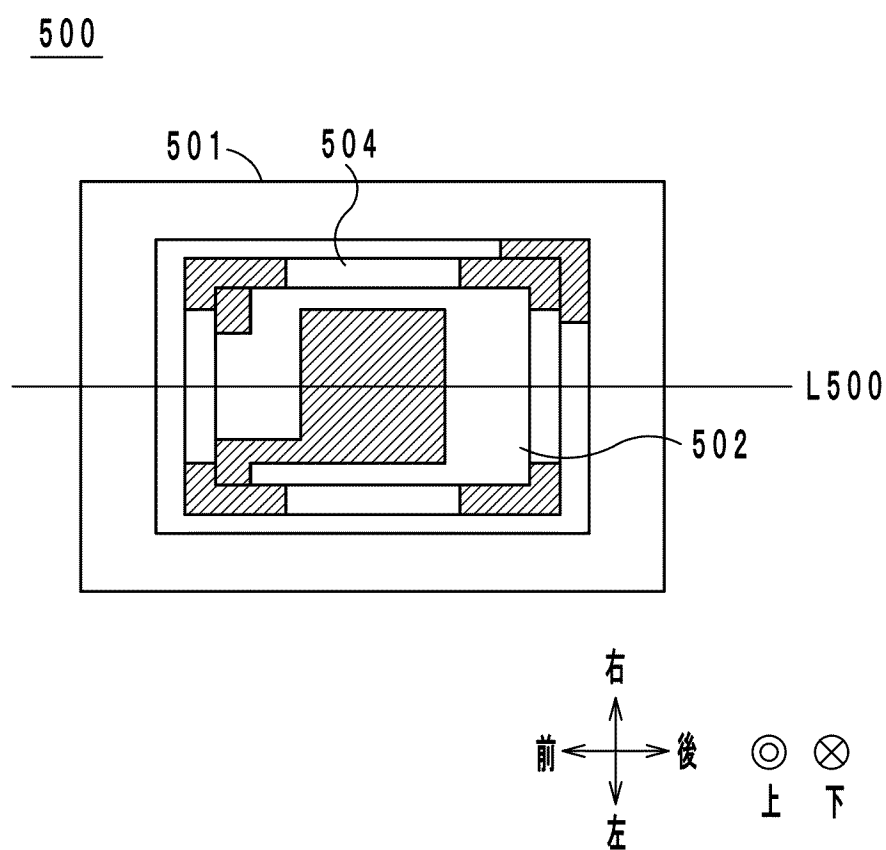
[図8]

FIG. 8

500

[図9]

FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/019063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

H03H9/19

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2007-243681 A (Daishinku Corp.), 20 September 2007 (20.09.2007), paragraphs [0028] to [0029]; fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2013-17103 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 24 January 2013 (24.01.2013), paragraph [0002]; fig. 3 (Family: none)	1-10

☐ 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
11 July 2017 (11.07.17)

Date of mailing of the international search report
25 July 2017 (25.07.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 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. H03H9/19

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2007-243681 A (株式会社大真空) 2007.09.20, [0028]-[0029], 図1 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2013-17103 A (日本電波工業株式会社) 2013.01.24, [0002], 図3 (ファミリーなし)	1-10

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

11.07.2017

国際調査報告の発送日

25.07.2017

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