

(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
2022年6月23日(23.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/130668 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/04 (2006.01) H03H 9/10 (2006.01)
H03H 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/025459
- (22) 国際出願日: 2021年7月6日(06.07.2021)
- (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 2020-207597 2020年12月15日(15.12.2020) JP
- (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: 山本 裕之 (YAMAMOTO, Hiroyuki);
〒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).
- (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 T M I
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, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: PIEZOELECTRIC OSCILLATOR

(54) 発明の名称: 圧電振動子

1

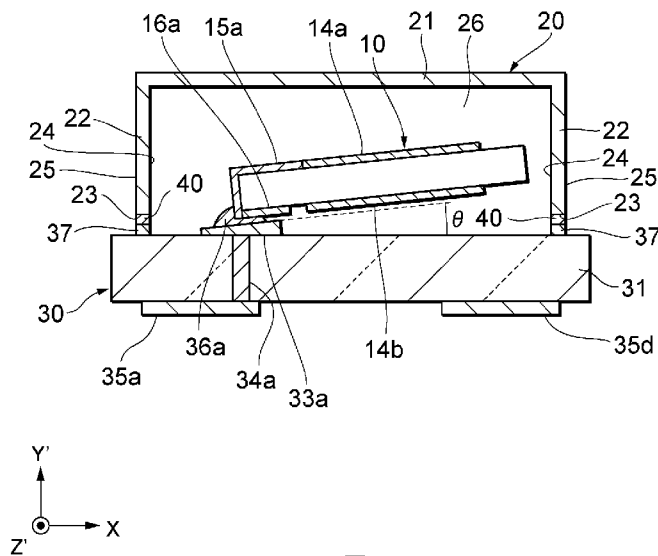


図 3

(57) Abstract: Provided is a piezoelectric oscillator that is capable of holding up the tip of a piezoelectric oscillation element while suppressing the occurrence of stress in the piezoelectric oscillation element. A crystal oscillator 1 comprises: a base member 30; electrode pads 33a, 33b which are provided to the base member 30; conductive holding members 36a, 36b which are conductive and which are formed on one surface of the electrode pads 33a, 33b; and a crystal oscillation element 10, one end part of which is held at the one surface by the conductive holding members 36a, 36b, wherein the

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,
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))

one surface is an inclined surface that is inclined at a certain angle.

(57) 要約：圧電振動素子に発生する応力を抑制しつつ、圧電振動素子の先端を持ち上げて保持することのできる圧電振動子を提供する。水晶振動子1は、ベース部材30と、ベース部材30に設けられた電極パッド33a、33bと、導電性を有し、電極パッド33a、33bの一方の面に形成される導電性保持部材36a、36bと、導電性保持部材36a、36bによって一端部が一方の面に保持される水晶振動素子10と、を備え、一方の面は、一定の角度で傾斜する傾斜面である。

明 細 書

発明の名称：圧電振動子

技術分野

[0001] 本発明は、圧電振動子に関する。

背景技術

[0002] 一般に、圧電振動子の１つとして水晶振動子が知られている。水晶振動子は、例えば、水晶振動素子と、水晶振動素子が収容される筐体を構成する蓋部材及びベース部材と、蓋部材及びベース部材を接合する接合部材とを備える。接合部材は、水晶振動素子を収納する蓋部材及びベース部材の内部空間を封止する。

[0003] 引用文献１には、一対の電極パッドを有する矩形状のベース、電極パッド上に導電性接合材を介して一端部が片持ち保持される圧電振動素子、ベースを気密封止する蓋を備える圧電振動デバイスであって、電極パッドは矩形状で、平面部とベースの長辺に沿う第１段差部と、ベースの短辺に沿う第２段差部とを有し、電極パッドのうち、互いの対向辺の全体に沿って第１段差部が形成され、ベースの他端部側の他端辺に沿って第２段差部と隙間部が形成され、導電性接合材は、電極パッドの平面部と第１段差部、第２段差部、隙間部の上部に亘って形成され、平面部に介在する厚肉接合部分の平面視面積が、第１段差部と第２段差部に介在する薄肉接合部分の平面視面積より大きいものが開示されている。この圧電振動デバイスは、電極パッドへの導電性接合材による圧電振動素子の保持状態を安定化させている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０２０－１００７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 引用文献１に記載の圧電振動デバイスでは、片持ち保持される圧電振動素

子の先端部が、基板等のベースと接触して破損することがある。そのため、製品高さの範囲内で、圧電振動素子の先端側を持ち上げて保持することが望まれる。

[0006] ここで、電極パッド上に保持される圧電振動素子の一端部の位置がずれると、圧電振動素子の先端側を持ち上げる効果を得られなかったり、逆に持ち上げすぎて蓋等に接触したりする可能性がある。そのため、電極パッドに形成された段差、溝、孔等に基づいて圧電振動素子の一端部を位置決めして保持する方法が提案されている。

[0007] しかしながら、このような方法では、電極パッドと圧電振動素子との間に線接触又は点接触が発生することがあり、当該線接触又は点接触する部分に振動、衝撃等の外部からの力が加わると、当該部分に発生する応力が大きくなり、圧電振動素子へのダメージが大きくなるおそれがあった。

[0008] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、圧電振動素子に発生する応力を抑制しつつ、圧電振動素子の先端を持ち上げて保持することのできる圧電振動子を提供することを目的の1つとする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一側面に係る圧電振動子は、ベース部材と、ベース部材に設けられた電極パッドと、導電性を有し、電極パッドの一方の面に形成される保持部材と、保持部材によって一端部が一方の面に保持される圧電振動素子と、を備え、一方の面は、一定の角度で傾斜する傾斜面である。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、圧電振動素子に発生する応力を抑制しつつ、圧電振動素子の先端を持ち上げて保持することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、第1実施形態における水晶振動子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

[図2]図2は、図1に示すベース部材の構成を概略的に示す平面図である。

[図3]図3は、図1に示す水晶振動子のⅠⅠⅠーⅠⅠⅠ線に沿った断面の構成

を概略的に示す断面図である。

[図4]図4は、第2実施形態における水晶振動子の断面の構成を概略的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に本発明の実施形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の構成要素は同一又は類似の符号で表している。図面は例示であり、各部の寸法や形状は模式的なものであり、本発明の技術的範囲を当該実施形態に限定して解すべきではない。

[0013] 各図面には、各図面の相互の関係を明確にし、各部材の位置関係を理解する助けとするために、便宜的にX軸、Y'軸及びZ'軸からなる直交座標系を付すことがある。X軸、Y'軸及びZ'軸は各図面において互に対応している。X軸、Y'軸及びZ'軸は、それぞれ、後述する水晶片11の結晶軸(Crystallographic Axes)に対応している。X軸は水晶の電気軸(極性軸)、Y軸は水晶の機械軸、Z軸は水晶の光学軸に、それぞれ相当する。Y'軸及びZ'軸は、それぞれ、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秒回転させた軸である。

[0014] 以下の説明において、X軸に平行な方向を「X軸方向」、Y'軸に平行な方向を「Y'軸方向」、Z'軸に平行な方向を「Z'軸方向」という。また、X軸、Y'軸及びZ'軸の矢印の先端方向を「正」又は「+ (プラス)」、矢印とは反対の方向を「負」又は「- (マイナス)」という。なお、便宜的に、+Y'軸方向を上方向、-Y'軸方向を下方向として説明するが、水晶振動素子10及び水晶振動子1の上下の向きは限定されるものではない。また、X軸及びZ'軸によって特定される面をZ'X面とし、他の軸によって特定される面についても同様とする。

[0015] また、以下の説明において、圧電振動子として、水晶振動素子(Quartz Crystal Resonator)を備えた水晶振動子(Quartz Crystal Resonator Unit)を例に挙げて説

明する。また、圧電振動素子として、水晶片（*Quartz Crystal Blank*）を備えた水晶振動素子を例に挙げて説明する。水晶片は、印加電圧に応じて振動する圧電体（圧電片）の一種である。なお、圧電振動素子は、水晶振動素子に限定されるものではなく、セラミック等の他の圧電体を利用するものであってもよい。同様に、圧電振動素子は、水晶振動素子に限定されるものではなく、セラミック等の他の圧電体を利用するものであってもよい。

[0016] <第1実施形態>

図1から図3を参照しつつ、第1実施形態に従う水晶振動子について説明する。図1は、第1実施形態における水晶振動子1の構成を概略的に示す分解斜視図である。図2は、図1に示すベース部材30の構成を概略的に示す平面図である。図3は、図1に示す水晶振動子1のⅠⅠⅠ-ⅠⅠⅠ線に沿った断面の構成を概略的に示す断面図である。

[0017] 図1に示すように、水晶振動子1は、水晶振動素子10と、蓋部材20と、ベース部材30と、接合材40と、を備える。蓋部材20及びベース部材30は、水晶振動素子10を収容するための保持器の構成の一部である。

[0018] 水晶振動素子10は、圧電効果により水晶を振動させ、電気エネルギーと機械エネルギーとを変換する素子である。水晶振動素子10は、例えばATカット型的水晶片11を含む。ATカット型的水晶片11は、人工水晶（*Synthetic Quartz Crystal*）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'軸とした場合、X軸及びZ'軸によって特定されるXZ'面を主面として切り出されたものである。

[0019] なお、ATカット型的水晶片11におけるY'軸及びZ'軸の回転角度は、35度15分から-5度以上+15度以下の範囲で傾いてもよい。また、水晶片11のカット角度は、ATカット以外の異なるカット、例えばBTカット、GTカット、SCカット等を適用してもよい。

[0020] A Tカット水晶片を用いた水晶振動素子は、広い温度範囲で高い周波数安定性を有する。また、A Tカット水晶振動素子は、経時変化特性にも優れている上、低コストで製造することが可能である。さらに、A Tカット水晶振動素子は、厚みすべり振動モード（Thickness Shear Vibration Mode）を主振動として用いる。

[0021] 水晶振動素子10は、一組の励振電極をさらに含む。この一組の励振電極の間に交番電界が印加される。これにより、厚みすべり振動モードによって水晶片11の振動部が所定の発振周波数で振動し、該振動に伴う共振特性が得られる。

[0022] このように、水晶振動素子10の主振動が厚みすべり振動モードであることにより、例えばA Tカットの水晶片11を用いることで、MHz帯の振動周波数で厚みすべり振動を行う水晶振動子1を容易に実現することができる。

[0023] 水晶片11は、XZ'面であって互いに対向する第1主面12a及び第2主面12bを有する。水晶片11は、平坦な板形状を有する。そのため、水晶片11の第1主面12a及び第2主面12bは、それぞれ、平坦面である。なお、水晶片11は、平坦な板状に限定されるものではなく、例えば、中央部が凸状や凹状であってもよい。

[0024] A Tカット型の水晶片11は、X軸方向に平行な長辺が延在する長辺方向と、Z'軸方向に平行な短辺が延在する短辺方向と、Y'軸方向に平行な厚さが延在する厚さ方向とを有する。水晶片11は、水晶片11の第1主面12aを平面視（以下、単に「平面視」という）したときに、矩形状を有する。

[0025] なお、水晶片11の平面形状は矩形状に限定されるものではない。水晶片11の平面形状は、多角形状、円形状、楕円形状、又はこれらの組合せであってもよい。

[0026] 水晶振動素子10は、一組の電極を構成する第1励振電極14a及び第2励振電極14bを含む。第1励振電極14aは、第1主面12aに設けられ

ている。また、第2励振電極14bは、第2主面12bに設けられている。第1励振電極14aと第2励振電極14bとは、各主面の中央を含む領域で水晶片11を挟んで互いに対向して設けられている。第1励振電極14aと第2励振電極14bは、XZ'面において略全体が重なり合うように配置されている。

[0027] 第1励振電極14a及び第2励振電極14bは、それぞれ、X軸方向に平行な長辺と、Z'軸方向に平行な短辺と、Y'軸方向に平行な厚さとを有している。図1に示す例では、XZ'面において、第1励振電極14a及び第2励振電極14bの長辺は、それぞれ水晶片11の長辺と平行である。同様に、第1励振電極14a及び第2励振電極14bの短辺は、それぞれ水晶片11の短辺と平行である。また、第1励振電極14a及び第2励振電極14bの長辺は、それぞれ水晶片11の長辺から離れている。同様に、第1励振電極14a及び第2励振電極14bの短辺は、それぞれ水晶片11の短辺から離れている。

[0028] 水晶振動素子10は、引出電極15a、15bと、接続電極16a、16bと、を含む。接続電極16aは、引出電極15aを介して第1励振電極14aと電氣的に接続されている。また、接続電極16bは、引出電極15bを介して第2励振電極14bと電氣的に接続されている。接続電極16a及び接続電極16bは、それぞれ、ベース部材30に電氣的に接続するための端子である。接続電極16a及び接続電極16bは、それぞれ、水晶片11の第2主面12bに設けられている。接続電極16a及び接続電極16bは、それぞれ、水晶片11のZ'軸負方向側の短辺付近において、当該短辺方向に沿って配列されている。

[0029] 引出電極15aは、第1励振電極14aと接続電極16aとを電氣的に接続している。具体的には、引出電極15aは、第1主面12a上において第1励振電極14aからZ'軸負方向及びX軸負方向に向かって延在し、第1主面12aから水晶片11の各側面を通して第2主面12bに至るように延在し、第2主面12b上の接続電極16aと電氣的に接続されている。また

、引出電極 15 b は、第 2 励振電極 14 b と接続電極 16 b とを電氣的に接続する。具体的には、引出電極 15 b は、第 2 主面 12 b 上において第 2 励振電極 14 b から X 軸負方向に向かって延在し、第 2 主面 12 b 上の接続電極 16 b と電氣的に接続されている。このように、引出電極 15 a、15 b を延在させることによって、第 1 主面 12 a 及び第 2 主面 12 b の両主面に設けられた第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b と電氣的に接続された接続電極 16 a、16 b を、片方の第 2 主面 12 b 上に配置させることができる。

[0030] 接続電極 16 a、16 b は、導電性保持部材 36 a、36 b を介して、ベース部材 30 の後述する電極に電氣的に接続される。

[0031] 第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b、引出電極 15 a、15 b、並びに、接続電極 16 a、16 b の各電極の材料は、特に限定されるものではないが、例えば、下地としてクロム (Cr) 層を有し、クロム層の表面にさらに金 (Au) 層を有していてもよい。

[0032] 本実施形態では、水晶振動素子 10 は、平坦な板形状の水晶片 11 を含む構成を説明したが、これに限定されるものではない。水晶片は、主面の中央を含む振動部が周縁部よりも厚いメサ型構造を採用してもよいし、振動部が周縁部よりも薄い逆メサ構造を採用してもよい。あるいは、水晶片は、振動部と周縁部の厚みの変化（段差）が連続的に変化するコンベックス形状又はベベル形状を適用してもよい。また、水晶片のカット角度は、AT カット以外の異なるカット、例えば BT カット等を適用してもよい。さらに、水晶振動素子は、水晶の結晶軸として互いに直交する X 軸、Y 軸、および Z 軸に対して所定の角度で切り出された水晶板を基材として、基部と、基部から延びている少なくとも 1 本の振動腕とを有する水晶片と、屈曲振動させるように振動腕に設けられた励振電極とを備える音叉型水晶振動素子であってもよい。

[0033] このように、水晶振動素子 10 が水晶片 11 と水晶片 11 の振動部に配置された一組の第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b とを含むことによ

り、振動部が所定の振動モードで振動する水晶振動素子 10 を容易に実現することができる。

[0034] 蓋部材 20 及びベース部材 30 は、水晶振動素子 10 を収容する内部空間 26 を形成する。蓋部材 20 及びベース部材 30 は、後述する接合材 40 によって接合される。

[0035] 蓋部材 20 は、凹形状、具体的には開口を含む箱形状を有し、内面 24 及び外面 25 を有する。蓋部材 20 は、ベース部材 30 の第 1 主面 32 a に対向する天面部 21 と、天面部 21 の外縁に接続されており、かつ天面部 21 の主面に対して法線方向に延在する側壁部 22 と、を含む。蓋部材 20 は、例えば、X 軸方向に平行な長辺が延在する長辺方向と、Z' 軸方向に平行な短辺が延在する短辺方向と、Y' 軸方向に平行な高さ方向と、を有する。また、蓋部材 20 は、凹形状の開口縁においてベース部材 30 の第 1 主面 32 a に対向する対向面 23 を有する。対向面 23 は、枠形状を有しており、水晶振動素子 10 の周囲を囲むように延在している。

[0036] 蓋部材 20 は、例えば金属製の部材である。具体的には、蓋部材 20 は、鉄 (Fe) 及びニッケル (Ni) を含む合金である 42 アロイ、又は、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、コバルト (Co) を含む合金であるコバールから構成される。42 アロイ及びコバールは、ともに熱膨張率の低い金属として知られている。蓋部材 20 の最内面 (内面 24 を含む面) にめっきにより形成されたニッケル (Ni) 層等が設けられてもよい。また、蓋部材 20 の最外面 (外面 25 を含む面) に酸化防止等を目的とした金 (Au) 層等が設けられてもよい。さらに、蓋部材 20 の対向面 23 に、めっきにより形成されたニッケル (Ni) 層及び金 (Au) 層等が設けられてもよい。但し、蓋部材 20 の材料は、特に限定されるものではない。

[0037] このように、ベース部材 30 との間に形成された内部空間 26 に水晶振動素子 10 を収容する蓋部材 20 を備えることにより、外部の環境から水晶振動素子 10 を保護することができる。

[0038] ベース部材 30 は、水晶振動素子 10 を励振可能に支持するものである。

具体的には、水晶振動素子 10 は、導電性保持部材 36 a、36 b を介してベース部材 30 の第 1 主面 32 a に励振可能に保持されている。

[0039] ベース部材 30 は、平坦な板形状を有している。ベース部材 30 は、X 軸方向に平行な長辺が延在する長辺方向と、Z' 軸方向に平行な短辺が延在する短辺方向と、Y' 軸方向に平行な厚さが延在する厚さ方向とを有する。

[0040] ベース部材 30 は、基体 31 を含んでいる。基体 31 は、互いに対向する XZ' 面である第 1 主面 32 a 及び第 2 主面 32 b を有する。基体 31 は、例えば絶縁性セラミック（アルミナ）等の焼結材である。この場合、基体 31 は、複数の絶縁性セラミックシートを積層して焼結してもよい。あるいは、基体 31 は、ガラス材料（例えばケイ酸塩ガラス、又はケイ酸塩以外を主成分とする材料であって、昇温によりガラス転移現象を有する材料）、水晶材料（例えば AT カット水晶）又はガラスエポキシ樹脂等で形成されてもよい。基体 31 は、耐熱性材料から構成されることが好ましい。基体 31 は、単層であっても複数層であってもよく、複数層である場合、第 1 主面 32 a の最表層に形成される絶縁層を含む。

[0041] ベース部材 30 は、第 1 主面 32 a に設けられた電極パッド 33 a、33 b と、第 2 主面 32 b に設けられた外部電極 35 a、35 b、35 c、35 d と、を含む。電極パッド 33 a、33 b は、水晶振動素子 10 と電氣的に接続するための端子である。また、外部電極 35 a、35 b、35 c、35 d は、図示しない回路基板と電氣的に接続するための端子である。電極パッド 33 a は、Y' 軸方向に延在するビア電極 34 a を介して外部電極 35 a に電氣的に接続され、電極パッド 33 b は、Y' 軸方向に延在するビア電極 34 b を介して外部電極 35 b に電氣的に接続されている。ビア電極 34 a、34 b は基体 31 を Y' 軸方向に貫通する図示しないビアホール内に形成される。

[0042] 電極パッド 33 a、33 b は、第 1 主面 32 a 上においてベース部材 30 の X 軸負方向側の短辺付近に設けられている。図 1 に示す例では、電極パッド 33 a、33 b は、ベース部材 30 の短辺から離れてかつ当該短辺方向に

沿って配列されている。電極パッド33aは、導電性保持部材36aを介して水晶振動素子10の接続電極16aが接続されている。また、電極パッド33bは、導電性保持部材36bを介して水晶振動素子10の接続電極16bが接続されている。

[0043] 複数の外部電極35a、35b、35c、35dは、第2主面32bのそれぞれの角付近に設けられている。図1に示す例では、外部電極35a、35bは、電極パッド33a、33bの直下に配置されている。これにより、Y'軸方向に延在するビア電極34a、34bによって、外部電極35a、35bを電極パッド33a、33bに電氣的に接続することができる。

[0044] 図1に示す例では、4つの外部電極35a、35b、35c、35dのうち、ベース部材30のX軸負方向側の短辺付近に配置された外部電極35a、35bは、水晶振動素子10の入出力信号が供給される入出力電極である。また、ベース部材30のX軸正方向側の短辺付近に配置された外部電極35c、35dは、水晶振動素子10の入出力信号が供給されないダミー電極である。

[0045] なお、電極パッド33a、33b及び外部電極35a、35b、35c、35dの配置関係は、前述した例に限定されるものではない。

[0046] 例えば、入出力電極である2つの外部電極が、第2主面32bの対角上に設けられていてもよい。あるいは、4つの外部電極は、第2主面32bの角ではなく各辺の中央付近に配置されていてもよい。また、外部電極の個数は4つに限るものではなく、例えば入出力電極である2つの外部電極のみであってもよい。

[0047] また、電極パッドと外部電極との電氣的な接続の態様は、ビア電極によるものに限定されない。例えば、第1主面32a又は第2主面32b上に引出電極を引き出すことによって、電極パッド又は内部電極と外部電極との電氣的な接続を達成してもよい。あるいは、ベース部材30の基体31を複数層で形成し、ビア電極を中間層に至るまで延在させ、中間層において引出電極を引き出すことによって、電極パッド又は内部電極と外部電極との電氣的な

接続を図ってもよい。

- [0048] 基体 31 の第 1 主面 32 a には、封止枠 37 が設けられている。封止枠 37 は、ベース部材 30 の第 1 主面 32 a を平面視したときに、枠形状を有している。封止枠 37 の内側には電極パッド 33 a, 33 b がそれぞれ配置されており、水晶振動素子 10 を囲むように設けられている。
- [0049] ベース部材 30 の電極パッド 33 a, 33 b、外部電極 35 a、35 b、35 c、35 d、及び封止枠 37 は、いずれも金属膜から構成されている。例えば、電極パッド 33 a, 33 b、外部電極 35 a、35 b、35 c、35 d、及び封止枠 37 は、それぞれ、下層から上層にかけて、モリブデン (Mo) 層、ニッケル (Ni) 層及び金 (Au) 層が積層されて構成されている。また、ビア電極 34 a、34 b は、基体 31 のビアホール内にモリブデン (Mo) 等の金属材料を充填して形成することができる。
- [0050] 蓋部材 20 及びベース部材 30 の両者が接合材 40 を介して接合されることによって、水晶振動素子 10 は、蓋部材 20 とベース部材 30 とによって囲まれた内部空間 26 に封止される。この場合、内部空間 26 の圧力は、大気圧よりも低圧な真空状態であることが好ましい。これにより、第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b の酸化による経時変化等を低減できる。
- [0051] 接合材 40 は、蓋部材 20 及びベース部材 30 の各全周に亘って設けられている。具体的には、接合材 40 は、封止枠 37 の上に設けられている。封止枠 37 及び接合材 40 が、蓋部材 20 の側壁部 22 の対向面 23 と、ベース部材 30 の第 1 主面 32 a との間に介在することによって、水晶振動素子 10 が蓋部材 20 及びベース部材 30 に封止される。
- [0052] 接合材 40 は、金属材料から構成されている。接合材 40 は、複数の金属によって構成される合金、例えば、金 (Au) - 錫 (Sn) 共晶合金から構成されている。
- [0053] このように、ベース部材 30 と蓋部材 20 とを接合する接合材 40 を備えることにより、ベース部材 30 と蓋部材 20 との間の内部空間 26 に、水晶振動素子 10 を封止することができる。

- [0054] 本構成例の水晶振動子 1 においては、ベース部材 30 の外部電極 35 a、35 b を介して、水晶振動素子 10 における一組の第 1 励振電極 14 a 及び第 2 励振電極 14 b の間に交番電界が印加される。これにより、厚みすべり振動モード等の所定の振動モードによって水晶片 11 の振動部が振動し、該振動に伴う共振特性が得られる。
- [0055] 図 2 及び図 3 に示すように、水晶振動素子 10 は、水晶片 11 の長辺方向の一方の端部（電極パッド 33 a、33 b が配置される側の端部）が固定端であり、その他方端が自由端となるように、保持されている。
- [0056] より詳細には、導電性保持部材 36 a、36 b は、電極パッド 33 a、33 b の一方の面（図 2 及び図 3 において Y' 軸正方向側の面）に形成され、当該導電性保持部材 36 a、36 b によって、水晶振動素子 10 の一端部が電極パッド 33 a、33 b の面上に保持される。そして、自由端である先端を含む水晶振動素子 10 の他端部が持ち上げられる。
- [0057] この構造は、例えば、電極パッド 33 a、33 b の一方の面の上に導電性接着剤を塗布し、水晶振動素子 10 を搭載した状態で導電性接着剤を加熱して固化させることにより、得ることができる。固化させた導電性保持部材 36 a、36 b によって、水晶振動素子 10 の接続電極 16 a、16 b とベース部材 30 の電極パッド 33 a、33 b とが電氣的に接続される。また、水晶振動素子 10 は、第 2 励振電極 14 b がベース部材 30 の第 1 主面 32 a に対向するように、搭載される。
- [0058] このように、導電性保持部材 36 a、36 b の材料は、導電性を有する接着剤であることが好ましい。これにより、電極パッド 33 a、33 b と水晶振動素子 10 とを導通させつつ、水晶振動素子 10 の一端部を電極パッド 33 a、33 b の一方の面に保持する構造（構成）を容易に実現することができる。
- [0059] 導電性保持部材 36 a、36 b が形成される電極パッド 33 a、33 b の一方の面は、一定の角度で傾斜する傾斜面である。より詳細には、当該一方の面は、窪み、孔、凹凸等のない連続した面である。この傾斜面の形成方法

は、例えばマスクに対してベース部材30を傾斜させてパターニングする方法、逆にベース部材30に対してマスクを傾斜させてパターニングする方法、あるいはメッシュの大きさが連続的に変化するマスクを用いる方法等が挙げられる。

[0060] このように、電極パッド33a, 33bの一方の面が一定の角度で傾斜する傾斜面であることにより、水晶振動素子10の一端部と電極パッド33a, 33bの一方の面との間に点接触及び線接触が生じることなく、先端を含む他端部を一定の角度で持ち上げることが可能となる。従って、水晶振動素子10と電極パッド33a, 33bとの間に発生し得る点接触及び線接触を回避することができ、外部から振動や衝撃等の力が加わるときでも、水晶振動素子10に発生する応力を抑制することができる。また、段差、溝、孔等に基づいて圧電振動素子の一端部の位置決めを行っていた従来と比較して、持ち上がり寸法のばらつき要素を減らすことができ、水晶振動素子10の先端を含む他端部を容易に持ち上げて保持することができる。

[0061] また、電極パッド33a, 33bの一方の面は、ベース部材30の第1主面32aに対して所定の角度 θ を有している。この角度 θ の値は、水晶振動素子10の寸法、特に長手方向の長さ、水晶振動子1の寸法、特に高さ方向の長さ等から算出される。角度 θ は、例えば2°以上9°以下の範囲内である。

[0062] このように、電極パッド33a, 33bの一方の面がベース部材30の第1主面32aに対して所定の角度 θ を有することにより、水晶振動素子10の先端を含む他端部を持ち上げる構造（構成）を容易に実現することができる。

[0063] <第2実施形態>

次に、図4を参照しつつ、本発明の第2実施形態に従う共振子及び共振装置について説明する。なお、以下の実施形態において、第1実施形態と同一又は類似の構成について同一又は類似の符号を付し、第1実施形態と異なる点について説明する。また、同様の構成による同様の作用効果については、

逐次言及しない。

[0064] 図4は、第2実施形態における水晶振動子201の断面の構成を概略的に示す断面図である。図4は、第1実施形態における図3に対応する断面図である。図4に示す第2実施形態の構成例は、蓋部材220が平坦な板状の部材であり、ベース部材230が開口を含む箱形状を有する点で、図3に示した第1実施形態の構成例と相違する。

[0065] ベース部材230は、蓋部材220側に、内底面238a、対向面238b、及び内側面238cを有する。内底面238a及び対向面238bは、蓋部材220の第1主面222aに対向している。内底面238aは、蓋部材220側の中央部に位置する。内底面238aには、電極パッド233aが設けられている。内側面238cは、内底面238a及び対向面238bを繋ぐ面である。対向面238bは、内底面238aを平面視したときに内底面238aの外側に位置し、枠形状を有している。対向面238bの上には、全周に亘って封止枠237が設けられている。

[0066] 蓋部材220は、互いに対向する第1主面222a及び第2主面222bを有する。第2主面222bの外周部に、全周に亘って接合材240が設けられている。接合材240によって、ベース部材230及び蓋部材220が接合され、内部空間226が封止される。内部空間226には、水晶振動素子210が収容される。

[0067] 電極パッド233aの一方の面（図4においてY'軸正方向側の面）には、導電性保持部材236aが形成されており、水晶振動素子210の一端部は、導電性保持部材236aによって電極パッド233aの面上に保持される。そして、第1実施形態と同様に、自由端である先端を含む水晶振動素子210の他端部が持ち上げられる。

[0068] 以上、本発明の例示的な実施形態について説明した。第1実施形態及び第2実施形態に従う水晶振動子において、電極パッドの一方の面は一定の角度で傾斜する傾斜面である。これにより、水晶振動素子の一端部と電極パッドの一方の面との間に点接触及び線接触が生じることなく、先端を含む他端部

を一定の角度で持ち上げることが可能となる。従って、水晶振動素子と電極パッドとの間に発生し得る点接触及び線接触を回避することができ、外部から振動や衝撃等の力が加わるときでも、水晶振動素子に発生する応力を抑制することができる。また、段差、溝、孔等に基づいて圧電振動素子の一端部の位置決めを行っていた従来と比較して、持ち上がり寸法のばらつき要素を減らすことができ、水晶振動素子の先端を含む他端部を容易に持ち上げて保持することができる。

[0069] また、前述した水晶振動子において、電極パッドの一方の面は、ベース部材の第1主面に対して所定の角度 θ を有する。これにより、水晶振動素子の先端を含む他端部を持ち上げる構造（構成）を容易に実現することができる。

[0070] また、前述した水晶振動子において、導電性保持部材の材料は、導電性を有する接着剤である。これにより、電極パッドと水晶振動素子とを導通させつつ、水晶振動素子の一端部を電極パッドの一方の面に保持する構造（構成）を容易に実現することができる。

[0071] また、前述した水晶振動子において、ベース部材との間に形成された内部空間に水晶振動素子を収容する蓋部材をさらに備える。これにより、外部の環境から水晶振動素子を保護することができる。

[0072] また、前述した水晶振動子において、ベース部材と蓋部材とを接合する接合材をさらに備える。これにより、ベース部材と蓋部材との間の内部空間に、水晶振動素子を封止することができる。

[0073] また、前述した水晶振動子において、水晶振動素子は、水晶片と水晶片の振動部に配置された一組の第1励振電極及び第2励振電極とを含む。これにより、振動部が所定の振動モードで振動する水晶振動素子を容易に実現することができる。

[0074] また、前述した水晶振動子において、圧電片の材料は、水晶である。これにより、例えばppmオーダーの周波数温度特性が得られる水晶振動子を容易に実現することができる。

[0075] なお、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。すなわち、実施形態及び／又は変形例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、各実施形態及び／又は各変形例が備える各要素及びその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、実施形態及び変形例は例示であり、異なる実施形態及び／又は変形例で示した構成の部分的な置換又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

[0076] 1…水晶振動子、10…水晶振動素子、11…水晶片、12a…第1主面、12b…第2主面、14a…第1励振電極、14b…第2励振電極、15a…引出電極、15b…引出電極、16a…接続電極、16b…接続電極、20…蓋部材、21…天面部、22…側壁部、23…対向面、24…内面、25…外面、26…内部空間、30…ベース部材、31…基体、32a…第1主面、32b…第2主面、33a…電極パッド、33b…電極パッド、34a…ビア電極、34b…ビア電極、35a…外部電極、35b…外部電極、35c…外部電極、35d…外部電極、36a…導電性保持部材、36b…導電性保持部材、37…封止枠、40…接合材、201…水晶振動子、210…水晶振動素子、220…蓋部材、222a…第1主面、222b…第2主面、226…内部空間、230…ベース部材、233a…電極パッド、236a…導電性保持部材、237…封止枠、238a…内底面、238b…対向面、238c…内側面、240…接合材、 θ …角度。

請求の範囲

- [請求項1] ベース部材と、
 前記ベース部材に設けられた電極パッドと、
 導電性を有し、前記電極パッドの一方の面に形成される保持部材と
 、
 前記保持部材によって一端部が前記一方の面に保持される圧電振動
 素子と、を備え、
 前記一方の面は、一定の角度で傾斜する傾斜面である、
 圧電振動子。
- [請求項2] 前記一方の面は、前記ベース部材に対して所定の角度を有する、
 請求項1に記載の圧電振動子。
- [請求項3] 前記保持部材の材料は、導電性接着剤である、
 請求項1又は2に記載の圧電振動子。
- [請求項4] 前記ベース部材との間に形成された空間に、前記圧電振動素子を収
 容する蓋部材をさらに備える、
 請求項1から3のいずれか一項に記載の圧電振動子。
- [請求項5] 前記ベース部材と蓋部材とを接合する接合材をさらに備える、
 請求項4に記載の圧電振動子。
- [請求項6] 前記圧電振動素子は、圧電片と前記圧電片の振動部に配置された一
 組の励振電極とを含む、
 請求項1から5のいずれか一項に記載の圧電振動子。
- [請求項7] 前記圧電片の材料は、水晶である、
 請求項6に記載の圧電振動子。

[図1]

1

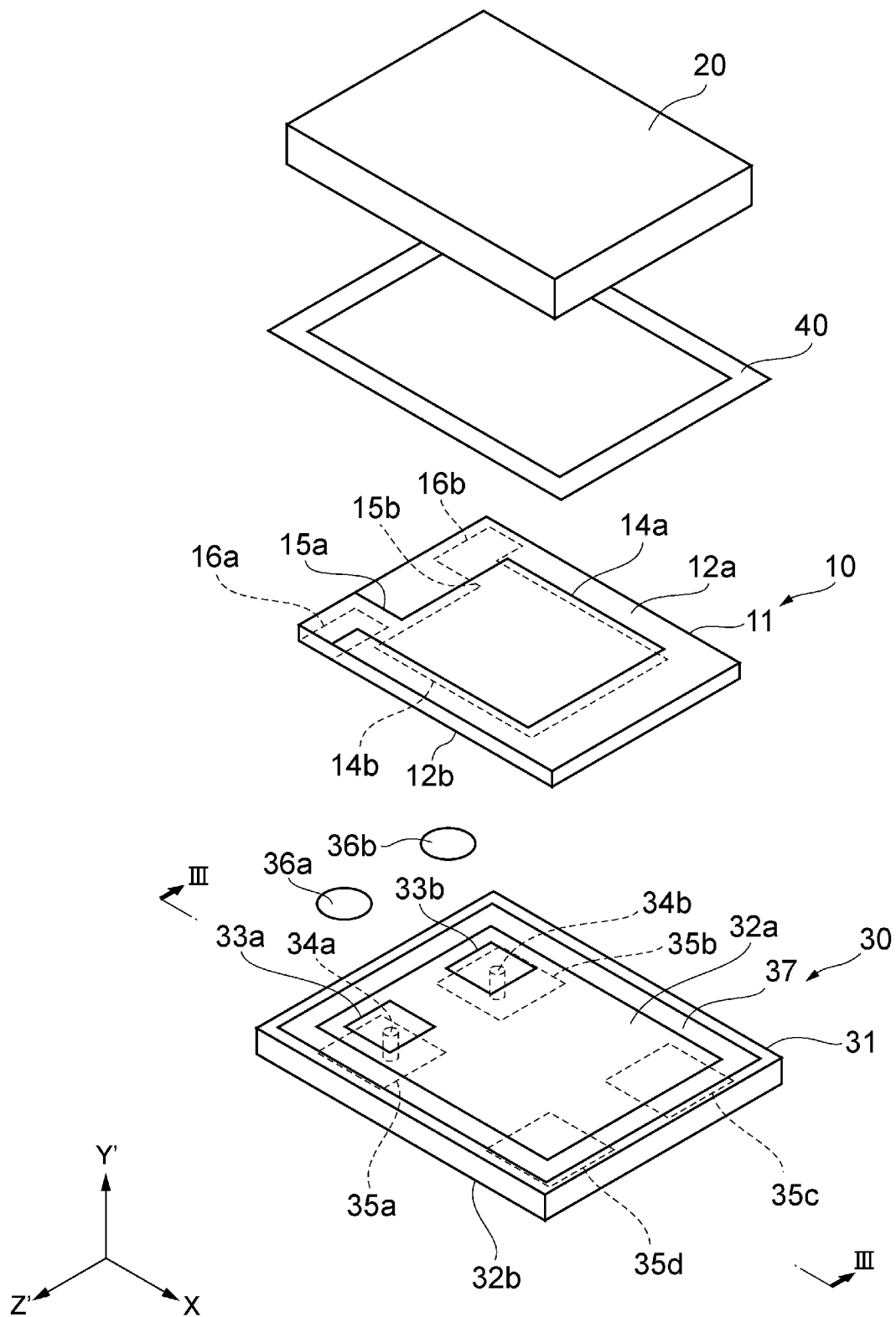


図 1

[図2]

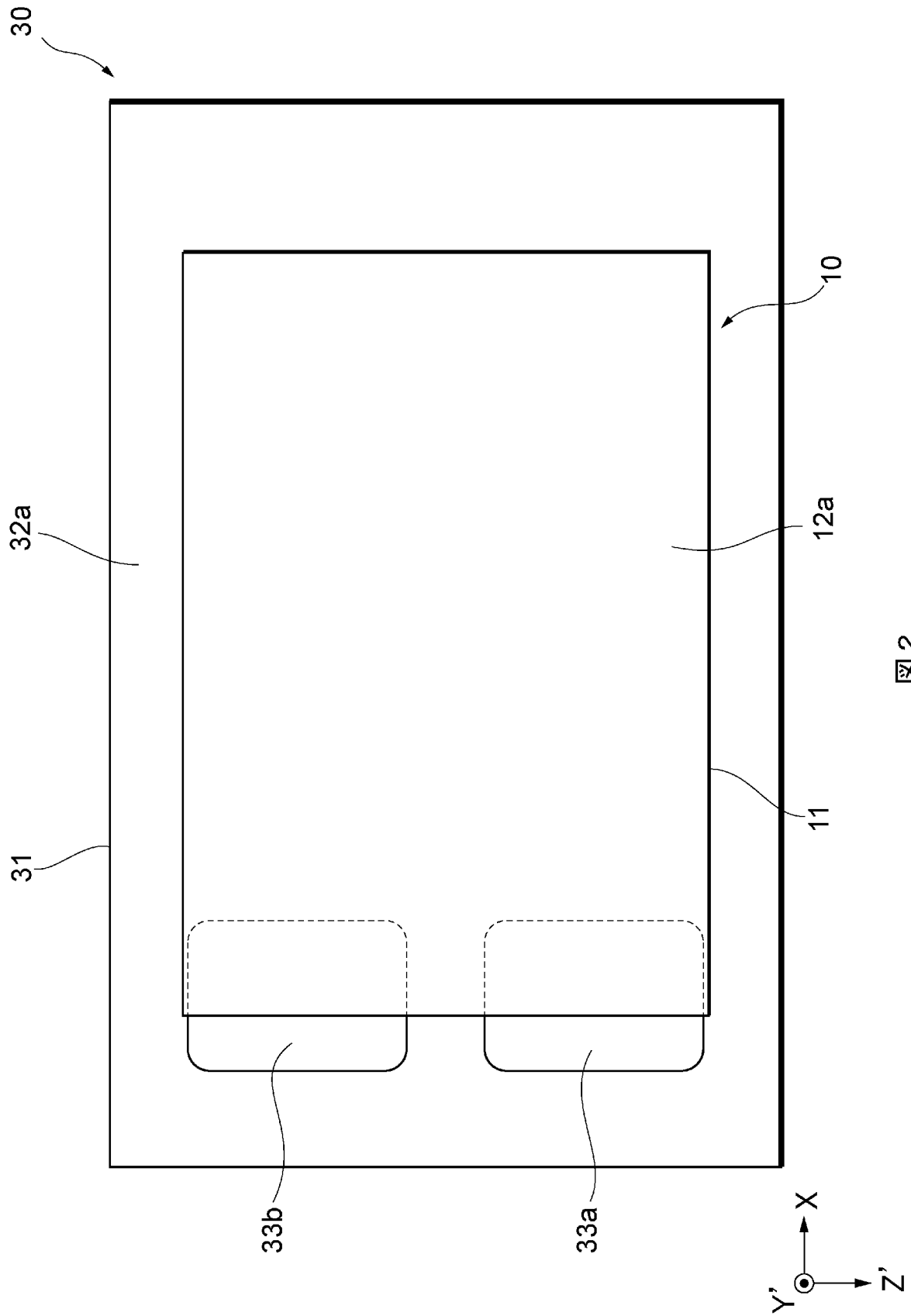
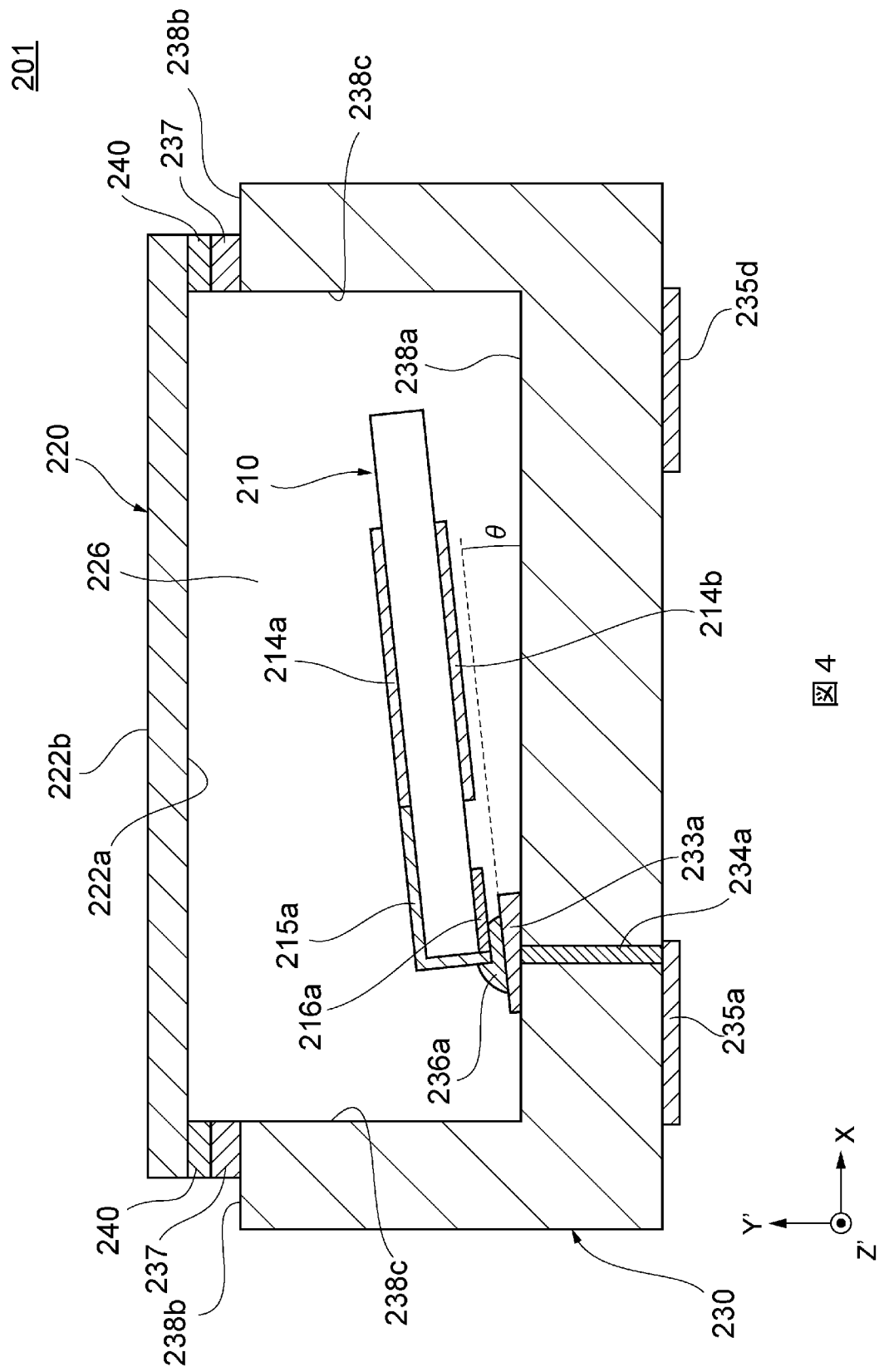


図 2

[図4]



4
✕

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/025459

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/04(2006.01)i; H03H 9/02(2006.01)i; H03H 9/10(2006.01)i
 FI: H03H9/10; H03H9/02 A; H01L23/04 Z

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)

H01L23/04; H03H9/02; H03H9/10

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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	JP 2016-103753 A (KYOCERA CRYSTAL DEVICE CORPORATION) 02 June 2016 (2016-06-02) paragraphs [0010], [0015]-[0016], [0032]-[0035], [0040], [0042]-[0044], fig. 3-4	1-7
A	JP 2009-130543 A (EPSON TOYOCOM CORP.) 11 June 2009 (2009-06-11) paragraphs [0023]-[0044], fig. 2-3	1-7



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

16 August 2021 (16.08.2021)

Date of mailing of the international search report

24 August 2021 (24.08.2021)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/025459

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2016-103753 A	02 Jun. 2016	(Family: none)	
JP 2009-130543 A	11 Jun. 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/04(2006.01)i; H03H 9/02(2006.01)i; H03H 9/10(2006.01)i FI: H03H9/10; H03H9/02 A; H01L23/04 Z		
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）） H01L23/04; H03H9/02; H03H9/10 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
X	JP 2016-103753 A（京セラクリスタルデバイス株式会社）02.06.2016（2016-06-02） 段落[0010], [0015]-[0016], [0032]-[0035], [0040], [0042]-[0044], 図3-4	1-7
A	JP 2009-130543 A（エプソントヨコム株式会社）11.06.2009（2009-06-11） 段落[0023]-[0044], 図2-3	1-7
☐ 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、一般的な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 16.08.2021		国際調査報告の発送日 24.08.2021
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） 志津木 康 5W 1787 電話番号 03-3581-1101 内線 3576

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/JP2021/025459

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-103753	A	02.06.2016	(ファミリーなし)	
JP	2009-130543	A	11.06.2009	(ファミリーなし)	