

(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
2012年8月16日(16.08.2012)



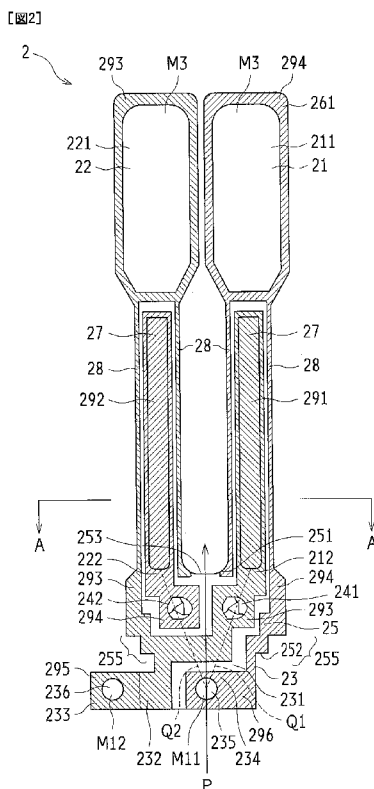
(10) 国際公開番号
WO 2012/108335 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/19 (2006.01) H01L 41/18 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) H03H 9/215 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052425
- (22) 国際出願日: 2012年2月2日(02.02.2012)
- (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 2011-024231 2011年2月7日(07.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社大真空(DAISHINKU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6750194 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野 1 3 8 9 番地 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 阪本 和靖 (SAKAMOTO Yoshinobu) [JP/JP]; 〒6750194 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野 1 3 8 9 番地 株式会社大真空内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人あーく特許事務所 (ARC PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 4 丁目 1 4 番 3 号住友生命御堂筋ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[続葉有]

(54) Title: TUNING-FORK TYPE PIEZOELECTRIC VIBRATING REED AND TUNING-FORK TYPE PIEZOELECTRIC VIBRATOR

(54) 発明の名称: 音叉型圧電振動片、および音叉型圧電振動子



(57) Abstract: A tuning-fork type piezoelectric vibrating reed comprises a piezoelectric vibration element plate provided with a pair of legs functioning as a vibration unit, and a base from which the legs project. The pair of legs projects from one end surface of the base so that the legs are juxtaposed, and a forked part is formed between the legs at the intermediate position of the one end surface of the base in the width direction. The base has a pair of through holes formed along the one end surface, and has a connecting area for connecting to an exterior portion on the side of the other end surface opposite to the one end surface of the base. The pair of through holes is formed at the position which is closer to the centerline of the base than base end portions of the legs in the width direction, so that the through holes are not in contact with each other. The plane area of the through hole gradually decreases from the opposite ends of the through hole defined on the front and back surfaces of the piezoelectric vibration element plate toward the inner part of the piezoelectric vibration element plate, and the wall surface of the through hole is formed spirally.

(57) 要約: 音叉型圧電振動片は、圧電振動素板が、振動部である一対の脚部と、前記脚部を突出して設けた基部とから構成されてなる。前記一対の脚部は、前記基部の一端面から突出して並設され、前記一対の脚部の間であって、前記基部の一端面の幅方向における中間位置に叉部が形成される。前記基部には、前記基部の一端面に沿って一対の貫通孔が形成され、前記基部の一端面に対向する他端面側に外部に接合する接合領域を有する。前記一対の貫通孔は、前記一対の脚部の基端部より基部の幅方向の中心線に近接する位置に、互い（相互）の貫通孔が接しない状態で形成される。前記貫通孔では、前記圧電振動素板の表裏両主面における前記貫通孔の両端部から前記圧電振動素板の内部に向かって前記貫通孔の平面積が次第に小さくなり、かつ、前記貫通孔の壁面が螺旋状に形成される。



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：音叉型圧電振動片、および音叉型圧電振動子

技術分野

[0001] 本発明は、電子機器等に用いられる音叉型圧電振動片、およびそれを用いた音叉型水晶振動子に関する。

背景技術

[0002] 圧電振動子に代表される圧電振動デバイスは、携帯電話など移動体通信機等に広く用いられている。圧電振動子に用いられる圧電振動片の一つとして音叉型圧電振動片がある。音叉型圧電振動片は、基部と、基部から一方向に伸びる一対の振動脚（以下、脚部と称する）とからなる音叉形状の圧電振動片であり、音叉型圧電振動片を使用した音叉型圧電振動子は、時計のクロック源として広く使用されている。

[0003] 例えば、特許文献1に記載の音叉型圧電振動片では、さらに、外部に接合する接合部が、基部の2つの脚部を形成した一端面と対向する他端面から突出形成されている。これら基部の他端面から突出形成された接合部は、基部の他端面から両側面に沿ってT字状に2股に分かれて延出して成形され、それぞれ先端部は、2つの脚部の先端と同じ方向に向いている。

[0004] この音叉型圧電振動子では、その本体筐体がベースと蓋とから構成され、本体筐体の内部には、ベース上に導電性材料により音叉型圧電振動片の接合部の先端部が電気機械的に接合され、この接合された音叉型圧電振動片が本体筐体の内部に気密封止されている。この音叉型圧電振動子によれば、振動漏れ（音響リーク）を防ぐことが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2004-357178号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記したように、特許文献1に記載の音叉型圧電振動子によれば、ベース上に導電性材料により音叉型水晶振動片の接合部の先端部が電気機械的に接合されているので、振動部である脚部から、ベースの接合位置までの引回し電極が長くなり、脚部で生じる振動が伝わり難くなる。しかしながら、その反面、ベースへの接合位置が接合部の先端部であり、振動部が脚部であり、その基部を介した実質長さが長くなるので、振動の応力や、当該音叉型圧電振動子を外部から衝撃を加えた時の外力に対して耐え難く、基部や接合部で応力や外力を受けて、圧電振動片が割れ易くなる。また、接合部の平面視全長が長くなるので、平面視全長が長い接合部を搭載するためのベースの搭載領域を確保する必要がある、その結果、圧電振動子の本体筐体の小型化の妨げとなる。

[0007] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、音響リークを防ぐとともに、応力や外力に強い小型化に適した音叉型圧電振動片、および音叉型圧電振動子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明にかかる音叉型圧電振動片は、圧電振動素板が、振動部である一对の脚部と、前記脚部を突出して設けた基部とから構成され、前記一对の脚部は、前記基部の一端面から突出して並設され、前記一对の脚部の間であって、前記基部の一端面の幅方向における中間位置に叉部が形成され、前記基部には、前記基部の一端面に沿って一对の貫通孔が形成され、前記基部の一端面に対向する他端面側に外部に接合する接合領域を有し、前記一对の貫通孔は、前記一对の脚部の基端部より基部の幅方向の中心線に近接する位置に、互い（相互）の貫通孔が接しない状態で形成され、前記貫通孔では、前記圧電振動素板の表裏両主面における前記貫通孔の両端部から前記圧電振動素板の内部に向かって前記貫通孔の平面積が次第に小さくなり、かつ、前記貫通孔の壁面が螺旋状に形成されたことを特徴とする。

[0009] 本発明によれば、音叉型圧電振動片の小型化を妨げることなく音響リーク

をより効率的に防ぐことができ、応力や外力に強く、音叉型圧電振動片が割れるなどの不具合が生じるのを防ぐことができる。

[0010] つまり、前記叉部は、前記基部の一端面の幅方向における中間位置に形成され、前記基部には、前記基部の一端面に沿って前記一对の貫通孔が形成され、前記基部の一端面に対向する他端面側に前記接合領域を有し、前記一对の貫通孔は、前記一对の脚部の基端部より基部の幅方向の中心線に近接する位置で、かつ、互い（相互）の貫通孔が接しない状態で形成されているので、当該音叉型圧電振動片を励振させる際に発生した振動のアンバランスから生じる振動漏れ（音響リーク）を抑えることが可能となる。前記接合領域では一对の脚部で生じた一部の振動エネルギーの伝播も前記基部に形成された前記貫通孔で断つことができる。

[0011] 特に、前記貫通孔は、砂時計のように前記圧電振動素板の表裏両主面における前記貫通孔の両端部から前記圧電振動素板の内部に向かって次第に前記貫通孔の平面積が小さく形成され、しかも前記貫通孔の壁面も螺旋状に形成されているので、外部からの応力も貫通孔の螺旋状の壁面に沿って徐々に弱めながら分散させることができ、前記一对の脚部で生じた一部の振動エネルギーの伝播も前記貫通孔の螺旋状の壁面に沿って徐々に弱めながら逃がすことができる。結果として、振動漏れ（音響リーク）をより効率的に抑えることが可能となり、外部との前記接合領域として応力や外力に強い構成とすることができる。例えば、当該音叉型圧電振動片を外部に搭載するなど当該音叉型圧電振動片を他の部材に接合したり、当該音叉型圧電振動片に外力がかかったりすることで発振周波数のズレなどが生じる場合があるが、本発明によれば、このような不具合を大きく減じることができる。また、前記接合領域において物理的および電氣的な破断が発生するのを抑えることが可能となるので、耐衝撃性などの耐久性を向上させる。

[0012] また、前記構成において、前記圧電振動素板の表裏主面には、一对の励振電極と、前記一对の励振電極からそれぞれ引き出された引出電極とが形成され、前記引出電極の形成領域に前記一对の貫通孔が形成され、前記一对の貫

通孔には導通電極が形成され、前記導通電極により前記表裏主面に形成された前記引出電極を導通し、前記引出電極の一部は、前記叉部に接した状態で前記一对の脚部の基端部間に引き出されなくてもよい。

[0013] この場合、上述の作用効果に加え、前記叉部あたりの稜部や側端面、あるいは叉部に近接する他の基部の稜部や側端面を経由して前記表裏主面間の引出電極を延出する配線構造を必要としないため、断線などが生じにくい電気的な接続性が安定した構成とすることができる。また、前記引出電極の一部は、前記叉部に接した状態で前記一对の脚部の基端部間に引き出されないようにしているため、前記基部の主面に形成される前記引出電極についても断線などが生じにくいより簡略化された配線パターン設計が容易となるため、当該音叉型圧電振動片の基部の小型化も同時に実現できる。

[0014] 特に、前記貫通孔は、砂時計のように前記圧電振動素板の表裏両主面における前記貫通孔の両端部から前記圧電振動素板の内部に向かって次第に前記貫通孔の平面積が小さく形成され、しかも前記貫通孔の壁面も螺旋状に形成されているので、前記貫通孔の表面積を増大させることができ、このように形成された前記貫通孔の壁面のみに前記導通電極を形成したとしても、より安定した状態で前記貫通孔の壁面に電極を形成することが可能となり、断線が生じ難くなり導通状態を安定させることができる。また前記貫通孔は、砂時計のように前記圧電振動素板の表裏両主面における前記貫通孔の両端部から前記圧電振動素板の内部に向かって次第に前記貫通孔の平面積が小さく形成され、しかも前記貫通孔の壁面も螺旋状に形成されているので、このように形成された前記貫通孔に前記導通電極を充填することで前記導通電極を形成したとしても、前記貫通孔にボイドが発生するのを抑制することが可能となり、前記貫通孔内において前記導通電極の接合にアンカー効果が生じ、前記導通電極を前記貫通孔内から剥離するのを防止することが可能となるため、断線が生じ難くなり導通状態を安定させることができる。

[0015] また、前記構成において、圧電振動素板が、振動部である一对の脚部と、外部に接合する接合部と、これら前記脚部および前記接合部を突出して設け

た基部とから構成され、前記一对の脚部は、前記基部の一端面から突出して並設され、前記一对の脚部の間であって、前記基部の一端面の幅方向における中間位置に叉部が形成され、前記基部には、前記基部の一端面に沿って一对の貫通孔が形成され、前記接合部は、部の一端面に対向する他端面の、前記叉部に対向する位置から突出し、外部に接合する第1の接合領域を有し、前記第1の接合領域は、前記接合部の幅方向における中間位置にある一領域に、外部に接合する第1の接合領域を有してもよい。

[0016] この場合、上述の作用効果に加え、前記叉部は、前記基部の一端面の幅方向における中間位置に形成され、前記基部には、当該基部の一端面に沿って一对の貫通孔が形成され、前記接合部は、前記基部の一端面と対向する他端面の、前記叉部に対向する位置から突出し、少なくとも、前記接合部の幅方向における中間位置の一領域で、外部に接合する第1の接合領域を有しているので、前記接合部の長さや面積を拡大することなく当該音叉型圧電振動片を励振させる際に発生した振動のアンバランスから生じる振動漏れ（音響リーク）をより効率的に抑えることが可能となる。特に、前記接合部の第1の接合領域では前記一对の脚部で生じた一部の振動エネルギーの伝播も砂時計のようで、かつ、前記壁面も螺旋状に形成された前記貫通孔と組み合わせられることでより効率的に断つことができるため、振動漏れ（音響リーク）をより一層効率的に抑えることが可能となり、外部との前記接合領域として応力や外力に強い構成とすることができる。また、前記接合部において物理的および電氣的な破断が発生するのを抑えることが可能となるので、耐衝撃性などの耐久性を向上させる。

[0017] また、前記構成において、前記第1の接合領域と前記脚部の基端部を結ぶ線分上の位置に前記貫通孔が形成されてもよい。

[0018] この場合、上述の作用効果に加え、前記第1の接合領域と前記一对の脚部の基端部を結ぶ線分上の位置に形成された前記貫通孔により、前記振動エネルギーの伝播もより効率的に断つことができ、振動漏れ（音響リーク）をさらにより一層効率的に抑えることが可能となる。

- [0019] また、前記構成において、前記接合部は平面視Ｌ字状に形成され、前記第１の接合領域が平面視Ｌ字状に成形された折曲箇所である折曲部に形成され、前記接合部の先端部に、外部に接合する第２の接合領域が形成されてもよい。
- [0020] この場合、上述の作用効果に加え、接合部の長さを拡大することなく振動漏れ（音響リーク）を抑えることが可能となる。特に、前記接合部における外部に接合する前記第１の接合領域は、音響リークをより効率的に押さえられた前記折曲部で一方の極として電氣的機械的に接合することができ、前記接合部における外部に接合する前記第２の接合領域は、音響リークの影響や応力や外力の影響を受けない前記先端部で他方の異極として電氣的機械的に接合することができる。
- [0021] また、前記構成において、前記叉部と前記振動部との境界点を境界点Ｐ１とし、前記境界点Ｐ１から前記基部の側面までの前記基部上における長さが最短となる前記側面の点を最短点Ｐ２とし、前記境界点Ｐ１から前記最短点Ｐ２までの長さを最短長Ｄ１とし、前記境界点Ｐ１と前記貫通孔とを最短長で結んだ長さを長さＤ２とし、前記貫通孔から前記基部の側面までの前記基部上における長さが最短となる前記側面の点を最短点Ｐ３とし、前記貫通孔と前記最短点Ｐ３とを結んだ長さを長さＤ３とし、長さＤ２と長さＤ３とを合算した合算最短長を合算最短長Ｄ４として、前記最短長Ｄ１＞前記合算最短長Ｄ４の関係を満たしてもよい。
- [0022] この場合、前記最短長Ｄ１＞前記合算最短長Ｄ４の関係を満たすので、前記接合部に伝播する応力を抑えることが可能となる。
- [0023] また、上記の目的を達成するため、本発明にかかる音叉型圧電振動子は、本発明にかかる音叉型圧電振動片が、当該音叉型圧電振動子の筐体内部に設けられたことを特徴とする。本発明によれば、上述のように構成された、例えば音叉型圧電振動片の第１の接合領域が筐体内部の保持部に接合された音叉型圧電振動子にも適用でき、上述の音叉型圧電振動片が筐体内部で保持部に接合された音叉型圧電振動子として同様の作用効果を有する。

発明の効果

[0024] 以上のように、本発明によれば、音響リークを防ぐとともに、応力や外力に強い小型化に適した音叉型圧電振動片、および音叉型圧電振動子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、本発明の実施形態を示す音叉型水晶振動子の構成を示した図であり、音叉型水晶振動子に配された音叉型水晶振動片を図2に示すA-A線で切った時の音叉型水晶振動子の模式的な断面図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態を示す音叉型水晶振動片の一主面側の平面図である。

[図3]図3は、本発明の実施形態を示す音叉型水晶振動片の他主面側の平面図である。

[図4]図4は、図4(a)と図4(b)とからなり、図4(a)は、本発明の実施形態を示す音叉型水晶振動片に形成された貫通孔の模式的な平面図であり、図4(b)は、その模式的な断面図である。

[図5]図5は、図2に示す音叉型水晶振動片の基部を拡大した拡大平面図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、音叉型水晶振動子を例に挙げて図面とともに説明する。本実施形態で使用される音叉型水晶振動子1は、ベース3と図示しない蓋とが封止部材Hを介して接合されて筐体が構成される。具体的には、上部が開口したベース3の電極パッド32上に音叉型水晶振動片2がメッキバンプなどの金属膜M1を介して接合され、封止部材Hを介してベース3に蓋を接合し、収納部を気密封止した構成となっている（下記参照）。ここで、本実施形態では音叉型水晶振動子1の公称周波数は32.768kHzとなっている。なお、この公称周波数は一例であり、他の周波数にも適用可能である。

[0027] ベース3は、例えばセラミック材料やガラス材料、樹脂材料などからなる絶縁体の容器体で構成されている。ベース3は、周囲に堤部30を有し、か

つ、上部が開口した断面視凹形状で成形され、ベース 3 の内部（収納部）には音叉型水晶振動片 2 を搭載するための段差部 3 1 が形成されている。そして、段差部 3 1 の上面には、音叉型水晶振動片 2 を搭載する一対の電極パッド 3 2（図 1 では一方のみを示す）が形成されている。一対の電極パッド 3 2 はベース 3 の内部に形成された図示しない配線パターンを介してベース 3 の底面（裏面）に形成されている 2 つ以上の端子電極 3 3 に電氣的に接続されている。ベース 3 の堤部 3 0 の天面（周囲）には金属膜層 3 4（封止部材 H の一部を構成）が、天面に沿って周状に形成されている。例えば、ベース 3 にセラミック材料を用いた場合には、電極パッド 3 2 や端子電極 3 3、金属膜層 3 4 は、例えば 3 層の積層体で構成されており、下からタングステン、ニッケル、金の順で積層されている。タングステンはメタライズ技術により、セラミック焼成時に一体的に形成され、ニッケル、金の各層はメッキ技術により形成される。なお、タングステンの層にモリブデンを使用してもよい。

[0028] 図示しない蓋は、例えば金属材料やセラミック材料、ガラス材料などからなり、平面視矩形状の一枚板に成形されている。この蓋の下面には封止材（封止部材 H の一部を構成）が形成されている。この蓋はシーム溶接やビーム溶接、加熱溶融接合などの手法により封止材 H を介してベース 3 に接合されて、蓋とベース 3 とによる音叉型水晶振動子 1 の筐体が構成される。

[0029] 音叉型水晶振動片 2 は、圧電振動素板であり、異方性材料の水晶 Z 板からなる 1 枚の水晶ウェハ（図示省略）から多数個の音叉型水晶振動片 2 が一括成形される。この音叉型水晶振動片 2 の外形成形に関して、フォトリソグラフィ技術を用いてレジストまたは金属膜を水晶ウェハに形成し、水晶ウェハに形成したレジストまたは金属膜をマスクとして用いて例えばウェットエッチングによって音叉型水晶振動片 2 が外形成形されている。

[0030] 音叉型水晶振動片 2 は、図 2、図 3 に示すように、振動部である一対の第 1 脚部 2 1 および第 2 脚部 2 2 と、外部（本実施形態ではベース 3 の電極パッド 3 2）と接合する接合部 2 3 と、これら第 1 脚部 2 1、第 2 脚部 2 2、

接合部 23 を突出して設けた基部 25 とから構成されている。また、一对の第 1 脚部 21 および第 2 脚部 22 の間であって、基部 25 の一端面 251 の幅方向における中間位置に叉部 253 が形成されている。音叉型水晶振動片 2 の表裏両主面（一主面 261 と他主面 262）には、少なくとも一对の励振電極 291, 292 と、一对の励振電極 291, 292 からそれぞれ引き出された引出電極 293, 294 とが形成されている。また、音叉型水晶振動片 2 の一主面 261 には、引出電極 293, 294 の導出端部であり、外部に接合される接合部 23 に形成された接続電極 295, 296 が形成されている。また、引出電極 293, 294 の一部（他端部 297, 298）は、叉部 253（叉部 253 の近傍を含む）に引き出されている。特に本実施形態では、貫通孔 241, 242 が形成され、貫通孔 241, 242 を用いて引出電極 293, 294 の引き回しを行っている。そのため、叉部 253 において引出電極 293, 294 の引き回しを行わなくてもよく、引出電極 293, 294 の他端部 297, 298 を、叉部 253（叉部 253 の近傍を含む）に位置することができる。そのため、本実施形態では、叉部 253 と貫通孔 241, 242 との間に引出電極 293, 294 の引き回しパターンを設計する必要がなく、引出電極 293, 294 の他端部 297, 298 は、叉部 253（叉部 253 の近傍を含む）に接した状態で第 1 の脚部 21 の基端部 212 と第 2 の脚部 22 の基端部 222 との間に引き出されない。そのため、引出電極 293, 294 の他端部 297, 298 が叉部 253（叉部 253 の近傍を含む）に接し、引出電極 293, 294 の形成ズレが生じたとしても断線が発生しない。また、叉部 253（叉部 253 の近傍を含む）に、引出電極 293, 294 の引き回しパターンを設計しないことから、励振電極 291, 292 をより幅広にして大きく形成することができる。その結果、直列共振抵抗値（C1 値）を低減させることができる。また、引出電極 293, 294 の引き回しパターンの設計領域を、音叉型水晶振動片 2 の叉部 253（叉部 253 の近傍を含む）付近に確保する必要がないことから、引出電極 293, 294 の導通を目的として、叉部 253 と第 1 の脚

部 2 1 の基端部 2 1 2 と第 2 の脚部 2 2 の基端部 2 2 2 との素板形状を、テーパ形状や R が大きい円弧形状にする必要がなく、音叉型水晶振動片 2 の小型化に対応しやすい。このため、音叉型圧電振動片 2 の基部 2 5 の表裏両主面（一主面 2 6 1 と他主面 2 6 2）に形成される引出電極 2 9 3， 2 9 4 について断線などが生じ難い、より簡略化された配線パターン設計が容易となり、音叉型圧電振動片 2 の基部 2 5 の小型化が同時に実現できる。

[0031] 基部 2 5 は、平面視左右対称形状とされ、図 2、図 3 に示すように、振動部（第 1 脚部 2 1（特に基端部 2 1 2），第 2 脚部 2 2（特に基端部 2 2 2）参照）より幅広に形成されている。また、基部 2 5 の他端面 2 5 2 付近が、一端面 2 5 1 から他端面 2 5 2 にかけて幅狭になるように漸次段差形成されている。このため、振動部である第 1 脚部 2 1 および第 2 脚部 2 2 の振動により発生した漏れ振動を他端面 2 5 2 により減衰させることができ、接合部 2 3 へ漏れ振動が伝わるのを抑制することができ、音響リーク（振動漏れ）をさらに低減するのに好ましい。なおここでいう漸次幅狭になる構成としては、基部 2 5 の平面視全体形状を基準として、基部 2 5 の幅寸法が大きい一端面 2 5 1 付近に対して、基部 2 5 の幅が狭い、および狭くなる部分のことをいい（以下、この部分を、括れ部 2 5 5 とする）、なお、この括れ部 2 5 5 において基部 2 5 の幅が一番狭くなる部分が一端となり、この括れ部 2 5 5 の一端は、基部 2 5 の他端面 2 5 2 と接合部 2 3 との境界（境界点）であり、図 5 に示す P 3 となる。また、括れ部 2 5 5 は、図 2， 3 に示す段差形状に限らずテーパ状や、曲面状としてもよく、またこれらの形状の組み合わせであってもよい。

[0032] また、基部 2 5 の一端面 2 5 1 において、一端面 2 5 1 に沿って（平行に）一对の貫通孔 2 4 1， 2 4 2 が並んで形成されている。一对の貫通孔 2 4 1， 2 4 2 は、後述する一对の脚部 2 1， 2 2 の基端部 2 1 2， 2 2 2 より基部 2 5 の幅方向の中心線 P（図 2， 3 参照）に近接する位置で、かつ、互い（相互）の貫通孔 2 4 1， 2 4 2 が接しない状態で基部 2 5 の幅方向の中心線 P に線対称に形成されている。

- [0033] また、一对の貫通孔 2 4 1, 2 4 2 に関して、後述する第 1 の接合領域 2 3 5 と脚部 2 1 の基端部 2 1 2 の中心とを結ぶ線分を Q 1 とし、第 1 の接合領域 2 3 5 と脚部 2 2 の基端部 2 2 2 の中心とを結ぶ線分を Q 2 とした時に、線分 Q 1, Q 2 上の位置に、一对の貫通孔 2 4 1, 2 4 2 が形成されている。このため振動エネルギーの伝播もより効率的に断つことができ、振動漏れ（音響リーク）をさらにより一層効率的に抑えることが可能となる。
- [0034] また、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 は、引出電極 2 9 3, 2 9 4 の形成領域に形成され、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の内部には、図示しない導通電極が形成されている。貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の内部に形成された導通電極は、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の壁面 S 1 のみに形成してもよく、または貫通孔 2 4 1, 2 4 2 に導通電極を充填した状態で形成してもよい。このような貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の構成により、一主面 2 6 1 に形成された引出電極 2 9 3, 2 9 4 から他主面 2 6 2 の同極の引出電極 2 9 3, 2 9 4 へとそれぞれ引き回される。
- [0035] また、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の内部の壁面は、図 4 (a) の平面図に示すように、複数の壁面 S 1 からなり、これら複数の壁面 S 1 により、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の内部の壁面が螺旋状に形成されている。また、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 では、図 4 (b) の断面図に示すように、砂時計のように音叉型水晶振動片 2 の表裏両主面（一主面 2 6 1 と他主面 2 6 2）における貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の両端部 T 1, T 2 から音叉型水晶振動片 2 の内部 T 3 に向かって次第に（漸次）、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の平面積（貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の開口径や開口幅に係する開口面積）が小さくなる。このような貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の構成は、水晶などの異方性のある結晶材料に対して貫通孔 2 4 1, 2 4 2 をウェットエッチングで形成する際、オーバーエッチングしないようにエッチング液の温度や濃度などを最適に設定するとともに、エッチング時間を最適に管理することで構成することができる。
- [0036] また、図 4 に示すような貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の形状とすることで、外部からの応力も螺旋状に配された（形成された）複数の壁面 S 1 に沿って徐々に弱めながら分散させることができ、振動部である第 1 脚部 2 1 および第 2

脚部 2 2 の振動により生じた一部の振動エネルギーの伝播も貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の螺旋状の壁面 S 1 に沿って徐々に弱めながら逃がすことができる。

[0037] また、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の両端部 T 1, T 2 から貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の内部 T 3 に向かって漸次、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の平面積を小さくすることができるので、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の表面積を増大させることができ、導通電極の導通状態を安定させることができる。

[0038] また、図 2, 5 に示すように、叉部 2 5 3 と、振動部（第 1 脚部 2 1 の基端部 2 1 2, 第 2 脚部 2 2 の基端部 2 2 2）との境界点を境界点 P 1 とし、基部 2 5 上における境界点 P 1 から基部 2 5 の側面 2 5 4 までの長さが最短となる側面 2 5 4 の最短点を最短点 P 2 とし、境界点 P 1 から最短点 P 2 までの最短長を最短長 D 1 とする。また、境界点 P 1 と貫通孔 2 4 1, 2 4 2 とを最短長で結んだ長さを長さ D 2 とし、基部 2 5 上における貫通孔 2 4 1, 2 4 2 から基部 2 5 の側面 2 5 4 までの長さが最短となる側面 2 5 4 の点を最短点 P 3 とし、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 と最短点 P 3 とを最短長で結んだ長さを長さ D 3 とし、長さ D 2 と長さ D 3 とを合算した合算最短長を合算最短長 D 4 とする。本実施の形態では、最短長 D 1 に対して合算最短長 D 4 の方が短い。このように最短長 D 1 > 合算最短長 D 4 の関係を満たすことで、接合部 2 3 に伝播する応力を抑えることができる。これは、振動部位が、叉部 2 5 3 から基部 2 5 の側面 2 5 4 までの最短長の部位であることに関係しており、基部 2 5 における叉部 2 5 3 から側面 2 5 4 までの最短長が、最短長 D 1 から合算最短長 D 4 に変わることで、合算最短長 D 4 上の部位を軸に、第 1 脚部 2 1, 第 2 脚部 2 2 が振動する。そのため、最短長が最短長 D 1 から合算最短長 D 4 に変移することにより、振動によって生じる応力を合算最短長 D 4 上の部位に集中させることができる。その結果、接合部 2 3 に伝播する応力を抑えることができ、また、振動漏れを抑制することができる。なお、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の基部 2 5 上での形成位置は、最短長 D 1 > 最短長 D 4 の関係を満たしておれば、任意に設定可能であり、貫通孔 2 4 1, 2 4 2 の中心を合算最短長 D 4 を通る線上に配さなくてもよい。また、本実

施の形態では、基部25上における貫通孔241、242から基部25の側面254までの長さが最短となる最短点P3は、図2に示すように、括れ部255の一端にあり、この括れ部255の一端は、基部25で最も幅が狭くなる部分である。このため、合算最短長D4上の部位を括れ部255のうち最も幅狭になる部分に集中させることができ、その結果、音響リーク（振動漏れ）を極めて効果的に低減するのに好ましい。

[0039] 一对の第1脚部21および第2脚部22は、図2、3に示すように、基部25の一端面251から突出して叉部253を介して並設されている。なお、ここでいう叉部253は、一端面251の幅方向の中間位置（中央領域）に設けられ、2つの境界点P1（図5参照）の間の領域のことをいう。これら第1脚部21および第2脚部22の先端部211、221および基端部212、222は、第1脚部21および第2脚部22の他の部位と比べて突出方向に対して直交する方向に幅広に成形されている。このうち、第1脚部21および第2脚部22の先端部211、221の幅広領域を、第1脚部21および第2脚部22の幅広領域という。また、第1脚部21および第2脚部22の先端部211、221それぞれの隅部は曲面形成されている。このように先端部211、221を幅広に成形することで、先端部211、221（先端領域）を有効に利用することができ、音叉型水晶振動片2の小型化に有用であり、低周波数化にも有用である。また、それぞれ先端部211、221の隅部を曲面形成することで、外力を受けた時などに堤部などに接触するのを防止することができる。なお、ここでいう先端部211、221の隅部は、曲面に限らずテーパ状でもよく、曲面とテーパ状の隅部を組み合わせた形状であってもよい。

[0040] また、一对の第1脚部21および第2脚部22の一主面261と他主面262には、音叉型水晶振動片2の小型化により劣化する直列共振抵抗値（本実施形態ではC1値、以下同様）を改善させるために、溝部27がそれぞれ形成されている。また、音叉型水晶振動片2の外形のうち側面28の一部は一主面261と他主面262に対して傾斜して成形されている。これは、音

叉型水晶振動片 2 を湿式でエッチング成形する際に基板材料の結晶方向（X，Y 方向）へのエッチングスピードが異なることに起因している。

[0041] 接合部 23 は、図 2，3 に示すように、下記する引出電極 293，294 を外部電極（本発明でいう外部であり、本実施形態ではベース 3 の電極パッド 32，32）と電気機械的に接合するためのものである。具体的に、接合部 23 は、一对の第 1 脚部 21 および第 2 脚部 22 が突出した基部 25 の一端面 251 と対向する他端面 252 の幅方向の中間位置（中央領域）から突出形成されている。すなわち、一对の第 1 脚部 21 と第 2 脚部 22 との間に配された叉部 253 と正対向する位置に、接合部 23 が突出形成されている。

[0042] 特に、本実施形態では、接合部 23 は、基部 25 の他端面 252 に対して平面視垂直方向に突出した他端面 252 よりも幅狭な短辺部 231 と、短辺部 231 の先端部と連なり短辺部 231 の先端部において平面視直角に折曲されて基部 25 の幅方向に延出する長辺部 232 とから構成され、接合部 23 の先端部 233 は基部 25 の幅方向に向いている。すなわち、接合部 23 は、平面視 L 字状に成形され、平面視 L 字状に成形された折曲箇所である折曲部 234 が短辺部 231 の先端部に対応する。このように基部 25 の他端面 252 よりも短辺部 231 が幅狭な状態で形成されているので、振動漏れのさらなる抑制の効果が高まる。

[0043] また、接合部 23 の一主面 261 には、外部に接合する第 1 の接合領域 235 と第 2 の接合領域 236 とを有しており、第 1 の接合領域 235 は基部 25 の幅方向の中心線 P に延長線上（接合部 23 の短辺部 231 の幅方向における中間位置）で平面視 L 字状に成形された接合部 23 の折曲部 234 の一領域に形成され、第 2 の接合領域 236 が平面視 L 字状に成形された接合部 23 の先端部 233 にあたる長辺部 232 の先端部の一領域に形成されている。そして第 1 の接合領域 235 には、後述する第 2 励振電極 292 から引出電極 294 を介して短辺部 231 の端部（一端部へ）引き出された接続電極 296（引出電極 294 の導出端部）が形成され、第 2 の接合領域 23

6には、後述する第1励振電極291から引出電極293を介して長辺部232の端部（先端部233）へ引き出された接続電極295（引出電極293の導出端部）が形成されている。

[0044] このように構成することで、接合部23の長さを拡大することなく振動漏れ（音響リーク）をより効率的に抑えることが可能となる。特に、接合部23における外部に接合する第1の接合領域235は、音響リークをより効率的に押さえられた折曲部234で一方の極として電氣的機械的に接合することができ、接合部23における外部に接合する第2の接合領域236は、音響リークの影響や応力や外力の影響を受けない先端部233で他方の異極として電氣的機械的に接合することができる。

[0045] また、これら接続電極295、296の上面には、接続電極295、296より表面粗さが粗く平面積が小さなメッキバンプとしての金属膜M1（M11、M12）が形成されている。金属膜M1（M11、M12）は、その厚みが例えば5～20 μm 程度、直径が50 μm 程度で平面積が約1962.5 μm^2 の平面視円形状で形成されている。なお、超音波接合後（FCB後）には少なくとも金属膜M1（M11、M12）は面方向に拡がって潰れた状態となり、約半分程度の厚みになる。金属膜M1（M11、M12）の厚みが5 μm より小さい場合、音叉型水晶振動片2の接続電極295、296とベース3の電極パッド32、32との隙間が小さくなり、音叉型水晶振動子1の電氣的特性に悪影響を生じやすくなる。金属膜M1（M11、M12）の厚みが20 μm より大きい場合、音叉型水晶振動片2の傾きや位置ずれの影響が生じやすくなり、接合強度としてもばらつきが生じやすくなる。なお、メッキバンプとしての金属膜M1（M11、M12）の平面視形状は、接続電極などの平面視形状に応じて円形や楕円形などの円形状のものや、長方形や正方形を含む多角形状のものなど自由に構成することができる。

[0046] 接合部23への金属膜M1（M11、M12）の形成に関しては、接合部23の第1の接合領域235と第2の接合領域236に図示しない金属膜の形成部（接続電極295、296より平面積の小さい窓部を有するマスク）

をフォトリソグラフィ法により所望の形状（本実施形態では矩形状の窓部）に形成して、金属膜M1（M11，M12）の形成部に金属膜M1（M11，M12）を電解メッキ法などの手法によりメッキ形成する。その後、アニール処理を行ってもよい。

[0047] また、本実施形態にかかる音叉型水晶振動片2には、異電位で構成された一对の第1励振電極291および第2励振電極292と、これら第1励振電極291および第2励振電極292を電極パッド32，32に電氣的に接続させるためにこれら第1励振電極291および第2励振電極292から引き出された引出電極293，294と、その先端部に金属膜M1が形成される接続電極295，296とが一体的に同時形成されている。なお、本実施形態でいう引出電極293，294は、これら一对の第1励振電極291および第2励振電極292から引き出された電極パターンのことをいう。接続電極295，296は、引出電極293，294の先端部分（導出端部）のうち、ベース3との接合部位となる箇所形成されたものを示している。

[0048] また、一对の第1励振電極291および第2励振電極292の一部は、溝部27の内部に形成されている。このため、音叉型水晶振動片2を小型化しても第1脚部21および第2脚部22の振動損失が抑制され、C1値を低く抑えることができる。

[0049] 第1励振電極291は、第1脚部21の両主面（一主面261と他主面262）と第2脚部22の両側面28に形成されている。同様に、第2励振電極292は、第2脚部22の両主面（一主面261と他主面262）と第1脚部21の両側面28に形成されている。

[0050] 上記した音叉型水晶振動片2の第1励振電極291および第2励振電極292や引出電極293，294、接続電極295，296は、金属蒸着によって各第1脚部21および第2脚部22上にクロム（Cr）層が形成され、このクロム層上に金（Au）層が形成されて構成される薄膜である。この薄膜は、真空蒸着法やスパッタリング法などの手法により基板全面に形成された後、フォトリソグラフィ法によりメタルエッチングして所望の形状に形成

されることで、一体的に同時形成される。なお、第1励振電極291、第2励振電極292および引出電極293、294は、クロム（Cr）、金（Au）の順に積層して形成されているが、例えば、クロム（Cr）、銀（Ag）の順や、クロム（Cr）、金（Au）、クロム（Cr）の順や、クロム（Cr）、銀（Ag）、クロム（Cr）の順などであってもよい。

[0051] また、各第1脚部21、第2脚部22の先端部211、221の一主面261と他主面262とには、上記した第1脚部21、第2脚部22の幅広領域に対してほぼ全面に引出電極293、294がそれぞれ形成されている。これら一主面261の第1脚部21、第2脚部22の幅広領域に形成された引出電極293、294の上面には、レーザービームなどのビーム照射やイオンミリングなどのイオンエッチングによって金属膜の質量削減を行うことで音叉型水晶振動片2の周波数を調整してなる調整用金属膜（周波数調整用錘）M3が、引出電極293、294に対して若干小さな面積で一体形成されている。

[0052] 上記の調整用金属膜M3は、例えば、各領域（幅広領域）の引出電極293、294に調整用金属膜M3の形成部をフォトリソグラフィ法により所望の形状に形成して、調整用金属膜M3の形成部に調整用金属膜M3を電解メッキ法などの手法によりメッキ形成する。その後、アニール処理を行ってもよい。これらの金属膜（調整用金属膜M3）をメッキ形成する際には、上記した金属膜M1（M11、M12）と同じ工程で同時に構成すると実用上より望ましい。

[0053] 以上のように構成された音叉型水晶振動片2は、圧電振動素板を多数個形成するウェハの状態の際に、各々の音叉型水晶振動片2の周波数を計測した後、各々の音叉型水晶振動片2の調整用金属膜M3をビーム照射などで減少させたり、パーシャル蒸着により増加させたりすることで、周波数の粗調整している。

[0054] 周波数粗調整が施されてウェハから取り出された個片の音叉型水晶振動片2（圧電振動素板）は、その一主面261側の接続電極295、296の上

面に形成された金属膜M 1（M 1 1， M 1 2）とベース3の電極パッド3 2， 3 2とがF C B法により超音波接合され、ベース3に搭載される。

[0055] ベース3に搭載された音叉型水晶振動片2は、周波数を再計測した後、音叉型水晶振動片2の調整用金属膜M 3をビーム照射やイオンエッチングなどで減少させることで、周波数の微調整する最終の周波数調整を行っている。

[0056] その後、最終の周波数調整が行われた音叉型水晶振動片2が搭載されたベース3に対して、図示しない蓋を加熱溶融接合などの手法により封止部材Hを介して接合し、音叉型水晶振動片2をベース3と図示しない蓋とで構成された筐体の内部に気密封止する。なお上述の気密封止の手法として、シーム溶接、ビーム溶接、雰囲気加熱などの手法をあげることができる。

[0057] 以上のような構成により、音叉型水晶振動片2の小型化を妨げることなく音響リークをより効率的に防ぐことができ、応力や外力に強く、音叉型水晶振動片2が割れるなどの不具合が生じるのを防ぐことができる。特に、接合部2 3の長さや面積を拡大することなく音叉型水晶振動片2を励振させる際に発生した振動のアンバランスから生じる振動漏れ（音響リーク）を抑えることが可能となる。音叉型水晶振動片2を励振させる際にも振動のアンバランスが発生しにくい。特に、接合部2 3の第1の接合領域2 3 5では一对の第1脚部2 1， 第2脚部2 2で生じた一部の振動エネルギーの伝播も砂時計のようで、かつ、圧電振動素板内部（音叉型水晶振動片2の内部）の壁面も螺旋状に形成された貫通孔2 4 1， 2 4 2と組み合わせられることでより効率的に断つことができるため、振動漏れ（音響リーク）をより一層効率的に抑えることが可能となり、外部との接合領域として応力や外力に強い構成とすることができる。

[0058] また、音叉型水晶振動片2の叉部2 5 3あたりの稜部や側端面、あるいは叉部2 5 3に近接する他の基部2 5の稜部や側端面を經由して表裏両主面間（一主面2 6 1と他主面2 6 2）の引出電極2 9 3， 2 9 4を延出する配線構造を必要としないため、断線などが生じにくい電氣的な接続性が安定した構成とすることができる。また、引出電極2 9 3， 2 9 4の一部は叉部2 5

3に接して一对の脚部（第1脚部21，第2脚部22）の基端部212と基端部222の間を引き出さないようにしているため、音叉型水晶振動片2の基部25の主面に形成される引出電極293，294についても断線などが生じにくいより簡略化された配線パターン設計が容易となるため、音叉型水晶振動片2の基部25の小型化も同時に実現できる。

[0059] また、接合部23にメッキバンプとしての金属膜M1（M11，M12）を用いることで、より小型化された電極パッド32，32や接続電極295，296に対しても位置ずれやはみ出しが生じることない。安定してベース3上に音叉型水晶振動片2を金属膜M1（M11，M12）により電気機械的に接合することができる。具体的に、メッキバンプとしての金属膜M1（M11，M12）を用いることで、音叉型水晶振動片2を外部（ベース3）に搭載する前に、音叉型水晶振動片2にメッキバンプとしての金属膜M1（M11，M12）を形成することができる。その結果、常に音叉型水晶振動片2の所望の形成位置にメッキバンプとしての金属膜M1（M11，M12）を形成しているので、例えば、音叉型水晶振動片2の外部（ベース3）への搭載位置が所望位置からずれた場合であっても、音叉型水晶振動片2が外部（ベース3）にバンプがずれた状態で搭載されることを防止することができる。安定したベース3への音叉型水晶振動片2の搭載を行うことができる。また接続電極295，296より表面粗さが粗く平面積が小さな金属膜M1（M11，M12）を用いているので、電極パッド32，32に対して金属膜M1（M11，M12）がより安定した状態で熱拡散接合され電氣的機械的な接合が安定する。

[0060] なお、本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、上述の実施の形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には、なんら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

[0061] また、この出願は、2011年2月7日に日本で出願された特願2011-024231号に基づく優先権を請求する。これに言及することにより、その全ての内容は本出願に組み込まれるものである。

産業上の利用可能性

[0062] 本発明は、音叉型水晶振動子などの圧電振動デバイスに適用できる。

符号の説明

[0063] 1 音叉型水晶振動子
2 音叉型水晶振動片
21 第1脚部
211 先端部
212 基端部
22 第2脚部
221 先端部
222 基端部
23 接合部
231 短辺部
232 長辺部
233 先端部
234 折曲部
235 第1の接合領域
236 第2の接合領域
241, 242 貫通孔
25 基部
251 一端面
252 他端面
253 叉部
254 側面
255 括れ部

2 6 1 一主面
2 6 2 他主面
2 7 溝部
2 8 側面
2 9 1, 2 9 2 励振電極
2 9 3, 2 9 4 引出電極
2 9 5, 2 9 6 接続電極
2 9 7, 2 9 8 引出電極の他端部
3 ベース
3 0 堤部
3 1 段差部
3 2 電極パッド
3 3 端子電極
3 4 金属膜層
D 1 最短長
D 2, D 3 長さ
D 4 合算最短長
H 封止部材
M 1 (M 1 1, M 1 2) 金属膜
M 3 調整用金属膜
P 基部の中心線
P 1 境界点
P 2 最短点
Q 1, Q 2 線分
S 1 貫通孔の壁面
T 1, T 2 貫通孔の両端部
T 3 音叉型水晶振動片の内部

請求の範囲

[請求項1]

音叉型圧電振動片において、

圧電振動素板が、振動部である一対の脚部と、前記脚部を突出して設けた基部とから構成され、

前記一対の脚部は、前記基部の一端面から突出して並設され、前記一対の脚部の間であって、前記基部の一端面の幅方向における中間位置に叉部が形成され、

前記基部には、前記基部の一端面に沿って一対の貫通孔が形成され、前記基部の一端面に対向する他端面側に外部に接合する接合領域を有し、

前記一対の貫通孔は、前記一対の脚部の基端部より基部の幅方向の中心線に近接する位置に、互い（相互）の貫通孔が接しない状態で形成され、

前記貫通孔では、前記圧電振動素板の表裏両主面における前記貫通孔の両端部から前記圧電振動素板の内部に向かって前記貫通孔の平面積が次第に小さくなり、かつ、前記貫通孔の壁面が螺旋状に形成されたことを特徴とする音叉型圧電振動片。

[請求項2]

請求項 1 に記載の音叉型圧電振動片において、

前記圧電振動素板の表裏主面には、一対の励振電極と、前記一対の励振電極からそれぞれ引き出された引出電極とが形成され、

前記引出電極の形成領域に前記一対の貫通孔が形成され、

前記一対の貫通孔には導通電極が形成され、前記導通電極により前記表裏主面に形成された前記引出電極を導通し、

前記引出電極の一部は、前記叉部に接した状態で前記一対の脚部の基端部間に引き出されないことを特徴とする音叉型圧電振動片。

[請求項3]

請求項 1 または 2 に記載の音叉型圧電振動片において、

圧電振動素板が、振動部である一対の脚部と、外部に接合する接合部と、これら前記脚部および前記接合部を突出して設けた基部とから

構成され、

前記一对の脚部は、前記基部の一端面から突出して並設され、前記一对の脚部の間であって、前記基部の一端面の幅方向における中間位置に叉部が形成され、

前記基部には、前記基部の一端面に沿って一对の貫通孔が形成され、

前記接合部は、部の一端面に対向する他端面の、前記叉部に対向する位置から突出し、外部に接合する第1の接合領域を有し、

前記第1の接合領域は、前記接合部の幅方向における中間位置にある一領域に、外部に接合する第1の接合領域を有することを特徴とする音叉型圧電振動片。

[請求項4] 請求項3に記載の音叉型圧電振動片において、

前記第1の接合領域と前記脚部の基端部を結ぶ線分上の位置に前記貫通孔が形成されたことを特徴とする音叉型圧電振動片。

[請求項5] 請求項2乃至4のうちいずれか1つに記載の音叉型圧電振動片において、

前記接合部は平面視L字状に形成され、前記第1の接合領域が平面視L字状に成形された折曲箇所である折曲部に形成され、

前記接合部の先端部に、外部に接合する第2の接合領域が形成されたことを特徴とする音叉型圧電振動片。

[請求項6] 請求項1乃至5のうちいずれか1つに記載の音叉型圧電振動片において、

前記叉部と前記振動部との境界点を境界点P1とし、

前記基部上における前記境界点P1から前記基部の側面までの長さが最短となる前記側面の点を最差点P2とし、

前記境界点P1から前記最差点P2までの長さを最短長D1とし、

前記境界点P1と前記貫通孔とを最短長で結んだ長さを長さD2とし、

前記基部上における前記貫通孔から前記基部の側面までの長さが最短となる前記側面の点を最短点 P 3 とし、

前記貫通孔と前記最短点 P 3 とを結んだ長さを長さ D 3 とし、

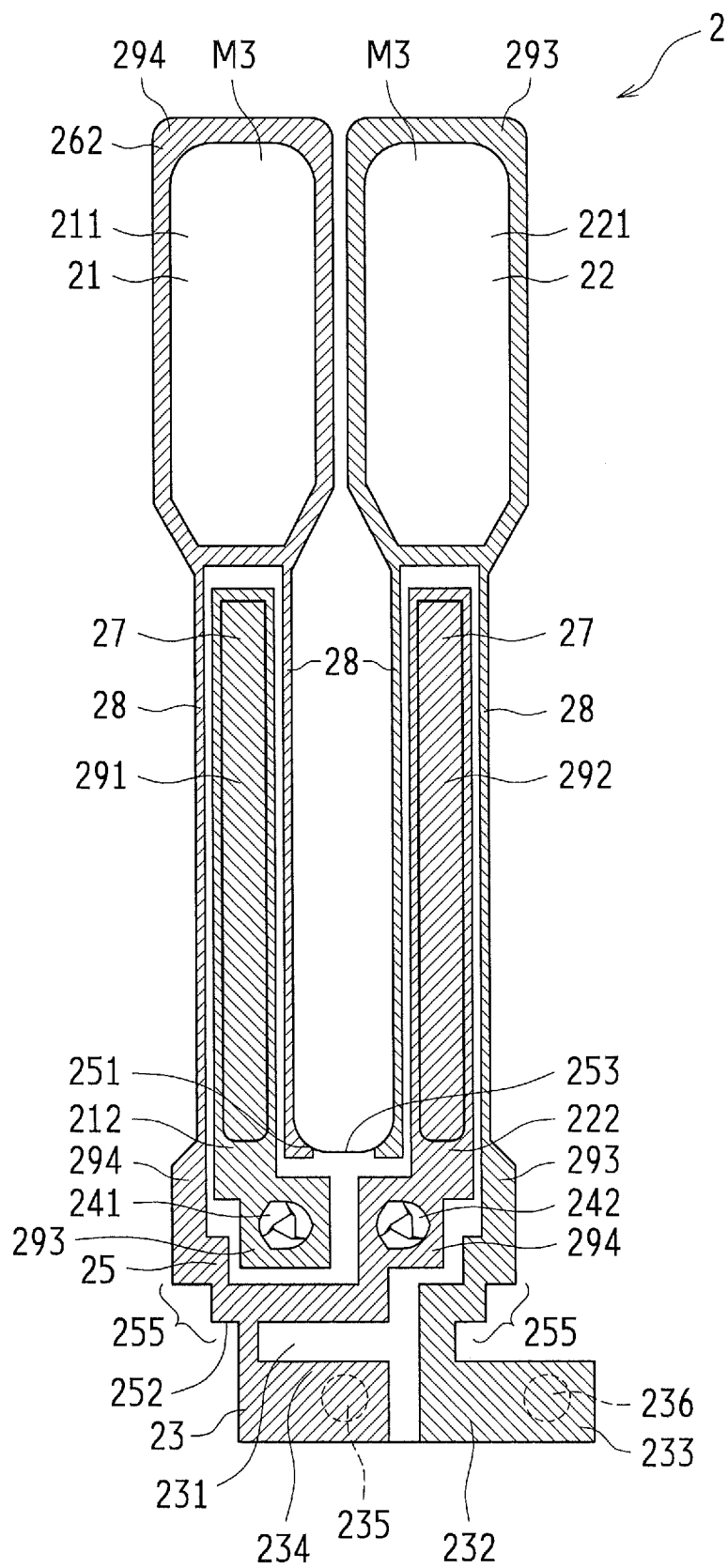
長さ D 2 と長さ D 3 とを合算した合算最短長を合算最短長 D 4 とし
て、

前記最短長 D 1 > 前記合算最短長 D 4 の関係を満たすことを特徴とする音叉型圧電振動片。

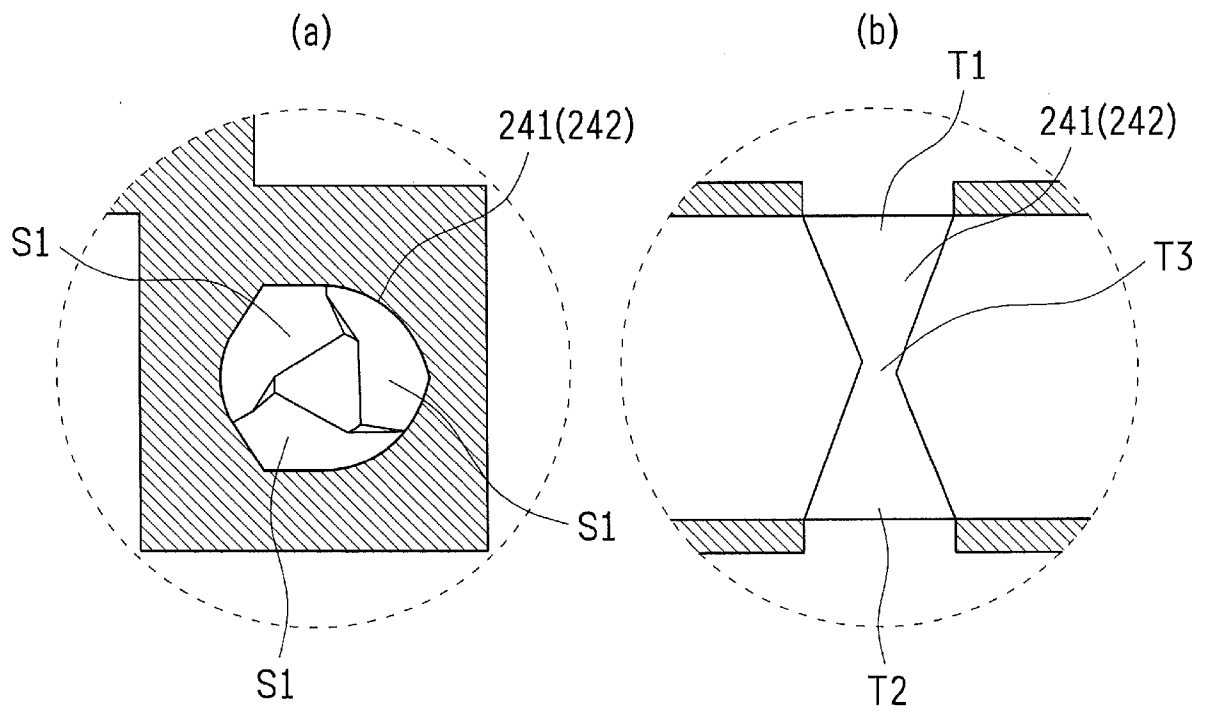
[請求項7] 音叉型圧電振動子において、

請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 つに記載の音叉型圧電振動片が、
当該音叉型圧電振動子の筐体内部に設けられたことを特徴とする音叉
型圧電振動子。

[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052425

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/19(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H03H9/215(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, H01L41/09, H01L41/18, H03H9/215

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 2010-178064 A (Daishinku Corp.), 12 August 2010 (12.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2008-079014 A (Daishinku Corp.), 03 April 2008 (03.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2006-217603 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 17 August 2006 (17.08.2006), entire text; all drawings (Family: none)	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

06 March, 2012 (06.03.12)

Date of mailing of the international search report

19 March, 2012 (19.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052425

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-200914 A (Seiko Epson Corp.), 15 July 2004 (15.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	WO 2010/035714 A1 (Daishinku Corp.), 01 April 2010 (01.04.2010), entire text; all drawings & US 2011/0043079 A1 & CN 101878590 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03H9/19(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H03H9/215(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（I P C））

Int.Cl. H03H9/19, H01L41/09, H01L41/18, H03H9/215

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2010-178064 A（株式会社大真空）2010.08.12, 全文、全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2008-079014 A（株式会社大真空）2008.04.03, 全文、全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2006-217603 A（日本電波工業株式会社）2006.08.17, 全文、全図（ファミリーなし）	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

0 6 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

畑中 博幸

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

5 W

9 1 8 0

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	JP 2004-200914 A (セイコーエプソン株式会社) 2004. 07. 15, 全文、 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	WO 2010/035714 A1 (株式会社大真空) 2010. 04. 01, 全文、全図 & US 2011/0043079 A1 & CN 101878590 A	1-7