

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-108379

(P2017-108379A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.
H03H 9/10 (2006.01)

F I
H03H 9/10

テーマコード(参考)
5J108

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-186667 (P2016-186667)
 (22) 出願日 平成28年9月26日 (2016.9.26)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-231602 (P2015-231602)
 (32) 優先日 平成27年11月27日 (2015.11.27)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000149734
 株式会社大真空
 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野138
 9番地
 (72) 発明者 喜田 健司
 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野138
 9番地 株式会社大真空内
 Fターム(参考) 5J108 BB02 CC03 DD02 EE02 EE07
 EE12 EE18 FF10 FF13 GG06
 GG11 GG15

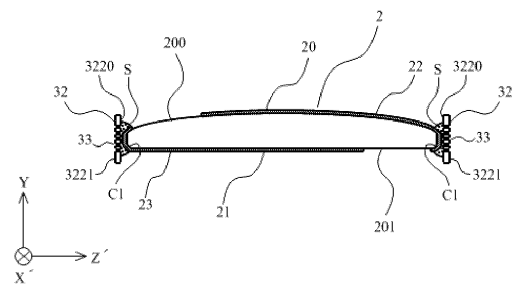
(54) 【発明の名称】 圧電振動子

(57) 【要約】

【課題】 表裏でアンバランスな形状の圧電振動板を金属サポートに安定して接合し、耐衝撃性能に優れた圧電振動子を提供することを目的とする。

【解決手段】 水晶振動子1において、水晶振動板2は、ベース3を貫通する一対のリード端子31、31の各々に接続された一対の金属サポート32、32に導電性接着剤Sを介して導電接合されている。水晶振動板2は、その一主面200のみがコンベックス加工されているとともにその他主面201側は平坦面となっている。水晶振動板の他主面201の周縁部は面取り加工された面取り部C1が形成されている。そして水晶振動板2は、導電性接着剤Sの一部が面取り部C1に及んだ状態で金属サポート32と接合されている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電振動板が、ベースを貫通する一对のリード端子の各々に接続された板状の金属サポートに、導電性接着剤を介して導電接合された圧電振動子であって、
一对からなる前記金属サポートは、その圧電振動板との接合面同士が対向するように前記一对のリード端子の各々の先端部に接続されてなり、
前記圧電振動板は、その側面が前記一对の金属サポートの各々の圧電振動板との接合面に対面した状態で、導電性接着剤を介して一对の金属サポートの間に挟持され、
前記圧電振動板は、その一主面側のみがコンベックス加工またはベベル加工されているとともにその他主面側は平坦面であり、
圧電振動板の前記他主面の周縁部のうち、少なくとも前記金属サポートの圧電振動板との接合面に対応する領域において圧電振動板が薄肉化または面取り加工されてなり、
前記圧電振動板は、導電性接着剤の一部が前記薄肉化または面取り加工された領域に及んだ状態で金属サポートと接合されていることを特徴とする圧電振動子。

10

【請求項 2】

前記圧電振動板の他主面の周縁部の全周が面取り加工され、圧電振動板は、導電性接着剤の一部が前記面取り加工がされた領域に及んだ状態で金属サポートと接合されていることを特徴とする請求項 1 に記載の圧電振動子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は恒温槽型圧電発振器に用いられる圧電振動子に関する。

【背景技術】

【0002】

OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator) と称される恒温槽型水晶発振器は、外部の温度変化に影響されることなく、水晶振動子を恒温槽内で温度制御することにより周波数の高安定化を図った発振器である。周波数安定度として、 $\pm 1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-10}$ 程度の水晶振動子で得られる最高水準の周波数安定度を得ることができるため、無線基地局や伝送ラインなどの基準周波数として利用されている。

30

【0003】

前記 OCXO に用いられる高い周波数安定度を有する水晶振動子（以下、高安定水晶振動子と記載）は次のような構成となっている。すなわち前記高安定水晶振動子は、水晶振動板と、水晶振動板を保持するための金属サポートが取付けられたベースと、前記ベースと接合されることで水晶振動板をその内部に気密に封止する金属製の蓋とが主な構成部材となっている。このような構成の水晶振動子は例えば特許文献 1 に開示されている。

【0004】

高安定水晶振動子における前記金属サポートは、一般用途向けのサポートと比べて熱膨張係数が小さな特殊材料（例えばニッケル鉄系金属材料）が用いられている。そして水晶振動板と金属サポートとの接合手段として導電性接着剤を用いた水晶振動子が特許文献 2

40

【0005】

特許文献 2 における水晶振動子における水晶振動板は、その一主面側のみがコンベックス加工（凸レンズ状）されているとともに、その他主面側は平坦面となっている。このような形状は、所謂“プラノコンベックス”と呼ばれている。このように水晶振動板の片面のみをコンベックス加工することによって、水晶振動板の両面をコンベックス加工する場合よりも作業工数を減らすことができる。しかし、このようなプラノコンベックス形状からなる水晶振動板の場合、水晶振動板の表裏のバランスが崩れることになる。すなわち水晶振動板の厚み方向における重心位置は、コンベックス加工された面側にずれることになる。このように重心位置がずれると、水晶振動板を導電性接着剤を介して金属サポートと

50

接合した際に、接着部に掛かる負荷が水晶振動板の表裏において不均一になり易くなる。

【0006】

水晶振動板の金属サポートに対する接合強度を向上させる手段としては、金属サポートに長溝状の貫通孔（スリット）を形成し、当該スリットに前記水晶振動板の端部を差し込むように挿入するとともに、スリットから外側にはみ出した水晶振動板の端部を導電性接着剤で覆う方法がある。しかし、このような支持形態の場合、金属サポートに差し込まれた水晶振動板に機械的な応力が働くため、高安定水晶振動子の特性向上の阻害要因となる。したがって、水晶振動板を金属サポートに差し込むことなく導電性接着剤を介して接合する形態が好ましいが、前述したようにプラノコンベックス形状の水晶振動板の場合、前記接着部に掛かる負荷が不均一になり易いという問題がある。これにより、水晶振動子が外部衝撃等を受けた際に接着部に働く応力の影響により、導電性接着剤が剥離する等の不具合が生じる虞があった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-186839号

【特許文献2】特開2014-011601号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

20

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、表裏でアンバランスな形状の圧電振動板を金属サポートに安定して接合し、耐衝撃性能に優れた圧電振動子を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、請求項1にかかる発明によると、圧電振動板が、ベースを貫通する一对のリード端子の各々に接続された板状の金属サポートに、導電性接着剤を介して導電接合された圧電振動子であって、一对からなる前記金属サポートは、その圧電振動板との接合面同士が対向するように前記一对のリード端子の各々の先端部に接続されてなり、前記圧電振動板は、その側面が前記一对の金属サポートの各々の圧電振動板との接合面に対面した状態で、導電性接着剤を介して一对の金属サポートの間に挟持され、前記圧電振動板は、その一主面側のみがコンベックス加工またはベベル加工されているとともにその他主面側は平坦面であり、圧電振動板の前記他主面の周縁部のうち、少なくとも前記金属サポートの圧電振動板との接合面に対応する領域において圧電振動板が薄肉化または面取り加工されてなり、前記圧電振動板は、導電性接着剤の一部が前記薄肉化または面取り加工された領域に及んだ状態で金属サポートと接合されている。

30

【0010】

上記発明によれば、圧電振動板の平坦面の周縁部のうち、少なくとも金属サポートの圧電振動板との接合面に対応する領域において薄肉化または面取り加工がされている。そして、前記薄肉化または面取り加工された領域に導電性接着剤の一部が及んだ状態で圧電振動板が金属サポートと接合される。このような構成により、圧電振動板のコンベックス加工またはベベル加工された面と反対側の面における接合強度を補うことができる。その結果、表裏でアンバランスな形状の圧電振動板であっても、圧電振動板と金属サポートとの接着部に掛かる負荷を均一な状態に近づけることができる。これにより、圧電振動子の耐衝撃性能を向上させることができる。また、圧電振動板の平坦面の周縁部が薄肉化または面取り加工されていることによって、等価直列抵抗値を良化させることができる。さらに、圧電振動板の平坦面の周縁部が薄肉化または面取り加工されていることによって、圧電振動板の平坦面の周縁部における欠けやチップングの発生も防止することができる。

40

【0011】

さらに上記目的を達成するために、請求項2にかかる発明によると、前記圧電振動板の

50

他主面の周縁部の全周が面取り加工され、圧電振動板は、導電性接着剤の一部が前記面取り加工がされた領域に及んだ状態で金属サポートと接合されていてもよい。

【0012】

上記発明によれば、圧電振動板の他主面の周縁部の全周が面取り加工されているので、圧電振動板の他主面の周縁部の一部のみを薄肉化または面取り加工する場合に比べて簡単に圧電振動板を成形することができる。また圧電振動板の他主面の周縁部の全周が面取り加工されているため、圧電振動板の前記他主面側における形状バランスが向上し、良好な特性の圧電振動子を得ることができる。

【発明の効果】

【0013】

以上のように、本発明によれば表裏でアンバランスな形状の圧電振動板を金属サポートに安定して接合し、耐衝撃性能に優れた圧電振動子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係る水晶振動子の内部構造を表す正面模式図

【図2】本発明の実施形態に係る金属サポートの部分断面図

【図3】図1のA-A線における断面模式図

【図4】本発明の第1の実施形態に係る水晶振動板の他主面側の正面模式図

【図5】本発明の第2の実施形態に係る水晶振動板の他主面側の正面模式図

【図6】本発明の第2の実施形態に係る水晶振動板の他主面側の正面模式図

【図7】本発明の第3の実施形態に係る水晶振動板の他主面側の正面模式図

【図8】本発明の第4の実施形態に係る水晶振動板の他主面側の正面模式図

【図9】本発明の第5の実施形態に係る水晶振動板の他主面側の正面模式図

【図10】本発明の第6の実施形態に係る水晶振動板の他主面側の正面模式図

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

- 本発明の第1の実施形態 -

以下、本発明による第1の実施形態について図面を参照しながら説明する。本実施形態における高安定水晶振動子1（以下、水晶振動子1と略記）は、図1に示すように一对のリード端子を有するベース3と、前記一对のリード端子の一端側に取り付けられた金属サポートに導電性接着剤Sを介して電気機械的に接続される水晶振動板2と、水晶振動板2を気密に封止してなる金属製の蓋4とで構成されている。本実施形態では、水晶振動子1の正面から見た外形寸法は幅10mm×高さ11mmとなっている。なお水晶振動子1の発振周波数は3倍波振動モードで10～20MHzとなっている。以下、前記各構成部材について説明する。

【0016】

図1に示すベース3は、シェルと呼ばれるコバール(Kovar)からなる基台30に並行して設けられた2つの貫通孔の内部に、金属からなる一对のリード端子31, 31が、絶縁材であるホウケイ酸ガラスG（以下、絶縁ガラスGと記載）を介して貫通植設された部材である。絶縁ガラスGがシェルの貫通孔に充填されることにより、一对のリード端子31, 31とシェルとが絶縁された状態となっている。なお図1に示すリード端子31のうち、シェルから上方に突出した部分をインナーリードと呼び、シェルから下方（外部）に突出した部分をアウターリードと呼んでいる。

【0017】

一对のリード端子31, 31は円柱状であり、各リード端子のインナーリードの先端部には、後述する板状の一对の金属サポート32, 32が、スポット溶接、レーザー溶接等によって互いに対向するように取り付けられている。具体的には、一对の金属サポート32, 32の水晶振動板との接合面（内側主面3220）同士が、互いに対向するようにインナーリードの先端部31a, 31aに取り付けられている。

【0018】

10

20

30

40

50

金属サポート32は折り曲げ加工によって成形されており、その展開状態においては平面視でアルファベットの「T」を上下反転させたような形状（逆T字状）となっている。この逆T字状の左右に突出した部位は、その先端同士が近接するように折り曲げ加工されている。この折り曲げ加工された前記突出部位は、インナーリードの先端部31aと接合される接続部321となっている。逆T字状の上方向に突出する部位の先端部分は、水晶振動板2を保持するための支持部322となっている。すなわち、図1に示すように金属サポート32はインナーリードの先端部31aに溶接された状態において、水晶振動板の表裏主面に正対する方向から見たときアルファベットの「L」字状となっている。

【0019】

金属サポート32はニッケル-鉄系の低膨張合金であり、熱膨張係数が $0.8 \times 10^{-5} / K$ 未満の低熱膨張性の金属材料を用いられる。具体的には、三菱マテリアル株式会社製のものであれば、MA INV 36 < Fe - 36 Ni >（通称：インバー/アンバー（登録商標）、熱膨張係数（ $0.5 \sim 2 \times 10^{-6} / K$ ））、MA-S-INVER < Fe - 32 Ni - 5 Co >（通称：スーパーインバー、熱膨張係数（ $0 \sim 1.5 \times 10^{-6} / K$ ））、MA 902 < Fe - 42 Ni - Cr - Ti >（通称：NI-SPAN-C、熱膨張係数（ $6.8 \times 10^{-6} / K$ ））等が挙げられる。本実施形態ではインバー（MA INV 36）が使用されており、水晶の熱膨張係数に近い金属材料となっている。

【0020】

図1および図2に示すように、金属サポート32の支持部322の対向する2つの主面（内側主面3220、外側主面3221）のうち、水晶振動板との接合面である内側主面3220には複数の貫通孔33, ..., 33が形成されている。なお、図2は金属サポート32の支持部322の伸長方向における断面模式図であり、図2の右側が支持部322の先端側となっており、図2の左側が支持部322の根本側（インナーリード側）となっている。本実施形態では直径0.1mm程度の円形の貫通孔が千鳥格子状に整列して計23個形成されている（図2では複数の貫通孔が千鳥格子状に整列していることを示すために一部の貫通孔を破線で表示している）。なお、貫通孔の大きさや形成数は前記数値に限定されるものではなく、使用される導電性接着剤の粘度や、導電性接着剤の硬化時の収縮の程度や、金属サポートの水晶振動板との接合領域の面積等を考慮して設定することができる。

【0021】

複数の貫通孔33, ..., 33が平面視で千鳥格子状に配置されていることによって、貫通孔が平面視で格子状に配列されている金属サポートに比べて、隣接する貫通孔同士の間の隙間をより小さくすることができる。これにより、接着に寄与する表面積を拡大させることができる。その結果、水晶振動板2と金属サポート32との接合強度を向上させることができる。

【0022】

本実施形態では貫通孔33は略円柱状となっている。前記貫通孔の形状は円柱状に限定されるものではなく、角柱や円錐台などの他の形状であってもよい。なお、金属サポート32の内側主面3220に貫通孔ではなく、有底孔を形成してもよい。有底孔を形成する場合、全ての有底孔の形成深さは、例えば金属サポート32の母材の厚みの約半分（0.05mm）に設定される。前記有底孔の深さは金属サポートの母材の厚みの半分に限定されるものではなく、複数の有底孔の深さが一定でなくてもよい。例えば水晶振動板と金属サポートとの接合領域のうち、より確実に接合させる必要がある領域における有底孔の形成深さを、他の領域における有底孔の形成深さよりも深くすることによって、接合信頼性の高い水晶振動子を得ることができる。

【0023】

図2に示すように、本実施形態における金属サポート32は、母材厚さが0.1mmのインバーの表面に、0.003~0.010mmの銅めっき（Cu膜M）処理が施された構成となっている。具体的には、Cu膜Mは金属サポートの内側主面3220および外側主面3221と、複数の貫通孔33, 33, ..., 33の内壁面を覆うように成膜され

10

20

30

40

50

ている。

【0024】

このCu膜Mは金属サポート32の母材よりも、その熱伝導率が高くなっている。このような構成により、水晶振動板2と金属サポート32との熱膨張差が生じることが殆ど無くなるため、金属サポート32から水晶振動板2に対して環境温度の変化に起因する応力を与えることがなくなり、経年変化に影響を及ぼす応力を抑制することができる。つまり、エージング特性を向上させることができる。また熱伝導率が優れたCu膜Mが形成されていることにより、恒温槽型水晶発振器の恒温槽の熱を水晶振動板に効率良く伝導させることができる。

【0025】

本実施形態で使用される水晶振動板2は、周知のSCカットと呼ばれる所定の角度で切断された水晶ウエハを加工した半球状の圧電振動板である。図1に示すように水晶振動板2は平面視円形であり、その表裏主面(200, 201)のうち一主面200は、断面視凸レンズ状に加工されている。一方、他主面201は平坦面となっており、その周縁部分の全周が面取り加工されている。図3乃至4ではこの面取り加工された部位を「面取り部」として符号C1で表している。以上のように水晶振動板2は、一方の主面側のみがコンベックス加工された、いわゆるプラノコンベックス形状となっている(図3参照)。

【0026】

本実施形態では一主面側が断面視凸レンズ状にコンベックス加工されているが、一主面側の端部を面取り状に薄肉化するベベル加工を施してもよい。あるいは、フォトリソグラフィ技術を用いて水晶振動板の中央から周縁に向かって、その厚みが多段状に断続的に薄肉化するようにしてもよい(例えば階段状)。また、水晶振動板の種類はSCカットに限定されるものではなく、例えば周知のATカットの水晶振動板を用いてもよい。

【0027】

水晶振動板2は1枚の水晶ウエハから一体成形されている。具体的には、水晶振動板の外形は、水晶ウエハを所定厚みまで平面研磨機を用いて薄肉化した後、球面研磨機を用いて一方の主面側のみを断面視凸レンズ状にコンベックス加工することによって成形されている。水晶振動板の表裏主面200, 201は、ポリッシュ加工によって鏡面仕上げされている。なお水晶振動板の外形の成形過程において、前述した面取り部C1の加工が行われる。

【0028】

水晶振動板2の外形の成形過程において、水晶振動板の+Z'軸と-Z'軸の双方に対応する位置には、X'軸と略平行となる切り込み部OF(オリエンテーションフラット)が形成されている(図1, 図4参照)。この切り込み部OFは、半球状の水晶振動板の軸方向を明確に識別できるようにするための目印となっている。この切り込み部OFを含む近傍の領域には、例えば、ダイヤモンド砥石によって図示しない粗面領域が形成されている。この粗面領域に引出電極22, 23が位置するように形成されており、導電性接着剤Sが前記粗面領域に及ぶようにして接合されることにより、アンカー効果によって接合強度を向上させることができる。なお粗面領域の形成は砥石に限らず、エッチングなどの他の手段を用いてもよい。また粗面領域は切り込み部の端面領域のみに形成してもよい。さらに、切り込み部OFの形成数は2つに限定されるものではなく、1つだけであってもよい。また、切り込み部OFが形成されていない水晶振動板であっても本発明は適用可能である。

【0029】

本実施形態では水晶振動板の外形加工は機械的手段を用いて行われているが、機械的手段以外の加工方法を用いてもよい。例えば、フォトリソグラフィ技術を用いて水晶振動板に所定形状の金属膜をパターンニングし、ドライエッチング(乾式エッチング)やウエットエッチング(湿式エッチング)によって、金属膜に覆われていない水晶素地を薄肉化することによって外形を成形してもよい。

【0030】

図1および図3に示すように、水晶振動板2の表裏主面の各々の中央部分には、水晶振動板を挟んで互いに対向する一对の励振電極20, 21が形成されている。励振電極20, 21は平面視円形となっている。

【0031】

一对の励振電極20, 21からは、一对の引出電極22, 23が水晶振動板の端部に向かって導出されている。具体的に引出電極22, 23は、励振電極20, 21の中心Oを通り、水晶振動板のZ'軸と平行となる方向であって、互いに反対方向に引き出されている。引出電極22は図1に示すように一主面200から、水晶振動板の側面と面取り部C1とを經由して他主面201まで及ぶように形成されている。一方、引出電極23は図4に示すように他主面201から、面取り部C1と水晶振動板の側面とを經由して、一主面200まで及ぶように形成されている。引出電極22, 23の端部は、金属サポート32の内側主面3220, 3220と、導電性接着剤Sを介して導電接合されるようになっている。本実施形態では、励振電極20, 21および引出電極22, 23は、クロム(Cr)を下地層として、その上に金(Au)が積層された膜構成となっている。

10

【0032】

導電性接着剤Sは、例えば銀(Ag)などの金属粉等が含有されたポリエーテルサルホン樹脂からなり、熱分解温度の測定方法による耐熱温度が460以上のものを用いている。このため耐熱温度が高く、水晶振動板2に対して熱膨張差が生じにくく、かつ加熱硬化後のガスの発生が少ない、優れた導電性接着剤となっている。このポリエーテルサルホン樹脂を含有した導電性接着剤は、ペースト状態から加熱雰囲気下で硬化させる際の収縮量が大きいものとなっている。なお本実施形態で用いたポリエーテルサルホン系の樹脂接着剤は一例であり、同程度の特性を有する他の導電性接着剤を使用してもよい。

20

【0033】

図1に示す蓋4は、洋白からなる金属製のカバーである。蓋4は一方端が開口した筒状であり、蓋4の開口端と、ベース3のシェルの外周に設けられているフランジ部分とが抵抗溶接によって接合されることによって、水晶振動板2がキャップ内部に気密封止されるようになっている。

【0034】

水晶振動子の組み立ては、まずベースが横置き状態で収容される治具にベース3をセットし、導電性接着剤Sを一对の金属サポート32, 32の内側主面3220, 3220の複数の貫通孔を含む領域に対して塗布する。次に導電性接着剤Sが塗布された一对の金属サポート32, 32の間に、前記治具の上方から水晶振動板2をその他主面201が正対するように載置する。このとき、水晶振動板の2つの切り込み部OF, OFを含む近傍の領域に形成された粗面領域が、導電性接着剤Sに接触するように水晶振動板が載置される。

30

【0035】

金属サポート32の支持部322に、導電性接着剤Sを介して水晶振動板2が取り付けられた気密封止前のベース(封止前水晶振動子)が加熱炉に搬入される。本実施形態では加熱炉として、例えば高真空アニール炉が用いられており、真空雰囲気中で前記封止前水晶振動子全体を加熱して導電性接着剤Sを硬化させる。この硬化処理によって、導電性接着剤Sを介して一对の金属サポート32, 32と、水晶振動板2の引出電極22, 23とが電氣的機械的に接合される。すなわち、水晶振動板2は一对の金属サポート32, 32の水晶振動板との接合面3220, 3220の間に、導電性接着剤Sを介して挟持される。

40

【0036】

前記硬化処理が行われた封止前水晶振動子のベース3には蓋4が被せられ、例えば真空雰囲気中で抵抗溶接によってベースと蓋とが接合される。これにより、水晶振動板が気密に封止され、本発明の水晶振動子の完成となる。

【0037】

本発明の実施形態に係る水晶振動子1によれば、水晶振動板2の平坦面である他主面2

50

01の周縁部の全周にわたって面取り加工が施されている。この面取り加工がなされた領域のうち2つの切り込み部OF, OFに対応する領域は、金属サポート32の水晶振動板との接合面3220に対応する領域となっている。そして、面取り部C1の切り込み部OFに対応した領域に、導電性接着剤Sの一部が及んだ状態で水晶振動板2が金属サポート32と接合される。

【0038】

このように面取り部C1がプラノコンベックス形状の水晶振動板2の平坦面側である他主面201に形成されていることによって、図3に示すように水晶振動板2の側面と金属サポート32の水晶振動板との接合面との隙間が拡大し、当該隙間に存在する導電性接着剤Sの量を増大させることができる。つまり、水晶振動板2の平坦面側に保持される導電性接着剤Sの量を増大させることができるため、水晶振動板2の平坦面側における接合強度を補うことができる。これにより、接着部に掛かる負荷を軽減し、安定した状態でプラノコンベックス形状の水晶振動板を支持することができる。

10

【0039】

以上の構成により、プラノコンベックスのように表裏でアンバランスな形状の水晶振動板であっても、水晶振動板2と金属サポート32との接着部に掛かる負荷を均一な状態に近づけることができる。これにより、水晶振動子1の耐衝撃性能を向上させることができる。また、水晶振動板2の他主面201の周縁部が薄肉化または面取り加工されていることによって、水晶振動子の等価直列抵抗値を良化させることができる。さらに、水晶振動板2の他主面201の周縁部が薄肉化または面取り加工されていることによって、水晶振動板の平坦面の周縁部における欠けやチッピングの発生を防止することができる。

20

【0040】

- 本発明の第2の実施形態 -

図5乃至6に本発明の第2の実施形態を示す。なお前述した本発明の第1の実施形態と同一の構成については同一の番号を付して、その説明は割愛する。なお、後述する本発明の第3乃至5の実施形態において水晶振動板は、本発明の第1の実施形態と同様に全て平面視略円形のSCカットであり、水晶振動板のZ'軸方向の両端側には本発明の第1の実施形態と同じ形態からなる切り込み部OF, OFが形成されている。また前記水晶振動子の一主面側は断面視凸レンズ状であり、その他主面側は平坦面となっている。つまり、本発明の第3乃至5の実施形態の全てにおいて水晶振動板はプラノコンベックス形状となっている。

30

【0041】

前述した本発明の実施形態では面取り部が平面視略円形の水晶振動板の他主面の全周にわたって形成されていたが、図5に示す本発明の第2の実施形態では、2つの薄肉部C2, C2が、平面視略円形の水晶振動板5の一主面500と対向する他主面501において、水晶振動板5のZ'軸方向に対向する2つの切り込み部OF, OFに沿って形成されている。つまり、薄肉部C2は金属サポート(32)の水晶振動板との接合面(3220)に対応する領域に形成されている。

【0042】

薄肉部C2は所定の深さまで掘り込まれた凹部であり、平面視では略長方形となっている。この薄肉部C2の内周側は微視的には曲線状となっており、その曲率は平面視略円形の水晶振動板5の円弧部分における曲率と略同一となっている。この薄肉部C2に導電性接着剤(S)の一部が及んだ状態で、水晶振動板5が金属サポート(32)と接合される。このように薄肉部C2の内周側が水晶振動板5の円弧部分と略同一の曲率で形成されることにより、水晶振動板の輪郭系等の不要振動モードを抑制することができる。

40

【0043】

薄肉部C2が水晶振動板の切り込み部OFに形成されていることによって、水晶振動板5の側面と金属サポート(32)の水晶振動板との接合面との隙間が拡大し、当該隙間に存在する導電性接着剤(S)の量を増大させることができる。つまり、水晶振動板5の平坦面側である他主面501に保持される導電性接着剤(S)の量を増大させることができ

50

るため、水晶振動板 2 の他主面 5 0 1 における接合強度を補うことができる。これにより、接着部に掛かる負荷を軽減し、安定した状態でプラノコンベックス形状の水晶振動板を支持することができる。なお、前記薄肉部の長手方向における寸法は、図 5 のように切り込み部 OF の伸長方向 (X ' 軸方向) における長さ以内に限定されるものではない。例えば図 6 に示す薄肉部 C 3 のように、水晶振動板 6 の他主面 6 0 1 において、切り込み部 OF の伸長方向に切り込み部 OF の両端部を超えて円周部 (円弧部分) まで及んだ構成であってもよい。

【 0 0 4 4 】

- 本発明の第 3 の実施形態 -

本発明の第 3 の実施形態を図 7 に示す。本実施形態ではプラノコンベックス形状の水晶振動板 7 の平坦面側である他主面 7 0 1 に、複数のスリット S L , S L , . . . , S L が形成されている。複数のスリット S L , S L , . . . , S L は、切り込み部 OF の縁部から平面視略円形の水晶振動板 7 の中心 (図示省略) に向かう方向に、互いに平行な状態で伸長形成されている。これらのスリットは同一の幅および同一の深さで形成されている。このようなスリット S L は例えばフォトリソグラフィ技術およびウエットエッチング法を用いることによって成形することができる。

10

【 0 0 4 5 】

図 7 に示すようにスリット S L が複数、水晶振動板に形成された構成によると、薄肉化される領域をできるだけ小さくしつつ、その表面積を拡大することができる。これにより水晶振動板と導電性接着剤とが接触する面積が拡大するとともに、スリット内部に導電性接着剤が入り込んで、いわゆる“アンカー効果”によって、水晶振動板と導電性接着剤との接合強度をより高めることができる。なおスリットの形態は図 7 に示す形態に限定されるものではなく、他の形態のスリットであってもよい。

20

【 0 0 4 6 】

- 本発明の第 4 の実施形態 -

本発明の第 4 の実施形態を図 8 に示す。本実施形態では 2 つの薄肉部 C 4 , C 4 が、水晶振動板 8 の他主面 8 0 1 であって 2 つの切り込み部 OF , OF にその開口部分が面するように形成されている。そして本実施形態では薄肉部 C 4 は平面視台形状となっている。すなわち、薄肉部 C 4 は平面視略円形の水晶振動板の中心に近づくほど、その開口幅が拡大する平面視形状となっている。

30

【 0 0 4 7 】

前記構成の薄肉部の内部に導電性接着剤が流入した場合、薄肉部 C 4 の水晶振動板の中心から遠い側にある辺における開口幅の方が、薄肉部 C 4 の前記中心に近い側にある辺における開口幅よりも狭くなっているため、薄肉部 C 4 に流入した導電性接着剤は、その硬化時には水晶振動板の中心に向かう方向に収縮しようとする力が大きくなる。したがって、図 8 に示す構成の薄肉部の場合は、導電性接着剤の硬化収縮に対して当該接着剤を金属サポート側にできるだけ留まらせる観点から、金属サポートの水晶振動板との接合面には有底孔を形成するのが好ましい。これは導電性接着剤が有底孔の内底面と接触するように有底孔の深さや形状等を設定することによって、硬化時の収縮に対して導電性接着剤が有底孔の内部に留まるうする力が大きくなるため、水晶振動板側へ引き寄せられ難くなるからである。これにより、水晶振動板と接着剤との接触面積の減少を抑制することができる。

40

【 0 0 4 8 】

- 本発明の第 5 の実施形態 -

一方、図 9 に示す本発明の第 5 の実施形態のように、第 4 の実施形態における平面視台形状の薄肉部を 1 8 0 度反転させたような平面視形状の薄肉部 C 5 を、水晶振動板 9 の他主面 9 0 1 に形成してもよい。すなわち、薄肉部 C 5 は平面視略円形の水晶振動板の中心に近づくほど、その開口幅が縮小する平面視形状となっている。

【 0 0 4 9 】

前記構成の薄肉部の内部に導電性接着剤が流入した場合、薄肉部 C 5 の水晶振動板の中

50

心から近い側にある辺における開口幅の方が、薄肉部 C 5 の前記中心から遠い側にある辺における開口幅よりも狭くなっているため、薄肉部 C 5 に流入した導電性接着剤は、その硬化時には水晶振動板の外部に向かう方向に収縮しようとする力が大きくなる。したがって、図 9 に示す構成の薄肉部の場合、導電性接着剤の硬化収縮に対して当該接着剤がさらに金属サポート側に引き寄せられないようにする観点から、金属サポートの水晶振動板との接合面には貫通孔を形成するのが好ましい。これは貫通孔の場合は有底孔のように内底面が存在しないため、貫通孔内に流入した導電性接着剤が硬化時の収縮の際に水晶振動板側へ引き寄せられ易くなるからである。

【 0 0 5 0 】

前述のとおり、本発明の第 4 と第 5 の実施形態では、平面視台形状の薄肉部の開口部分の向きに応じて、有底孔または貫通孔が形成された金属サポートを選定して使用することによって、水晶振動板側または金属サポート側のいずれか一方に導電性接着剤が引き寄せられ過ぎないようにコントロールすることができる。これにより、安定した状態でプラノコンベックス形状の水晶振動板を支持することができる。

【 0 0 5 1 】

上述した本発明の第 2 乃至 5 の実施形態では、深さが略一定の断面視凹状の薄肉部が形成されていたが、上凸状の曲面または下凸状の曲面（内部が曲面状の窪み）からなる薄肉部であってもよい。また、本発明の第 4 と第 5 の実施形態において、平面視台形状の薄肉部の内周側の辺を曲線状とし、当該内周側の辺の曲率を、平面視略円形の水晶振動板の円弧部分における曲率と略同一にしてもよい。これにより、水晶振動板の輪郭系等の不要振動モードを抑制することができる。

【 0 0 5 2 】

- 本発明の第 6 の実施形態 -

本発明の第 6 の実施形態を図 10 に示す。本実施形態では複数の薄肉部 C 6 が、水晶振動板 10 の他主面 1001 の周縁部（水晶振動板の外周端縁から当該振動板の中心方向に僅かに離間した領域）においてドット状に形成されている。具体的には、図 10 に示すように複数の薄肉部 C 6 , C 6 , . . . , C 6 は 2 つの切り込み部 OF , OF に沿って、切り込み部 OF の近傍の領域に整列して形成されている。

【 0 0 5 3 】

薄肉部 C 6 は平面視で略円形の有底孔であり、複数の薄肉部 C 6 , C 6 , . . . , C 6 は略同一の外形寸法となっている。そして複数の薄肉部 C 6 は、図 10 に示す X ' 軸方向に沿って整列した状態で 2 列に形成されている。ここで切り込み部 OF に対して最近となる側の列の薄肉部の形成数（3 個）は、切り込み部 OF に対して最遠となる側の列の薄肉部の形成数（2 個）よりも多くなっている。そして 1 つの切り込み部 OF に対して形成されている 2 列分の各薄肉部は互い違いとなるように配置されている。なお、薄肉部を 2 列以上形成する場合、複数の薄肉部を千鳥格子状に配置することが好ましい。

【 0 0 5 4 】

図 10 に示す複数の薄肉部の配置は、水晶振動板に塗布される導電性接着剤 S の平面視形状に近づけるようにしたものである。すなわち、図 10 において破線で示す複数の薄肉部の外延に囲まれた平面視の領域は、塗布される導電性接着剤の平面視の領域よりも小さく（狭く）なるように設定されている。このように薄肉部の形成領域を設定することにより、複数の薄肉部の内部に導電性接着剤が侵入してアンカー効果によって水晶振動板の平坦面側（他主面 1001 側）における接合強度を向上させることができる。なお、複数の前記薄肉部の列数や各列における形成数は図 10 に示す形態に限定されるものではなく、使用される水晶振動板の大きさや塗布される導電性接着剤の面積等に応じて適宜変更してもよい。

【 0 0 5 5 】

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。

【産業上の利用可能性】

【0056】

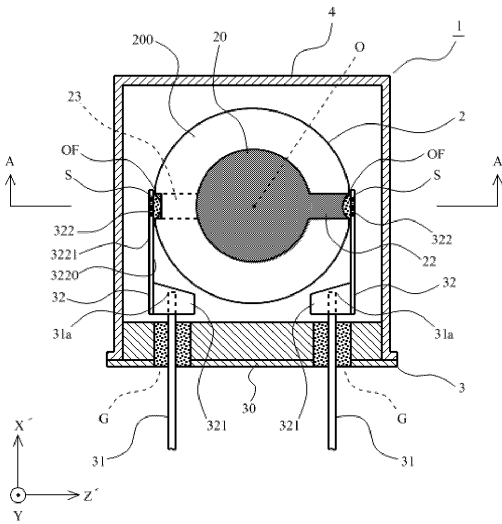
恒温槽型圧電発振器に用いられる圧電振動子の量産に適用できる。

【符号の説明】

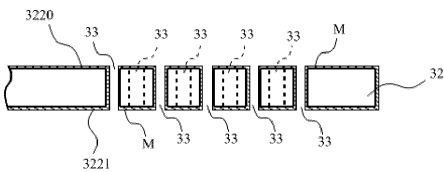
【0057】

- 1 水晶振動子
- 2、5、6、7、8、9、10 水晶振動板
- 3 ベース
- 4 蓋
- 31 リード端子
- 32 金属サポート
- C1 面取り部
- C2、C3、C4、C5、C6 薄肉部
- S 導電性接着剤

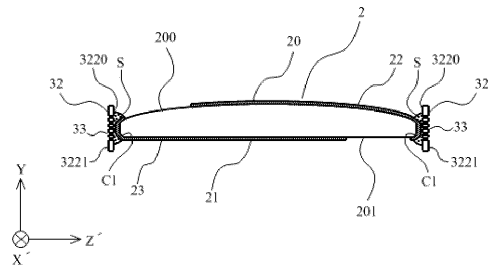
【図1】



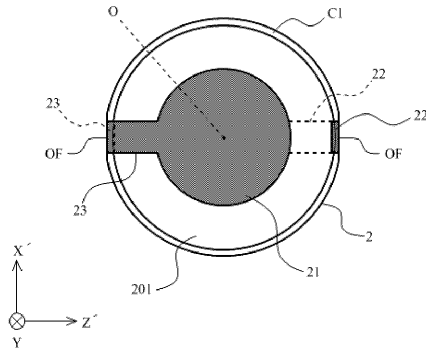
【図2】



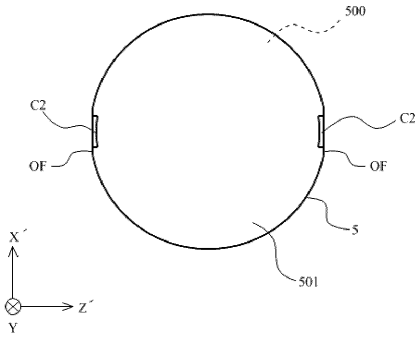
【図3】



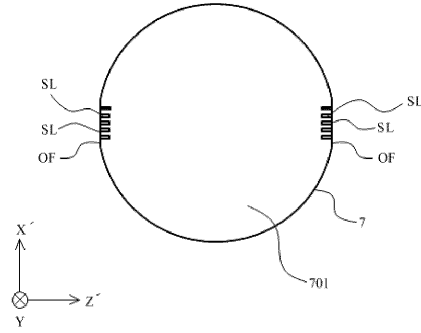
【図4】



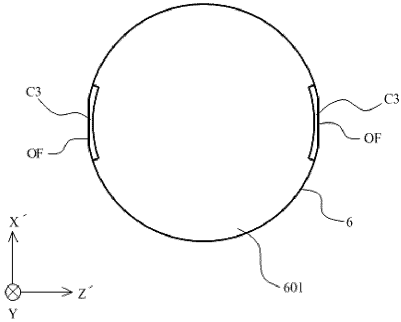
【 図 5 】



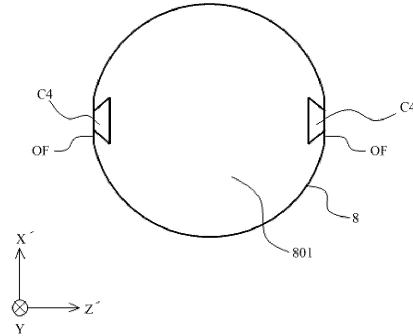
【 図 7 】



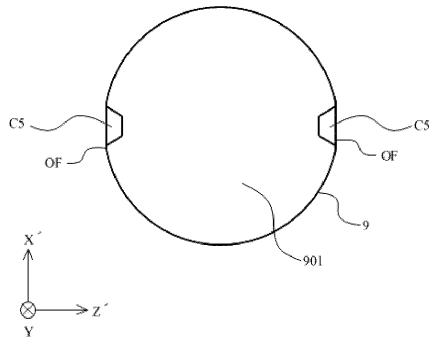
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

