

(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2017-11674

(P2017-11674A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/10 (2006.01)	H03H 9/10	5 J 1 0 8
H03H 9/02 (2006.01)	H03H 9/02	D

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-13973 (P2016-13973)
 (22) 出願日 平成28年1月28日 (2016.1.28)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-127171 (P2015-127171)
 (32) 優先日 平成27年6月25日 (2015.6.25)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000104722
 京セラクリスタルデバイス株式会社
 山形県東根市大字東根甲5850番地
 (72) 発明者 楠木 孝男
 山形県東根市大字東根甲5850番地 京
 セラクリスタルデバイス株式会社内
 (72) 発明者 尾賀 孝宏
 山形県東根市大字東根甲5850番地 京
 セラクリスタルデバイス株式会社内
 Fターム(参考) 5J108 BB02 BB03 CC06 CC11 DD05
 EE03 EE04 EE07 EE13 EE18
 FF11 FF13 GG03 GG16 GG17
 KK01 KK03 MM04 MM11 NA03

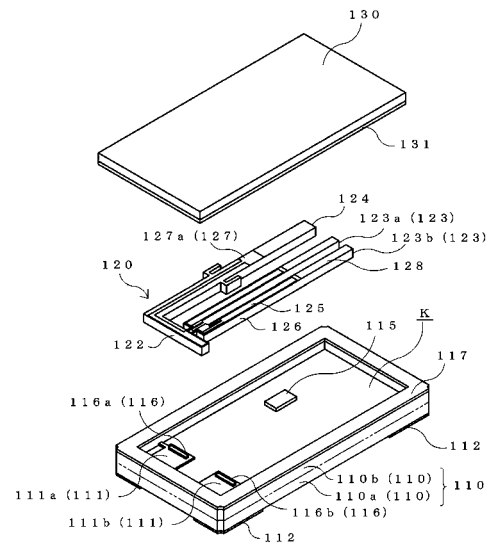
(54) 【発明の名称】 水晶デバイス

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 音叉型水晶素子のクリスタルインピーダンス値の低い水晶デバイスを提供する。

【解決手段】 水晶デバイスは、基板110aと、枠体110bと、短辺方向に沿って設けられた一対の電極パッド111と、長辺方向に沿って設けられた第一凸部115と、水晶基部122と、水晶基部122の側面より延出した水晶振動部123と、水晶振動部123と同一方向に延出するように設けられた水晶支持部124と、水晶振動部123の上面及び下面に設けられた励振電極125、126と、水晶振動部123から水晶基部122及び水晶支持部124にかけて設けられた引き出し電極127と、を有する音叉型水晶素子120と、を備える。水晶支持部124が第一凸部115と接触しており、引き出し電極127が電極パッド111と導電性接着剤を介して電氣的に接続されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板と、
前記基板の外周縁に沿って設けられた枠体と、
前記基板上の短辺方向に沿って設けられた一对の電極パッドと、
前記基板上の長辺方向に沿って設けられた第一凸部と、
矩形状の水晶基部と、前記水晶基部の側面より延出した前記水晶基部の一部である水晶振動部と、前記水晶基部の同一面より、前記水晶振動部と同一方向に延出するように設けられた水晶支持部と、前記水晶振動部の上面及び下面に設けられた励振電極と、前記水晶振動部から前記水晶基部及び前記水晶支持部にかけて設けられ前記励振電極と電氣的に接続された引き出し電極と、を有する音叉型水晶素子と、を備え、
前記水晶支持部が前記第一凸部と接触されており、前記引き出し電極が前記電極パッドと導電性接着剤を介して電氣的に接続されていることを特徴とする水晶デバイス。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の水晶デバイスであって、
前記第一凸部の上下方向の厚みが、前記電極パッドの上下方向の厚みよりも大きくなるように設けられていることを特徴とする水晶デバイス。

【請求項 3】

請求項 1 記載の水晶デバイスであって、
配線パターンは、前記電極パッドと電氣的に接続されており、平面視した際に、前記枠体と重なる位置に設けられていることを特徴とする水晶振動子。

20

【請求項 4】

請求項 3 記載の水晶デバイスであって、
前記配線パターンの一部が、前記電極パッドから前記枠体に向かって延出し、露出するようにして設けられていることを特徴とする水晶デバイス。

【請求項 5】

請求項 1 記載の水晶デバイスであって、
前記電極パッドの上面に設けられた第二凸部を備えていることを特徴とする水晶デバイス。

【請求項 6】

請求項 1 記載の水晶デバイスであって、
前記水晶支持部の側面に設けられた突起部を備えていることを特徴とする水晶デバイス。

30

【請求項 7】

請求項 6 記載の水晶デバイスであって、
前記突起部には、前記水晶支持部の長辺方向と平行になる向きに形成された切欠き部を備えていることを特徴とする水晶デバイス。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば電子機器等に用いられる水晶デバイスに関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

水晶デバイスは、音叉型水晶素子の圧電効果を利用して、屈曲振動を起こし、特定の周波数を発生させるものである。基板上に設けられた電極パッドに導電性接着剤を介して実装された音叉型水晶素子を備えた水晶デバイスが提案されている（例えば、下記特許文献 1 参照）。音叉型水晶素子は、水晶基部と、水晶基部の側面より同一の方向に延びる二本の平板形状の水晶振動部とによって構成されている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 3 0 1 2 9 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

上述した水晶デバイスは実装された音叉型水晶素子の水晶振動部が、基板に接触することで、屈曲振動が阻害され、発振周波数が変動してしまう虞があった。

【 0 0 0 5 】

本発明は前記課題に鑑みてなされたものであり、音叉型水晶素子の発振周波数を安定して出力することができる水晶デバイス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】

【 0 0 0 6 】

本発明の一つの態様による水晶デバイスは、基板と、基板の外周縁に沿って設けられた枠体と、基板上の長辺方向に沿って設けられた一对の電極パッドと、基板上の短辺方向に沿って設けられた第一凸部と、矩形状の水晶基部と、水晶基部の側面より延出した水晶基部の一部である水晶振動部と、水晶基部の異なる側面より、水晶振動部と同一方向に延出するように設けられた水晶支持部と、水晶振動部の上面及び下面に設けられた励振電極と、水晶振動部から水晶支持部にかけて設けられ励振電極と電気的に接続された引き出し電極と、を有する音叉型水晶素子と、を備え、水晶基部が第一凸部と接触されており、引き出し電極が電極パッドと導電性接着剤を介して電気的に接続されていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明の一つの態様による水晶デバイスは、基板と、基板の外周縁に沿って設けられた枠体と、基板上の長辺方向に沿って設けられた一对の電極パッドと、基板上の短辺方向に沿って設けられた第一凸部と、矩形状の水晶基部と、水晶基部の側面より延出した水晶基部の一部である水晶振動部と、水晶基部の異なる側面より、水晶振動部と同一方向に延出するように設けられた水晶支持部と、水晶振動部の上面及び下面に設けられた励振電極と、水晶振動部から水晶支持部にかけて設けられ励振電極と電気的に接続された引き出し電極と、を有する音叉型水晶素子と、を備え、水晶支持部が第一凸部と接触されており、引き出し電極が電極パッドと導電性接着剤を介して電気的に接続されている。このような水晶デバイスを構成する音叉型水晶素子を用いることによって、従来の水晶デバイスを構成する音叉型水晶素子のように、水晶基部に設けられた引き出し電極のみで電極パッドと接続されている場合と比較して、水晶支持部と第一凸部とが接触されていることによって、水晶振動部が基板の上面に接触することを抑えることができるので、音叉型水晶素子の発振周波数を安定して出力することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】本実施形態における水晶デバイスを示す分解斜視図である。

【図 2】本実施形態における水晶デバイスの蓋体を外した状態を示す平面透視図である。

【図 3】(a) 本実施形態における水晶デバイスを構成する音叉型水晶素子の上面側を示す平面図であり、(b) 本実施形態における水晶デバイスを構成する音叉型水晶素子の下面側を示す平面図である。

【図 4】(a) 本実施形態における水晶デバイスを構成するパッケージを上面から見た状態を示す平面透視図であり、(b) 本実施形態における水晶デバイスを構成するパッケージの基板を上面から見た平面透視図である。

【図 5】本実施形態における水晶デバイスを構成するパッケージを下面から見た平面透視図である。

【図 6】(a) 本実施形態の第一変形例における水晶デバイスの蓋体を外した状態を上面から見た平面透視図であり、(b) 本実施形態の第一変形例における水晶デバイスを下面

10

20

30

40

50

から見た平面透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本実施形態における水晶デバイスは、図1～図5に示されているように、パッケージ110と、パッケージ110の上面に実装された音叉型水晶素子120とを含んでいる。パッケージ110は、基板110aの上面と枠体110bの内側面によって囲まれた凹部Kが形成されている。また、音叉型水晶素子120には、水晶基部122と、水晶振動部123及び水晶支持部124が設けられている。このような水晶デバイスは、電子機器等で使用される基準信号を出力するのに用いられる。

【0010】

基板110aは、矩形状であり、上面に音叉型水晶素子120を実装するための実装部材として機能するものである。基板110aは、上面に、音叉型水晶素子120を実装するための電極パッド111が設けられている。また、基板110aの短辺側の一辺に沿って、音叉型水晶素子120を接合するための第一電極パッド111a及び第二電極パッド111bが設けられている。

【0011】

基板110aは、例えばアルミナセラミックス又はガラス-セラミックス等のセラミック材料である絶縁層からなる。基板110aは、絶縁層を一層用いたものであっても、絶縁層を複数層積層したものであってもよい。基板110aの表面及び内部には、上面に設けられた電極パッド111と、基板110aの下面に設けられた外部端子112とを電氣的に接続するための配線パターン113及びビア導体114が設けられている。

【0012】

枠体110bは、基板110aの上面の外周縁に沿って配置され、基板110aの上面に凹部Kを形成するためのものである。枠体110bは、例えばアルミナセラミックス又はガラス-セラミックス等のセラミック材料からなり、基板110aと一体的に形成されている。凹部Kの開口部は、平面視した際に、矩形状となっている。

【0013】

基板110aの下面の四隅には、外部端子112が設けられている。また、四つの外部端子112の内の二つが、音叉型水晶素子120と電氣的に接続されている。また、音叉型水晶素子120と電氣的に接続されている第一外部端子112a及び第二外部端子112bは、基板110aの下面の対角に位置するように設けられている。

【0014】

電極パッド111は、音叉型水晶素子120を実装するためのものである。電極パッド111は、基板110aの上面に一对で設けられており、基板110aの一辺に沿うように隣接して設けられている。電極パッド111は、図4及び図5に示されているように基板110aの上面に設けられた配線パターン113とビア導体114を介して、基板110aの下面に設けられた外部端子112と電氣的に接続されている。

【0015】

電極パッド111は、図4に示すように、第一電極パッド111a及び第二電極パッド111bによって構成されている。また、外部端子112は、図5に示すように第一外部端子112a、第二外部端子112b、第三外部端子112c及び第四外部端子112dによって構成されている。ビア導体114は、第一ビア導体114a、第二ビア導体114b及び第三ビア導体114cによって構成されている。また、配線パターン113は、第一配線パターン113a及び第二配線パターン113bによって構成されている。第一電極パッド111aは、基板110aに設けられた第一配線パターン113aの一端と電氣的に接続されている。また、第一配線パターン113aの他端は、第一ビア導体114aを介して、第一外部端子112aと電氣的に接続されている。よって、第一電極パッド111aは、第一外部端子112aと電氣的に接続されることになる。第二電極パッド111bは、基板110aに設けられた第二配線パターン113bの一端と電氣的に接続されている。また、第二配線パターン113bの他端は、第二ビア導体114bを介して、

10

20

30

40

50

第二外部端子 112b と電氣的に接続されている。よって、第二電極パッド 111b は、第二外部端子 112b と電氣的に接続されることになる。

【0016】

また、電極パッド 111 の算術平均表面粗さは、 $0.02 \sim 0.10 \mu\text{m}$ であり、基板 110a 表面の算術平均表面粗さは、 $0.5 \sim 1.5 \mu\text{m}$ である。よって、導電性接着剤 140 は、電極パッド 111 上の第二凸部 116 が設けられていない箇所である配線パターン 113 の方向に向かって導電性接着剤 140 が広がることになるが、電極パッド 111 から基板 110a 上に向かって広がりにくくなる。

【0017】

外部端子 112 は、電子機器等の実装基板（図示せず）と電氣的に接合するために用いられる。外部端子 112 は、基板 110a の下面の四隅に設けられている。外部端子 112 の内の二つの端子は、基板 110a の上面に設けられた一对の電極パッド 111 とそれぞれ電氣的に接続されている。また、第三外部端子 112c は、第三ビア導体 114c を介して、封止用導体パターン 117 と電氣的に接続されている。

10

【0018】

配線パターン 113 は、電極パッド 111 及びビア導体 114 と電氣的に接続するためのものである。配線パターン 113 の一端は、電極パッド 111 と電氣的に接続されており、配線パターン 113 の他端は、ビア導体 114 と電氣的に接続されている。配線パターン 113 は、第一配線パターン 113a 及び第二配線パターン 113b によって構成されている。配線パターン 113 は、平面視して、枠体 110b と重なるようにして設けられている。このようにすることによって、水晶デバイスは、配線パターン 113 と音叉型水晶素子 120 との間で浮遊容量が発生することを抑えるので、音叉型水晶素子 120 にこの浮遊容量が付与されることがないため、発振周波数が変動してしまうことを抑えることができる。また、水晶デバイスに外力が加わり、枠体 110b の長辺方向に曲げモーメントが発生しても、基板 110a に加えて枠体 110b が設けられていることにより、枠体 110b が設けられている箇所は、変形しにくくなる。よって、枠体 110b と平面視して重なる位置に設けられた配線パターン 113 は、断線しにくくなり、発振周波数が出力されなくなることを抑制することができる。

20

【0019】

また、第一配線パターン 113a は、第一電極パッド 111a 及び第一ビア導体 114a と電氣的に接続されている。第一配線パターン 113a は、第一電極パッド 111a から近接された枠体 110b の長辺方向に向かって延出されており、第一配線パターン 113a の一部が露出されている。第二配線パターン 113b は、第二電極パッド 111b 及び第二ビア導体 114b と電氣的に接続されている。第二配線パターン 113b は、第二電極パッド 111b から近接された枠体 110b の長辺方向に向かって延出されており、第二配線パターン 113b の一部が露出されている。

30

【0020】

このように、配線パターン 113 の一部が、電極パッド 111 から枠体 110b の長辺方向に向かって延出し、凹部 K で露出するようにして設けられていることにより、音叉型水晶素子 120 を実装した際に、溢れ出そうになった導電性接着剤 140 が、導電性接着剤 140 と濡れ性の良い配線パターン 113 上に沿って流れ出てくれるため、パッケージ 110 の中心方向に流れ出ることがなく導電性接着剤 140 が水晶振動部 123 の励振用電極 125、126 に付着してしまうことを抑えることができる。

40

【0021】

ビア導体 114 は、基板 110a の内部に設けられ、その両端は、配線パターン 113 又は封止用導体パターン 117 と電氣的に接続されている。ビア導体 114 は、基板 110a に設けられた貫通孔の内部に導体を充填することで設けられている。また、ビア導体 114 は、図 4 及び図 5 に示すように、第一ビア導体 114a、第二ビア導体 114b 及び第三ビア導体 114c によって構成されている。

【0022】

50

第一凸部 115 は、音叉型水晶素子 120 の水晶振動部 123 又は水晶支持部 124 の上下方向の傾きが抑制され、音叉型水晶素子 120 の水晶振動部 123 が基板 110 a に接触することを抑制するためのものである。第一凸部 115 は、第一電極パッド 111 a と対向する位置にある基板 110 a の長辺方向に沿って、基板 110 a の上面に設けられている。また、第一凸部 115 は、電極パッド 111 と同様に、例えばタングステン、モリブデン、銅、銀又は銀パラジウム等の金属粉末の焼結体等上面に金メッキ、ニッケルメッキを施すことにより設けられている。第一凸部 115 は、平面視して、後述する音叉型水晶素子 120 の水晶支持部 124 と重なる位置に設けられている。このようにすることで、音叉型水晶素子 120 を実装する際に、水晶振動部 123 が基板 110 a に接触することを抑えることができる。

10

【0023】

第二凸部 116 は、音叉型水晶素子 120 の水晶振動部 123 が基板 110 a に接触することをさらに抑制するためのものである。一对の第二凸部 116 は、一方の第二凸部 116 a 及び他方の第二凸部 116 b によって構成されている。一方の第二凸部 116 a は、第一電極パッド 111 a の上面に設けられており、他方の第二凸部 116 b は、第二電極パッド 111 b の上面に設けられている。また、第二凸部 116 は、電極パッド 111 と同様に、例えばタングステン、モリブデン、銅、銀又は銀パラジウム等の金属粉末の焼結体等上面に金メッキ、ニッケルメッキを施すことにより設けられている。

【0024】

また、一对の第二凸部 116 の基板 110 a の中心側を向く一辺が、図 1 及び図 4 に示されているように、同一直線上に並ぶようにして設けられている。このようにすることによって、音叉型水晶素子 120 の引き出し電極 127 を一对の第二凸部 116 に接触させながら電極パッド 111 に実装する際に、音叉型水晶素子 120 の水晶振動部 123 が傾くことなく安定した状態で実装することができる。

20

【0025】

また、第二凸部 116 は、音叉型水晶素子 120 の水晶支持部 124 にある引き出し電極 127 と対向する位置にある電極パッド 111 上に設けられている。このようにすることによって、音叉型水晶素子 120 が導電性接着剤 140 を介して電極パッド 111 に実装する際に、仮に音叉型水晶素子 120 が傾いたとしても、引き出し電極 127 が第二凸部 116 に接触することになり、第二凸部 116 よりも下方向に音叉型水晶素子 120 が傾くことなく安定した状態で実装することができる。また、第二凸部 116 は、平面視して、水晶支持部 124 にある引き出し電極 127 と重なる位置に設けられている。このようにすることにより、音叉型水晶素子 120 の一对の水晶振動部 123 が基板 110 a の上面に接触することを低減することができる。

30

【0026】

ここでパッケージ 110 を平面視したときの一辺の寸法が、1.0 ~ 3.2 mm であり、パッケージ 110 の上下方向の寸法が、0.2 ~ 1.5 mm である場合を例にして、凹部 K、電極パッド 111、第一凸部 115 及び第二凸部 116 の大きさを説明する。凹部 K の長辺の長さは、0.7 ~ 2.0 mm であり、短辺の長さは、0.5 ~ 1.5 mm となっている。また、凹部 K の上下方向の長さは、0.1 ~ 0.5 mm となっている。基板 110 a の一辺と平行となる電極パッド 111 の辺の長さは、0.25 ~ 0.40 mm となる。また、基板 110 a の一辺と交わる辺と平行となる電極パッド 111 の辺の長さは、0.25 ~ 0.40 mm となる。電極パッド 111 の上下方向の厚みの長さは、10 ~ 50 μm となる。基板 110 a の一辺と平行となる第一凸部 115 の辺の長さは、50 ~ 150 μm となる。また、基板 110 a の一辺と交わる辺と平行となる第一凸部 115 の辺の長さは、150 ~ 300 μm となる。第一凸部 115 の上下方向の厚みの長さは、30 ~ 70 μm となる。基板 110 a の一辺と平行となる第二凸部 116 の辺の長さは、150 ~ 300 μm となる。また、基板 110 a の一辺と交わる辺と平行となる第二凸部 116 の辺の長さは、50 ~ 100 μm となる。第二凸部 116 の上下方向の厚みの長さは、17 ~ 35 μm となる。

40

50

【0027】

封止用導体パターン117は、蓋体130と接合部材131を介して接合する際に、接合部材131の濡れ性をよくする役割を果たしている。封止用導体パターン117は、枠体110bの上面を囲むようにして設けられている。封止用導体パターン117は、図1及び図4に示すように、第三ビア導体114cを介して、第三外部端子112cと電氣的に接続されている。封止用導体パターン117は、例えばタングステン又はモリブデン等から成る導体パターンの表面にニッケルメッキ及び金メッキを順次、枠体110bの上面を環状に囲む形態で施すことによって、例えば10~25 μ mの厚みに形成されている。

【0028】

ここで、基板110aの作製方法について説明する。基板110aがアルミナセラミックスから成る場合、まず所定のセラミック材料粉末に適当な有機溶剤等を添加・混合して得た複数のセラミックグリーンシートを準備する。また、セラミックグリーンシートの表面或いはセラミックグリーンシートに打ち抜き等を施して予め穿設しておいた貫通孔内に、従来周知のスクリーン印刷等によって所定の導体ペーストを塗布する。さらに、これらのグリーンシートを積層してプレス成形したものを、高温で焼成する。最後に、導体パターンの所定部位、具体的には、電極パッド111、外部端子112、配線パターン113、ビア導体114、第一凸部115、第二凸部116及び封止用導体パターン117となる部位にニッケルメッキ又、金メッキ、銀パラジウム等を施すことにより作製される。また、導体ペーストは、例えばタングステン、モリブデン、銅、銀又は銀パラジウム等の金属粉末の焼結体等から構成されている。

10

20

【0029】

音叉型水晶素子120は、図3に示すように、水晶基部122、水晶振動部123及び水晶支持部124からなる。水晶片121の表面には、励振電極125a、125b、126a及び126bと、引き出し電極127a及び127bと、周波数調整用金属膜128a及び128bとにより構成されている。

【0030】

水晶基部122は、結晶の軸方向として電気軸がX軸、機械軸がY軸、及び光軸がZ軸となる直交座標系としたとき、X軸回りに-5°~+5°の範囲内で回転させたZ軸の方向が厚み方向となる平面視略四角形の平板である。水晶振動部123は、第一水晶振動部123a及び第二水晶振動部123bとからなる。第一水晶振動部123a及び第二水晶振動部123bは、水晶基部122の一辺からY軸の方向に平行に延設されている。

30

【0031】

また、水晶支持部124は、水晶基部122の水晶振動部123が形成されている面と同一面より、水晶振動部123と同一方向に延出するように設けられている。つまり、水晶支持部124は、水晶基部122の一辺からY軸の方向に平行に延設されている。また、水晶支持部124は、水晶振動部123よりも外側に位置するように設けられている。このような水晶片121は、水晶基部122、各水晶振動部123及び水晶支持部124が一体となって音叉形状を成しており、フォトリソグラフィ技術と化学エッチング技術により製造される。水晶支持部124により音叉型水晶素子120を支持することで、バランス良く支持することができる。従って、音叉型水晶素子120の振動漏れを有効に防止して、より一層振動の安定性を図ることができる。

40

【0032】

励振電極125aは、図3に示すように、第一水晶振動部123aの表裏主面及び側面に設けられている。また、励振電極126bは、第一水晶振動部123aの対向する両側面に設けられている。周波数調整用金属膜128aは、第一水晶振動部123aの表主面及び側面の先端部に設けられている。一方の引き出し電極127aは、励振電極125a、126aと電氣的に接続されており、水晶支持部124の表裏主面に設けられている。また、一方の引き出し電極127aは、水晶基部122及び水晶支持部124の中央付近に設けられている。

【0033】

50

また、励振電極 1 2 5 b は、図 3 に示すように、第二水晶振動部 1 2 3 b の表裏主面に設けられている。また、励振電極 1 2 6 a は、第二水晶振動部 1 2 3 b の対向する両側面に設けられている。周波数調整用金属膜 1 2 8 b は、第二水晶振動部 1 2 3 b の表主面及び両側面の先端部に設けられている。他方の引き出し電極 1 2 7 b は、励振電極 1 2 5 b、1 2 6 b と電氣的に接続されており、水晶支持部 1 2 4 の表裏主面に設けられている。また、他方の引き出し電極 1 2 7 b は、水晶基部 1 2 1 から水晶支持部 1 2 4 に跨るようにして設けられている。

【0034】

なお、音叉型水晶素子 1 2 0 は、周波数調整用金属膜 1 2 8 a 及び 1 2 8 b を構成する金属の量を増減させることにより、その周波数値を所望する値に調整することができる。励振電極 1 2 5 b 及び 1 2 6 b と、周波数調整用金属膜 1 2 8 a とは、図 3 に示すように、水晶片 1 2 1 表面に設けられた引き出し電極 1 2 7 a により電氣的に接続している。また、励振電極 1 2 5 a 及び 1 2 6 a と、周波数調整用金属膜 1 2 8 b とは、水晶片 1 2 1 表面に設けられた引き出し電極 1 2 7 b により電氣的に接続している。

10

【0035】

この音叉型水晶素子 1 2 0 を振動させる場合、引き出し電極 1 2 7 a 及び 1 2 7 b に交番電圧を印加する。印加後のある電氣的状態を瞬間的にとらえると、第二水晶振動部 1 2 3 b の励振電極 1 2 6 b は + (プラス) 電位となり、励振電極 1 2 6 a は - (マイナス) 電位となり、+ から - に電界が生じる。一方、このときの第一水晶振動部 1 2 3 a の励振電極 1 2 6 は、第二水晶振動部 1 2 3 b の励振電極 1 2 6 に生じた極性とは反対の極性となる。これらの印加された電界により、第一水晶振動部 1 2 3 a 及び第二水晶振動部 1 2 3 b に伸縮現象が生じ、各水晶振動部 1 2 3 に設定した共振周波数の屈曲振動を得る。

20

【0036】

導電性接着剤 1 4 0 は、引き出し電極 1 2 7 a、1 2 7 b と対向する電極パッド 1 1 1 上に設けられ、音叉型水晶素子 1 2 0 の一端を基板 1 1 0 a の上面と固定するようにして設けられている。また、導電性接着剤 1 4 0 は、水晶デバイスに熱が印加された場合に膨張し、冷却された場合に収縮することになる。この導電性接着剤 1 4 0 が熱膨張及び収縮することによって、音叉型水晶素子 1 2 0 に応力がかかることになる。導電性接着剤 1 4 0 の応力は、直進するようにして最も強く伝播する。このように導電性接着剤 1 4 0 で固定する箇所である引き出し電極 1 2 7 a、1 2 7 b が形成されている水晶基部 1 2 2 または水晶支持部 1 2 4 と、励振電極 1 2 5、1 2 6 が形成されている水晶振動部 1 2 3 との間に空間が設けられているため、導電性接着剤 1 4 0 の熱膨張により発生した応力が直進的に進むことなく、水晶基部 1 2 2 又は水晶支持部 1 2 4 と、水晶振動部 1 2 3 との間に形成された空間によって遮られることになる。また、仮に、導電性接着剤 1 4 0 の応力が伝播したとしても、水晶基部 1 2 2 の外端にある固定箇所から水晶基部 1 2 2 の縁に沿って伝播することになる。このようにすることで、導電性接着剤 1 4 0 の応力が励振電極 1 2 5、1 2 6 に伝播するまでの距離を長くすることができるので、導電性接着剤 1 4 0 の応力が励振電極 1 2 5、1 2 6 に伝播する前に十分に緩和することができる。よって、励振電極 1 2 5、1 2 6 への導電性接着剤 1 4 0 の応力の影響を低減することができる。

30

【0037】

水晶片 1 2 1 を平面視したときの長辺寸法が 0.8 ~ 1.2 mm であり、平面視したときの短辺寸法が 0.7 ~ 0.9 mm である場合を例にして、水晶基部 1 2 2、水晶振動部 1 2 3 及び水晶支持部 1 2 4 を説明する。水晶基部 1 2 2 を平面視したときの長辺寸法が 0.7 ~ 0.9 mm であり、平面視したときの短辺寸法が 0.1 ~ 0.3 mm である。水晶振動部 1 2 3 を平面視したときの長辺寸法が 0.7 ~ 0.9 mm であり、平面視したときの短辺寸法が 0.05 ~ 0.1 mm である。水晶支持部 1 2 4 を平面視したときの長辺寸法が 0.7 ~ 0.9 mm であり、平面視したときの短辺寸法が 0.05 ~ 0.2 mm である。

40

【0038】

ここで、音叉型水晶素子 1 2 0 の動作について説明する。音叉型水晶素子 1 2 0 は、外

50

部からの交番電圧が引き出し電極 1 2 7 から励振電極 1 2 5、1 2 6 を介して水晶片 1 2 1 の水晶振動部 1 2 3 に印加されると、水晶片 1 2 1 が所定の振動モード及び周波数で励振を起こすようになっている。

【0039】

ここで、音叉型水晶素子 1 2 0 の作製方法について説明する。まず、音叉型水晶素子 1 2 0 は、人工水晶体から所定のカットアングルで切断し、水晶片 1 2 1 の両主面にフォトリソグラフィ技術によって、水晶基部 1 2 2、水晶振動部 1 2 3 及び水晶支持部 1 2 4 を形成する。その後、フォトリソグラフィ技術、蒸着技術又はスパッタリング技術によって、金属膜を被着させることにより、励振電極 1 2 5、1 2 6、引き出し電極 1 2 7 及び周波数調整用電極 1 2 8 を形成することにより作製される。

10

【0040】

音叉型水晶素子 1 2 0 の基板 1 1 0 a への接合方法について説明する。まず、導電性接着剤 1 4 0 は、例えばディスペンサによって、一对の電極パッド 1 1 1 の上面に塗布される。音叉型水晶素子 1 2 0 は、導電性接着剤 1 4 0 上に搬送され、導電性接着剤 1 4 0 上に載置される。そして音叉型水晶素子 1 2 0 は、導電性接着剤 1 4 0 を加熱硬化させることによって一对の電極パッド 1 1 1 に接合される。

【0041】

導電性接着剤 1 4 0 は、シリコン樹脂等のバインダーの中に導電フィラーとして導電性粉末が含有されている。導電性粉末としては、アルミニウム、モリブデン、タングステン、白金、パラジウム、銀、チタン、ニッケル又はニッケル鉄のうちのいずれか、或いはこれらの組み合わせを含むものが用いられている。また、バインダーとしては、例えばシリコン樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂又はビスマレイミド樹脂が用いられる。

20

【0042】

導電性接着剤 1 4 0 の粘度が、 $35 \sim 45 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ のものを使用することによって、塗布した際に、導電性接着剤 1 4 0 は、電極パッド 1 1 1 から基板 1 1 0 a 上面に流れ出にくくなることで、電極パッド 1 1 1 上に留まり、上下方向の厚みが維持される。導電性接着剤 1 4 0 の上下方向の厚みの長さは、 $10 \sim 25 \mu\text{m}$ である。このように導電性接着剤 1 4 0 の厚みを確保できることによって、落下等の試験により加わった衝撃が音叉型水晶素子 1 2 0 に対して導電性接着剤 1 4 0 を中心にして上下方向へ加わったとしても、その衝撃を

30

導電性接着剤 1 4 0 で十分に吸収緩和することができる。

【0043】

蓋体 1 3 0 は、例えば、鉄、ニッケル又はコバルトの少なくともいずれかを含む合金からなる。このような蓋体 1 3 0 は、真空状態にある凹部 K、あるいは窒素ガスなどが充填された凹部 K を気密的に封止するためのものである。具体的には、蓋体 1 3 0 は、所定雰囲気、パッケージ 1 1 0 の枠体 1 1 0 b 上に載置される。そして、枠体 1 1 0 b の封止用導体パターン 1 1 7 と蓋体 1 3 0 の接合部材 1 3 1 とが溶接されるように、蓋体 1 3 0 に所定電流を印加してシーム溶接を行うことにより、蓋体 1 3 0 を枠体 1 1 0 b に接合する。

【0044】

接合部材 1 3 1 は、パッケージ 1 1 0 の枠体 1 1 0 b 上面に設けられた封止用導体パターン 1 1 7 に相対する蓋体 1 3 0 の箇所設けられている。接合部材 1 3 1 は、例えば、金錫又は銀口ウによって設けられている。金錫の場合は、その厚みは、 $10 \sim 40 \mu\text{m}$ である。例えば、成分比率が、金が $78 \sim 82\%$ 、錫が $18 \sim 22\%$ のものが使用されている。銀口ウの場合は、その厚みは、 $10 \sim 20 \mu\text{m}$ である。例えば、成分比率は、銀が $72 \sim 85\%$ 、銅が $15 \sim 28\%$ のものが使用されている。

40

【0045】

接合部材 1 3 1 は、例えば、ガラスの場合には、 $350 \sim 400$ で溶融する鉛フリーガラスである例えばバナジウムを含有した低融点ガラスから構成されている。鉛フリーガラスは、バインダーと溶剤とが加えられペースト状であり、溶融された後固化されるこ

50

とで他の部材と接着する。接合部材 131 は、例えば、ガラスフリットペーストがスクリーン印刷法で塗布され乾燥することで設けられる。

【0046】

第一実施形態における水晶デバイスは、基板 110a と、基板 110a の外周縁に沿って設けられた枠体 110b と、基板 110a 上の短辺方向に沿って設けられた一对の電極パッド 111 と、基板 110a 上の長辺方向に沿って設けられた第一凸部 115 と、矩形状の水晶基部 122 と、水晶基部 122 の側面より延出した水晶基部 122 の一部である水晶振動部 123 と、水晶基部 122 の同一面より、水晶振動部 123 と同一方向に延出するように設けられた水晶支持部 124 と、水晶振動部 123 の上面及び下面に設けられた励振電極 125、126 と、水晶振動部 123 から水晶基部 121 及び水晶支持部 124 にかけて設けられ励振電極 125、126 と電気的に接続された引き出し電極 127 と、を有する音叉型水晶素子 120 と、を備え、水晶支持部 124 が第一凸部 115 と接触されており、引き出し電極 127 が電極パッド 111 と導電性接着剤 140 を介して電気的に接続されている。このような水晶デバイスを構成する音叉型水晶素子を用いることによって、従来 of 水晶デバイスを構成する音叉型水晶素子のように、水晶基部に設けられた引き出し電極のみで電極パッドと接続されている場合と比較して、水晶支持部 124 と第一凸部 115 とが接触されていることによって、水晶振動部 123 が基板 110a の上面に接触することを抑えることができる。このように水晶デバイスは、水晶振動部 123 の屈曲振動が阻害されることがないので、音叉型水晶素子 120 の発振周波数を安定して出力することができる。

10

20

【0047】

また、本実施形態の水晶デバイスでは、第一凸部 115 の上下方向の厚みが、電極パッド 111 の上下方向の厚みよりも大きくなるように設けられている。このようにすることで、音叉型水晶素子 120 の水晶基部 122 が基板 110a に接触することをさらに抑えることができる。よって、音叉型水晶素子 120 の水晶振動部 123 が基板 110a に接触することをさらに抑えることができるので、音叉型水晶素子 120 の発振周波数が変動してしまうことをさらに低減することができる。

【0048】

また、本実施形態の水晶デバイスでは、配線パターン 113 が、電極パッド 111 と電気的に接続されており、平面視した際に、枠体 110b と重なる位置に設けられている。このようにすることによって、水晶デバイスは、配線パターン 113 と音叉型水晶素子 120 との間で浮遊容量が発生することを抑えるので、音叉型水晶素子 120 にこの浮遊容量が付与されることがないため、発振周波数が変動してしまうことを抑えることができる。また、水晶デバイスに外力が加わり、枠体 110b の長辺方向に曲げモーメントが発生しても、基板 110a に加えて枠体 110b が設けられていることにより、枠体 110b が設けられている箇所は、変形しにくくなる。よって、枠体 110b と平面視して重なる位置に設けられた配線パターン 113 は、断線しにくくなり、発振周波数が出力されなくなることを抑制することができる。

30

【0049】

また、本実施形態の水晶デバイスでは、配線パターン 113 の一部が、電極パッド 111 から枠体 110b に向かって延出し、露出するようにして設けられている。このように、配線パターン 113 の一部が、電極パッド 111 から枠体 110b の長辺方向に向かって延出し、凹部 K 内で露出するようにして設けられていることにより、音叉型水晶素子 120 を実装した際に、溢れ出そうになった導電性接着剤 140 が、導電性接着剤 140 と濡れ性の良い配線パターン 113 上に沿って流れ出てくれるため、パッケージ 110 の中心方向に流れ出ることがなく導電性接着剤 140 が水晶振動部 123 の励振用電極 125、126 に付着してしまうことを抑えることができる。

40

【0050】

また、本実施形態の水晶デバイスでは、電極パッド 111 の上面に設けられた第二凸部 116 を備えている。このようにすることによって、音叉型水晶素子 120 が導電性接着

50

剤 1 4 0 を介して電極パッド 1 1 1 に実装する際に、仮に音叉型水晶素子 1 2 0 が傾いたとしても、引き出し電極 1 2 7 が第二凸部 1 1 6 に接触することになり、第二凸部 1 1 6 よりも下方に音叉型水晶素子 1 2 0 が傾くことなく安定した状態で実装することができる。また、第二凸部 1 1 6 は、平面視して、水晶支持部 1 2 4 にある引き出し電極 1 2 7 と重なる位置に設けられている。このようにすることにより、音叉型水晶素子 1 2 0 の一对の水晶振動部 1 2 3 が基板 1 1 0 a の上面に接触することを低減することができる。

【 0 0 5 1 】

また、突起部は、図 3 に示すように、水晶振動部 1 2 3 が延出している方向に平行な水晶支持部 1 2 4 の側面に設けられている。従って、突起部は、水晶支持部 1 2 4 の側面から延出している。このようにすることで、音叉型水晶素子 1 2 0 を平面視したとき、水晶支持部 1 2 4 が延出している方向に垂直な方向の水晶支持部 1 2 4 の長さが、突起部が設けられている部分だけ長くなっている。従って、図 3 に示すように、水晶支持部 1 2 4 の側面に突起部を設けることで、水晶支持部 1 2 4 に屈曲振動が生じた場合に突起部が錘の機能を果たすこととなり、水晶支持部 1 2 4 での屈曲振動を低減させることが可能となる。このため、このようにすることで、水晶支持部 1 2 4 で生じる屈曲振動と水晶振動部 1 2 3 で生じる屈曲振動とが互いに影響し、具体的には、結合し、周波数安定度の悪化や等価直列抵抗値の増大といった電気的特性の悪化を低減させることができる。

10

【 0 0 5 2 】

また、突起部には、図 3 に示すように、水晶支持部 1 2 4 の長辺方向と平行になる向きに切欠き部が形成されている。切欠き部は、水晶振動部 1 2 3 及び水晶支持部 1 2 4 で生じる屈曲振動の周波数は、水晶の軸線方向に関係しており、この長さが短くなる程、発振周波数が低くなる傾向があるため、突起部を水晶支持部 1 2 4 に設けた場合に、水晶支持部 1 2 4 で生じる屈曲振動の周波数が水晶振動部 1 2 3 で生じる屈曲振動の周波数より低い周波数とならないようにするためのものである。従って、突起部に切欠き部が形成されていない場合には、水晶支持部 1 2 4 で屈曲振動が生じた場合、水晶支持部 1 2 4 で生じた屈曲振動の周波数が水晶振動部 1 2 3 で生じた屈曲振動の周波数より低くなってしまい、所望の周波数特性を得ることができず、電気的特性が悪化する虞がある。このため、音叉型水晶素子 1 2 0 では、切欠き部が形成されている突起部を水晶支持部 1 2 4 に設けられている。

20

【 0 0 5 3 】

本実施形態の水晶デバイスは、水晶支持部 1 2 4 の側面に突起部を設けることで、水晶支持部 1 2 4 に屈曲振動が生じた場合に突起部が錘の機能を果たすこととなり、水晶支持部 1 2 4 での屈曲振動を低減させることが可能となる。このため、このようにすることで、水晶支持部 1 2 4 で生じる屈曲振動と水晶振動部 1 2 3 で生じる屈曲振動とが互いに影響し、具体的には、結合し、周波数安定度の悪化や等価直列抵抗値の増大といった電気的特性の悪化を低減させることができる。

30

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態の水晶デバイスは、水晶支持部 1 2 4 の長辺方向と平行になる向きに切欠き部が形成されている。このように突起部に切欠き部が形成されていることによって、水晶支持部 1 2 4 で屈曲振動が生じた場合、水晶支持部 1 2 4 で生じた屈曲振動の周波数が水晶振動部 1 2 3 で生じた屈曲振動の周波数よりも高くすることができ、所望の周波数特性を得ることができる。よって、水晶デバイスは、電気的特性の悪化をさらに低減することができる。

40

【 0 0 5 5 】

尚、本実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良等が可能である。上記実施形態では、枠体 1 1 0 b が基板 1 1 0 a と同様にセラミック材で一体的に形成した場合を説明したが、枠体 1 1 0 b が金属製であっても構わない。この場合、枠体は、銀 - 銅等の口ウ材を介して基板の導体膜に接合されている。

【 0 0 5 6 】

50

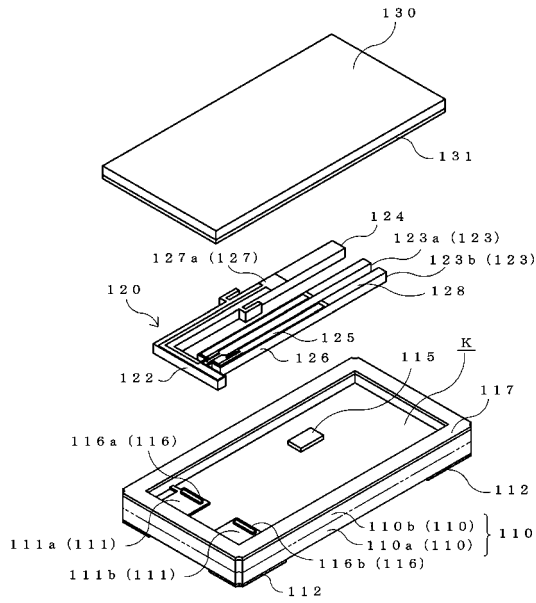
上記実施形態では、基板 1 1 0 a の下面に四つの外部端子 1 1 2 が設けられている場合を説明したが、図 6 に示すように、基板 2 1 0 a の下面に二つの外部端子 2 1 2 を設けるようにしても構わない。この場合には、封止用導体パターン 2 1 7 は、外部端子 2 1 2 とは、電氣的に接続されていない。

【符号の説明】

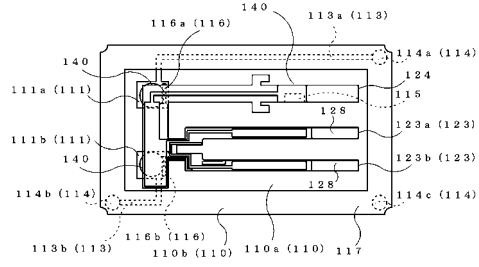
【 0 0 5 7 】

1 1 0 . . .	パッケージ	
1 1 0 a . . .	基板	
1 1 0 b . . .	枠体	
1 1 1 . . .	電極パッド	10
1 1 2 . . .	外部端子	
1 1 3 . . .	配線パターン	
1 1 4 . . .	ビア導体	
1 1 5 . . .	第一凸部	
1 1 6 . . .	第二凸部	
1 1 7 . . .	封止用導体パターン	
1 2 0 . . .	水晶素子	
1 2 1 . . .	水晶片	
1 2 2 . . .	水晶基部	
1 2 3 . . .	水晶振動部	20
1 2 4 . . .	水晶支持部	
1 2 5、1 2 6 . . .	励振電極	
1 2 7 . . .	引き出し電極	
1 2 8 . . .		
周波数調整用金属膜		
1 3 0 . . .	蓋体	
1 3 1 . . .	接合部材	
1 4 0 . . .	導電性接着剤	
K . . .	凹部	

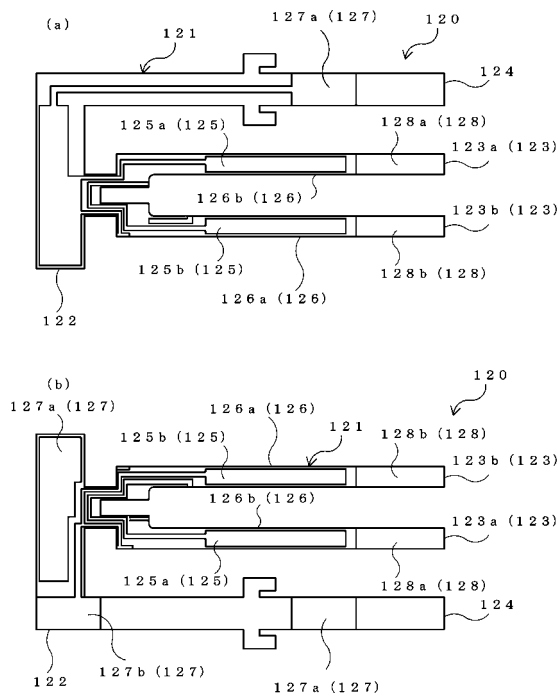
【図1】



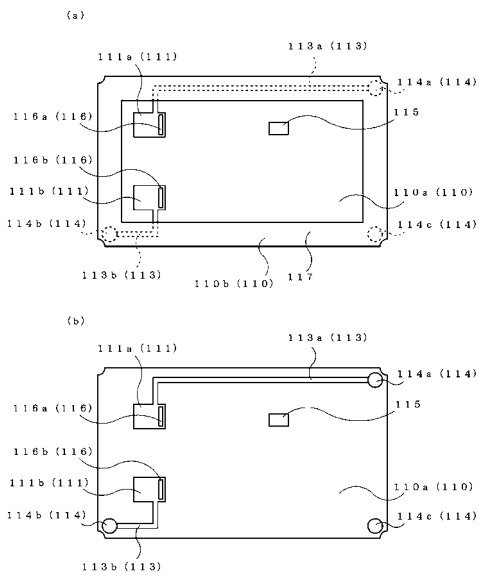
【図2】



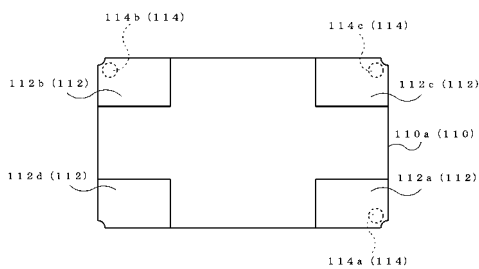
【図3】



【図4】



【図5】



【図 6】

