

(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2013-55573

(P2013-55573A)

(43) 公開日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/02 (2006.01)	H03H 9/02 N	5 J 1 0 8
H01L 23/02 (2006.01)	H03H 9/02 K	
H01L 23/00 (2006.01)	H03H 9/02 J	
	H01L 23/02 J	
	H01L 23/00 C	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 23 頁)		

(21) 出願番号 特願2011-193596 (P2011-193596)
 (22) 出願日 平成23年9月6日 (2011.9.6)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 佐藤 敏章
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 堀江 協
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電デバイス、及び電子機器

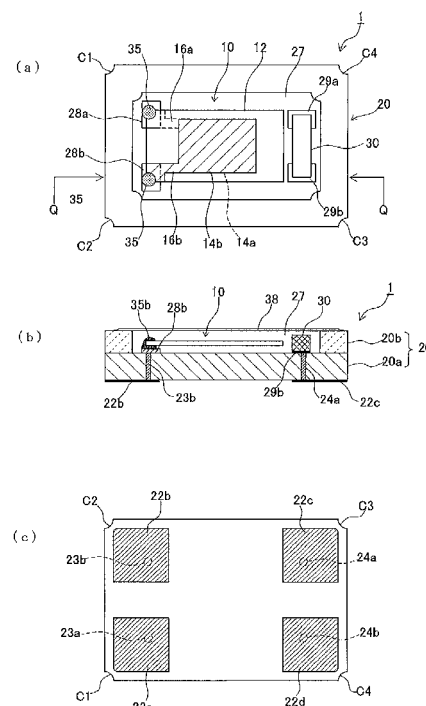
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】周波数温度特性、及び短期安定度の優れた、小型で且つ表面実装型の圧電デバイスを得る。

【解決手段】圧電デバイスは、圧電振動素子10と、感温部品30と、容器20と、を備えている。容器20は、表部に第1の電極パッド28a、28bと第2の電極パッド29a、29bとを有し底部に実装端子22a～22dを有する第1の絶縁基板20aと、環状の第2の絶縁基板20bと、を備えている。実装端子22a、22bと第1の電極パッド28a、28bとは、第1の熱伝導部23a、23bより、実装端子22c、22dと第2の電極パッド29a、29bとは、第2の熱伝導部24a、24bより、電気的及び熱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】

圧電振動素子と、温度を検出する感温部品と、前記圧電振動素子、及び前記感温部品を収容する収容部を有する容器と、を備えた圧電デバイスであって、

前記容器は、表部に前記圧電振動素子搭載用の第 1 の電極パッドと前記感温部品搭載用の第 2 の電極パッドとを有し、底部に複数の実装端子を有する第 1 の絶縁基板と、

前記第 1 の絶縁基板の表部に対して底部を積層固定される環状の第 2 の絶縁基板と、を備え、

少なくとも 1 つの前記実装端子と前記第 1 の電極パッドとは、第 1 の熱伝導部材により電氣的及び熱的に接続され、

他の少なくとも 1 つの前記実装端子と前記第 2 の電極パッドとは、第 2 の熱伝導部材により電氣的及び熱的に接続されていることを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 2】

前記第 1 の熱伝導部材は、第 1 の熱伝導部と第 1 の配線パターンとを有し、

前記第 2 の熱伝導部材は、第 2 の熱伝導部と前記第 2 の配線パターンとを有していることを特徴とする請求項 1 に記載の圧電デバイス。

【請求項 3】

前記第 1、第 2 の熱伝導部材は、いずれも少なくとも一部が前記第 1 の絶縁基板の内部を貫通するよう設けられていることを特徴とする請求項 1、又は 2 に記載の圧電デバイス。

【請求項 4】

前記容器は、

外側の側面にキャストレーションを備え、

当該キャストレーションの表面には金属層が設けられ、

前記第 1、第 2 の熱伝導部材の少なくとも何れか一方は、前記金属層と接続されていることを特徴とする請求項 1、又は 2 に記載の圧電デバイス。

【請求項 5】

前記第 1、第 2 の熱伝導部材のうちの一方の少なくとも一部は、前記第 1 の絶縁基板の内部に貫通配置され、他方の少なくとも一部は前記容器の外側面に設けられたキャストレーション内に配置されていることを特徴とする請求項 1、又は 2 に記載の圧電デバイス。

【請求項 6】

前記収納部を気密封止する蓋部材を備え、

前記蓋部材は、前記容器の内部を貫通する第 3 の熱伝導部材により前記感温部品と接続する実装端子と電氣的及び熱的に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうち何れか一項に記載の圧電デバイス。

【請求項 7】

前記第 2 の絶縁基板の代わりに、環状の金属性基板を採用し、

前記環状の金属性基板の開口部を気密封止する蓋部材を備え、

前記蓋部材は、前記容器の内部を貫通する第 3 の熱伝導部材、或いは、前記キャストレーションの表面に設けた前記金属層により、前記感温部品と接続する実装端子と電氣的及び熱的に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうち何れか一項に記載の圧電デバイス。

【請求項 8】

前記圧電振動素子の圧電基板は、水晶の結晶軸である電気軸としての X 軸と、機械軸としての Y 軸と、光学軸としての Z 軸と、からなる直交座標系の前記 X 軸を中心として、

前記 Z 軸を前記 Y 軸の - Y 方向へ所定の角度だけ傾けた軸を Z' 軸とし、

前記 Y 軸を前記 Z 軸の + Z 方向へ前記所定の角度だけ傾けた軸を Y' 軸とし、

前記 X 軸と前記 Z' 軸に平行な面で構成され、

前記 Y' 軸に平行な方向を厚みとする水晶基板であり、

前記 X 軸に平行な辺を長辺とし、

10

20

30

40

50

前記 Z' 軸に平行な辺を短辺とした水晶基板を用いた A T カット水晶振動素子であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のうち何れか一項に記載の圧電デバイス。

【請求項 9】

前記圧電振動素子は、音叉型水晶振動素子であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のうち何れか一項に記載の圧電デバイス。

【請求項 10】

前記圧電振動素子は、A T カット水晶振動素子と音叉型水晶振動素子とが前記收容部に併置されていることを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のうち何れか一項に記載の圧電デバイスを内蔵したことを特徴とする電子機器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、感温部品と圧電振動素子とを備えた圧電デバイスに関する。本圧電デバイスと、主回路基板（マザーボード）上に共に搭載される IC 部品とにより、精度のよい温度補償型圧電発振器が構成され、また、この圧電デバイスを用いた圧電モジュール、及び電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

20

特許文献 1 乃至 4 には、携帯電話等の無線通信機器に用いられる温度補償型圧電発振器が開示されている。特許文献 4 には、温度補償回路として温度に関する四次成分以上の回路を用いて、電源投入後の周波数ドリフトを小さくした温度補償型圧電発振器が開示されている。これに使用される IC 部品は、温度を感知する温度センサーと、圧電振動素子の温度変化による周波数変動を補償するための温度補償回路と、可変容量素子と、増幅回路等を有しており、圧電振動素子を高精度に温度補償できると開示されている。また、実装端子、素子搭載パッド、IC 搭載パッドは、容器（パッケージ）の絶縁基板内部に設けられたビア電極（貫通孔（ビアホール）にビア電極ペーストを充填した導体）、及び絶縁基板の層間に配置された配線パターン等により電氣的接続されている。

【0003】

30

特許文献 5 には、絶縁容器の隅部に設けたキャストレーションに金属膜等を焼成し、この導電膜（キャストレーション電極）を、実装端子と素子搭載パッドとの電氣的導通の手段とした例が開示されている。なお、絶縁容器の 4 つの角部に上下方向に伸長するキャストレーションは、多数の容器がマトリクス状に形成された積層マザーウェーハから、個別の容器に小割切断する際に用いられる。

容器の内部に形成したビア電極の一方の端部を蓋部材（リッド）に接続し、他方の端部を接地用実装端子に接続することにより、電磁氣的なシールド効果が得られる。また、容器の層間に焼成した配線パターンとキャストレーション電極とを接続することにより、実装端子と配線パターンとを電氣的に導通することができる。キャストレーション電極同志を層間に焼成した配線パターンにより導通した例も開示されている。配線パターン等の電極材料にはタングステン等が用いられる。

40

【0004】

ところで、上記の温度補償型圧電発振器では、パッケージ内の圧電振動素子の温度と、絶縁容器の外部に設けた IC 部品に内蔵する温度センサーが検出する温度との間に僅かに温度差が生じる。両者間に温度差があると、誤差のある温度に基づいて圧電振動子の周波数温度特性を補償することになり、高精度の温度補償ができず、周波数ドリフトが生じるという問題があった。そこで、このような不具合に対処するために、圧電振動素子が搭載されている絶縁基板の温度を精度よく測定する試みがなされてきた。

【0005】

特許文献 6 ～ 特許文献 8 には、温度検出精度の向上と、小型化を図るために、容器の上

50

部のキャビティー内に圧電振動素子を收容し、反対側の下部のキャビティー内に発振回路、温度補償回路等を收容した構造の表面実装型圧電発振器が開示されている。特許文献6には、圧電振動素子を接続するパッドの近傍に温度センサーを配置し、圧電振動素子の温度と温度センサーにより検出される温度との温度差を小さくすることにより、周波数温度特性、周波数ドリフト特性を安定化できると開示されている。しかし、圧電振動素子搭載用のパッドに接続されたIC部品の端子は、発振回路の増幅器の近傍に配置されているので、増幅器の動作に伴い発熱する。その結果、IC部品に内蔵する温度センサーを圧電振動素子側に近接させてもIC部品の発熱温度を検出する虞があり、周波数ドリフト特性を劣化させるという課題がある。

【0006】

次に、特許文献7には、容器の上部のキャビティーに圧電振動素子と、発振回路、温度センサーを備えた第1のIC部品とを收容すると共に、下部のキャビティーに温度補償回路を備えた第2のIC部品を收容することにより、圧電振動素子と、温度センサーとを同じ温度環境下に配置でき、周波数温度特性、周波数ドリフト特性を安定化できると開示されている。しかし、IC部品を二分して、温度センサー付きの第1のIC部品を圧電振動素子と同じキャビティーに收容する構造は、コスト高となって実現性が低く、また発振器全体の小型化に逆行するという課題がある。

また、特許文献8には、容器の上部の凹部に圧電振動素子を片持ち支持状態で收容し、下部の凹部にIC部品を收容し、IC部品の温度センサー端子を上部凹部に設けた枕部材と接続することにより、圧電振動素子の温度と、温度センサーの検出温度との温度差を縮小して、周波数温度特性、周波数ドリフト特性を安定化できると開示されている。

【0007】

しかし、特許文献6～特許文献8に開示された何れの構造も、セラミック基板に圧電振動素子を搭載する構成であるため、導電性接着剤を介して圧電振動素子と接続されたセラミック基板の温度を測定すれば、圧電振動素子の温度を正確に検出できると推測されている。しかし、実際には周波数ドリフト特性を改善する効果は、十分ではなかった。このように、圧電振動素子と離れて温度センサーを内蔵するIC部品を配置した従来の表面実装型圧電発振器では、圧電振動素子の温度を正確に検出することはできず、安定した周波数温度特性が得られない。また起動時の周波数ドリフト特性の改善も不十分であるという問題があった。

【0008】

特許文献9には、圧電振動子の容器の主面に、ICチップを接着した表面実装型圧電発振器が開示されている。ICチップは温度センサーを内蔵し、圧電振動素子は容器内に收容されている。圧電振動素子は温度変化によってその周波数が変動し、温度センサーは温度変化によって出力信号が変化する。ICチップに内蔵される発振回路と、圧電振動素子によって圧電発振器が構成され、ICチップに内蔵される温度補償回路で圧電発振器の周波数が補償される。つまり、温度補償発振回路は、温度センサーからの出力信号に基づいて温度補償用の電圧信号を出力し、それを可変容量素子に印加することにより可変容量素子の容量を変化させて、周波数を補償する。温度の変化により圧電振動素子の振動周波数が変動するが、温度センサーの出力信号により温度補償発振回路が動作し、周波数の変化分を補償する。ICチップを圧電振動子の容器に固定することで、両者の位置を近接させ、温度差を縮小できると記述されている。温度センサーはICチップの表層部に形成されており、発振器をこのような構成にすることにより周波数温度特性、周波数ドリフト特性を安定化できると開示されている。

【0009】

最近、携帯電話の主回路基板に関し、集積化、チップセット化等の技術革新が進み、部品の小型・低背化、少数化の傾向は目覚ましい。即ち、前述の特許文献1乃至9に記載されているような温度補償型圧電発振器は必ずしも必要とされず、主回路基板(マザーボード)上に搭載されるIC部品に温度補償回路を付加する傾向がある。しかし、基準周波数源には、圧電振動子を用い、圧電振動子と前記のようなIC部品(チップセット)と組合

10

20

30

40

50

せることにより、圧電振動子の温度補償を実現するという試みがなされている。

【0010】

しかし、主回路基板に搭載された圧電振動子の温度と、圧電振動子の温度を検出する温度センサーの出力温度との間に温度差があることが問題になっている。これは回路基板上に圧電振動子、温度センサー、及び熱源を配置し、回路基板上の温度分布をシミュレーションによって求めることにより明らかとなった。圧電振動子と温度センサーとの僅かの温度差は、携帯電話に搭載されているGPSの位置測定精度に影響する。GPSは基準周波数の短期安定度が極めて重要な要素となるからである。

【0011】

特許文献10には、底板及び枠壁からなる凹部を有する矩形状の容器と、容器に収容された水晶振動素子と、容器の開口部に接合された金属カバーと、水晶振動素子の温度検出で容器の長手方向の一端側に付着させたサーミスタと、を備えた表面実装型水晶振動子が開示されている。サーミスタの長手方向が、容器の高さ方向に直交して容器の外側面に固着した構成とした温度センサー付き水晶振動子である。

10

【0012】

特許文献11には、底板層と枠壁層と有した凹状積層セラミックからなる容器と、容器内に収容され一端部両側が固着された水晶振動素子と、水晶振動素子と共に容器内に収容されたサーミスタと、を備えた表面実装型水晶振動子が開示されている。水晶振動素子の主面は底板層の最上位層と対面し、サーミスタは底板層に設けられた凹所内に配置された構成の温度センサー付き水晶振動子である。

20

【0013】

しかしながら、特許文献10に開示の構造では、サーミスタが圧電振動子の容器に接続されているものの、容器が絶縁性のセラミックであるため、熱伝導性の点から容器内の圧電振動素子の実際の温度と、サーミスタが検出する温度との間に温度差が生じるという問題がある。更に、容器の外側に突出してサーミスタが固定されているため、ハンドリング時や他の部品との接触により破損や、脱落の虞があるという問題がある。

【0014】

そこで、特許文献11において提案されている構造では、サーミスタが圧電振動子の容器の内部に搭載されており、振動片（振動素子）が曝されている温度を検出できることが期待できる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】特開2005-217782公報

【特許文献2】特開2005-244925公報

【特許文献3】特開2009-089437公報

【特許文献4】特開2010-206443公報

【特許文献5】特開2006-054314公報

【特許文献6】特開2006-191517公報

【特許文献7】特開2008-263564公報

40

【特許文献8】特開2010-035078公報

【特許文献9】特開2009-105199公報

【特許文献10】特開2010-118979公報

【特許文献11】特開2008-205938公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

しかしながら、特許文献11の構造において、圧電振動素子とサーミスタの搭載されているセラミック基板の層が異なるため、マザーボードからの熱の伝導に時間差が生じるため、容器が絶縁性のセラミック製でできており、熱伝導性の観点から、振動片（振動素子

50

）へ熱が伝わる時間がサーミスタに熱が伝わる時間よりも遅れてしまう虞があり、その結果として、圧電振動素子とサーミスタとの間で、温度差が生じる問題があった。

つまり、開示された構造では、本願発明者が検証した結果からは、携帯電話に搭載されるGPS用の規格を満たすには不十分であり、更なる改善が必要とされることが明らかとなった。

本発明は上記に鑑みてなされたものであり、圧電振動素子の温度を高精度に検出することを可能とし、主回路基板（マザーボード）上に搭載された補償回路と組合せることにより、高安定、高精度の周波数温度特性の発振器を可能とする、表面実装型の圧電デバイスを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

10

【0017】

本発明は、上記の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0018】

〔適用例1〕本発明の圧電デバイスは、圧電振動素子と、温度を検出する感温部品と、前記圧電振動素子、及び前記感温部品を収容する収容部を有する容器と、を備えた圧電デバイスであって、前記容器は、表部に前記圧電振動素子搭載用の第1の電極パッドと前記感温部品搭載用の第2の電極パッドとを有し、底部に複数の実装端子を有する第1の絶縁基板と、前記第1の絶縁基板の表部に対して底部を積層固定される環状の第2の絶縁基板と、を備え、少なくとも1つの前記実装端子と前記第1の電極パッドとは、第1の熱伝導部材により電氣的及び熱的に接続され、他の少なくとも1つの前記実装端子と前記第2の電極パッドとは、第2の熱伝導部材により電氣的及び熱的に接続されていることを特徴とする圧電デバイスである。

20

【0019】

上記のように圧電デバイスを構成すると、実装端子と第1の電極パッドとを導通接続する第1の熱伝導部の長さ、実装端子と第2の電極パッドとを導通接続する第2の熱伝導部の長さを同じ長さとしてすることができ、圧電振動素子の温度と、感温部品の検出する温度との温度差を縮小することが可能となる。また圧電振動素子と感温部品とを、外部回路に接続して動作させることにより、良好な周波数温度特性が得られ、また優れた周波数ドリフト特性（短期安定度）を有する温度補償型圧電発振器が実現できるという効果がある。

30

【0020】

〔適用例2〕また圧電デバイスは、前記第1の熱伝導部材は、第1の熱伝導部と第1の配線パターンとを有し、前記第2の熱伝導部材は、第2の熱伝導部と前記第2の配線パターンとを有していることを特徴とする適用例1に記載の圧電デバイスである。

【0021】

上記のように圧電デバイスを構成すると、実装端子と第1の電極パッドとを導通接続する第1の熱伝導部、及び第1の配線パターンの長さ、実装端子と第2の電極パッドとを導通接続する第2の熱伝導部、及び第2の配線パターンの長さを同じ長さとしてすることができ、圧電振動素子の温度と、感温部品の検出する温度との温度差を縮小することが可能となる。そのため、短い時間で圧電振動素子の温度と、感温部品の検出する温度との温度差を縮小することが可能となり、外部回路と接続されて、優れた周波数ドリフト特性（短期安定度）を有する温度補償型圧電発振器が実現できるので、GPS等の性能を改善できるという効果がある。

40

【0022】

〔適用例3〕また圧電デバイスは、前記第1、第2の熱伝導部材は、いずれも少なくとも一部が前記第1の絶縁基板の内部を貫通するよう設けられていることを特徴とする適用例1、又は2に記載の圧電デバイスである。

【0023】

上記のように構成すると、実装端子から伝わる熱は、第1、第2の熱伝導部を経由する

50

ため、熱の流れ（熱伝導）の速度は速く、極めて短い時間で圧電振動素子の温度と、感温部品の検出する温度との温度差を縮小できるという効果がある。

【 0 0 2 4 】

〔適用例 4〕また圧電デバイスは、前記容器は、外側の側面にキャストレーション（凹み）を備え、当該キャストレーション（凹み）の表面には金属層が設けられ、前記第 1、第 2 の熱伝導部材の少なくとも何れか一方は、前記金属層と接続されていることを特徴とする適用例 1、又は 2 に記載の圧電デバイスである。

【 0 0 2 5 】

上記のように構成すると、第 1、第 2 の熱伝導部の少なくとも何れか一方をキャストレーション内に設けることにより、実装端子から伝わる熱の流れ（熱伝導）の速度は速く、極めて短い時間で圧電振動素子の温度と、感温部品が検出する温度との温度差を縮小できるという効果がある。

10

【 0 0 2 6 】

〔適用例 5〕また圧電デバイスは、前記第 1、第 2 の熱伝導部材のうちの一方の少なくとも一部は、前記第 1 の絶縁基板の内部に貫通配置され、他方の少なくとも一部は前記容器の外側面に設けられたキャストレーション内に配置されていることを特徴とする適用例 1、又は 2 に記載の圧電デバイスである。

【 0 0 2 7 】

上記のように構成すると、実装端子から伝わる熱の流れ（熱伝導）は、基板肉厚内に設けた第 1 及び第 2 の熱伝導部と、容器の側面に設けたキャストレーション電極と、を経由するため熱伝導の速度が速く、極めて短い時間で圧電振動素子の温度と、感温部品の検出する温度との温度差を縮小できるという効果がある。

20

【 0 0 2 8 】

〔適用例 6〕また圧電デバイスは、前記収納部を気密封止する蓋部材を備え、前記蓋部材は、前記容器の内部を貫通する第 3 の熱伝導部材により前記感温部品と接続する実装端子と電気的及び熱的に接続されていることを特徴とする適用例 1 乃至 5 のうち何れか一項に記載の圧電デバイスである。

【 0 0 2 9 】

上記のように構成すると、実装端子から蓋部材へと伝わる熱伝導の速度は速くなり、実装端子と接続する感温部品の温度と、蓋部材に近接して配置された圧電振動素子の温度との温度差を極めて短い時間で縮小できるため、良好な周波数温度特性が得られ、また優れた周波数ドリフト特性（短期安定度）を有する温度補償型圧電発振器が実現できるという効果がある。

30

【 0 0 3 0 】

〔適用例 7〕また圧電デバイスは、前記第 2 の絶縁基板の代わりに、環状の金属性基板を採用し、前記環状の金属性基板の開口部を気密封止する蓋部材を備え、前記蓋部材は、前記容器の内部を貫通する第 3 の熱伝導部材、或いは、前記キャストレーションの表面に設けた前記金属層により、前記感温部品と接続する実装端子と電気的及び熱的に接続されていることを特徴とする適用例 1 乃至 5 のうち何れか一項に記載の圧電デバイスである。

【 0 0 3 1 】

上記のように構成すると、第 1 の絶縁基板を用いた場合よりも薄型化が可能となり、且つ製造コストも低減できるという効果がある。

40

【 0 0 3 2 】

〔適用例 8〕また圧電デバイスは、前記圧電振動素子の圧電基板は、水晶の結晶軸である電気軸としての X 軸と、機械軸としての Y 軸と、光学軸としての Z 軸と、からなる直交座標系の前記 X 軸を中心として、前記 Z 軸を前記 Y 軸の - Y 方向へ所定の角度だけ傾けた軸を Z' 軸とし、前記 Y 軸を前記 Z 軸の + Z 方向へ前記所定の角度だけ傾けた軸を Y' 軸とし、前記 X 軸と前記 Z' 軸に平行な面で構成され、前記 Y' 軸に平行な方向を厚みとする水晶基板であり、前記 X 軸に平行な辺を長辺とし、前記 Z' 軸に平行な辺を短辺とした水晶基板を用いた A T カット水晶振動素子であることを特徴とする適用例 1 乃至 7 のうち

50

何れか一項に記載の圧電デバイスである。

【 0 0 3 3 】

上記のように、圧電基板に A T カット水晶基板を用いることにより、圧電デバイスの周波数温度特性は優れた 3 次特性となり、長く積み上げられた温度補償技術が活用されるために、良好な周波数温度特性が得られる。また、A T カット水晶基板のエッチング手法も長い経験があり、歩留まりもよく、高周波で小型の圧電基板が量産できるため、圧電デバイスのコストを低減できるという利点がある。

【 0 0 3 4 】

[適用例 9] また圧電デバイスは、前記圧電振動素子は、音叉型水晶振動素子であることを特徴とする適用例 1 乃至 7 のうち何れか一項に記載の圧電デバイスである。

10

【 0 0 3 5 】

上記のように、圧電振動素子に音叉型水晶振動素子を用いることにより、高周波を分周することなく、温度特性の優れた所要の基準低周波が得られるという利点がある。

【 0 0 3 6 】

[適用例 1 0] また圧電デバイスは、前記圧電振動素子が、A T カット水晶振動素子と音叉型水晶振動素子とが前記収容部に併置されていることを特徴とする圧電デバイスである。

【 0 0 3 7 】

上記のように構成すると、外部回路を用いることにより、高周波と低周波の 2 つの周波数が温度補償され、高安定で短期安定度の優れた 2 つの基準周波数が得られるという効果がある。

20

【 0 0 3 8 】

[適用例 1 1] 本発明の電子機器は、適用例 1 乃至 1 0 のうち何れか一項に記載の圧電デバイスを内蔵したことを特徴とする電子機器である。

【 0 0 3 9 】

上記の圧電デバイスを用いて電極機器を製作すると、高安定で短期安定度の優れた基準周波数源が容易に構成できるという効果がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 0 】

【 図 1 】 本発明に係る圧電デバイス 1 の構成を示す概略図であり、(a) は蓋部材を除いた平面図であり、(b) は断面図であり、(c) は底面図。

30

【 図 2 】 第 1 の絶縁基板の、(a) は平面図 (表面図) であり、(b) は裏面図。

【 図 3 】 他の実施形態に係る第 1 の絶縁基板の、(a) は平面図 (表面図) であり、(b) は裏面図。

【 図 4 】 他の実施形態に係る第 1 の絶縁基板の、(a) は平面図 (表面図) であり、(b) は裏面図。

【 図 5 】 座標軸と切断角度を説明する図。

【 図 6 】 (a) は圧電振動素子の平面図であり、(b) は断面図。

【 図 7 】 (a) は圧電デバイス 1 の熱の伝導を説明する断面図であり、(b) は部材の熱伝導率を説明する表。

40

【 図 8 】 圧電デバイス 2 の熱の伝導を説明する断面図。

【 図 9 】 圧電デバイス 3 の構成を示す、(a) は断面図であり、(b) は第 1 の絶縁基板の表面図であり、(c) は第 1 の絶縁基板の裏面図。

【 図 1 0 】 圧電デバイス 4 の構成を示す断面図。

【 図 1 1 】 圧電デバイス 5 の構成を示す、(a) は蓋部材を除いた平面図であり、(b) は断面図であり、(c) は底面図。

【 図 1 2 】 (a) は第 1 の絶縁基板の表面図であり、(b) は第 1 の絶縁基板の変形例の表面図。

【 図 1 3 】 圧電デバイス 6 の構成を示す、(a) は蓋部材を除いた平面図であり、(b) は断面図であり、(c) は底面図。

50

【図 1 4】圧電デバイス 7 の構成を示す、(a) は断面図であり、(b) は第 1 の絶縁基板の表面図であり、(c) はその断面図。

【図 1 5】デジタル携帯電話の構成を示すブロック図。

【図 1 6】圧電デバイス 8 の構成を示す断面図。

【図 1 7】音叉型圧電振動素子の構成を示す、(a) は平面図であり、(b) は断面図。

【図 1 8】圧電デバイス 9 の構成を示す概略図であり、(a) は蓋部材を除いた平面図であり、(b) は断面図。

【図 1 9】図 1 4 に示す圧電デバイス 7 の変形例の構成を示す断面図。

【図 2 0】図 1 4 に示す圧電デバイス 7 の他の変形例の構成を示す断面図。

【図 2 1】図 1 3 に示す圧電デバイス 6 の変形例の構成を示す断面図。

10

【発明を実施するための形態】

【0041】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係る圧電デバイス 1 の構成を示す概略図である。図 1 (a) は蓋部材を省略した平面図であり、同図 (b) は (a) の Q - Q 断面図であり、同図 (c) は底面図である。圧電デバイス 1 は、図 1 (b) に示すように、外部の発振回路及び補償回路 (主回路基板上に搭載された発振回路部品及び補償回路部品) と接続されて、所望の周波数を出力する圧電振動素子 1 0 と、圧電振動素子 1 0 の温度を検出する感温部品 3 0 と、圧電振動素子 1 0、及び感温部品 3 0 を収容する収容部 2 7 を表部 (図 1 (b) では上部) に有した容器 (パッケージ本体) 2 0 と、収容部 2 7 を封止する蓋部材 3 8 と、を備えている。

20

【0042】

容器 2 0 の一例は、図 1 (b) に示すように、矩形平板状の第 1 の絶縁基板 2 0 a と、中央に大きな貫通孔を有する額縁平板状の第 2 の絶縁基板 2 0 b と、を積層焼成して形成されている。第 1 の絶縁基板 2 0 a の表部と、第 1 の絶縁基板 2 0 a の表部に対して底部を積層固定された環状体の第 2 の絶縁基板 2 0 b と、により圧電振動素子 1 0、及び感温部品 3 0 を収容する収容部 (キャビティー) 2 7 が形成される。なお、第 1 の絶縁基板 2 0 a、第 2 の絶縁基板 2 0 b の角隅部の側壁には、キャストレーション C 1、C 2、C 3、C 4 が形成されている。

【0043】

30

図 2 は、図 1 (b) に示す容器 2 0 に用いる第 1 の絶縁基板 2 0 a の表面の構成を示す概略平面図である。第 1 の絶縁基板 2 0 a の表面の長手方向 (図中横方向) の一端部寄りには、圧電振動素子 1 0 を搭載する一対の第 1 の電極パッド 2 8 a、2 8 b が、長手方向他方の端部寄りに感温部品 3 0 を搭載する一対の第 2 の電極パッド 2 9 a、2 9 b が、夫々形成されている。図 2 (b) は、第 1 の絶縁基板 2 0 a の裏面の構成を示す裏面図であり、裏面の 4 つの隅部に夫々実装端子 2 2 (2 2 a、2 2 b、2 2 c、2 2 d) が形成されている。

なお、図 1 (b) に示すように、第 2 の絶縁基板 2 0 b は、中央部を中空とした環状体であり、環状囲繞部の上部周縁にシールリング (図示せず) が焼成された絶縁基板である。

40

【0044】

第 1 の絶縁基板 2 0 a の絶縁体内部には、ビア電極 (ビアホール (貫通孔) にビア電極ペーストを充填し、焼成形成した導体) が形成されている。図 1 に示す実施形態例を図 2 (a)、(b) を参照して説明する。第 1 の絶縁基板 2 0 a の肉厚内部には、裏面に形成された実装端子 2 2 a、2 2 b、及び 2 2 c、2 2 d と、表面に形成された圧電振動素子 1 0 用の一対の第 1 の電極パッド 2 8 a、2 8 b、及び感温部品 3 0 用の一対の第 2 の電極パッド 2 9 a、2 9 b と、を夫々導通接続するビア電極 2 3 a、2 3 b、及び 2 4 a、2 4 b が貫通形成されている。

【0045】

つまり、実装端子 2 2 a、2 2 b は、ビア電極 2 3 a、2 3 b を経由して圧電振動素子

50

搭載用の一対の第 1 の電極パッド 28 a、28 b と電氣的及び熱的に導通し、実装端子 22 c、22 d は、ビア電極 24 a、24 b を経由して感温部品搭載用の一対の第 2 の電極パッド 29 a、29 b と電氣的及び熱的に導通している。

ここで、一対の第 1 の電極パッド 28 a、28 b に接続するビア電極 23 a、23 b を第 1 の熱伝導部と称し、一対の第 2 の電極パッド 29 a、29 b に接続するビア電極 24 a、24 b を第 2 の熱伝導部と称する。なお、図 2 (a)、(b) に示す第 1 の絶縁基板 20 a と、図 1 (b) に示す第 2 の絶縁基板 20 b と、の角隅部の壁面にはキャストレーション C 1 ~ C 4 が形成されている。

【0046】

図 3 は他の例に係る圧電デバイス 1 を構成する第 1 の絶縁基板 20 a 1 の構成を示す図である。図 3 (a) は他の例に係る第 1 の絶縁基板 20 a 1 の平面 (表面) 図であり、同図 (b) は裏面図である。図 2 に示した第 1 の絶縁基板 20 a と、図 3 に示した他の例に係る第 1 の絶縁基板 20 a 1 との違いは、図 3 に示す絶縁基板 20 a 1 では、キャストレーション C 1 ~ C 4 の外側面に金属膜が焼成されてキャストレーション電極 Ce 1 ~ Ce 4 となっている点である。更に、圧電振動素子用の第 1 の配線パターン 26 a、26 a と、感温部品 30 用の第 2 の配線パターン 26 b、26 b とが、第 1 の絶縁基板 20 a 1 の表面に形成されている点である。つまり、実装端子 22 a ~ 22 d は、ビア電極 23 a ~ 23 d を経由して第 1、及び第 2 の電極パッド 28 a、28 b、及び 29 a、29 b に導通接続すると共に、キャストレーション電極 Ce 1 ~ Ce 4 と、第 1 及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b とを經由して導通接続している点である。

つまり、実装端子 22 a ~ 22 d から第 1、及び第 2 の電極パッド 28 a、28 b、及び 29 a、29 b への熱の伝導経路としては、第 1、及び第 2 の熱伝導部 (ビア電極 23 a、23 b 及び 24 a、24 b) を経由して伝導する経路と、キャストレーション電極 Ce 1 ~ Ce 4 を経て、第 1、及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b を經由して伝導する経路とがある。

【0047】

図 4 は他の例に係る圧電デバイス 1 を構成する第 1 の絶縁基板 20 a 2 の構成を示す図である。図 4 (a) は他の例に係る第 1 の絶縁基板 20 a 2 の表面図であり、同図 (b) は裏面図である。図 4 に示すキャストレーションの側面には金属膜が焼成されてキャストレーション電極 Ce 1 ~ Ce 4 となっている。しかし、第 1 の絶縁基板 20 a 2 の肉厚部内を貫通するビア電極は設けられていない。従って、実装端子 22 a ~ 22 d と、第 1、及び第 2 の電極パッド 28 a、28 b、及び 29 a、29 b との電氣的導通、熱的な伝導は、実装端子 22 (22 a、22 b、22 c、22 d) からキャストレーション電極 Ce 1 ~ Ce 4 と、第 1、及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b とを經由して実現される。

【0048】

容器 20 の実装端子 22 (22 a、22 b、22 c、22 d)、第 1 の熱伝導部 (ビア電極) 23 a、23 b と、第 2 の熱伝導部 (ビア電極) 24 a、24 b と、第 1 及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b に用いる金属材料としては、例えばタングステン材を例示することができる。第 2 の絶縁基板 20 b の上面周縁に形成されるメタライズ部としてもタングステン材を用いることができる。

【0049】

図 1、図 2 に示した圧電デバイス 1 の構成例では、ビア電極 (第 1 の熱伝導部) 23 a、23 b と、ビア電極 (第 2 の熱伝導部) 24 a、24 b とを用いて、実装端子 22 (22 a、22 b、22 c、22 d) と、圧電振動素子 10、感温部品 30 との電氣的導通と熱的伝導とを図っている。

容器 20 に図 3 に示した第 1 の絶縁基板 20 a 1 を用いる圧電デバイス 1 では、実装端子 22 と、圧電振動素子 10、感温部品 30 と間の電氣的導通、熱的伝導は、第 1 の熱伝導部 (ビア電極) 23 a、23 b、及び第 2 の熱伝導部 (ビア電極) 24 a、24 b と、を經由する経路と、キャストレーション電極 Ce 1 ~ Ce 4 と、第 1、及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b と、を經由する経路とがある。しかし、電氣的導通には、両者の経

10

20

30

40

50

路が共に必要となるわけではなく、何れか一方でも十分であるが、圧電振動素子 10 と感温部品 30 との熱的平衡状態、即ち両者がほぼ同じ温度となる状態をつくるには、両者が共に必要となる場合がある。

尚、図 3 の場合、キャストレーション電極 $Ce1 \sim Ce4$ と、第 1、及び第 2 の配線パターン 26a、26b とが電気的な接続は確保しているので、第 1、第 2 の熱伝導部としてビア電極 23a、23b、24a、24b を採用しているが、電気的な接続は必ずしも必要とはせず、圧電振動素子搭載用の一对の第 1 の電極パッド 28a、28b、並びに感温部品搭載用の一对の第 2 の電極パッド 29a、29b へ、夫々、実装端子 23a、23b、23c、23d から速やかに熱を伝えるための熱的導通手段を設ければよく、即ち、容器を構成する絶縁材料よりも熱伝導性の高い任意の材料を選択し、ビアホール（貫通孔）の内部に熱伝導部材を充填し、熱伝導部として構成すればしてもよい。

また、容器 20 に図 4 に示した第 1 の絶縁基板 20a2 を用いる圧電デバイス 1 では、実装端子 22 と、圧電振動素子 10、感温部品 30 との電気的導通と熱的伝導は、キャストレーション電極 $Ce1 \sim Ce4$ と、第 1 及び第 2 の配線パターン 26a、26b とを経由して導通、伝導が行われる。

【0050】

図 1 の実施形態例に用いられる圧電振動素子 10 には、例えば AT カット水晶振動素子がある。水晶等の圧電材料は三方晶系に属し、図 5 に示すように互いに直交する結晶軸 X 、 Y 、 Z を有する。 X 軸、 Y 軸、 Z 軸は、夫々電気軸機械、軸、光学軸と呼称される。AT カット水晶基板 12 は、 XZ 面を X 軸の回りに角度 だけ回転させた平面に沿って、水晶から切り出された平板である。AT カット水晶基板 12 の場合は、は略 35.15° である。なお、 Y 軸及び Z 軸も X 軸の周りに 回転させて、夫々 Y' 軸及び Z' 軸とする。従って、AT カット水晶基板 12 は、直交する結晶軸 X 、 Y' 、 Z' を有する。AT カット水晶基板 12 は、厚み方向が Y' 軸であって、 Y' 軸に直交する XZ' 面（ X 軸及び Z' 軸を含む面）が主面であり、厚みすべり振動が主振動として励振される。

【0051】

即ち、図 1 に示す圧電基板 12 は、図 5 に示すように X 軸（電気軸）、 Y 軸（機械軸）、 Z 軸（光学軸）からなる直交座標系の X 軸を中心として、 Z 軸を Y 軸の $-Y$ 方向へ傾けた軸を Z' 軸とし、 Y 軸を Z 軸の $+Z$ 方向へ傾けた軸を Y' 軸とし、 X 軸と Z' 軸に平行な面で構成され、 Y' 軸に平行な方向を厚みとする AT カット水晶基板からなる。

【0052】

AT カット水晶基板の外形形状は、一般的に X 軸方向を長手方向とする矩形状であり、共振周波数は Y' 軸方向の厚さに依存する。周波数が高く、 X 辺比（ X/t 、 X は X 軸方向の長さ、 t は厚さ）、又は Z 辺比（ Z/t 、 Z は Z' 軸方向の長さ）が大きい場合には、平板形状の水晶基板 12 が用いられる。また、周波数が低く、 X 辺比（ X/t ）、又は Z 辺比（ Z/t ）が小さい場合には、メサ型水晶基板（周辺部に比べ中央部を厚くした水晶基板）12 が用いられる。図 6 はメサ型水晶振動素子の一例であり、同図（a）は平面図であり、同図（b）は $Q-Q$ 断面図である。

メサ型水晶基板 12 は、その中央に位置し主たる振動領域となる励振部 13 と、励振部 13 より薄肉で励振部 13 の周縁に沿って形成された従たる振動領域となる周辺部 15 と、を有している。つまり、振動領域は、励振部 13 と、周辺部 15 の一部とに跨っている。図 6 に示す例では圧電基板 12 の長手方向には 2 段の段差があり、短手方向には図 6（b）に示すように 1 段の段差が形成されたメサ型圧電基板を用いた圧電振動素子 10 の例である。

【0053】

水晶基板 12 の励振部 13 の表裏に励振電極 14a、14b を形成し、励振電極 14a、14b の夫々から、水晶基板 12 の端部に設けた端子電極 18a、18b に向かって延びるリード電極 16a、16b を形成する。

励振電極 14a、14b に交番電圧を印加すると、水晶振動素子 10 は固有の振動周波数（共振周波数）で励振される。

10

20

30

40

50

また、図 1 に示す圧電デバイス 1 に用いる感温部品 30 は、温度変化に応じて物理量、例えば電気抵抗が変わるサーミスタ等を用いる。サーミスタ 30 の電気抵抗を外部回路で検出し、サーミスタ 30 の検知する温度が測定できる。

【0054】

本発明に係る圧電デバイス 1 の特徴は、圧電振動素子 10 の温度と、感温部品 30 の検出する温度とがほぼ等しくなるように、圧電振動素子 10、感温部品 30 の熱容量を考慮し、第 1 の熱伝導部（ビア電極）23a、23b と、第 2 の熱伝導部（ビア電極）24a、24b とを適切に設定することである。つまり、実装端子 22a、22b と一対の第 1 の電極パッド 28a、28b とを接続する第 1 の熱伝導部（ビア電極）23a、23b の熱伝導率、長さ及び太さ、と、実装端子 22a、22c と一対の第 2 の電極パッド 29a、29b とを接続する第 2 の熱伝導部（ビア電極）24a、24b の熱伝導率、長さ及び太さと、を圧電振動素子 10 の温度と感温部品 30 の温度とがほぼ等しくなるように、即ち両者の熱的平衡状態が素早く達成されるように、上記部材の種類、寸法形状を適切に設定することである。

【0055】

図 7 (a) は、圧電デバイス 1 の熱の主伝導経路を示す断面図であり、同図 (b) は圧電デバイス 1 に使用される部材の熱伝導率を示す表である。圧電デバイス 1 を包む雰囲気内の空気の熱伝導率は極めて小さい。また、容器 20 を主に構成するセラミック材 (Al_2O_3) の熱伝導率は、例えば第 1、第 2 の熱伝導部（ビア電極 23a、23b、24a、24b）や、図 3、4 に示す第 1、第 2 の配線パターン 26a、26b に用いるタングステン (W) の熱伝導率に比べて 1/10 程度である。従って、主回路基板（マザーボード）の各種の増幅器等から生じる熱の大部分は、実装端子 22 からビア電極を経由して、圧電振動素子 10 と感温部品 30 とに伝導する。また、図 3、図 4 に示す第 1 の絶縁基板 20a1、20a2 を用いる圧電デバイスでは、キャストレーション電極 Ce1 ~ Ce4 と、第 1、及び第 2 の配線パターンとを経由して熱が伝導する。

【0056】

圧電振動素子 10 の温度上昇に関与する経路としては、主回路基板（マザーボード）の増幅器等から発生した熱が実装端子 22a、22b に伝達し、ビア電極 23a、23b を経由して一対の第 1 の電極パッド 28a、28b、導電性接着剤 35 を介して圧電振動素子 10 の端子電極 18b、18a、リード電極 16b、16a を経て励振電極 14b、14a に伝わり、圧電基板 12 の温度を上昇させる。

また、感温部品 30 の温度上昇に関与する経路としては、主回路基板の熱が実装端子 22c、22d に伝達し、ビア電極 24a、24b を経由して一対の第 2 の電極パッド 29a、29b に達し、半田層を経て感温部品 30 に伝導して、感温部品 30 の温度を上昇させる。

しかし、圧電振動素子 10、感温部品 30 夫々に同じ熱量が伝導したとしても、両者の熱容量により温度上昇に差が生じるので、両者の熱容量を考慮して夫々に流れ込む熱量を設定するようにする。

【0057】

容器 20 の形状寸法と、第 1、及び第 2 の熱伝導部や第 1、及び第 2 の配線パターンのメタライズ材を設定した後は、圧電振動素子 10、感温部品 30 の夫々の熱容量に応じて実装端子 22 から所要の熱が流れるように、第 1 の絶縁基板 20a のビア電極 23a、23b の径 1 と、ビア電極 24a、24b の径 2 と、を圧電振動素子 10、感温部品 30 の温度が夫々ほぼ等しくなるように設定する。

図 1 の圧電デバイス 1 の構造では、第 1 の熱伝導部（23a、23b）と、第 2 の熱伝導部（24a、24b）の長さが等しいので、圧電振動素子 10、感温部品 30 の夫々の熱容量を考慮して、第 1 の熱伝導部（23a、23b）の径 1 と、第 2 の熱伝導部（24a、24b）の径 2 と、を設定する。

【0058】

図 1 の実施形態例に示すように圧電デバイスを構成すると、実装端子 22 と一対の第 1

10

20

30

40

50

の電極パッド 28 a、28 b とを導通接続する第 1 の熱伝導部 23 a、23 b の長さ、実装端子 22 と一対の第 2 の電極パッド 29 a、29 b とを導通接続する第 2 の熱伝導部 24 a、24 b の長さ、を同等にすることができ、圧電振動素子 10 の温度と、感温部品 30 の検出する温度との温度差を縮小することが可能となる。また圧電振動素子 10 と感温部品 30 とを、外部回路と接続して動作させることにより良好な周波数温度特性が得られ、また優れた周波数ドリフト特性（短期安定度）を有する温度補償型圧電発振器が実現できるという効果がある

また、第 1、第 2 の熱伝導部を経由するため、実装端子から伝わる熱の流れ（熱伝導）の速度は速く、極めて短い時間で圧電振動素子 10 の温度と、感温部品 30 の検出する温度との温度差を縮小できるという効果がある。

また、圧電基板 12 として A T カット水晶基板を用いることにより、圧電デバイスの周波数温度特性は優れた 3 次特性となり、長く積み上げられた温度補償技術が活用されるために、良好な周波数温度特性が得られる。また、A T カット水晶基板のエッチング手法も長い経験があり、歩留まりもよく、高周波で小型の圧電基板が量産できるため、圧電デバイスのコストを低減できるという利点がある。

【0059】

図 8 は、図 3 に示した第 1 の絶縁基板 20 a 1 を用いた第 2 の実施形態例である圧電デバイス 2 の縦断面図と、その図に重ねて熱の伝導経路を白抜き矢印で示した図である。図 1 の圧電デバイス 1 と異なる点は、図 3 に示すように、伝導経路としてキャストレーション電極 Ce1 ~ Ce4 と、第 1、及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b と、を併用した点である。つまり、第 1、及び第 2 の熱伝導部とは別に、実装端子 22 からキャストレーション電極 Ce1 ~ Ce4 と、第 1 及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b と、を夫々經由して、圧電振動素子 10、感温部品 30 へ伝導される熱量も考慮する必要がある。キャストレーション電極 Ce1 ~ Ce4 の形状は、夫々対称であり、第 1 及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b も対称に構成してあるので、圧電振動素子 10、感温部品 30 の夫々の熱容量を考慮して、圧電振動素子 10、感温部品 30 の夫々の温度がほぼ同一温度になるように、第 1 の及び第 2 の配線パターン 26 a、26 b の夫々の幅 W1、W2 を適切に設定する。

【0060】

図 3 に示すような第 1 の絶縁基板 20 a 1 を用いて圧電デバイスを構成すると、実装端子 22 と一対の第 1 の電極パッド 28 a、28 b とを導通接続する第 1 の熱伝導部、及び第 1 の配線パターン 26 a の長さ、実装端子 22 と第 2 の電極パッド 29 a、29 b とを導通接続する第 2 の熱伝導部、及び第 2 の配線パターン 26 b の長さ、を同じとすることができ、圧電振動素子の温度と、感温部品の検出する温度との温度差を縮小することが可能となる。そのため、短い時間で圧電振動素子 10 の温度と、感温部品 30 の検出する温度との温度差を縮小することが可能となり、外部回路と接続されて優れた周波数ドリフト特性（短期安定度）を有する温度補償型圧電発振器が実現できるので、GPS 等の性能を改善できるという効果がある。

また、図 8 に示す実施形態例の圧電デバイス 2 のように、第 1、第 2 の熱伝導部の少なくとも何れか一方をキャストレーション電極 Ce1 ~ Ce4 内に設けることにより、実装端子 22 から伝わる熱の流れ（熱伝導）の速度は速く、極めて短い時間で圧電振動素子 10 の温度と、感温部品 30 の検出する温度との温度差を縮小できるという効果がある。

実装端子 22 から伝わる熱の流れ（熱伝導）は、基板内に設けた熱伝導部と、容器の側面に設けたキャストレーション電極 Ce1 ~ Ce4 とを経由するため、熱伝導の速度が速く、極めて短い時間で圧電振動素子の検出する温度と、感温部品検出する温度との温度差を縮小できるという効果がある。

【0061】

図 9 (a) は、第 3 の実施形態例の圧電デバイス 3 の構成を示す断面図であり、同図 (b) は第 1 の絶縁基板 20 a 3 の表面図であり、同図 (c) は第 1 の絶縁基板 20 a 3 の裏面図である。図 1 に示す圧電デバイス 1 では、圧電振動素子 10 と接続する実装端子 2

10

20

30

40

50

2 a、2 2 b、及び2 2 c、2 2 dは、第1の絶縁基板2 0 a 3の各短辺寄りに夫々配置されているが、図9に示す実施形態例の圧電デバイス3では、圧電振動素子用の実装端子2 2 a、2 2 cが、第1の絶縁基板2 0 a 3の底部（裏面）に対角状に配置されており、感温部品3 0用の実装端子2 2 b、2 2 dも第1の絶縁基板2 0 3の底部に対角状に配置されている点異なる。

図9（b）の表面図に示すように、実装端子2 2 a、2 2 cはビア電極2 3 a、2 3 bを経て中継パッド4 0 a、4 0 cに接続し、第1の配線パターン2 6 a、2 6 aを經由して一对の第1の電極パッド2 8 a、2 8 bに電氣的及び熱的に導通接続されている。また、実装端子2 2 b、2 2 dは、ビア電極2 4 b、2 4 aを経て中継パッド4 0 b、4 0 dに接続し、第2の配線パターン2 6 b、2 6 bを經由して一对の第2の電極パッド2 9 b、2 9 aに電氣的及び熱的に導通接続されている。

10

【0 0 6 2】

図1に示す実施形態の圧電デバイス1では、実装端子2 2 a（2 2 b）は、ビア電極2 3 a（2 3 b）、一对の第1の電極パッド2 8 a（2 8 b）を經由して圧電振動素子1 0に接続している。更に、実装端子2 2 c（2 2 d）は、ビア電極2 4 a（2 4 b）、一对の第2の電極パッド2 9 b（2 9 a）を經由して感温部品3 0に接続している。

これに対し、図9に示す実施形態の圧電デバイス3では、実装端子2 2 a（2 2 c）は、第1の絶縁基板2 0 a 3を貫通するビア電極2 3 a（2 3 b）と、中継パッド4 0 a（4 0 c）と、第1の配線パターン2 6 a（2 6 a）とを經由して一对の第1の電極パッド2 8 a、2 8 bに電氣的及び熱的に導通接続されている。また、実装端子2 2 b（2 2 d）は、第1の絶縁基板2 0 a 3を貫通するビア電極2 4 b（2 4 a）と、中継パッド4 0 b（4 0 d）と、第2の配線パターン2 6 b（2 6 b）とを經由して一对の第2の電極パッド2 9 b、2 9 aに電氣的及び熱的に導通接続されている。

20

更に、圧電デバイス3では、実装端子2 2 a、2 2 cは、キャストレーション電極C e 1、C e 3と、第1の配線パターン2 6 a、2 6 aと、中継パッド4 0 a、4 0 cと、を夫々經由して一对の第1の電極パッド2 8 a、2 8 bに電氣的及び熱的に導通接続されている。更に、実装端子2 2 b、2 2 dは、キャストレーション電極C e 2、C e 4と、第2の配線パターン2 6 b、2 6 bと、中継パッド4 0 b、4 0 dと、を夫々經由して一对の第2の電極パッド2 9 b、2 9 aに電氣的及び熱的に導通接続されている。

つまり、実装端子2 2から圧電振動素子1 0、感温部品3 0へ伝導する熱の経路は、第1、及び第2の熱伝導部を経る経路と、キャストレーション電極C e 1～C e 4を経る経路との複数の経路がある。

30

【0 0 6 3】

図10は、第4の実施形態例の圧電デバイス4の構成を示す断面図である。圧電デバイス4が、図1に示す第2の実施形態例の圧電デバイス2と異なる点は、第1の絶縁基板2 0 a 4と第2の絶縁基板2 0 b 4との夫々の肉厚内部で貫通するビア電極2 5（第3の熱伝導部材）を設けている点である。図10に示すように、ビア電極2 5の一方の端部と実装端子2 2 c（接地用）とを導通接続し、且つ他方の端部とシームリング（図示せず）とを導通接続することにより、シームリングに抵抗溶接される蓋部材3 8は、実装端子2 2 cを介して接地されることになる。また、感温部品3 0の一方の端子電極は接地して用いる場合が多く、実装端子2 2 cと第2の電極パッド2 9 bとは、ビア電極2 4 aにより導通接続され、実装端子2 2 cを接地することにより、感温部品3 0の一方の端子電極は接地される。蓋部材3 8がビア電極2 5により、接地されることにより圧電デバイス4からの高周波雑音の放射を防止できる。

40

【0 0 6 4】

圧電デバイス（感温部品内蔵の振動子）において、感温部品（サーミスタ）3 0と蓋部材3 8とを接続する利点は、次の通りである。即ち、蓋部材3 8と圧電振動素子1 0とは、近接しているので温度分布的に近い温度となる。そこで、実装端子2 2 cと感温部品3 0とを第2の熱伝導部（ビア電極2 4 a）で導通接続し、実装端子2 2 cと蓋部材3 8とを第3の熱伝導部材（ビア電極2 5）で導通接続することにより、圧電振動素子1 0の温度

50

と感温部品 30 との温度差が小さくなることが期待できる。つまり、圧電振動素子 10 と、感温部品 30 とは、短い時間で熱的平衡状態に近づくことが推測される。更に感温部品 30 の一方の端子電極が接続する実装端子を接地すると、主回路基板からの熱は接地の実装端子から多く伝導されるので、この実装端子を経由して感温部品 30 と蓋部材 38 に熱が伝導し熱的平衡状態が早まる。また、蓋部材 38 を接地することによりシールド効果も同時に得られる。感温部品（サーミスタ）30 用に 2 つの実装端子と、圧電振動素子 10 用に 2 つの実装端子の計 4 つの実装端子 22 で、感温部品 30 に一方の端子に繋がる実装端子 22 c を接地すればよく、接地用の独立の実装端子を設けなくてもよい。

【0065】

図 10 に示す第 4 の実施形態例の圧電デバイス 4 のように、容器 20 の絶縁体内部を貫通する第 3 の熱伝導部材（ビア電極 25）を用いると、実装端子 22 と蓋部材 38 との熱伝導の速度が速くなり、実装端子 22 と接続する感温部品 30 の温度と、蓋部材 38 に近接して配置された圧電振動素子 10 の温度との温度差を極めて短時間で縮小できるという効果がある。そのため、良好な周波数温度特性が得られると共に、周波数ドリフト特性（短期安定度）を短い時間で安定化させることが実現できるという効果がある。

【0066】

図 11 は、第 5 の実施形態例の圧電デバイス 5 の構成を示す図であり、同図（a）は蓋部材 38 を省略した平面図であり、同図（b）は（a）の Q-Q 断面図であり、同図（c）は底面図である。圧電デバイス 5 の構成が図 1 に示す圧電デバイス 1 の構成と異なる点は、圧電振動素子 10 と感温部品 30 との位置関係である。つまり、感温部品 30 用の第 2 の電極パッド 29 a、29 b と、圧電振動素子 10 用の第 1 の電極パッド 28 a、28 b とは、容器 20 長辺方向（図中横方向）の一方の端部寄りに、第 2 の電極パッド 29 a、29 b、第 1 の電極パッド 28 a、28 b の順に互いに近接されて併置されている点である。

つまり、圧電振動素子 10 への熱の伝導は、実装端子 22 c（22 d）からビア電極 23 b（23 a）と、第 1 の配線パターン 26 a（26 a）とを経由して一对の第 1 の電極パッド 28 b（28 a）へ伝わる。感温部品 30 への熱の伝導は、実装端子 22 b（22 a）からビア電極 24 b（24 a）を経由して第 2 の電極パッド 29 b（29 a）へ伝達する。第 1、及び第 2 の電極パッド 28 a、28 b、及び 29 a、29 b と、が近接配置されているので、圧電振動素子 10 と感温部品 30 とは、同じ状態の熱分布下にあるので、両者の間の温度差が、ほぼ無くなることが推測される。

なお、図 10 に示す圧電デバイス 4 と同様に、実装端子 22 c と蓋部材とを導通接続する第 3 の熱伝導部材（ビア電極 25）を設けると、両者の温度分布の状態が改良されると共にシールド効果もある。

【0067】

図 12（a）、（b）は夫々圧電デバイス 5 用の第 1 の絶縁基板の表部の配線パターンの一例である。図 12（a）は、圧電デバイス 5 用の第 1 の絶縁基板 20 a 5 の表面図であり、裏面の実装端子 22 は、図 11（c）のように配置される。つまり、圧電振動素子 10 用の一对の実装端子 22 c、22 d と、感温部品 30 用の一对の実装端子 22 a、22 b とが、夫々第 1 の絶縁基板 20 a 5 の底部の短辺に沿って角隅部に併置された一例である。図 12（a）の例では実装端子 22 c、22 d は、ビア電極 23 b、23 a と、第 1 の配線パターン 26 a、26 a とを経由して一对の第 1 の電極パッド 28 b、28 a に導通接続している。また、実装端子 22 b、22 a は、ビア電極 24 b、24 a を経由して一对の第 2 の電極パッド 29 b、29 a に導通接続している。

図 12（b）は、圧電デバイス 5 用の変形例の第 1 の絶縁基板 20 a 5' の表部の配線パターンである。圧電振動素子 10 用の一对の実装端子、及び感温部品 30 用の一对の実装端子を、夫々容器 20 の底部に対角状に配置する場合の一例である。

【0068】

図 13 は、第 6 の実施形態の圧電デバイス 6 の構成を示す図であり、同図（a）は蓋部材を省略した平面図であり、同図（b）は（a）の Q-Q 断面図であり、同図（c）は底

10

20

30

40

50

面図である。図 1 に示す圧電デバイス 1 と異なる点は、圧電デバイス 6 の容器 20 の構造である。圧電デバイス 6 の容器 20 は、第 1 の絶縁基板 20 a 6 と、第 2 の絶縁基板 20 b 6 と、第 3 の絶縁基板 20 c と、を積層焼成した容器（パッケージ本体）である。第 1 の絶縁基板 20 a 6 の表面には、感温部品 30 用の一対の第 2 の電極パッド 29 a、29 b と、第 2 の配線パターン 26 b とが形成され、裏面には実装端子 22（22 a ~ 22 d）が角隅部に形成されている。更に、第 1 の絶縁基板 20 a 6 の肉厚内部にはビア電極 23 a、23 b（第 1 の熱伝導部）と、ビア電極 24 a、24 b（第 2 の熱伝導部）が形成されている。実装端子 22 a、22 b はビア電極 23 a、23 b と導通接続し、実装端子 22 c、22 d はビア電極 24 b、24 a と、第 2 の配線パターン 26 b、26 b と、を経由して、第 2 の電極パッド 29 a、29 b に電氣的及び熱的に導通接続している。

10

【0069】

更に、圧電デバイス 6 の容器 20 の第 2 の絶縁基板 20 b 6 は、中央に空間部を有する環状体の平板であり、第 1 の絶縁基板 20 a 6 の表面に対して底部を積層固定されている。第 2 の絶縁基板 20 b 6 の表面の端部寄りには圧電振動素子 10 用の一対の第 1 の電極パッド 28 a、28 b が短辺方向に沿って併置されている。そして、肉厚内部は一対の第 1 の電極パッド 28 a、28 b と、第 1 の絶縁基板 20 a 6 内部のビア電極 23 a、23 b とを導通接続するビア電極 23 c、23 d（第 1 の熱伝導部）が形成されている。第 1 の絶縁基板 20 a 6 の表部と第 2 の絶縁基板 20 b 6 の空間部で形成される第 2 の収容部 27 b に感温部品 30 が収容される。第 3 の絶縁基板 20 c は額縁状の環状体であり、第 2 の絶縁基板 20 b 6 の表部に対して底部を積層固定されている。第 2 の絶縁基板 20 b 6 の表部と、第 3 の絶縁基板 20 c の中空部とで構成する第 1 の収容部 27 a に圧電振動素子 10 を収容する。第 3 の絶縁基板 20 c の上部（表面）周縁にはタングステン（W）等のシームリング（図示せず）が焼成されており、蓋部材 38 が抵抗溶接されて第 1 の収容部 27 a は気密封止される。

20

【0070】

図 14（a）は、第 7 の実施形態例の圧電デバイス 7 の構成を示す断面図であり、同図（b）は、容器 20 の第 1 の絶縁基板 20 a 7 の平面図であり、同図（c）は、（b）の Q-Q 断面図である。圧電デバイス 7 の構成が図 1 に示す圧電デバイス 1 の構成と異なる点は、図 1 に示す第 2 の絶縁基板 20 b を用いずに、図 14 に示すように、第 1 の絶縁基板 20 a 7 の表面の周縁部に厚肉環状のシールリング 42 を焼成した点である。第 1 の絶縁基板 20 a 7 の表面と、厚肉環状のシールリング 42 とで収容部 27 を構成している。シールリング 42 の上部にコパール等の蓋部材 38 をシーム溶接することにより、収容部 27 を気密封止することができる。圧電デバイス 7 の方が圧電デバイス 1 より低背化が可能となる。

30

【0071】

図 15 は、第 8 の実施形態の圧電デバイス 8 を用いるデジタル携帯電話 100 の構成を示す概略ブロック図である。圧電デバイス 8 は、既に図 1 で説明した容器 20 を用い、収容部 27 に音叉型水晶振動素子 50 と感温部品 30 とを、併置して収容し、蓋部材 38 で収容部 27 を真空・密封した圧電デバイスである。

図 15 に示すデジタル携帯電話 100 で音声を送信する場合、使用者が自分の音声をマイクロフォンに入力すると、信号はパルス幅変調・符号化の回路と変調器／復調器の回路を経てトランスミッター、アンテナスイッチを介しアンテナから送信される。一方、他者から送信された信号は、アンテナで受信され、アンテナスイッチ、受信フィルター＋アンプ回路等を経て、レシーバー回路に入り、このレシーバー回路から変調器／復調器回路に入力される。そして、復調器回路で復調された信号がパルス幅変調・符号化回路を経てスピーカーから音声として出力されるように構成されている。アンテナスイッチや変調器／復調器回路等を制御するためにコントローラーが設けられている。

40

【0072】

このコントローラーは、上述の機能の他に表示部である LCD や、数字等の入力部であるキー、さらに RAM や ROM 等も制御するため、用いられる音叉型水晶振動子の周波数

50

は、高精度、高安定度であることが求められる。この要求に応えるべく、感温部品 30 と音叉型水晶振動素子 10 とを、容器 20 に収容した圧電振動子が、図 16 に示す圧電デバイス 8 である。

つまり、第 8 の実施形態例の圧電デバイス 8 と、図 1 に示す圧電デバイス 1 との異なる点は、圧電デバイス 1 では、圧電振動素子 10 は厚みすべり振動素子を用いているが、圧電デバイス 8 では屈曲振動をする音叉型水晶振動素子を用いている点異なる。高周波の基準周波数が必要とされる場合は、圧電デバイス 1 が適し、低周波の基準周波数が要求される場合は圧電デバイス 8 が適している。

圧電振動素子 10 に音叉型水晶振動素子を用いることにより、高周波を分周することなく所望の低周波得られるという利点がある。また、圧電デバイス 8 を用いて電極機器を製作すると、高安定で短期安定度の優れた基準周波数源が容易に構成できるという効果がある。

10

【0073】

音叉型圧電振動素子について簡単に説明する。図 17 (a) は、音叉型圧電振動素子 50 の平面図であり、同図 (b) は (a) の P - P 断面図である。圧電基板 52 は、フォトリソグラフィ技術とエッチング手法を用いて形成される。図 17 (a) に示すように、音叉型圧電振動素子 50 は、互いに並行 (平行) して直線状に延びる細幅帯状の複数の振動腕 55 a、55 b と、各振動腕 55 a、55 b の一方の端部 (基端部) 間を接続する基部 54 と、各振動腕 55 a、55 b の振動中心線に沿った表面及び裏面に夫々形成された溝部 57 a、57 b、58 a、58 b と、を備えている。

20

【0074】

図 17 (b) は、(a) の P - P 断面図であり、各振動腕 55 a、55 b に夫々形成された励振電極 60、62、64、66 の配置を示す断面図である。励振電極 60、64 は、各溝部 57 a (57 b)、58 a (58 b) の表面、及び側面に形成され、励振電極 62、66 は各振動腕 55 a、55 b の夫々両側面に形成されている。励振電極 60、66 と、励振電極 62、64 とは、互いに異符号の電圧が基部 54 の電極パッド (図示せず) を介して印加されるように構成されている。つまり、励振電極 60、66 に + 電圧が印加されるとき、励振電極 62、64 には - 電圧が印加され、図 17 (b) の矢印で示すような電界が生じ、圧電振動素子 50 の重心を通る中心線に対し対称な音叉振動 (屈曲振動) が励振される。

30

なお、溝部 57 a (57 b)、58 a (58 b) を形成することにより、電界強度が強まり、音叉振動をより効率的に励振することができる。即ち、圧電振動素子の C I (クリスタルインピーダンス) を小さくすることができる。

【0075】

図 18 は、第 9 の実施形態例の圧電デバイス 9 の構成を示す図である。図 18 (a) は平面図であり、同図 (b) は (a) の Q - Q 断面図である。圧電デバイス 9 が、図 1 に示す圧電デバイス 1 と異なる点は、第 1 の絶縁基板 20 a 8 の表面と、第 2 の絶縁基板 20 b 8 の環状体の空間部とで形成される収容部 27 に、厚みすべり振動の圧電振動素子 10 a と、屈曲振動の音叉型圧電振動素子 10 b と、を併置して収容した点である。2 つの圧電振動素子 10 a、10 b を併置したので、第 1 の電極パッド 28 a ~ 28 d は 4 個必要となり、これに対応するピア電極も 4 つ必要となる。また、ピア電極の個数が増えるのに応じ、実装端子の数も多くなる。

40

圧電デバイス 9 は、低周波と高周波の 2 つの基準周波数を必要とする電子機器には有用であり、1 つの感温部品 30 で 2 つの高精度の周波数を得ることができる。

圧電デバイス 9 を用いると、外部回路を用いることにより、高周波と低周波の 2 つの圧電発振器が温度補償され、高安定で短期安定度の 2 つの優れた基準周波数が得られるという効果がある。

【0076】

[変形例]

図 19、図 20 は、図 14 に示す第 7 の実施形態の変形例の構成を示す断面図である。

50

図 19 は、図 14 に示すシールリング 42 の厚さを通常の高さに焼成し、プレス機械を用いてバスタブ状（凸状）に加工した蓋部材 38 で、圧電振動素子 10、感温部品 30 を気密封止している。また第 1 の絶縁基板 20a7 の上面周縁に低融点ガラスを塗布してバスタブ状（凸状）の蓋部材を密封してもよい。このとき、封止工程を不活性ガス中、又は真空中で行うことにより、内部を不活性ガス、又は真空とすることができる。

図 20 は、箱状に加工した蓋部材 38 を用いて、圧電振動素子 10、感温部品 30 を気密封止した圧電デバイス 7 の例である。蓋部材 38 はセラミック材を用いて形成したものでもよいし、ガラス製、金属製でもよい。ただ金属製以外の材料を用いて蓋部材を形成する場合は内部をメタライズ加工を施しておく、熱の伝導も改善されるし、シールド効果になる。

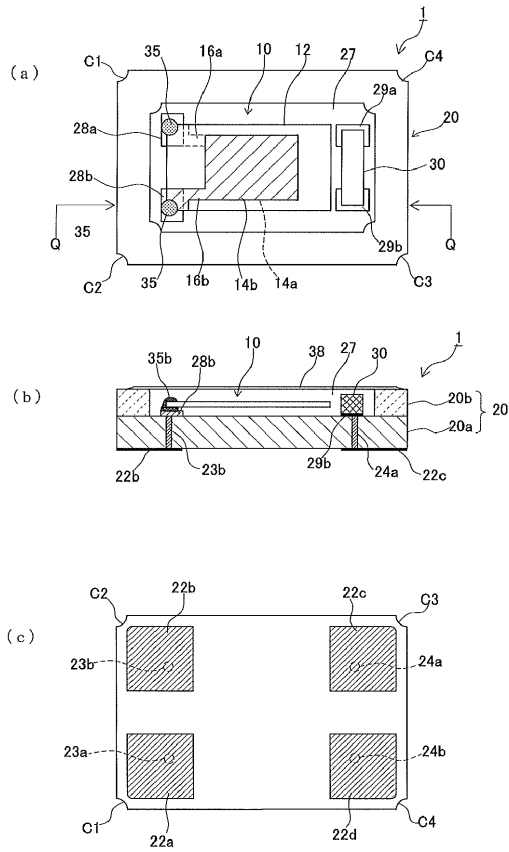
図 21 は、図 13 に示す第 6 の実施形態の変形例の構成を示す断面図である。実装端子 22c と蓋部材 38 とは、第 3 の熱伝導部材 25 により、またキャスタレーション電極 Ce により電氣的に熱的に導通接続されている。

【符号の説明】

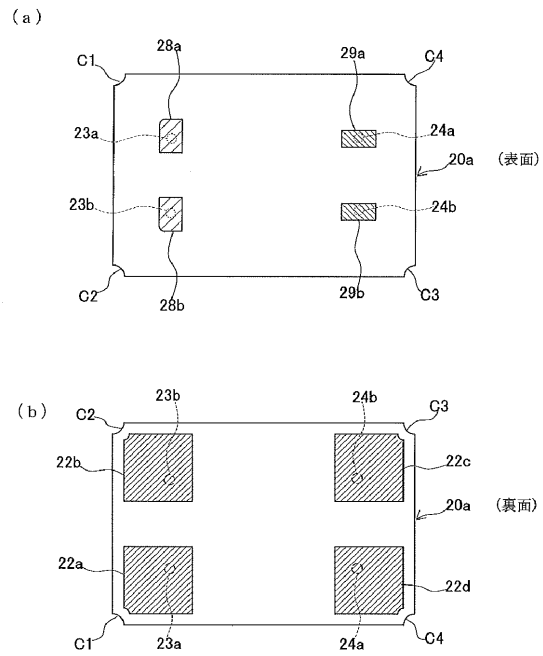
【0077】

1、2、3、4、5、6、7、8、9...圧電デバイス、10、10a、10b...圧電振動素子、12...圧電基板、13...励振部、14a、14b...励振電極、15...周辺部、16a、16b...リード電極、18a、18b...端子電極、20...容器、20a、20a1、20a2、20a3、20a4、20a5、20a6、20a7、20a8...第 1 の絶縁基板、20b、20b3、20b4、20b5、20b6、20b8...第 2 の絶縁基板、20c...第 3 の絶縁基板、22、22a、22b、22c、22d...実装端子、23a、23b、23c、23d...第 1 の熱伝導部（ビア電極）、24a、24b...第 2 の熱伝導部（ビア電極）、25...第 3 の熱伝導部材（ビア電極）、26a...第 1 の配線パターン、26b...第 2 の配線パターン、27...収容部、27a...第 1 の収容部、27b...第 2 の収容部、28a、28b...第 1 の電極パッド、29a、29b...第 2 の電極パッド、30...感温部品、35...導電性接着剤、38...蓋部材、40a、40b、40c、40d...中継パッド、42...シールリング、C1、C2、C3、C4...キャスタレーション、Ce1、Ce2、Ce3、Ce4...キャスタレーション電極

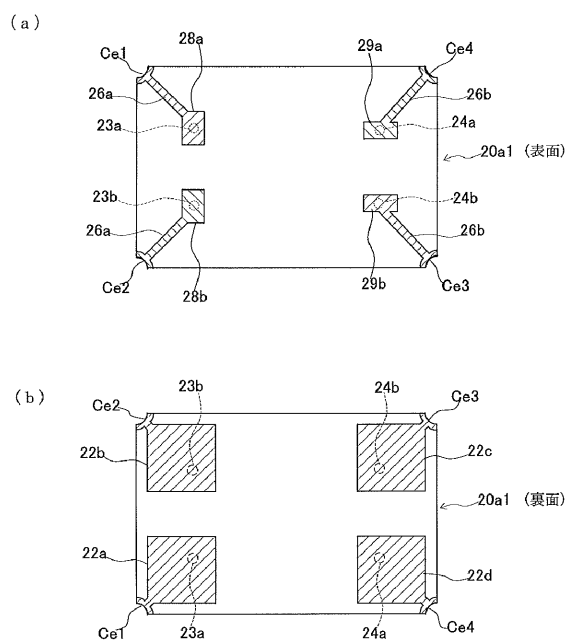
【図 1】



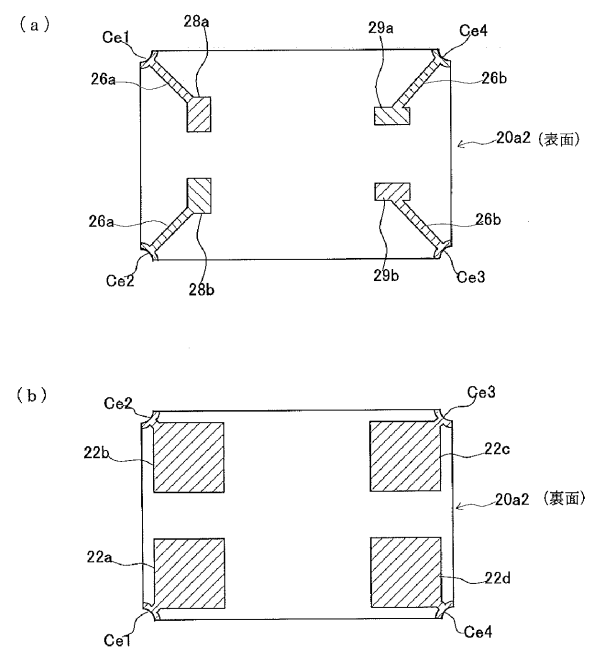
【図 2】



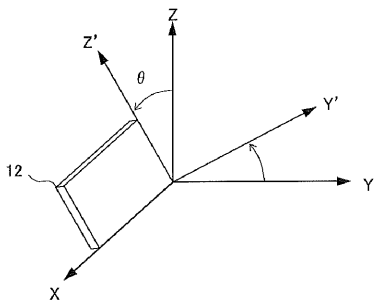
【図 3】



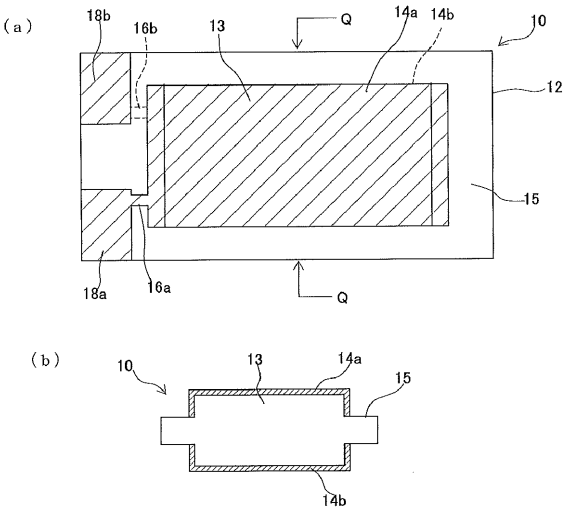
【図 4】



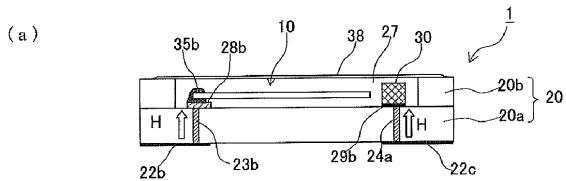
【図 5】



【図 6】



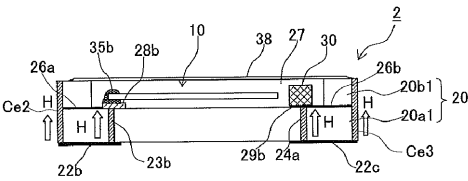
【図 7】



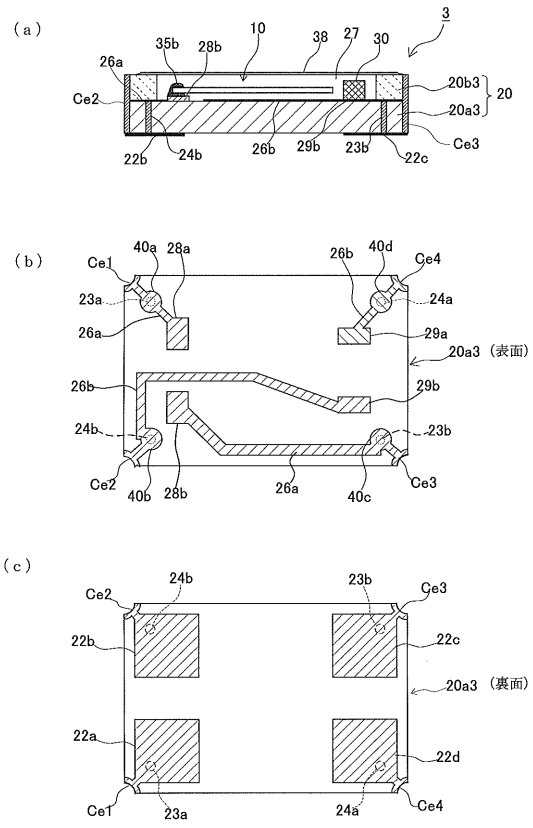
(b)

部材	成分	熱伝導率 [W/m・℃]
セラミック	Al ₂ O ₃	17
メタライズ	タングステン	167
圧電基板	水晶	8
接着剤	銀ペースト	25
励振電極	Au	320
蓋部材	コパール	17
雰囲気	空気	0.024

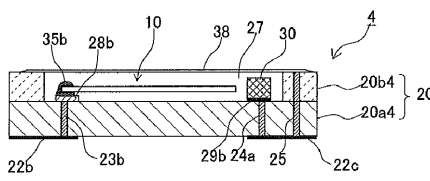
【図 8】



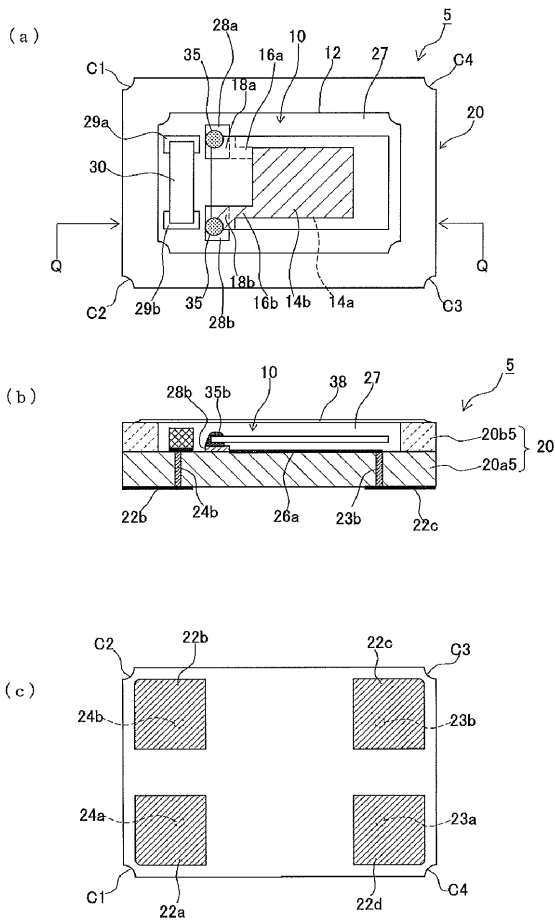
【図 9】



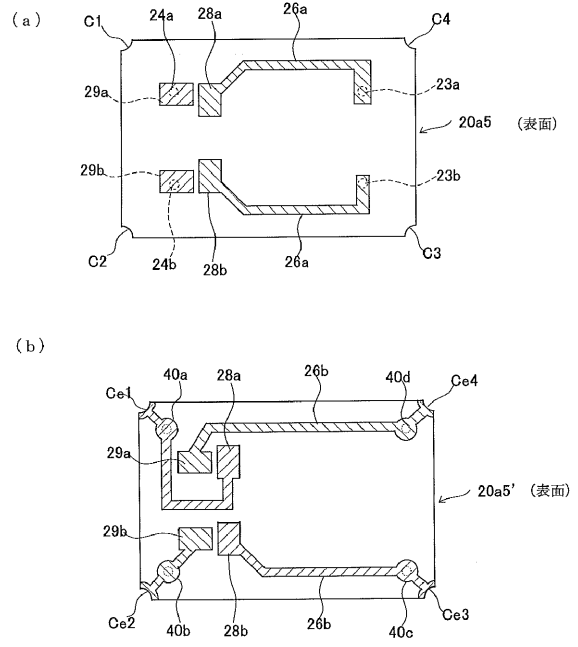
【図 10】



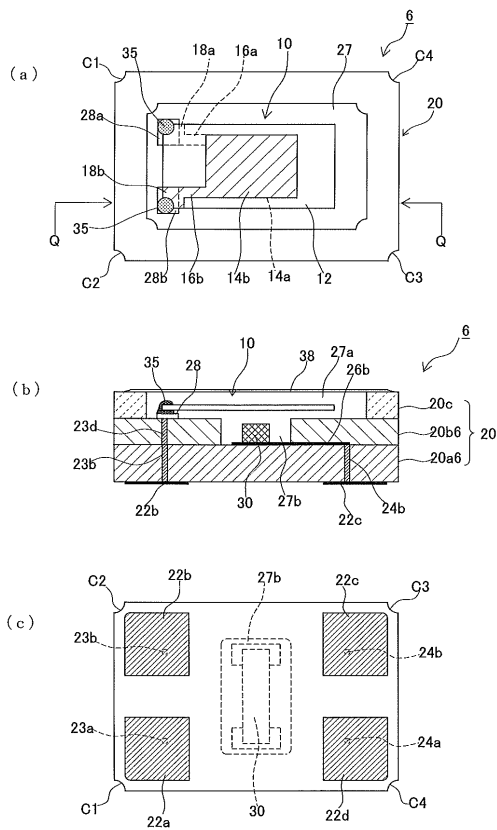
【図 1 1】



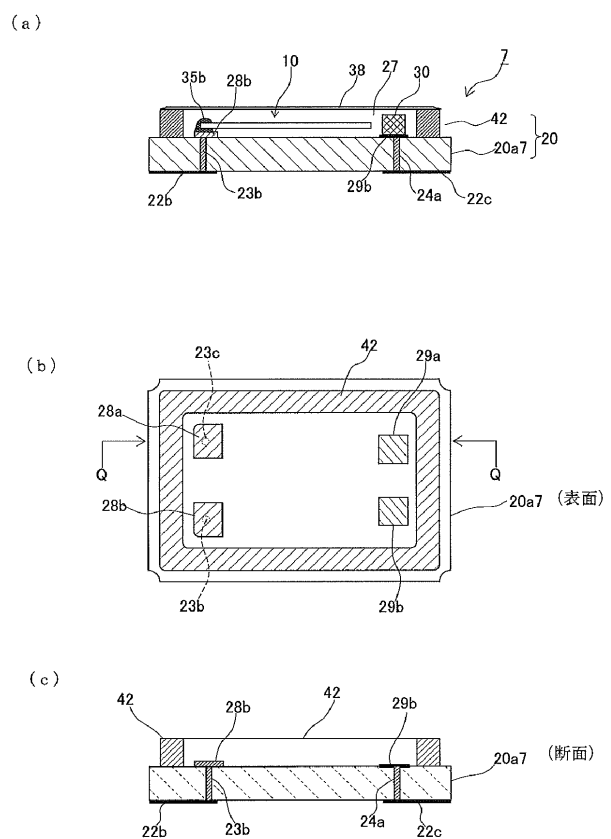
【図 1 2】



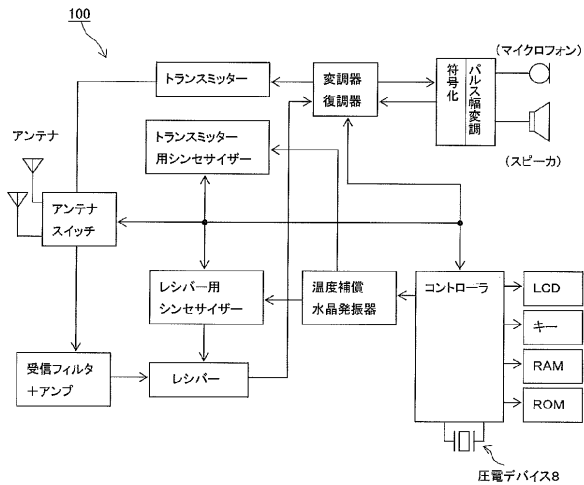
【図 1 3】



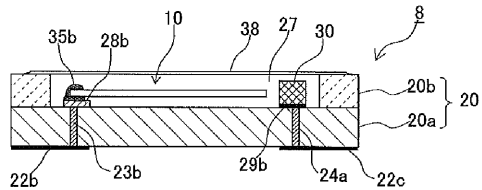
【図 1 4】



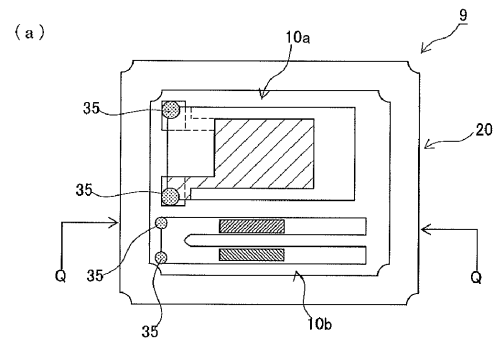
【 図 1 7 】



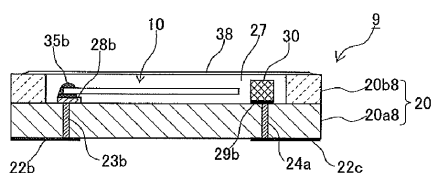
【 図 1 6 】



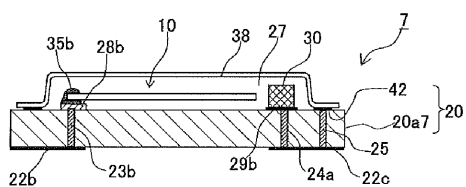
【 図 1 8 】



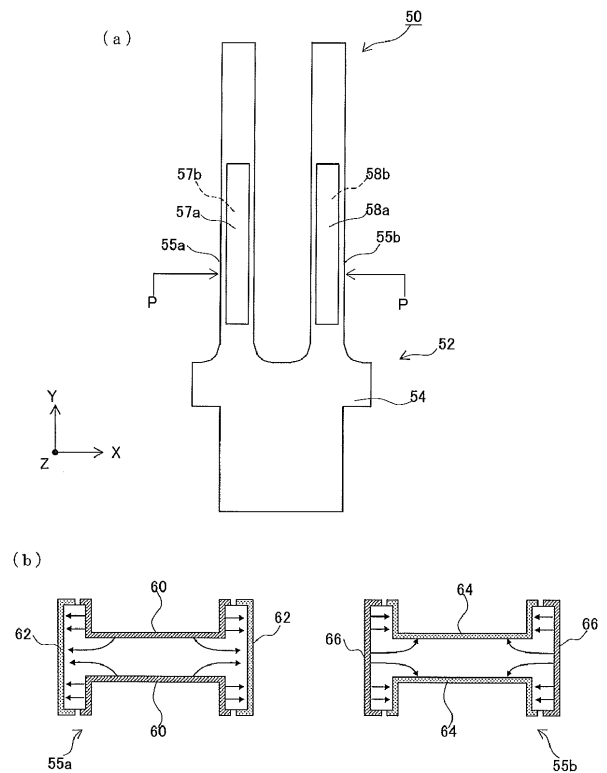
(b)



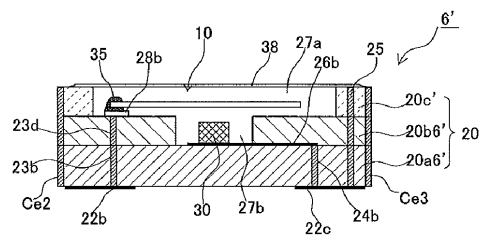
【 図 19 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 半澤 正則

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 小峰 賢二

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 5J108 AA04 BB02 CC04 CC06 CC08 CC09 DD02 DD05 EE03 EE07
EE18 FF11 FF12 GG03 GG15 GG16 JJ01 JJ03