

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6183156号
(P6183156)

(45) 発行日 平成29年8月23日(2017.8.23)

(24) 登録日 平成29年8月4日(2017.8.4)

(51) Int.Cl.		F I			
HO3H	9/10	(2006.01)	HO3H	9/10	
HO3H	9/02	(2006.01)	HO3H	9/02	K
HO3B	5/32	(2006.01)	HO3H	9/02	L
			HO3H	9/02	N
			HO3B	5/32	H

請求項の数 16 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-225049 (P2013-225049)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年10月30日(2013.10.30)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-88877 (P2015-88877A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年5月7日(2015.5.7)	(74) 代理人	100116665
審査請求日	平成28年9月26日(2016.9.26)		弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(72) 発明者	菊島 正幸
			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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パッケージ、振動デバイス、発振器、電子機器及び移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに表裏の関係にある第1主面と第2主面とを含む第1基板と、
 前記第1基板の前記第2主面側に積層され、貫通孔を有する第2基板と、
 を備え、
 前記第1基板の前記第1主面側には、第1電極パッド及び第2電極パッドが設けられ、
 前記第1基板の前記第2主面側における前記貫通孔から露出している部分には、第3電極パッド及び第4電極パッドが設けられ、
 前記第2基板の前記第1基板側とは反対側の第3主面側には、第1対角線上に第1実装端子及び第2実装端子が設けられるとともに、前記第1対角線と交差する第2対角線上に第3実装端子及び第4実装端子が設けられ、
 前記第1電極パッドは、前記第1基板の前記第2主面側に設けられている第1配線パターンを介して前記第1実装端子に接続され、
 前記第2電極パッドは、前記第1基板の前記第2主面側に設けられている第2配線パターンを介して前記第2実装端子に接続され、
 前記第3電極パッド及び前記第4電極パッドの少なくとも一方は、前記貫通孔の内壁に設けられている第1導電膜および前記第3主面側に設けられている第3配線パターンを介して、前記第3実装端子及び前記第4実装端子のいずれかと接続されており、
 前記第1配線パターンまたは前記第2配線パターンは、前記第3配線パターンと平面視で重なる部分を有していることを特徴とするパッケージ。

【請求項 2】

振動片と、
電子素子と、

互いに表裏の関係にある第 1 主面と第 2 主面とを含む第 1 基板と、
前記第 1 基板の前記第 2 主面側に積層され、貫通孔を有する第 2 基板と、

を備え、

前記第 1 基板の前記第 1 主面側には、第 1 電極パッド及び第 2 電極パッドが設けられ、
前記第 1 基板の前記第 2 主面側における前記貫通孔から露出している部分には、第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドが設けられ、

前記振動片は、前記第 1 電極パッド及び前記第 2 電極パッドに取り付けられ、

10

前記電子素子は、前記第 3 電極パッド及び前記第 4 電極パッドに取り付けられ、

前記第 2 基板の前記第 1 基板側とは反対側の第 3 主面側には、第 1 対角線上に第 1 実装端子及び第 2 実装端子が設けられるとともに、前記第 1 対角線と交差する第 2 対角線上に第 3 実装端子及び第 4 実装端子が設けられ、

前記第 1 電極パッドは、前記第 1 基板の前記第 2 主面側に設けられている第 1 配線パターンを介して前記第 1 実装端子に接続され、

前記第 2 電極パッドは、前記第 1 基板の前記第 2 主面側に設けられている第 2 配線パターンを介して前記第 2 実装端子に接続され、

前記第 3 電極パッド及び前記第 4 電極パッドの少なくとも一方は、前記貫通孔の内壁に設けられている第 1 導電膜および前記第 3 主面側に設けられている第 3 配線パターンを介して、前記第 3 実装端子及び前記第 4 実装端子のいずれかと接続され、

20

前記第 1 配線パターンまたは前記第 2 配線パターンは、前記第 3 配線パターンと平面視で重なる部分を有していることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記第 2 基板の前記第 3 主面側には、前記貫通孔の外縁に沿って第 2 導電膜が設けられていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記第 2 導電膜は、前記第 1 導電膜と接続されていることを特徴とする振動デバイス。

30

【請求項 5】

請求項 2 ないし請求項 4 のいずれか一項において、

前記第 3 電極パッドと前記第 4 電極パッドの間には、溝部が設けられていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 6】

請求項 2 ないし請求項 5 のいずれか一項において、

前記第 2 基板の前記第 3 主面には、前記第 2 主面側に凹んだ段差部が設けられ、

前記貫通孔は、前記段差部に設けられていることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 7】

請求項 2 ないし請求項 6 のいずれか一項において、

40

平面視で前記第 3 電極パッド及び前記第 4 電極パッドの各面積が、前記貫通孔の開口部の面積に対して、15%以上30%以下であることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 8】

請求項 7 において、

平面視で前記第 3 電極パッド及び前記第 4 電極パッドの各面積が、前記貫通孔の前記開口部の面積に対して、19.5%以上23.5%以下であることを特徴とする振動デバイス。

【請求項 9】

請求項 2 ないし請求項 8 のいずれか一項において、

平面視で前記第 3 電極パッド及び前記第 4 電極パッドの各面積が、前記電子素子の面積

50

に対して、70%以上150%以下であることを特徴とする振動デバイス。

【請求項10】

請求項9において、

平面視で前記第3電極パッド及び前記第4電極パッドの各面積が、前記電子素子の面積に対して、75%以上145%以下であることを特徴とする振動デバイス。

【請求項11】

請求項2ないし請求項10のいずれか一項において、

平面視で前記貫通孔の輪郭は、曲線を含むことを特徴とする振動デバイス。

【請求項12】

請求項2ないし請求項11のいずれか一項において、

平面視で前記各実装端子の前記貫通孔側の輪郭は、曲線を含むことを特徴とする振動デバイス。

10

【請求項13】

請求項2ないし請求項12のいずれか一項において、

前記電子素子は、感温素子であることを特徴とする振動デバイス。

【請求項14】

請求項2ないし請求項13のいずれか一項に記載の振動デバイスと、回路と、

を備えていることを特徴とする発振器。

【請求項15】

請求項2ないし請求項13のいずれか一項に記載の振動デバイスを備えていることを特徴とする電子機器。

20

【請求項16】

請求項2ないし請求項13のいずれか一項に記載の振動デバイスを備えていることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パッケージ、振動デバイス、この振動デバイスを備えている発振器、電子機器及び移動体に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、振動デバイスとして、圧電振動素子と、感温部品と、圧電振動素子を收容する第1の收容部を有し感温部品を收容する第2の收容部を有した容器と、を備えた圧電デバイスが知られている（例えば、特許文献1参照）。

この圧電デバイスの容器は、第2の收容部を構成する貫通孔を有し、且つ底部に複数の実装端子を備えた第1の絶縁基板と、第1の絶縁基板の表部に裏面を積層固定され、表面に圧電振動素子搭載用の第1の電極パッドが設けられ、裏面に実装端子と第1の電極パッドとを導通させる第1の配線パターン、実装端子と感温部品とを導通させる第2の配線パターン、及び感温部品搭載用の第2の電極パッドが設けられた第2の絶縁基板と、を備えている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-102315号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記圧電デバイスには、市場の要求により、圧電振動素子と導通している一对の実装端子、及び感温部品と導通している他の一对の実装端子が、第1の絶縁基板の底部の対角線

50

上にそれぞれ配置されている構成のものがある。

これにより、上記構成の圧電デバイスは、第2の絶縁基板の裏面における第1の配線パターン及び第2の配線パターンの引き回し（特許文献1の図3（b）参照）が、上記一対の実装端子が、底部の対角線上ではなく底部の隣り合う角部にそれぞれ配置されている構成の引き回し（特許文献1の図9（b）参照）と比較して、複雑となる。

この結果、上記構成の圧電デバイスは、第1の配線パターン及び第2の配線パターンの引き回しの制約（パターン幅、パターン間ギャップ、外形からパターンまでの距離などの配線ルール）によって、更なる平面サイズの小型化が阻害される虞がある。

【0005】

そこで、上記課題の対策として、特許文献1の図4のように、第1の配線パターンを第2の絶縁基板の表面に引き回し、第2の配線パターンを第2の絶縁基板の裏面に引き回す構成が考えられる。

しかしながら、この構成では、第1の配線パターンと圧電振動素子とが接近することから、圧電振動素子の励振電極と第1の配線パターンとの間で寄生容量が生じ、圧電振動素子の振動特性が劣化する虞がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記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、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

[適用例1] 本適用例にかかるパッケージは、互いに表裏の関係にある第1主面と第2主面とを含む第1基板と、前記第1基板の前記第2主面側に積層され、貫通孔を有する第2基板と、を備え、前記第1基板の前記第1主面側には、第1電極パッド及び第2電極パッドが設けられ、前記第1基板の前記第2主面側における前記貫通孔から露出している部分には、第3電極パッド及び第4電極パッドが設けられ、前記第2基板の前記第1基板側とは反対側の第3主面側には、第1対角線上に第1実装端子及び第2実装端子が設けられるとともに、前記第1対角線と交差する第2対角線上に第3実装端子及び第4実装端子が設けられ、前記第1電極パッドは、前記第1基板の前記第2主面側に設けられている第1配線パターンを介して前記第1実装端子に接続され、前記第2電極パッドは、前記第1基板の前記第2主面側に設けられている第2配線パターンを介して前記第2実装端子に接続され、前記第3電極パッド及び前記第4電極パッドの少なくとも一方は、前記貫通孔の内壁に設けられている第1導電膜を介して、前記第3実装端子及び前記第4実装端子のいずれかと接続されていることを特徴とする。

【0008】

これによれば、パッケージ（容器）は、第3電極パッド及び第4電極パッドの少なくとも一方が、貫通孔の内壁に設けられている第1導電膜を介して、第3実装端子及び第4実装端子のいずれかと接続されている。

この結果、パッケージは、第1電極パッド、第2電極パッドと第1実装端子、第2実装端子とを接続する第1配線パターン、第2配線パターンと、第3電極パッド、第4電極パッドと第3実装端子及び第4実装端子のいずれかとを接続する配線パターンとを、互いに立体交差させ、平面視で両者を重ねることができる。

これにより、パッケージは、平面視における配線パターンの占有面積を従来構成（例えば、上述した特許文献1の構成）より縮小できることから、更なる平面サイズの小型化を図ることができる。

【0009】

[適用例2] 本適用例にかかる振動デバイスは、振動片と、電子素子と、互いに表裏の関係にある第1主面と第2主面とを含む第1基板と、前記第1基板の前記第2主面側に積層され、貫通孔を有する第2基板と、を備え、前記第1基板の前記第1主面側には、第1電極パッド及び第2電極パッドが設けられ、前記第1基板の前記第2主面側における前記貫通孔から露出している部分には、第3電極パッド及び第4電極パッドが設けられ、前記

10

20

30

40

50

振動片は、前記第1電極パッド及び前記第2電極パッドに取り付けられ、前記電子素子は、前記第3電極パッド及び前記第4電極パッドに取り付けられ、前記第2基板の前記第1基板側とは反対側の第3主面側には、第1対角線上に第1実装端子及び第2実装端子が設けられるとともに、前記第1対角線と交差する第2対角線上に第3実装端子及び第4実装端子が設けられ、前記第1電極パッドは、前記第1基板の前記第2主面側に設けられている第1配線パターンを介して前記第1実装端子に接続され、前記第2電極パッドは、前記第1基板の前記第2主面側に設けられている第2配線パターンを介して前記第2実装端子に接続され、前記第3電極パッド及び前記第4電極パッドの少なくとも一方は、前記貫通孔の内壁に設けられている第1導電膜を介して、前記第3実装端子及び前記第4実装端子のいずれかと接続されていることを特徴とする。

10

【0010】

これによれば、振動デバイスは、第3電極パッド及び第4電極パッドの少なくとも一方が、貫通孔の内壁に設けられている第1導電膜を介して、第3実装端子及び第4実装端子のいずれかと接続されている。

この結果、振動デバイスは、振動片と第1実装端子、第2実装端子とを接続する第1配線パターン、第2配線パターンと、電子素子と第3実装端子及び第4実装端子のいずれかとを接続する配線パターンとを、互いに立体交差させ、平面視で両者を重ねることができる。

これにより、振動デバイスは、平面視における配線パターンの占有面積を従来構成（例えば、上述した特許文献1の構成）より縮小できることから、更なる平面サイズの小型化を図ることができる。

20

加えて、振動デバイスは、第1配線パターン及び第2配線パターンが第1基板の第2主面側に設けられていることから、第1主面側の振動片による寄生容量の増加を回避でき、振動片の振動特性を維持することができる。

【0011】

[適用例3] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、前記第2基板の前記第3主面側には、前記貫通孔の外縁に沿って第2導電膜が設けられていることが好ましい。

【0012】

これによれば、振動デバイスは、第2導電膜が平面視で貫通孔の外縁に沿って設けられていることから、例えば、光を照射したときの第2導電膜と周囲との反射光のコントラストの違いによって、画像認識装置で貫通孔が認識可能となり、貫通孔に対する電子素子の搭載位置精度を向上させることができる。

30

【0013】

[適用例4] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、前記第2導電膜は、前記第1導電膜と接続されていることが好ましい。

【0014】

これによれば、振動デバイスは、第2導電膜が第1導電膜と接続されていることから、電子素子への熱伝導が良好となる。この際、例えば、電子素子が感温素子の場合には、振動片の温度変化に対する追従性が向上することになる。

この結果、振動デバイスは、感温素子の検出温度（抵抗値の変化）に基づいて動作する外部の温度補償回路により、振動片の温度変化に伴う周波数変動を低減できる。

40

【0015】

[適用例5] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、前記第3電極パッドと前記第4電極パッドとの間には、溝部が設けられていることが好ましい。

【0016】

これによれば、振動デバイスは、第3電極パッドと第4電極パッドとの間に溝部が設けられていることから、電子素子実装時のハンダなどの接合部材の流出が溝部で遮断される。

この結果、振動デバイスは、接合部材を介した第3電極パッドと第4電極パッドとの短絡を抑制できる。

50

【 0 0 1 7 】

[適用例 6] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、前記第 2 基板の前記第 3 主面には、前記第 2 主面側に凹んだ段差部が設けられ、前記貫通孔は、前記段差部に設けられていることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

これによれば、振動デバイスは、第 2 基板の第 3 主面に、第 2 主面側に凹んだ段差部が設けられ、貫通孔が段差部に設けられていることから、第 1 導電膜、第 2 導電膜と各実装端子との間の厚み方向の間隔を大きくできる。

この結果、振動デバイスは、電子機器などの外部部材への実装時に、ハンダなどの接合部材による第 1 導電膜、第 2 導電膜と非接続の各実装端子との短絡を抑制できる。

10

【 0 0 1 9 】

[適用例 7] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、平面視で前記第 3 電極パッド及び前記第 4 電極パッドの各面積が、前記貫通孔の開口部の面積に対して、15%以上30%以下であることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

これによれば、振動デバイスは、平面視で第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドの各面積が、貫通孔の開口部の面積に対して、15%以上30%以下であることから、第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドの画像認識性を向上させることができる。

また、振動デバイスは、上記設定により第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドの面積と、第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドに塗布されるハンダなどの接合部材の面積との比を、両者が画像認識可能な程度に大きくすることが可能となる。

20

この結果、振動デバイスは、画像認識装置によってハンダなどの接合部材の塗布径（塗布量）を精度よく管理することができる。

また、振動デバイスは、上記第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドの画像認識性の向上により、第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドに対する電子素子の搭載位置精度を向上させることができる。

なお、上記数値は、発明者らの実験及びシミュレーションなどにより得られた知見に基づくものである。

【 0 0 2 1 】

[適用例 8] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、平面視で前記第 3 電極パッド及び前記第 4 電極パッドの各面積が、前記貫通孔の前記開口部の面積に対して、19.5%以上23.5%以下であることが好ましい。

30

【 0 0 2 2 】

これによれば、振動デバイスは、平面視で第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドの各面積が、貫通孔の開口部の面積に対して、19.5%以上23.5%以下であることから、第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドの画像認識性を更に向上させつつ、ハンダなどの接合部材による第 3 電極パッドと第 4 電極パッドとの短絡を抑制できる。

なお、上記数値は、発明者らの実験及びシミュレーションなどにより得られた知見に基づくものである。

【 0 0 2 3 】

[適用例 9] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、平面視で前記第 3 電極パッド及び前記第 4 電極パッドの各面積が、前記電子素子の面積に対して、70%以上150%以下であることが好ましい。

40

【 0 0 2 4 】

これによれば、振動デバイスは、平面視で第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドの各面積が、電子素子の面積に対して、70%以上150%以下であることから、第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドと電子素子との両方を確実に画像認識できる。

この結果、振動デバイスは、第 3 電極パッド及び第 4 電極パッドに対する電子素子の搭載位置精度を向上させることができる。

なお、上記数値は、発明者らの実験及びシミュレーションなどにより得られた知見に基

50

づくものである。

【0025】

[適用例10] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、平面視で前記第3電極パッド及び前記第4電極パッドの各面積が、前記電子素子の面積に対して、75%以上145%以下であることが好ましい。

【0026】

これによれば、振動デバイスは、平面視で第3電極パッド及び第4電極パッドの各面積が、電子素子の面積に対して、75%以上145%以下であることから、第3電極パッド及び第4電極パッドと電子素子との両方を更に確実に画像認識できる。

この結果、振動デバイスは、第3電極パッド及び第4電極パッドに対する電子素子の搭載位置精度を更に向上させることができる。

10

なお、上記数値は、発明者らの実験及びシミュレーションなどにより得られた知見に基づくものである。

【0027】

[適用例11] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、平面視で前記貫通孔の輪郭は、曲線を含むことが好ましい。

【0028】

これによれば、振動デバイスは、平面視で貫通孔の輪郭が曲線を含むことから、例えば、貫通孔の隅部を丸めることにより各実装端子との干渉を避けつつ、貫通孔を大きくすることができる。

20

これにより、振動デバイスは、第3電極パッド及び第4電極パッドの画像認識性を向上させることができる。

【0029】

[適用例12] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、平面視で前記各実装端子の前記貫通孔側の輪郭は、曲線を含むことが好ましい。

【0030】

これによれば、振動デバイスは、平面視で各実装端子の貫通孔側の輪郭が曲線を含むことから、第3電極パッド及び第4電極パッドと非接続の各実装端子との間に一定の間隔を確保することができる。

これにより、振動デバイスは、第3電極パッド及び第4電極パッドと非接続の各実装端子との短絡を抑制できる。

30

【0031】

[適用例13] 上記適用例にかかる振動デバイスにおいて、前記電子素子は、感温素子であることが好ましい。

【0032】

これによれば、振動デバイスは、電子素子が感温素子であることから、感温素子によって、振動片の温度を検出することができる。

この結果、振動デバイスは、例えば、感温素子の検出温度（抵抗値の変化）に基づいて動作する外部の温度補償回路により、振動片の温度変化に伴う周波数変動を低減できる。

【0033】

40

[適用例14] 本適用例にかかる発振器は、上記適用例のいずれかに記載の振動デバイスと、回路と、を備えていることを特徴とする。

【0034】

これによれば、本構成の発振器は、上記適用例のいずれかに記載の振動デバイスと、回路（例えば、振動片を駆動する駆動回路）と、を備えていることから、上記適用例のいずれかに記載の効果を奏する発振器を提供できる。

【0035】

[適用例15] 本適用例にかかる電子機器は、上記適用例のいずれかに記載の振動デバイスを備えていることを特徴とする。

【0036】

50

これによれば、本構成の電子機器は、上記適用例のいずれかに記載の振動デバイスを備えていることから、上記適用例のいずれかに記載の効果を奏する電子機器を提供できる。

【0037】

[適用例16]本適用例にかかる移動体は、上記適用例のいずれかに記載の振動デバイスを備えていることを特徴とする。

【0038】

これによれば、本構成の移動体は、上記適用例のいずれかに記載の振動デバイスを備えていることから、上記適用例のいずれかに記載の効果を奏する移動体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】第1実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式図であり、(a)はリッド(蓋体)側から見た平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図、(c)は底面側から見た平面図。

【図2】変形例1の水晶振動子の概略構成を示す模式断面図。

【図3】変形例2の水晶振動子の概略構成を示す底面側から見た模式平面図。

【図4】第2実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式図であり、(a)はリッド側から見た平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図、(c)は底面側から見た平面図。

【図5】第3実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式図であり、(a)はリッド側から見た平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図、(c)は底面側から見た平面図。

【図6】第4実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式図であり、(a)はリッド側から見た平面図、(b)は(a)のA-A線での断面図、(c)は底面側から見た平面図。

【図7】発振器としての水晶発振器を示す模式斜視図。

【図8】電子機器としての携帯電話を示す模式斜視図。

【図9】移動体としての自動車を示す模式斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下、本発明を具体化した実施形態について図面を参照して説明する。

【0041】

(第1実施形態)

最初に、振動デバイスの一例としての水晶振動子について説明する。

図1は、第1実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式図である。図1(a)は、リッド(蓋体)側から見た平面図であり、図1(b)は、図1(a)のA-A線での断面図であり、図1(c)は、底面側から見た平面図である。なお、図1(a)では、リッドを省略してある。また、分かり易くするために、各構成要素の寸法比率は実際と異なる。

【0042】

図1に示すように、水晶振動子1は、振動片としての水晶振動片10と、電子素子としての感温素子として機能するサーミスター20と、水晶振動片10及びサーミスター20が収容されているパッケージ30と、を備えている。

【0043】

水晶振動片10は、例えば、水晶の原石などから所定の角度で切り出されたATカット型であって、平面形状が略矩形に形成され、厚みすべり振動をする振動部11と振動部11に接続された基部12とを有している。

水晶振動片10は、振動部11の一方の主面13及び他方の主面14に形成された略矩形の励振電極15、16から引き出された引き出し電極15a、16aが、基部12に形成されている。

引き出し電極15aは、一方の主面13の励振電極15から、水晶振動片10の長手方向(紙面左右方向)に沿って基部12に引き出され、基部12の側面に沿って他方の主面14に回り込み、他方の主面14の励振電極16の近傍まで延在している。

引き出し電極16aは、他方の主面14の励振電極16から、水晶振動片10の長手方向に沿って基部12に引き出され、基部12の側面に沿って一方の主面13に回り込み、

10

20

30

40

50

一方の主面 13 の励振電極 15 の近傍まで延在している。

励振電極 15, 16 及び引き出し電極 15a, 16a は、例えば、Cr を下地層とし、その上に Au が積層された構成の金属被膜となっている。

【0044】

サーミスター 20 は、例えば、チップ型（直方体形状）の感温素子（感温抵抗素子）であって、両端に電極 21, 22 を有し、温度変化に対して電気抵抗の変化の大きい抵抗体である。

サーミスター 20 には、例えば、温度の上昇に対して抵抗が減少する NTC (Negative Temperature Coefficient) サーミスターと呼ばれるサーミスターが用いられている。NTC サーミスターは、温度と抵抗値の変化が比例的なため、温度センサーとして多用されている。

10

サーミスター 20 は、パッケージ 30 に搭載され、水晶振動片 10 近傍の温度を検出することにより、温度センサーとして水晶振動片 10 の温度変化に伴う周波数変動の抑制に資する機能を果たしている。

【0045】

パッケージ 30 は、平面形状が略矩形で略平板状のパッケージベース 31 と、パッケージベース 31 の一方側を覆う平板状の蓋体としてのリッド 32 と、を有し、略直方体形状に構成されている。

パッケージベース 31 には、セラミックグリーンシートを成形して積層し焼成した酸化アルミニウム質焼結体、ムライト質焼結体、窒化アルミニウム質焼結体、炭化珪素質焼結体、ガラスセラミックス焼結体などのセラミックス系の絶縁性材料、水晶、ガラス、シリコン（高抵抗シリコン）などが用いられている。

20

リッド 32 には、パッケージベース 31 と同材料、または、コパール、42アロイなどの金属が用いられている。

【0046】

パッケージベース 31 は、3層構造となっている。具体的には、リッド 32 側から順に棒状の第 1 層 31a、平板状の第 1 基板としての第 2 層 31b、中央部に略矩形の貫通孔 36 を有する第 2 基板としての第 3 層 31c が積層されている。

第 2 層 31b は、互いに表裏の関係にある第 1 主面 33 と第 2 主面 34 とを含んでいる。

30

パッケージベース 31 は、第 1 層 31a が第 2 層 31b の第 1 主面 33 側に積層され、第 3 層 31c が第 2 層 31b の第 2 主面 34 側に積層されている構成となっている。

【0047】

第 2 層 31b の第 1 主面 33 側には、水晶振動片 10 の引き出し電極 15a, 16a に対向する位置に、第 1 電極パッドとしての内部端子 33a 及び第 2 電極パッドとしての内部端子 33b が設けられている。

第 2 層 31b の第 2 主面 34 側における貫通孔 36 から露出している部分には、サーミスター 20 の電極 21, 22 に対向する位置に、第 3 電極パッドとしての電極パッド 34a 及び第 4 電極パッドとしての電極パッド 34b が設けられている。

【0048】

40

水晶振動片 10 は、引き出し電極 15a, 16a が、金属フィラーなどの導電性物質が混合された、エポキシ系、シリコン系、ポリイミド系などの導電性接着剤 40 を介して内部端子 33a 及び内部端子 33b に取り付けられている。

サーミスター 20 は、電極 21, 22 が、ハンダなどの接合部材 41 を介して電極パッド 34a 及び電極パッド 34b に取り付けられている。

【0049】

水晶振動子 1 は、水晶振動片 10 がパッケージベース 31 の内部端子 33a, 33b に取り付けられた状態で、パッケージベース 31 の第 1 層 31a がリッド 32 により覆われ、パッケージベース 31 とリッド 32 とがシームリング、低融点ガラス、接着剤などの接合部材 38 で接合されることにより、パッケージベース 31 の内部空間（水晶振動片 10

50

を収容する空間)が気密に封止されている。

なお、パッケージベース31の気密に封止された内部空間は、減圧された真空状態(真空度の高い状態)または窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガスが充填された状態となっている。

【0050】

パッケージベース31の第3層31cの、第2層31b側とは反対側の第3主面35側には、第3主面35の第1対角線L1上に第1実装端子としての実装端子37a及び第2実装端子としての実装端子37bが設けられるとともに、第1対角線L1と交差する第2対角線L2上に第3実装端子としての実装端子37c及び第4実装端子としての実装端子37dが設けられている。

10

内部端子33aは、第2層31bの第2主面34側に設けられている第1配線パターンとしての配線パターンP1を介して実装端子37aに接続されている。

内部端子33bは、第2層31bの第2主面34側に設けられている第2配線パターンとしての配線パターンP2を介して実装端子37bに接続されている。

電極パッド34a及び電極パッド34bの少なくとも一方(ここでは電極パッド34a)は、貫通孔36の内壁36aに設けられている第1導電膜D1を介して、実装端子37c及び実装端子37dのいずれか(ここでは実装端子37c)と接続されている。

【0051】

詳述すると、実装端子37aは、パッケージベース31の第3層31cを貫通する導通ビア(スルーホールに金属または導電性を有する材料が充填された導通電極)B1、第2層31bの第2主面34側に設けられている配線パターンP1、第2層31bを貫通する導通ビアB2を経由して内部端子33aと接続されている。

20

実装端子37bは、第3層31cを貫通する導通ビアB3、第2層31bの第2主面34側に設けられている配線パターンP2、第2層31bを貫通する導通ビアB4を経由して内部端子33bと接続されている。

実装端子37cは、第3主面35側に設けられている配線パターンP3、貫通孔36の内壁36aに設けられている第1導電膜D1、第2層31bの第2主面34側に設けられている配線パターンP4を経由して電極パッド34aと接続されている。

実装端子37dは、第3層31cを貫通する導通ビアB5、第2層31bの第2主面34側に設けられている配線パターンP5を経由して電極パッド34bと接続されている。

30

【0052】

ここで、図1(c)に示すように、実装端子37cから延びる配線パターンP3と、実装端子37bと内部端子33bとを接続する配線パターンP2とは、設けられている面が異なることから、互いに立体交差させ、平面視で重ねることが可能である。

一方、従来構成(例えば、上述した特許文献1の構成)を本実施形態に当てはめると、配線パターンP3が配線パターンP2と同一面(第2層31bの第2主面34)に設けられていることになる。これにより、配線パターンP3は、配線パターンP2、導通ビアB4を紙面左側に迂回して引き回され、第3層31cを貫通する図示しない導通ビアを経由して、実装端子37cに接続されることになり、配線パターンP3、P2の引き回しが複雑になってしまう。

40

【0053】

これに対して、本実施形態の配線パターンP3、P2の引き回しは、上述したように、互いに立体交差させ、平面視で重ねることで、引き回しが単純化され、平面視における配線パターンP3、P2の占有面積を従来構成より縮小することができる。また、従来構成では必要な、実装端子37cに接続するための第3層31cを貫通する図示しない導通ビアも不要となる。

【0054】

内部端子33a、33b、電極パッド34a、34b、実装端子37a~37d、配線パターンP1~P5、第1導電膜D1は、例えば、W、Moなどのメタライズ層にNi、Auなどの各被膜をメッキなどにより積層した金属被膜からなる。

50

なお、第1導電膜D1は、例えば、次のような方法により形成することが可能である。
まず、第3層31cに貫通孔36の一部（隅部が好ましい）となる小貫通孔を設ける。
ついで、第3主面35にペースト状のメタライズ層を、上記小貫通孔を覆うようにスクリーン印刷法などで塗布する。

ついで、第2層31b側からメタライズ層を吸引し、上記小貫通孔の内壁に垂れ込ませる（回り込ませる）。

ついで、上記小貫通孔を、メタライズ層が回り込んでいる一部を残して拡大し、貫通孔36を形成する。

このような方法により、貫通孔36の内壁36aに第1導電膜D1を形成することができる。

10

【0055】

ここで、水晶振動子1は、平面視で電極パッド34a、34bの各面積が、貫通孔36の開口部の面積に対して、15%以上30%以下であることが好ましく、19.5%以上23.5%以下であることがより好ましい。

また、水晶振動子1は、平面視で電極パッド34a、34bの各面積が、サーミスター20の面積に対して、70%以上150%以下であることが好ましく、75%以上145%以下であることがより好ましい。

【0056】

また、水晶振動子1は、平面視で貫通孔36の輪郭が曲線を含むことが好ましい。具体的には、図1(c)に示すように、貫通孔36の輪郭は、四隅部が円弧状に丸められていることが好ましい。

20

また、水晶振動子1は、平面視で実装端子37a~37dの貫通孔36側の輪郭が曲線を含むことが好ましい。具体的には、図1(c)に示すように、実装端子37a~37dの貫通孔36側の輪郭は、貫通孔36の輪郭に沿って円弧状にえぐられている（切り欠かれている）ことが好ましい。

【0057】

水晶振動子1は、実装端子37a、37b、内部端子33a、33b、引き出し電極15a、16a、励振電極15、16を経由して外部から印加される駆動信号によって、水晶振動片10が厚みすべり振動を励振されて所定の周波数で共振（発振）する。

また、水晶振動子1は、サーミスター20が温度センサーとしてパッケージベース31における水晶振動片10近傍の貫通孔36内の温度を検出し、実装端子37c、37dを介して検出信号を出力する。

30

【0058】

上述したように、第1実施形態の水晶振動子1は、電極パッド34a及び電極パッド34bの少なくとも一方（ここでは電極パッド34a）が、貫通孔36の内壁36aに設けられている第1導電膜D1を介して、実装端子37c及び実装端子37dのいずれか（ここでは実装端子37c）と接続されている。

この結果、水晶振動子1は、パッケージベース31の水晶振動片10（内部端子33b）と実装端子37bとを接続する配線パターンP2と、サーミスター20（電極パッド34a）と実装端子37cとを接続する配線パターンP3とを、互いに立体交差させ、平面視で両者を重ねることができる。

40

これにより、水晶振動子1は、平面視における配線パターンP2、P3などの占有面積を従来構成（例えば、上述した特許文献1の構成）より縮小できることから、更なる平面サイズの小型化を図ることができる。

なお、パッケージ30単体についても、上述した構成により、更なる平面サイズの小型化を図ることができる。

【0059】

加えて、水晶振動子1は、配線パターンP1及び配線パターンP2が第2層31bの第2主面34側に設けられていることから、第1主面33側に設けられている水晶振動片10による寄生容量の発生を回避できる。

50

これにより、水晶振動子 1 は、水晶振動片 10 の良好な振動特性を維持することができる。

【0060】

また、水晶振動子 1 は、電子素子が感温素子としてのサーミスター 20 であることから、サーミスター 20 によって、水晶振動片 10 の温度を検出することができる。

この結果、水晶振動子 1 は、例えば、サーミスター 20 の検出温度（抵抗値の変化）に基づいて動作する外部の温度補償回路により、水晶振動片 10 の温度変化に伴う周波数変動を低減できる。

【0061】

なお、水晶振動子 1 は、配線パターン P5 を第 3 主面 35 上で実装端子 37d から貫通孔 36 に向けて延在させ、貫通孔 36 の内壁 36a に別の導電膜を設けることにより、電極パッド 34b と配線パターン P5（実装端子 37d）とを、別の導電膜を介して接続してもよい。

10

これにより、水晶振動子 1 は、電極パッド 34a, 34b の両方が、第 1 導電膜 D1、別の導電膜を介して実装端子 37c, 37d と接続されることになる。

これによれば、水晶振動子 1 は、導通ビア B5 が不要となり、パッケージベース 31 の製造が容易となる。

【0062】

また、水晶振動子 1 は、平面視で電極パッド 34a, 34b の各面積が、貫通孔 36 の開口部の面積に対して、15%以上30%以下であることから、電極パッド 34a, 34b の画像認識性を向上させることができる。

20

また、水晶振動子 1 は、上記設定により電極パッド 34a, 34b の面積と、電極パッド 34a, 34b に塗布されるハンダなどの接合部材 41 の面積との比を、両者が画像認識可能な程度に大きくすることが可能となる。

この結果、水晶振動子 1 は、画像認識装置によってハンダなどの接合部材 41 の塗布径（塗布量）を精度よく管理することができる。

また、水晶振動子 1 は、上記電極パッド 34a, 34b の画像認識性の向上により、電極パッド 34a, 34b に対するサーミスター 20 の搭載位置精度を向上させることができる。

なお、上記数値は、発明者らの実験及びシミュレーションなどにより得られた知見に基づくものである。

30

【0063】

また、水晶振動子 1 は、平面視で電極パッド 34a, 34b の各面積が、貫通孔 36 の開口部の面積に対して、19.5%以上23.5%以下であることから、電極パッド 34a, 34b の画像認識性を更に向上させつつ、ハンダなどの接合部材 41 による電極パッド 34a と電極パッド 34b との短絡を抑制できる。

なお、上記数値は、発明者らの実験及びシミュレーションなどにより得られた知見に基づくものである。

【0064】

また、水晶振動子 1 は、平面視で電極パッド 34a, 34b の各面積が、サーミスター 20 の面積に対して、70%以上150%以下であることから、電極パッド 34a, 34b とサーミスター 20 との両方を確実に画像認識できる。

40

この結果、水晶振動子 1 は、電極パッド 34a, 34b に対するサーミスター 20 の搭載位置精度を向上させることができる。

なお、上記数値は、発明者らの実験及びシミュレーションなどにより得られた知見に基づくものである。

【0065】

また、水晶振動子 1 は、平面視で電極パッド 34a, 34b の各面積が、サーミスター 20 の面積に対して、75%以上145%以下であることから、電極パッド 34a, 34b とサーミスター 20 との両方を更に確実に画像認識できる。

50

この結果、水晶振動子 1 は、電極パッド 3 4 a , 3 4 b に対するサーミスター 2 0 の搭載位置精度を更に向上させることができる。

なお、上記数値は、発明者らの実験及びシミュレーションなどにより得られた知見に基づくものである。

【 0 0 6 6 】

また、水晶振動子 1 は、平面視で貫通孔 3 6 の輪郭が曲線を含むことから、隅部を丸めることにより各実装端子 3 7 a ~ 3 7 d との干渉を避けつつ、貫通孔 3 6 を大きくすることができる。これにより、水晶振動子 1 は、電極パッド 3 4 a , 3 4 b の画像認識性を向上させることができる。

また、水晶振動子 1 は、平面視で各実装端子 3 7 a ~ 3 7 d の貫通孔 3 6 側の輪郭が曲線を含むことから、電極パッド 3 4 a , 3 4 b と非接続の各実装端子 3 7 a ~ 3 7 d との間に一定の間隔を確保することができる。これにより、水晶振動子 1 は、電極パッド 3 4 a , 3 4 b と非接続の各実装端子 3 7 a ~ 3 7 d との短絡を抑制できる。

【 0 0 6 7 】

なお、水晶振動子 1 は、内部空間の確保に支障がなければ、パッケージベース 3 1 の第 1 層 3 1 a に代えて、厚く形成した接合部材 3 8 を用いてもよい。

これによれば、水晶振動子 1 は、パッケージベース 3 1 を 2 層構造とすることができ、パッケージベース 3 1 の製造が容易となる。

【 0 0 6 8 】

次に、第 1 実施形態の変形例について説明する。

(変形例 1)

図 2 は、変形例 1 の水晶振動子の概略構成を示す模式断面図である。なお、切断面の位置は、図 1 と同様である。

なお、第 1 実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【 0 0 6 9 】

図 2 に示すように、変形例 1 の水晶振動子 2 は、第 1 実施形態と比較して、パッケージ 3 0 の構成が異なる。

水晶振動子 2 は、第 1 実施形態からパッケージベース 3 1 の枠状の第 1 層 3 1 a が削除されている。

【 0 0 7 0 】

水晶振動子 2 は、パッケージベース 3 1 の第 2 層 3 1 b の第 1 主面 3 3 側が水晶振動片 1 0 を覆う金属製のリッド 1 3 2 により気密に封止されている。リッド 1 3 2 は、コパー、4 2 アロイなどの金属を用いて、全周につば部 1 3 2 a が設けられたキャップ状に形成されている。

水晶振動子 2 は、リッド 1 3 2 のキャップ部分の膨らみにより、水晶振動片 1 0 の振動が可能な内部空間が確保されている。

リッド 1 3 2 は、つば部 1 3 2 a がシームリング、ろう材、導電性接着剤などの導電性接合部材 1 3 8 を介してパッケージベース 3 1 の第 2 層 3 1 b の第 1 主面 3 3 側に接合されている。

水晶振動子 2 は、上記内部空間が第 1 実施形態と同様に、減圧された真空状態（真空度の高い状態）または窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガスが充填された状態となっている。

【 0 0 7 1 】

水晶振動子 2 は、実装端子 3 7 d が、導通ビア B 5、配線パターン P 5、第 2 層 3 1 b を貫通するように設けられている導通ビア B 6、導電性接合部材 1 3 8 を経由してリッド 1 3 2 と電気的に接続されている。

この実装端子 3 7 d は、電極パッド 3 4 b を介してサーミスター 2 0 の電極 2 2 と電気的に接続され、アース端子（GND 端子）となっている。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

上述したように、水晶振動子 2 は、第 1 主面 3 3 側が水晶振動片 1 0 を覆う金属製のリッド 1 3 2 により気密に封止され、実装端子 3 7 d が、リッド 1 3 2 と電氣的に接続されていることから、シールド性を向上させることができる。

また、水晶振動子 2 は、リッド 1 3 2 と電氣的に接続されている実装端子 3 7 d が、アース端子（GND 端子）であることから、シールド性を更に向上させることができる。

また、水晶振動子 2 は、パッケージベース 3 1 が 2 層構造であることから、3 層構造の第 1 実施形態と比較して、パッケージベース 3 1 の製造が容易となる。

【 0 0 7 3 】

なお、水晶振動子 2 は、シールド性に支障がなければ、リッド 1 3 2 と実装端子 3 7 d とを電氣的に接続しなくてもよい。この場合、導電性接合部材 1 3 8 は、接合部材 3 8 と

10

してもよい。
また、水晶振動子 2 は、導電性接合部材 1 3 8 を厚く形成してパッケージ 3 0 の内部空間を確保することにより、リッド 1 3 2 を第 1 実施形態と同様の平板状のリッド 3 2 としてもよい。

なお、水晶振動子 2 の構成は、以下の変形例及び各実施形態にも適用可能である。

【 0 0 7 4 】

（変形例 2）

図 3 は、変形例 2 の水晶振動子の概略構成を示す底面側から見た模式平面図である。

なお、第 1 実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

20

【 0 0 7 5 】

図 3 に示すように、変形例 2 の水晶振動子 3 は、第 1 実施形態と比較して、サーミスター 2 0 の配置方向が異なる。

水晶振動子 3 のサーミスター 2 0 は、電極 2 1 と電極 2 2 とを結ぶ方向（長手方向）が、パッケージベース 3 1 の長手方向（紙面左右方向）と交差（ここでは直交）するように配置されている。

【 0 0 7 6 】

これによれば、水晶振動子 3 は、サーミスター 2 0 が、長手方向がパッケージベース 3 1 の長手方向と交差（直交）するように配置されていることから、パッケージベース 3 1 の反り（傾向的に長手方向の反りが大きい）に起因するサーミスター 2 0 の固定強度（取り付け強度）の低下を抑制することができる。

30

なお、水晶振動子 3 の構成は、上記変形例及び以下の各実施形態にも適用可能である。

【 0 0 7 7 】

（第 2 実施形態）

次に、第 2 実施形態の水晶振動子について説明する。

図 4 は、第 2 実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式図である。図 4（a）は、リッド側から見た平面図であり、図 4（b）は、図 4（a）の A - A 線での断面図であり、図 4（c）は、底面側から見た平面図である。なお、図 4（a）では、リッドを省略してある。

なお、第 1 実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

40

【 0 0 7 8 】

図 4（b）、図 4（c）に示すように、第 2 実施形態の水晶振動子 4 は、平面視で貫通孔 3 6 の外縁に沿って第 2 導電膜 D 2 が設けられている。

具体的には、第 2 導電膜 D 2 は、貫通孔 3 6 を取り囲むように、第 3 主面 3 5 の貫通孔 3 6 側の端部の全周（貫通孔 3 6 の開口部の外縁）に設けられている。そして、第 2 導電膜 D 2 は、第 1 導電膜 D 1 及び配線パターン P 3 と接続されている。

なお、第 2 導電膜 D 2 は、貫通孔 3 6 の内壁 3 6 a に回り込んでいてもよく、回り込んでいなくてもよい。

水晶振動子 4 は、第 2 導電膜 D 2 が貫通孔 3 6 の内壁 3 6 a に回り込んでいれば、サー

50

ミスター 20 に対する熱伝導性が向上し、内壁 36 a に回り込んでいなければ回り込みがない分、第 2 導電膜 D 2 の形成が容易となる。

【 0 0 7 9 】

上述したように、第 2 実施形態の水晶振動子 4 は、平面視で貫通孔 36 の外縁に沿って第 2 導電膜 D 2 が設けられている。

これにより、水晶振動子 4 は、例えば、光を照射したときの第 2 導電膜 D 2 と周囲との反射光のコントラストの違いによって、画像認識装置で貫通孔 36 が認識可能となり、貫通孔 36 に対するサーミスター 20 の搭載位置精度を向上させることができる。

この構成によれば、水晶振動子 4 は、貫通孔 36 とその周囲とのコントラストの違いが少ない従来構成（例えば、上述した特許文献 1 の構成）における、画像認識装置での貫通孔 36 の認識が困難という課題についても解決できる。

なお、この課題解決のみの場合には、第 2 導電膜 D 2 と、第 1 導電膜 D 1 及び配線パターン P 3 との接続は必須ではない。

なお、第 2 導電膜 D 2 は、画像認識に支障がない範囲（例えば、対角部分が残っていることなど）で、部分的に途切れていてもよい。

なお、水晶振動子 4 の構成は、上記各変形例及び以下の各実施形態にも適用可能である。

【 0 0 8 0 】

（第 3 実施形態）

次に、第 3 実施形態の水晶振動子について説明する。

図 5 は、第 3 実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式図である。図 5 (a) は、リッド側から見た平面図であり、図 5 (b) は、図 5 (a) の A - A 線での断面図であり、図 5 (c) は、底面側から見た平面図である。なお、図 5 (a) では、リッドを省略してある。

なお、第 1 実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【 0 0 8 1 】

図 5 (b)、図 5 (c) に示すように、第 3 実施形態の水晶振動子 5 は、パッケージベース 31 の第 2 主面 34 側における電極パッド 34 a と電極パッド 34 b との間に、溝部 34 c が設けられている。

溝部 34 c は、平面形状が略矩形、断面形状が略凹形であって、電極パッド 34 a と電極パッド 34 b との互いに対向する辺（ここでは、図 5 (c) で紙面上下方向に延びる長辺）の長さより長くなるように延在している。

【 0 0 8 2 】

これによれば、第 3 実施形態の水晶振動子 5 は、パッケージベース 31 の第 2 主面 34 側における電極パッド 34 a と電極パッド 34 b との間に、溝部 34 c が設けられていることから、サーミスター 20 実装時のハンダなどの接合部材 41 の流出が溝部 34 c で遮断される。

詳述すると、接合部材 41 は、濡れ性によって電極パッド 34 a , 34 b 上に留まるものと溝部 34 c の底部に流れ込むものとに分断され、溝部 34 c を跨ぐことは殆どない。

この結果、水晶振動子 5 は、接合部材 41 を介した電極パッド 34 a と電極パッド 34 b との短絡を抑制できる。

この構成によれば、水晶振動子 5 は、従来構成（例えば、上述した特許文献 1 の構成）における、接合部材 41 を介した電極パッド 34 a と電極パッド 34 b との短絡という課題についても解決できる。

【 0 0 8 3 】

なお、溝部 34 c は、例えば、パッケージベース 31 の焼成前の段階で、第 2 層 31 b の第 2 主面 34 に、平面形状が溝部 34 c と同形状で、突出高さが溝部 34 c の所定の深さ以上の凸部を有した溝形成装置を、凸部の先端が第 2 主面 34 から溝部 34 c の所定の深さに達するまで押圧することにより形成することができる。

なお、図5(c)では、紙面上下方向において、溝部34cが貫通孔36より大きく形成されている。これにより、水晶振動子5は、溝部34cの底部に流れ込む接合部材41の許容量を増やすことができる。

なお、溝部34cは、紙面上下方向において貫通孔36と同じ大きさとしてもよく、逆に溝部34cに合わせて貫通孔36の内壁36aを、紙面上下方向に切り欠いてもよい。

なお、水晶振動子5の構成は、上記各変形例及び上記実施形態並びに下記実施形態にも適用可能である。

【0084】

(第4実施形態)

次に、第4実施形態の水晶振動子について説明する。

図6は、第4実施形態の水晶振動子の概略構成を示す模式図である。図6(a)は、リッド側から見た平面図であり、図6(b)は、図6(a)のA-A線での断面図であり、図6(c)は、底面側から見た平面図である。なお、図6(a)では、リッドを省略してある。

なお、第1実施形態との共通部分には、同一符号を付して詳細な説明を省略し、第1実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0085】

図6(b)、図6(c)に示すように、第4実施形態の水晶振動子6は、第3主面35に、第3主面35を紙面左右方向に分断するように、第2主面34側に凹んだ段差部35aが設けられている。そして、水晶振動子6は、貫通孔36が段差部35aに設けられて

いる。なお、実装端子37a, 37cは、分断された第3主面35の紙面左側の部分に設けられ、実装端子37b, 37dは、分断された第3主面35の紙面右側の部分に設けられている。

【0086】

これによれば、第4実施形態の水晶振動子6は、パッケージベース31の第3主面35に、第2主面34側に凹んだ段差部35aが設けられ、貫通孔36が段差部35aに設けられていることから、貫通孔36の第1導電膜D1と実装端子37a~37dとの間の厚み方向の間隔を大きくできる。

この結果、水晶振動子6は、電子機器などの外部部材への実装時に、ハンダなどの接合部材による第1導電膜D1と非接続の実装端子37a, 37b, 37dとの短絡を抑制できる。

【0087】

また、水晶振動子6は、電子機器などの外部部材への実装時に、段差部35aによって貫通孔36周りの通気性が向上することから、貫通孔36内に熱がこもり難くなる。これにより、水晶振動子6は、サーミスター20の温度検出精度を向上させることができる。

なお、段差部35aは、第3主面35を分断しない形状(平面視で、第3主面35が柱状に繋がっている形状)としてもよい。

【0088】

なお、水晶振動子6の構成は、上記各変形例及び上記各実施形態にも適用可能であり、特に第2実施形態の水晶振動子4に適用した場合には、電子機器などの外部部材への実装時に、ハンダなどの接合部材による第1導電膜D1及び第2導電膜D2と非接続の実装端子37a, 37b, 37dとの短絡を抑制できる。

【0089】

(発振器)

次に、上述した振動デバイスを備えている発振器として、水晶発振器を一例に挙げて説明する。

図7は、発振器としての水晶発振器を示す模式斜視図である。

【0090】

図7に示すように、水晶発振器500は、上記各実施形態及び各変形例で述べた振動デ

10

20

30

40

50

バースとしての水晶振動子のいずれか（ここでは一例として水晶振動子1）と、回路としての、水晶振動子1の水晶振動片10を駆動する（発振させる）駆動回路（発振回路）であるICチップ502と、を備えている。

水晶発振器500は、略矩形平板状のベース基板501上に、水晶振動子1と、水晶振動子1の水晶振動片10を発振させる発振回路を内蔵しているICチップ502と、が搭載されているモジュールタイプの水晶発振器である。なお、ICチップ502を覆うモールド樹脂は省略してある。

ICチップ502の複数のパッド503は、金属ワイヤー504によりベース基板501に設けられている複数の内部端子505と接続されている。

複数の内部端子505は、ベース基板501に設けられている複数の入出力端子506や、水晶振動子1が実装されている複数の電極パッド507と、図示しない配線パターンにより接続されている。

【0091】

水晶発振器500は、入出力端子506からの外部入力によって起動されたICチップ502からの駆動信号により、水晶振動子1の水晶振動片10が厚みすべり振動を励振されて所定の周波数で共振（発振）し、この共振から得られた発振信号を、ICチップ502で増幅し、入出力端子506から出力する。

【0092】

上述したように、水晶発振器500は、上述した水晶振動子のいずれかを備えていることから、上記各実施形態及び各変形例で説明した効果を奏する水晶発振器を提供することができる。

また、水晶発振器500は、ICチップ502と水晶振動子1とが別体であることから、例えば、ICチップ502の発熱やノイズなどによる水晶振動子1への悪影響を、両者が一体の場合（例えば、水晶振動子1内にICチップ502が内蔵されている場合）より低減できる。

【0093】

なお、水晶発振器500は、ICチップ502が発振回路に加えて水晶振動片10の温度変化に伴う周波数変動を補正する温度補償回路を備えていることが好ましい。

これによれば、水晶発振器500は、ICチップ502が水晶振動片10を駆動する発振回路と共に、サーミスター20によって検出された水晶振動片10の温度変化に伴う周波数変動を補正する温度補償回路を備えていることから、発振回路が発振する共振周波数を温度補償することができ、温度特性に優れた水晶発振器を提供できる。

なお、水晶発振器500は、ICチップ502が水晶振動子1に内蔵されていてもよい。これによれば、水晶発振器500は、上述したモジュールタイプより小型化を図ることができる。

【0094】

（電子機器）

次に、上述した振動デバイスを備えている電子機器として、携帯電話を一例に挙げて説明する。

図8は、電子機器としての携帯電話を示す模式斜視図である。

携帯電話700は、上記各実施形態及び各変形例で述べた振動デバイスとしての水晶振動子を備えている。

図8に示す携帯電話700は、上述した水晶振動子のいずれかを、例えば、基準クロック発振源などのタイミングデバイスとして用い、更に液晶表示装置701、複数の操作ボタン702、受話口703、及び送話口704を備えて構成されている。なお、携帯電話の形態は、図示のタイプに限定されるものではなく、いわゆるスマートフォンタイプの形態でもよい。

【0095】

上述した水晶振動子などの振動デバイスは、上記携帯電話に限らず、電子ブック、パーソナルコンピューター、テレビ、デジタルスチールカメラ、ビデオカメラ、ビデオレコー

10

20

30

40

50

ダー、ナビゲーション装置、ページャー、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、ゲーム機器、医療機器（例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡）、魚群探知機、各種測定機器、計器類、フライトシミュレーターなどを含む電子機器のタイミングデバイスとして好適に用いることができ、いずれの場合にも上記各実施形態及び各変形例で説明した効果を奏する電子機器を提供することができる。

【0096】

（移動体）

次に、上述した振動デバイスを備えている移動体として、自動車を一例に挙げて説明する。

図9は、移動体としての自動車を示す模式斜視図である。

自動車800は、上記各実施形態及び各変形例で述べた振動デバイスとしての水晶振動子を備えている。

自動車800は、上述した水晶振動子のいずれかを、例えば、搭載されている各種電子制御式装置（例えば、電子制御式燃料噴射装置、電子制御式ABS装置、電子制御式一定速度走行装置など）の基準クロック発振源などのタイミングデバイスとして用いている。

これによれば、自動車800は、上記水晶振動子を備えていることから、上記各実施形態及び各変形例で説明した効果を奏し、優れた性能を発揮することができる。

【0097】

上述した水晶振動子などの振動デバイスは、上記自動車800に限らず、自走式ロボット、自走式搬送機器、列車、船舶、飛行機、人工衛星などを含む移動体の基準クロック発振源などのタイミングデバイスとして好適に用いることができ、いずれの場合にも上記各実施形態及び各変形例で説明した効果を奏する移動体を提供することができる。

【0098】

なお、振動デバイスに搭載されている電子素子は、感温素子としてのサーミスターに限定されるものではなく、チップ抵抗、チップコンデンサー、チップインダクターなどのチップ型素子でもよい。

また、振動デバイスの振動片の形状は、図示した平板状のタイプに限定されるものではなく、中央部が厚く周辺部が薄いタイプ（例えば、コンベックスタイプ、ベベルタイプ、メサタイプ）、逆に中央部が薄く周辺部が厚いタイプ（例えば、逆メサタイプ）などでもよく、音叉型形状でもよい。

【0099】

なお、振動片の材料としては、水晶に限定されるものではなく、タンタル酸リチウム（ LiTaO_3 ）、四ホウ酸リチウム（ $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ）、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、酸化亜鉛（ ZnO ）、窒化アルミニウム（ AlN ）などの圧電体、またはシリコン（ Si ）などの半導体でもよい。

また、厚みすべり振動の駆動方法は、圧電体の圧電効果によるものの他に、クーロン力による静電駆動でもよい。

【符号の説明】

【0100】

1, 2, 3, 4, 5, 6 ... 振動デバイスとしての水晶振動子、10 ... 振動片としての水晶振動片、11 ... 振動部、12 ... 基部、13 ... 一方の主面、14 ... 他方の主面、15, 16 ... 励振電極、15a, 16a ... 引き出し電極、20 ... 電子素子及び感温素子としてのサーミスター、21, 22 ... 電極、30 ... パッケージ、31 ... パッケージベース、31a ... 第1層、31b ... 第1基板としての第2層、31c ... 第2基板としての第3層、32 ... リッド、33 ... 第1主面、33a ... 第1電極パッドとしての内部端子、33b ... 第2電極パッドとしての内部端子、34 ... 第2主面、34a ... 第3電極パッドとしての電極パッド、34b ... 第4電極パッドとしての電極パッド、34c ... 溝部、35 ... 第3主面、35a ... 段差部、36 ... 貫通孔、36a ... 内壁、37a ... 第1実装端子としての実装端子、37b ... 第2実装端子としての実装端子、37c ... 第3実装端子としての実装端子、37d ... 第

10

20

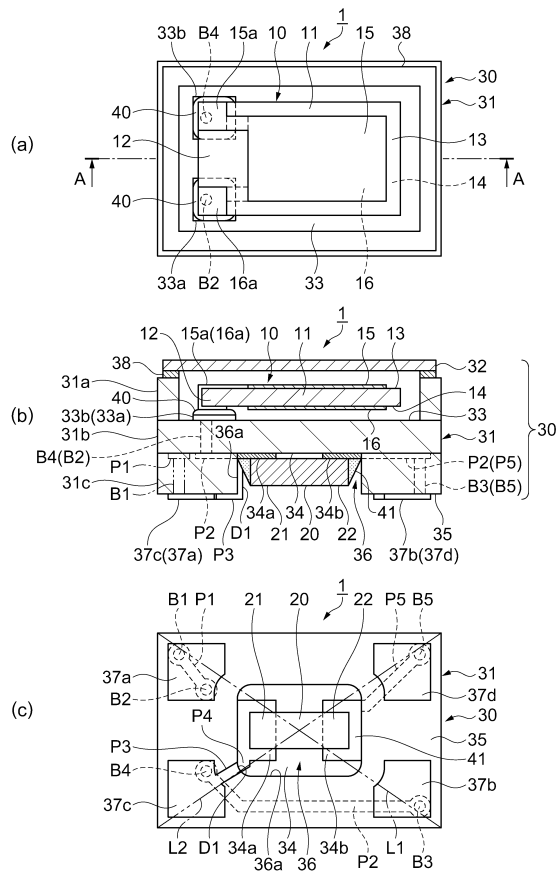
30

40

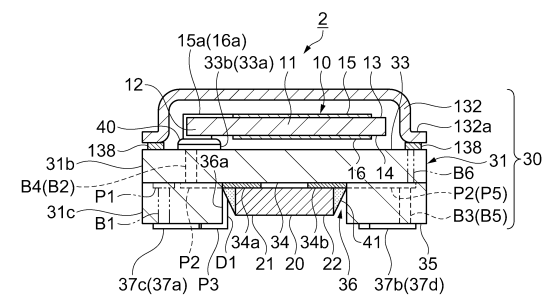
50

4 実装端子としての実装端子、38...接合部材、40...導電性接着剤、41...接合部材、132...リッド、132a...つば部、138...導電性接合部材、500...発振器としての水晶発振器、501...ベース基板、502...回路としてのICチップ、503...パッド、504...金属ワイヤー、505...内部端子、506...入出力端子、507...電極パッド、700...電子機器としての携帯電話、701...液晶表示装置、702...操作ボタン、703...受話口、704...送話口、800...移動体としての自動車、B1, B2, B3, B4, B5, B6...導通ビア、D1...第1導電膜、D2...第2導電膜、P1...第1配線パターンとしての配線パターン、P2...第2配線パターンとしての配線パターン、P3, P4, P5...配線パターン。

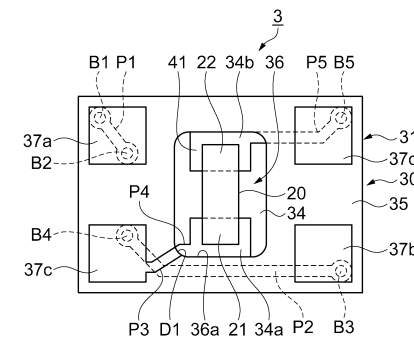
【図1】



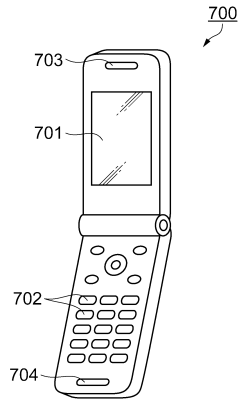
【図2】



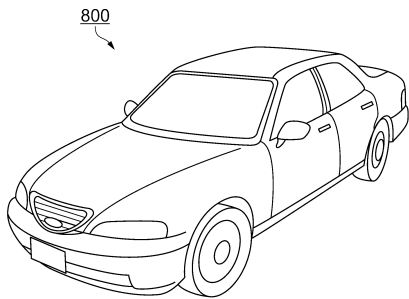
【図3】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

審査官 小林 正明

- (56)参考文献 特開2013-102315(JP,A)
特開2013-219539(JP,A)
特開2000-138532(JP,A)
特開平07-283653(JP,A)
特開2012-182566(JP,A)
特開2013-89994(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03B5/00-5/42
H03H3/00-9/76