

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6691004号
(P6691004)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月13日(2020.4.13)

(51) Int.Cl. F I
H03H 9/02 (2006.01) H03H 9/02 K

請求項の数 6 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-127201 (P2016-127201) (22) 出願日 平成28年6月28日 (2016.6.28) (65) 公開番号 特開2018-6842 (P2018-6842A) (43) 公開日 平成30年1月11日 (2018.1.11) 審査請求日 平成31年1月16日 (2019.1.16)</p>	<p>(73) 特許権者 000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 (72) 発明者 鬼村 英志 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 審査官 橋本 和志</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水晶振動子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

矩形状の基板と、
 前記基板の下面の短辺に沿って設けられた実装基体と、
 前記基板の下面の外周縁に沿って設けられた接合端子と、
 前記実装基体の上面の両端に設けられた接合パッドと、
 前記基板の上面に設けられた電極パッドと、
 前記実装基体の中で前記基板の下面に設けられた少なくとも四つ以上の接続パッドと、
 前記電極パッドに実装された水晶素子と、
 前記接続パッドに実装された少なくとも二つ以上の感温素子と、
 前記水晶素子を気密封止するための蓋体と、
 前記基板の下面に設けられ、前記接続パッドと電氣的に接続された接続パターンと、を
 備え、
 前記接続パターンの一部が、平面透視して前記電極パッドと重なるようにして設けら
 れていることを特徴とする水晶振動子。

【請求項2】

請求項1記載の水晶振動子であって、
 前記実装基体がガラエポ基板によって形成されていることを特徴とする水晶振動子。

【請求項3】

請求項1又は請求項2記載の水晶振動子であって、

前記感温素子を被覆するようにして設けられた絶縁性樹脂を備えていることを特徴とする水晶振動子。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の水晶振動子であって、
前記基板と前記実装基体との間に設けられた間隙部を備え、
前記絶縁性樹脂が、前記間隙部に設けられていることを特徴とする水晶振動子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 に記載の水晶振動子であって、
前記感温素子の一部が、前記基板に前記水晶素子と前記感温素子とを実装した状態で、
平面視して前記水晶素子に設けられた励振用電極の平面内に位置させていることを特徴とする水晶振動子。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の水晶振動子であって、
前記基板の上面の外周縁に沿って配置された枠体と、
前記基板の下面に設けられ、前記接続パッドと電気的に接続された接続パターンと、
前記基板の下面に設けられ、前記接続パターンと電気的に接続された導体パターンと、
を備え、

前記電極パッドが前記枠体の内周縁の一辺に沿って隣接するようにして設けられており、

前記導体パターンの一つが平面透視して一对の前記電極パッドの間に位置するように設けられていることを特徴とする水晶振動子。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器等に用いられる水晶振動子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

水晶振動子は、水晶素子の圧電効果を利用して、特定の周波数を発生させるものである。例えば、基板と、第一凹部を設けるために基板の上面に設けられた第一枠体と、第二凹部を設けるために基板の下面に設けられた第二枠体とを有しているパッケージと、基板の上面に設けられた電極パッドに実装された水晶素子と、基板の下面に設けられた接続パッドに実装された感温素子と、を備えた水晶振動子が提案されている（例えば、下記特許文献 1 参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 211340 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

上述した水晶振動子は、小型化が進んでおり、複数個の感温素子を基板に実装する場合には、感温素子を実装する面積を確保することができないため、小型化することができない虞があった。また、仮に、感温素子を実装するスペースを確保することができたとしても、感温素子を実装するための接続パッドも小型化する必要があり、感温素子が接続パッドから剥がれてしまう虞があった。

【0005】

本発明は前記課題に鑑みてなされたものであり、感温素子を実装することができるスペースを確保することができ、感温素子が接続パッドから剥がれてしまうことを低減させることが可能な水晶振動子を提供することを課題とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一つの態様による水晶振動子は、矩形状の基板と、基板の下面の短辺に沿って設けられた実装基体と、基板の下面の外周縁に沿って設けられた接合端子と、実装基体の上面の両端に設けられた接合パッドと、基板の上面に設けられた電極パッドと、実装基体の間で基板の下面に設けられた少なくとも四つ以上の接続パッドと、電極パッドに実装された水晶素子と、接続パッドに実装された少なくとも二つ以上の感温素子と、水晶素子を気密封止するための蓋体と、を備えていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0007】

本発明の一つの態様による水晶振動子は、矩形状の基板と、基板の下面の短辺に沿って設けられた実装基体と、基板の下面の外周縁に沿って設けられた接合端子と、実装基体の上面の両端に設けられた接合パッドと、基板の上面に設けられた電極パッドと、実装基体の間で基板の下面に設けられた少なくとも四つ以上の接続パッドと、電極パッドに実装された水晶素子と、接続パッドに実装された少なくとも二つ以上の感温素子と、水晶素子を気密封止するための蓋体と、を備えている。このようにすることにより、基板の下面の長辺方向が開放されているため、複数の感温素子を基板の長辺の外周縁まで配置することができるので、複数の感温素子を配置することが可能となる。また、複数の感温素子を実装するための接続パッドの形状も大きくすることができるため、複数の感温素子が接続パッドから外れることを抑えつつ、感温素子と接続パッドの接合強度を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本実施形態に係る水晶振動子を示す分解斜視図である。

【図2】(a)図1のA-A断面図であり、(b)図1のB-B断面図である。

【図3】(a)は、本実施形態に係る水晶振動子を構成するパッケージを上面からみた透視平面図であり、(b)は、本実施形態に係る水晶振動子を構成するパッケージの基板を上面からみた透視平面図である。

【図4】(a)は、本実施形態に係る水晶振動子を構成するパッケージの基板を下面からみた透視平面図であり、(b)は、本実施形態に係る水晶振動子を下面からみた透視平面図である。

【図5】(a)は、本実施形態に係る水晶振動子を構成する実装基体を上面からみた透視平面図であり、(b)は、本実施形態に係る水晶振動子を構成する実装基体を下面からみた透視平面図である。

【図6】(a)は、本実施形態の変形例に係る水晶振動子を構成するパッケージを上面からみた透視平面図であり、(b)は、本実施形態の変形例に係る水晶振動子を構成するパッケージの基板を上面からみた透視平面図である。

【図7】(a)は、本実施形態の変形例に係る水晶振動子を構成するパッケージの基板を下面からみた透視平面図であり、(b)は、本実施形態の変形例に係る水晶振動子を下面からみた透視平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本実施形態における水晶振動子は、図1～図4に示されているように、パッケージ110と、パッケージ110の上面に接合された水晶素子120と、パッケージ110の下面に接合された感温素子150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K1が形成されている。また、基板110aの下面と実装基体160の内側面によって囲まれた第二凹部K2が形成されている。このような水晶振動子は、電子機器等で使用す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、上面に実装された水晶素子120及び下面に実装され

10

20

30

40

50

た感温素子150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、水晶素子120を実装するための電極パッド111が設けられており、下面に、感温素子150を実装するための接続パッド115が設けられている。また、基板110aの一辺に沿って、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。また、基板110aの下面の四隅には、接合端子112が設けられている。また、四つの接合端子112の内の二つが、水晶素子120と電氣的に接続されており、四つの接合端子112の内の残りの二つが、感温素子150と電氣的に接続されている。また、水晶素子120と電氣的に接続されている第一接合端子112a及び第二接合端子112bは、図4に示されているように、基板110aの下面の対角に位置するように設けられている。また、感温素子150と電氣的に接続されている第三接合端子112c及び第四接合端子112dは、水晶素子120と接続されている第一接合端子112a及び第二接合端子112bが設けられている対角とは異なる基板110aの対角に位置するように設けられている。

10

【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接合端子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。また、基板110aの表面には、下面に設けられた接続パッド115と、基板110aの下面に設けられた接合端子112とを電氣的に接続するための接続パターン116及び導体パターン117が設けられている。

20

【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の上面に第一凹部K1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。

【0013】

電極パッド111は、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3及び図4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接合端子112と電氣的に接続されている。

30

【0014】

電極パッド111は、図3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、接合端子112は、図4に示すように第一接合端子112a、第二接合端子112b、第三接合端子112c及び第四接合端子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、第一接合端子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、第一接合端子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、第二接合端子112bと電氣的に接続されている。

40

【0015】

接合端子112は、実装基体160の接合パッド161と電氣的に接合するために用いられている。接合端子112は、基板110aの下面の四隅に設けられている。接合端子

50

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、電極パッド111と電氣的に接続されている接合端子112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。また、第三接合端子112cは、第三ビア導体114cを介して、封止用導体パターン118と電氣的に接続されている。また、導電性接合材170は、接合端子112と実装基体160の接合パッド161との間に設けられている。

【0016】

配線パターン113は、基板110aの上面に設けられ、電極パッド111から近傍のビア導体114に向けて引き出されている。また、配線パターン113は、図3に示すように、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

10

【0017】

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、接続パターン116又は、封止用導体パターン118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3及び図4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。

【0018】

接続パッド115は、矩形状であり、後述する感温素子150を構成する第一感温素子150a及び第二感温素子150bを実装するために用いられている。また、接続パッド115は、図4に示すように、第一接続パッド115a、第二接続パッド115b、第三接続パッド115c及び第四接続パッド115dによって構成されている。また、導電性接合材170は、接続パッド115の下面と感温素子150の接続端子151との間にも設けられている。

20

【0019】

ここで基板110aを平面視したときの長辺の寸法が、1.2~2.5mmであり、短辺の寸法が、1.0~2.0mmである場合を例にして、接続パッド115の大きさを説明する。接続パッド115の基板110aの短辺と平行な辺の長さは、0.2~0.5mmであり、基板110aの長辺と平行な辺の長さは、0.25~0.55mmとなっている。また、第一接続パッド115aと第二接続パッド115bとの間の長さ及び第三接続

30

【0020】

第一接続パッド115aと第四接合端子112dとは、基板110aの下面に設けられた第一接続パターン116a及び第一導体パターン117aにより接続されている。また、第二接続パッド115bと第三接合端子112cとは、基板110aの下面に設けられた第二接続パターン116b及び第二導体パターン117bにより接続されている。また、第三接続パッド115cと第四接合端子112dとは、基板110aの下面に設けられた第三接続パターン116c及び第一導体パターン117aにより接続されている。また、第四接続パッド115dと第三接合端子112cとは、基板110aの下面に設けられた

40

【0021】

接続パターン116は、基板110aの下面に設けられ、接続パッド115から近傍の接合端子112に向けて引き出されている。また、接続パターン116は、図5に示すように、第一接続パターン116a、第二接続パターン116b、第三接続パターン116c及び第四接続パターン116dによって構成されている。第一接続パターン116aの長さ

50

b及び第四接続パターン116dの長さとの差が0~200 μ m異なるものを含むものとする。接続パターン116の長さは、各接続パターン116の中心を通る直線の長さを測定したものとする。つまり、第一接続パターン116aの配線長と、第二接続パターン116bの配線長とが略等しい長さとなること及び第三接続パターン116cの配線長と、第四接続パターン116dの配線長とが略等しい長さとなること、によって、発生する抵抗値が等しくなり、感温素子150に付与される負荷抵抗も均一になるため、安定して電圧を出力することが可能となる。

【0022】

第一接続パターン116aの一部は、図3及び図4に示すように、平面透視して、第一電極パッド111aと重なるようにして設けられている。また、このようにすることによって、水晶素子120から伝わる熱が、第一電極パッド111aから直下にある基板110aを介して、第一接続パターン116aから第一接続パッド115aに伝わることになる。よって、このような水晶振動子は、熱伝導経路をさらに短くすると共に熱伝導経路の数をさらに増やすことにより、水晶素子120の温度と第一感温素子150aの温度とが近似することになり、第一感温素子150aから出力された電圧を換算することで得られた温度と、実際の水晶素子120の周囲の温度との差異をさらに低減することが可能となる。

10

【0023】

また、第三接続パターン116cの一部は、図3及び図4に示すように、平面透視して、第二電極パッド111bと重なるようにして設けられている。また、このようにすることによって、水晶素子120から伝わる熱が、第二電極パッド111bから直下にある基板110aを介して、第三接続パターン116cから第三接続パッド115cに伝わることになる。よって、このような水晶振動子は、熱伝導経路をさらに短くすると共に熱伝導経路の数をさらに増やすことにより、水晶素子120の温度と第二感温素子150bの温度とが近似することになり、第二感温素子150bから出力された電圧を換算することで得られた温度と、実際の水晶素子120の周囲の温度との差異をさらに低減することが可能となる。

20

【0024】

導体パターン117は、隣接する接続パターン116を電氣的に接続し、接合端子112に接続するためのものである。導体パターン117は、第一導体パターン117a及び第二導体パターン117bによって構成されている。第一導体パターン117aは、第一接続パターン116aと第三接続パターン116cとを電氣的に接続し、第二導体パターン117bは、第二接続パターン116b及び第四接続パターン116dとを電氣的に接続している。

30

【0025】

また、第一導体パターン117aは、図3及び図4に示すように、平面透視して、一对の電極パッド111の間を位置するようにして設けられている。また、このようにすることによって、水晶素子120から伝わる熱が、電極パッド111から直下にある基板110aを介して、第一導体パターン117aから第一接続パターン116a及び第三接続パターン116cを介して、第一接続パッド115a及び第三接続パッド115cに伝わることになる。よって、このような水晶振動子は、熱伝導経路をさらに短くすることができるので、水晶素子120の温度と第一感温素子150a及び第二感温素子150bの温度とが近似することになり、第一感温素子150a及び第二感温素子150bから出力された電圧を換算することで得られた温度と、実際の水晶素子120の周囲の温度との差異をさらに低減することが可能となる。

40

【0026】

封止用導体パターン118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118は、図3及び図4に示すように、第三ビア導体114cを介して、第三接合端子112cと電氣的に接続されている。封止用導体パターン118は、例えばタングステン又はモリブデン

50

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 μm の厚みに形成されている。

【0027】

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、接合端子 112、配線パターン 113、ビア導体 114、接続パッド 115、接続パターン 116 及び封止用導体パターン 118 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

【0028】

実装基板 160 は、基板 110a の下面の両端に沿って接合され、基板 110a の下面に第二凹部 K2 を形成するためのものである。実装基板 160 は、例えばガラスエポキシ樹脂等の絶縁性基板からなり、基板 110a の下面と導電性接合材 170 を介して接合される。実装基板 160 の内部には、図 5 に示すように、上面に設けられた接合パッド 161 と、実装基板 160 の下面に設けられた外部端子 162 とを電気的に接続するための導体部 164 が設けられている。実装基板 160 は、第一実装基板 160a 及び第二実装基板 160b によって構成されている。実装基板 160 の上面の両端には、接合パッド 161 が設けられ、下面の両端には、外部端子 162 が設けられている。また、四つの外部端子 162 の内の二つが、水晶素子 120 と電気的に接続されて、水晶素子 120 の入出力端子として用いられる。また、四つの外部端子 162 の内の二つが、感温素子 150 と電気的に接続されている。また、水晶素子 120 と電気的に接続されている第一外部端子 162a 及び第二外部端子 162b は、実装基板 160 の下面の対角に位置するように設けられている。また、第一感温素子 150a 及び第二感温素子 150b と電気的に接続されている第三外部端子 162c 及び第四外部端子 162d は、水晶素子 120 と接続されている第一外部端子 162a 及び第二外部端子 162b が設けられている対角とは異なる実装基板 160 の対角に位置するように設けられている。

20

30

【0029】

接合パッド 161 は、基板 110a の接合端子 112 と導電性接合材 170 を介して電気的に接合するためのものである。接合パッド 161 は、図 5 (a) に示すように、第一接合パッド 161a、第二接合パッド 161b、第三接合パッド 161c 及び第四接合パッド 161d によって構成されている。

【0030】

外部端子 162 は、電子機器等の実装基板に実装するためのものである。外部端子 162 は、実装基板 160 の下面に設けられている。外部端子 162 の内の二つの端子は、基板 110a の上面に設けられた一対の電極パッド 111 とそれぞれ電気的に接続されている。外部端子 162 の内の残りの二つの端子は、基板 110a の下面に設けられた一対の接続パッド 115 と電気的に接続されている。また、第三外部端子 162c は、電子機器等の実装基板上の基準電位であるグランド電位と接続されている実装パッドと接続されている。これにより、封止用導体パターン 118 に接合された蓋体 130 がグランド電位となっている第三外部端子 162c に接続される。よって、蓋体 130 による第一凹部 K1 内のシールド性が向上する。

40

【0031】

また、外部端子 162 は、図 5 (b) に示すように、第一外部端子 162a、第二外部端子 162b、第三外部端子 162c 及び第四外部端子 162d によって構成されている

50

。導体部164は、第一導体部164a、第二導体部164b、第三導体部164c及び第四導体部164dによって構成されている。第一接合パッド161aは、第一導体部164aを介して、第一外部端子162aと電氣的に接続され、第二接合パッド161bは、第二導体部164bを介して、第二外部端子162bと電氣的に接続されている。第三接合パッド161cは、第三導体部164cを介して、第三外部端子162cと電氣的に接続され、第四接合パッド161dは、第四導体部164dを介して、第四外部端子162dと電氣的に接続されている。

【0032】

導体部164は、実装基体160の上面の接合パッド161と、下面の外部端子162を電氣的に接続するためのものである。導体部164は、実装基体160の四隅に貫通孔を設け、貫通孔の内壁面に導電部材を形成し、その上面を接合パッド161で塞ぎ、その下面を外部端子162で塞ぐことにより形成されている。

10

【0033】

第二凹部K2は、基板110aの長辺側方向が開放された状態となっている。このようにすることによって、基板110aの長辺側の外周縁付近まで感温素子150を配置することができるため、複数の感温素子150を実装するスペースを確保することが可能となる。また、絶縁性樹脂180を塗布する前に、第一感温素子150a及び第二感温素子150bと基板110aの接続パッド115との接合状態を確認することができる。また、第二凹部K2の開放部が形成されていることにより、導電性接着剤180を塗布するためのノズルが実装基体160に接触することを抑えるため、実装基体160に絶縁性樹脂が付着することなく、感温素子150に塗布することができるので、生産性を向上させることが可能となる。

20

【0034】

第二凹部K2の開口部の形状は、平面視して、矩形状となっている。ここで基板110aを平面視したときの長辺の寸法が、1.2~2.5mmであり、短辺の寸法が、1.0~2.0mmである場合を例にして、第二凹部K2の開口部の大きさを説明する。第二凹部K2の長辺の長さは、0.6~1.2mmであり、短辺の長さは、0.3~1.0mmとなっている。

【0035】

実装基体160の基板110aへの接合方法について説明する。まず、導電性接合材170は、例えばディスペンサ及びスクリーン印刷によって第一接合パッド161a、第二接合パッド161b、第三接合パッド161c及び第四接合パッド161d上に塗布される。基板110aは、基板110aの接合端子112が実装基体160の接合パッド161上に塗布された導電性接合材170上に位置するようにして搬送され、導電性接合材170上に載置される。これによって、導電性接合材170を加熱溶融させることによって、基板110aの接合端子112は、接合パッド161に接合される。つまり、基板110aの第一接合端子112aは、第一接合パッド161aと接合され、基板110aの第二接合端子112bは、第二接合パッド161bと接合される。また、基板110aの第三接合端子112cは、第三接合パッド161cと接合され、基板110aの第四接合端子112dは、第四接合パッド161dと接合されることになる。

30

40

【0036】

また、基板110aの接合端子112と実装基体160の接合パッド161とを導電性接合材170を介して接合されることで、図2(b)に示すように、基板110aと実装基体160との間に導電性接合材170の厚みと、接合端子112と接合パッド161の厚みとを足した分の間隙部Hが設けられ、その間隙部Hに感温素子150を被覆する絶縁性樹脂180が設けられている。これにより、仮に、本実施形態の水晶振動子が電子機器等の実装基板に実装されている場合に、この実装基板に実装されている他のパワーアンプ等の電子部品が発熱し、その熱が実装基板を介して第二凹部K2内に伝わったとしても、その熱が第二凹部K2内の絶縁性樹脂180から間隙部Hに設けられた絶縁性樹脂180まで伝わることになる。最後に、絶縁性樹脂180が外部に露出しているため、熱が大気

50

中に放出される。このようにすることで、第二凹部K 2内に実装された感温素子150に対して熱の影響を緩和することができる。よって、このような水晶振動子は、感温素子150から出力された電圧を換算することで得られた温度と、実際的水晶素子120の周囲の温度との差異を低減することができる。

【0037】

また、このような間隙部Hに絶縁性樹脂180が設けられているので、感温素子150が絶縁性樹脂180により、確実に固定される。よって、感温素子150が基板110aから剥がれることを低減することができる。

【0038】

ここで、実装基体160の作製方法について説明する。実装基体160がガラスエポキシ樹脂である場合は、ガラス繊維から成る基材にエポキシ樹脂の前駆体を含浸させ、このエポキシ樹脂前駆体を所定の温度で熱硬化させることによって製作される。また、導体パターンの所定部位、具体的には、接合パッド161及び外部端子162は、例えば、ガラスエポキシ樹脂から成る樹脂シート上に、所定の形状に加工した銅箔を転写し、銅箔が転写された樹脂シートを積層して接着剤で接着することによって形成する。また、導体部163は、導体ペーストの印刷又はめっき法によって樹脂シートに形成した貫通孔の内面に金属を被着形成するか、貫通孔内に金属を充填して形成する。このような導体部163は、例えば金属箔又は金属柱を樹脂成形によって一体化させたり、スパッタリング法、蒸着法等を用いて被着させたりすることで形成される。

【0039】

水晶素子120は、図1及び図2に示されているように、導電性接着剤140を介して電極パッド111上に接合されている。水晶素子120は、安定した機械振動と圧電効果により、電子装置等の基準信号を発振する役割を果たしている。

【0040】

また、水晶素子120は、図1及び図2に示されているように、水晶素板121の上面及び下面のそれぞれに励振用電極122及び引き出し電極123を被着させた構造を有している。励振用電極122は、水晶素板121の上面及び下面のそれぞれに金属を所定のパターンで被着・形成したものである。励振用電極122は、上面に第一励振用電極122aと、下面に第二励振用電極122bを備えている。引き出し電極123は、励振用電極122から水晶素板121の一辺に向かってそれぞれ延出されている。引き出し電極123は、上面に第一引き出し電極123aと、下面に第二引き出し電極123bとを備えている。第一引き出し電極123aは、第一励振用電極122aから引き出されており、水晶素板121の一辺に向かって延出するように設けられている。第二引き出し電極123bは、第二励振用電極122bから引き出されており、水晶素板121の一辺に向かって延出するように設けられている。つまり、引き出し電極123は、水晶素板121の長辺又は短辺に沿った形状で設けられている。また、本実施形態においては、第一電極パッド111a及び第二電極パッド111bと接続されている水晶素子120の一端を基板110aの上面と接続した固定端とし、他端を基板110aの上面と間を空けた自由端とした片持ち支持構造にて水晶素子120が基板110a上に固定されている。

【0041】

ここで、水晶素子120の動作について説明する。水晶素子120は、外部からの交番電圧が引き出し電極123から励振用電極122を介して水晶素板121に印加されると、水晶素板121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。

【0042】

ここで、水晶素子120の作製方法について説明する。まず、水晶素子120は、人工水晶体から所定のカット角度で切断し、水晶素板121の外周の厚みを薄くし、水晶素板121の外周部と比べて水晶素板121の中央部が厚くなるように設けるベベル加工を行う。そして、水晶素子120は、水晶素板121の両主面に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、励振用電極122、引き出し電極123を形成することにより作製される。

10

20

30

40

50

【0043】

水晶素子120の基板110aへの接合方法について説明する。まず、導電性接着剤140は、例えばディスペンサによって第一電極パッド111a及び第二電極パッド111b上に塗布される。水晶素子120は、導電性接着剤140上に搬送され、導電性接着剤140上に載置される。そして導電性接着剤140は、加熱硬化させることによって、硬化収縮される。水晶素子120は、電極パッド111に接合される。つまり、水晶素子120の第一引き出し電極123aは、第二電極パッド111bと接合され、第二引き出し電極123bは、第一電極パッド111aと接合される。これによって、第一接合端子112aと第二接合端子112bが水晶素子120と電氣的に接続され、水晶素子120が実装基体160の第一外部端子161a及び第二外部端子161bと電氣的に接続される。

10

【0044】

導電性接着剤140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ものであり、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。

【0045】

感温素子150は、サーミスタ、白金測温抵抗体又はダイオード等が用いられている。サーミスタ素子の場合、感温素子150には、直方体形状であり、両端に接続端子151が設けられている。感温素子150は、第一感温素子150a及び第二感温素子150bによって構成されている。感温素子150は、温度変化によって電気抵抗が顕著な変化を示すものであり、この抵抗値の変化から電圧が変化するため、抵抗値と電圧との関係及び電圧と温度との関係により、出力された電圧から温度情報を得ることができる。感温素子150は、後述する接続端子151間の電圧が、実装基体160の第三外部端子162c及び第四外部端子162dを介して水晶振動子の外へ出力されることにより、例えば、電子機器等のメインIC(図示せず)で出力された電圧を温度に換算することで温度情報を得ることができる。このような感温素子150を水晶振動子の近くに配置して、これによって得られた水晶振動子の温度情報に応じて、メインICにより水晶振動子を駆動する電圧を制御し、いわゆる温度補償をすることができる。

20

30

【0046】

また、感温素子150がサーミスタ素子の場合に、第一感温素子150aと第二感温素子150bとを並列接続されている。このようにすることで、サーミスタ特性を劣化させることなく、狭偏差の抵抗値を得ることできると共に、温度変化に対するサーミスタ素子の感度(抵抗値の変化の割合)を表す物性値であるB定数の低下も抑えることができる。

【0047】

また、白金測温抵抗体が用いられている場合、感温素子150は、直方体形状のセラミック板上の中央に白金を蒸着し、白金電極が設けられている。また、セラミック板の両端には接続端子151が設けられている。白金電極と接続端子とは、セラミック板上面に設けられた引き出し電極により接続されている。白金電極の上面を被覆するようにして絶縁性樹脂が設けられている。

40

【0048】

また、ダイオードが用いられている場合、感温素子150は、半導体素子を半導体素子用基板の上面に実装し、その半導体素子及び半導体素子用基板の上面を絶縁性樹脂で被覆された構造である。半導体素子用基板の下面から側面には、アノード端子及びカソード端子となる接続端子151が設けられている。感温素子150は、アノード端子からカソード端子へは電流を流すが、カソード端子からアノード端子へはほとんど電流を流さない順方向特性を有している。感温素子の順方向特性は、温度によって大きく変化する。感温素子に一定電流を流しておいて順方向電圧を測定することによって、電圧情報を得ることが

50

できる。その電圧情報から換算することで水晶素子の温度情報を得ることができる。ダイオードは、電圧と温度との関係が直線を示している。接続端子151のカソード端子及びアノード端子間の電圧が、第三外部端子162c及び第四外部端子162dを介して水晶振動子の外へ出力される。

【0049】

感温素子150は、図2に示すように、基板110aの下面に設けられた接続パッド115に半田等の導電性接合材170を介して実装されている。また、第一感温素子150aの第一接続端子151aは、第一接続パッド115aに接続され、第二接続端子151bは、第二接続パッド115bに接続されている。第二感温素子150bの第三接続端子151cは、第三接続パッド115cに接続され、第四接続端子151dは、第四接続パッド115dに接続されている。第二接続パッド115b及び第四接続パッド115dは、基板110aの下面に設けられた第二接続パターン116b、第四接続パターン116d、第二導体パターン117b及び実装基体160の接合パッド161cを介して第三外部端子162cと接続されている。また、第三外部端子162cは、電子機器等の実装基板上の基準電位であるグランドと接続されている実装パッドと接続されることにより、グランド端子の役割を果たす。よって、第一感温素子150aの第二接続端子151b及び第二感温素子150bの第四接続端子151dは、基準電位であるグランドに接続されることになる。

10

【0050】

また、複数の感温素子150の一部は、平面視して、水晶素子120に設けられる励振用電極122の平面内に位置させていることにより、励振用電極122の金属膜によるシールド効果によって感温素子150を、電子機器を構成するパワーアンプ等の他の半導体部品や電子部品からのノイズから保護する。よって、励振用電極122のシールド効果により、感温素子150にノイズが重畳することを低減し、感温素子150の正確な電圧を出力することができる。また、感温素子150から正確な電圧値を出力することができるので、感温素子150から出力された電圧を換算することで得られた温度情報と、実際の水晶素子120の周囲の温度情報との差異をさらに低減することが可能となる。

20

【0051】

感温素子150の基板110aへの接合方法について説明する。まず、導電性接合材170は、例えばディスペンサによって接続パッド115に塗布される。感温素子150は、導電性接合材170上に載置される。そして導電性接合材170は、加熱させることによって溶融接合される。よって、複数の感温素子150は、対応する接続パッド115にそれぞれ接合される。

30

【0052】

また、感温素子150がサーミスタ素子の場合には、図1及び図2に示すように、直方体形状の両端にそれぞれ一つずつ接続端子151が設けられている。第一接続端子151a及び第三接続端子151cは、第一感温素子150a及び第二感温素子150bの右側面及び上下面に設けられている。第二接続端子151b及び第四接続端子151dは、第一感温素子150a及び第二感温素子150bの左側面と上下面に設けられている。このような感温素子150の長辺の長さは、0.4~0.6mmであり、短辺の長さは、0.2~0.3mmとなっている。感温素子150の厚み方向の長さは、0.1~0.3mmとなっている。

40

【0053】

導電性接合材170は、例えば、銀ペースト又は鉛フリー半田により構成されている。また、導電性接合材には、塗布し易い粘度に調整するための添加した溶剤が含有されている。鉛フリー半田の成分比率は、錫が95~97.5%、銀が2~4%、銅が0.5~1.0%のものが使用されている。

【0054】

絶縁性樹脂180は、電子機器等の実装基板上に実装する際に用いる半田等が、感温素子150に被着することを抑えつつ、感温素子150の接続端子151と実装基体160

50

bの外部端子162との間で短絡することを低減するためのものである。絶縁性樹脂180は、感温素子150を被覆すると共に、感温素子150と基板110aとの間及び実装基体160と基板110aとの間の間隙部Hに設けられている。

【0055】

次に、絶縁性樹脂180の塗布方法は、未硬化状態の絶縁性樹脂180が第二凹部K2の開口部を介して、感温素子150と基板110aとの間及び実装基体160と基板との間に充填される。充填は、例えば、ディスペンサによって行われる。このようにすることで、接合パッド161と接合端子112との電氣的接続の信頼性をより向上させることができる。また、接合パッド161の周囲に絶縁性樹脂180が設けられることによって、接合パッド161と接合端子112との間に設けられた導電性接合材170の周囲にも絶縁性樹脂180が設けられているので、半田の付着等により電子機器等に実装されている他の電子部品との短絡を低減することができる。

10

【0056】

蓋体130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130は、真空状態にある第一凹部K1又は窒素ガスなどが充填された第一凹部K1を気密的に封止するためのものである。具体的には、蓋体130は、所定雰囲気中で、パッケージ110の枠体110b上に載置され、枠体110bの封止用導体パターン118と蓋体130の接合部材131とが溶接されるように所定電流を印加してシーム溶接を行うことにより、枠体110bに接合される。また、蓋体130は、封止用導体パターン118、第三ビア導体114c及び第三導体部164cを介して実装基体160の下面の第三外部端子162cに電氣的に接続されている。第三外部端子162cは、導電性接合材170を介して第二接続パッド115b及び第四接続パッド115dと電氣的に接続されている。よって、蓋体130は、パッケージ110の第三外部端子162cと電氣的に接続されている。

20

【0057】

接合部材131は、パッケージ110の枠体110b上面に設けられた封止用導体パターン118に相対する蓋体130の箇所に設けられている。接合部材131は、例えば、銀口ウ又は金錫によって設けられている。銀口ウの場合は、その厚みは、10~20μmである。例えば、成分比率は、銀が72~85%、銅が15~28%のものが使用されている。金錫の場合は、その厚みは、10~40μmである。例えば、成分比率が、金が78~82%、錫が18~22%のものが使用されている。

30

【0058】

本実施形態における水晶振動子は、矩形の基板110aと、基板110aの下面の短辺に沿って設けられた一対の実装基体160と、基板110aの下面の外周縁に沿って設けられた接合端子112と、実装基体160の上面の両端に設けられた接合パッド161と、基板110aの上面に設けられた電極パッド111と、実装基体160の間で基板110aの下面に設けられた少なくとも四つ以上の接続パッド115と、電極パッド111に実装された水晶素子120と、接続パッド115に実装された少なくとも二つ以上の感温素子150と、水晶素子120を気密封止するための蓋体130と、を備えている。このようにすることにより、基板110aの下面の長辺方向が開放されているため、複数の感温素子150を基板110aの長辺の外周縁まで配置することができるので、複数の感温素子150を配置することが可能となる。また、複数の感温素子150を実装するための接続パッド115の形状も大きくすることができるため、複数の感温素子150が接続パッド115から外れることを抑えつつ、感温素子150と接続パッド115の接合強度を向上させることが可能となる。

40

【0059】

また、本実施形態における水晶振動子は、実装基体160がガラエポ基板によって形成されている。このようにすることにより、実装基体160の基材と電子機器等を構成する実装基板(図示せず)の基材は同じ樹脂材料からなるようにすることにより、熱膨張係数の差をより小さくすることができる。このため、加熱で実装基板が変形した場合でも、そ

50

の変形による応力が実装基体 160 の存在により緩和され、その結果として、半田にかかる応力も緩和される。このような水晶振動子は、電子機器等の実装基板から剥がれの発生を低減することができる。

【0060】

また、本実施形態の水晶振動子は、感温素子 150 を被覆するようにして設けられた絶縁性樹脂 180 を備えている。このような水晶振動子は、感温素子が絶縁性樹脂 180 にて保護されているため、感温素子 150 に金属屑が付着して接続端子 151 間が短絡してしまうことを抑えることができる。

【0061】

また、本実施形態の水晶振動子は、絶縁性樹脂 180 が、間隙部 H に設けられている。このような水晶振動子が電子機器等の実装基板に実装されている場合に、この実装基板に実装されている他のパワーアンプ等の電子部品が発熱し、その熱が実装基板を介して第二凹部 K2 内に伝わったとしても、その熱が第二凹部 K2 内の絶縁性樹脂 180 から間隙部 H に設けられた絶縁性樹脂 180 まで伝わることになる。次に、熱は、間隙部 H に設けられた絶縁性樹脂 180 が外部に露出しているため、熱が大気中に放出される。このようにすることで、第二凹部 K2 内に実装された感温素子 150 に対して熱の影響を緩和することができる。よって、このような水晶振動子は、感温素子 150 から出力された電圧を換算することで得られた温度と、実際の水晶素子 120 の周囲の温度との差異を低減することができる。

【0062】

また、本実施形態における水晶振動子は、基板 110a に水晶素子 120 と感温素子 150 とを実装した状態で、平面視して、水晶素子 120 に設けられた励振用電極 122 の平面内に感温素子 150 を位置させていることによって、励振用電極 122 の金属膜によるシールド効果によって感温素子 150 を、電子機器を構成するパワーアンプ等の他の半導体部品や電子部品からのノイズから保護する。よって、励振用電極 122 のシールド効果により、感温素子 150 にノイズが重畳することを低減し、感温素子 150 の正確な電圧を出力することができる。また、感温素子 150 から正確な電圧値を出力することができるので、感温素子 150 から出力された電圧を換算することで得られた温度情報と、実際の水晶素子 120 の周囲の温度情報との差異をさらに低減することが可能となる。

【0063】

また、本実施形態における水晶振動子は、基板 110a の下面に設けられ、接続パッド 115 と電気的に接続された接続パターン 116 と、を備え、接続パターン 116 の一部が、平面透視して電極パッド 111 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、水晶素子 120 から伝わる熱が、第一電極パッド 111a 及び第二電極パッド 111b から直下にある基板 110a を介して、第一接続パターン 116a 及び第三接続パターン 116c から第一接続パッド 115a 及び第三接続パッド 115c に伝わることになる。このような水晶振動子は、熱伝導経路をさらに短くすると共に熱伝導経路の数をさらに増やすことで、水晶素子 120 の温度と第一感温素子 150a 及び第二感温素子 150b の温度とがさらに近似することになり、感温素子 150 から出力された電圧を換算することで得られた温度と、実際の水晶素子 120 の周囲の温度との差異をさらに低減することが可能となる。

【0064】

また、本実施形態における水晶振動子は、基板 110a の下面に設けられ、接続パッド 115 と電気的に接続された接続パターン 116 と、基板 110a の下面に設けられ、接続パターン 116 と電気的に接続された導体パターン 117 と、を備え、電極パッド 111 が枠体 110b の内周縁の一辺に沿って隣接するようにして設けられており、導体パターン 116 の一つが平面透視して一对の電極パッド 111 の間に位置するように設けられている。このようにすることによって、水晶素子 120 から伝わる熱が、電極パッド 111 から直下にある基板 110a を介して、第一導体パターン 116a に伝わり、第一導体パターン 116a から第一接続パターン 116a 及び第三接続パターン 116c を介して

10

20

30

40

50

第一接続パッド115a及び第三接続パッド115cに伝わることになる。よって、このような水晶振動子は、熱伝導経路をさらに短くすることができるので、水晶素子120の温度と第一感温素子150a及び第二感温素子150bの温度とが近似することになり、感温素子150から出力された電圧を換算することで得られた温度と、実際の水晶素子120の周囲の温度との差異をさらに低減することが可能となる。

【0065】

(変形例)

以下、本実施形態の変形例における水晶デバイスについて説明する。なお、本実施形態の変形例における水晶デバイスのうち、上述した水晶デバイスと同様な部分については、同一の符号を付して適宜説明を省略する。本実施形態の変形例における水晶デバイスは、
10 図6～図7に示されているように、感温素子150の長辺が、基板210aの短辺と平行になるように基板210aの接続パッド215に実装されている点において本実施形態と異なる。

【0066】

接続パッド215は、矩形状であり、基板210aの下面の中央付近に設けられている。接続パッド215は、図7に示されているように、接続パッド215の長辺と基板210aの短辺が平行となるように、隣接して設けられている。接続パッド215は、第一接続パッド215a、第二接続パッド215b、第三接続パッド215cおよび第四接続パッド215dによって構成されている。

【0067】

20 接続パターン216は、図7(b)に示すように、基板210aの下面に設けられ、接続パッド215から近傍の導体パターン217に向けてそれぞれ引き出されている。また、第一導体パターン217aは、第一配線パターン213a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、水晶素子120から伝わる熱が、第一電極パッド211aから第一配線パターン213aに伝わり、第一配線パターン213aの直下にある基板210aを介して、第一導体パターン217aから第一接続パターン216a及び第三接続パターン216cに伝わり、第一接続パターン216a及び第三接続パターン216cから第一接続パッド215a及び第三接続パッド215cに伝わることになる。よって、このような水晶振動子は、熱伝導経路をさらに短くすることができるので、水晶素子120の温度と感温素子150の温度とが近似することになり、感温素子150から出力された電圧を換算することで得られた温度と、実際の水晶素子120の周囲の温度との
30 差異をさらに低減することが可能となる。

【0068】

感温素子150は、感温素子150の長辺と基板210aの短辺とが平行となるように、基板210aの下面に実装されている。このようにすることにより、水晶素子120と電氣的に接続されている第一接合端子212aは、第一接続パッド215a及び第三接続パッド212cとの間隔を長くすることができ、水晶素子120と電氣的に接続されている第二接合端子212bは、第二接続パッド215b及び第四接続パッド215dとの間隔を長くすることができるので、第一感温素子150a及び第二感温素子150bを接合している導電性接合材170が溢れ出たとしても、導電性接合材170が第二接合端子212bに付着することを抑えることができる。よって、感温素子150と水晶素子120と電氣的に接続されている接合端子212との短絡を低減することができる。
40

【0069】

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、水晶素子は、AT用水晶素子を用いた場合を説明したが、基部と、基部の側面より同一の方向に延びる二本の平板形状の振動腕部とを有する音叉型屈曲水晶素子を用いても構わない。

【0070】

上記実施形態では、枠体110bが基板110a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110bが金属製であっても構わない。この場合、枠体は、
50

銀 - 銅等のロウ材を介して基板の導体膜に接合されている。

【 0 0 7 1 】

上記実施形態では、基板 1 1 0 a の上面に枠体 1 1 0 b が設けられた場合を説明したが、枠体 1 1 0 b を設けなくても構わない。この場合、蓋体は、矩形状の封止基部と、封止基部の下面の外周縁に沿って設けられている封止枠部とで構成されているものを用いても構わない。このような蓋体は、封止基部の下面と封止枠部の内側側面とで収容空間が形成されている。封止枠部は、封止基部の下面の外縁に沿って設けられている。封止基部及び封止枠部は、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り、一体的に形成されている。このような封止蓋体は、真空状態にある収容空間又は窒素ガスなどが充填された収容空間を気密的に封止するためのものである。具体的には、蓋体は、所定雰囲気中で、平板状の基板の上面に載置され、基板の上面と封止枠部の下面との間に設けられた接合部材とが熱が印加されることで、溶融接合される。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

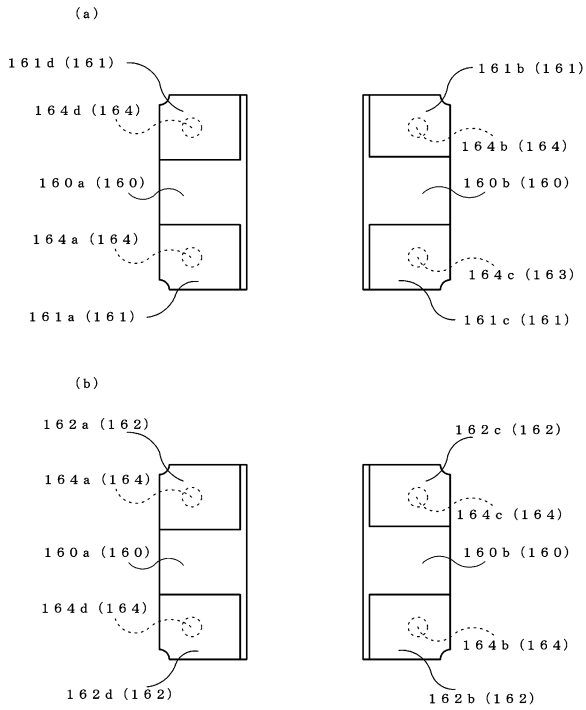
- 1 1 0、2 1 0 . . . パッケージ
- 1 1 0 a、2 1 0 a . . . 基板
- 1 1 0 b、2 1 0 b . . . 枠体
- 1 1 1、2 1 1 . . . 電極パッド
- 1 1 2、2 1 2 . . . 接合端子
- 1 1 3、2 1 3 . . . 配線パターン
- 1 1 4、2 1 4 . . . ビア導体
- 1 1 5、2 1 5 . . . 接続パッド
- 1 1 6、2 1 6 . . . 接続パターン
- 1 1 7、2 1 7 . . . 導体パターン
- 1 1 8、2 1 8 . . . 封止用導体パターン
- 1 2 0 . . . 水晶素子
- 1 2 1 . . . 水晶素板
- 1 2 2 . . . 励振用電極
- 1 2 3 . . . 引き出し電極
- 1 3 0 . . . 蓋体
- 1 3 1 . . . 接合部材
- 1 4 0 . . . 導電性接着剤
- 1 5 0 . . . 感温素子
- 1 5 1 . . . 接続端子
- 1 6 0 . . . 実装基体
- 1 6 1 . . . 接合パッド
- 1 6 2 . . . 外部端子
- 1 6 4 . . . 導体部
- 1 8 0 . . . 絶縁性樹脂
- K 1 . . . 第一凹部
- K 2 . . . 第二凹部
- H . . . 間隙部

20

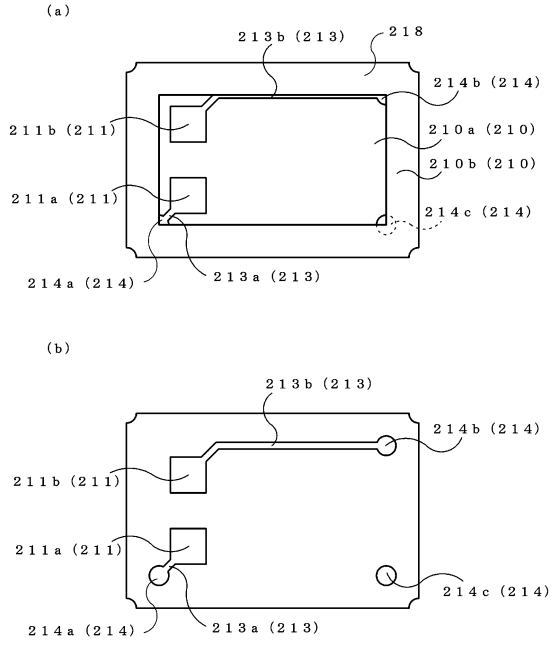
30

40

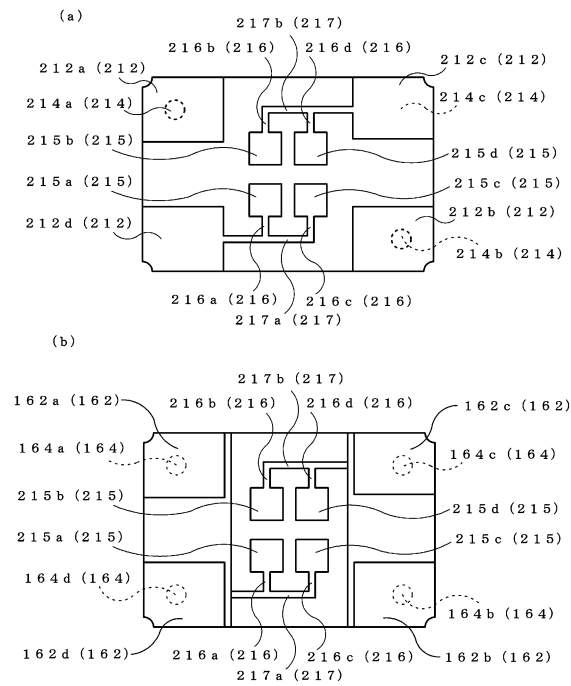
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-043338(JP,A)
特開2004-297620(JP,A)
特開2005-045679(JP,A)
特開2016-072645(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03H 9/02