(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6182360号
(P6182360)

(45)発行日　平成29年8月16日(2017.8.16)　(24)登録日　平成29年7月28日(2017.7.28)

(51)Int.Cl.			F I		
H03H	9/02	(2006.01)	H03H	9/02	N
H03B	5/32	(2006.01)	H03H	9/02	A
			H03B	5/32	H
			H03B	5/32	A

請求項の数 10　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2013-118420 (P2013-118420)
(22)出願日　平成25年6月5日 (2013.6.5)
(65)公開番号　特開2014-236452 (P2014-236452A)
(43)公開日　平成26年12月15日 (2014.12.15)
審査請求日　平成28年5月16日 (2016.5.16)

(73)特許権者　000232483
日本電波工業株式会社
東京都渋谷区笹塚一丁目４７番１号
(74)代理人　100106541
弁理士　伊藤　信和
(72)発明者　社本　勝哉
埼玉県狭山市大字上広瀬１２７５番地の２
日本電波工業株式会社狭山事業所内

審査官　角張　亜希子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水晶デバイス

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
所定の周波数で振動し、一対の励振電極及び前記一対の励振電極から引き出された引出電極が形成された水晶振動片と、
上面が開口して形成され前記水晶振動片が載置される第１凹部を有し、前記第１凹部には前記一対の引出電極に導電性接着剤を介して接合される一対の接続電極が形成され、さらに前記第１凹部の底面には前記水晶振動片の主面の面積より広く形成されたアース金属膜が形成されたパッケージと、
前記上面に載置されて前記第１凹部を密閉し、金属材料により形成されるリッド板と、
を有し、
前記水晶振動片は前記リッド板と前記アース金属膜とに挟まれるように載置され、
前記パッケージの下面には、前記リッド板及び前記アース金属膜に電気的に接続されるアース端子が形成され、
前記リッド板及び前記アース金属膜には前記アース端子を介して熱が伝えられて加熱され、前記水晶振動片が前記リッド板及び前記アース金属膜からの放射熱により加温される水晶デバイス。
【請求項２】
所定の周波数で振動し、一対の励振電極及び前記一対の励振電極から引き出された引出電極が形成された水晶振動片と、
上面が開口して形成され前記水晶振動片が載置される第１凹部を有し、前記第１凹部に

は前記一対の引出電極に導電性接着剤を介して接合される一対の接続電極が形成され、さらに前記第１凹部の底面には前記水晶振動片の主面の面積より広く形成され前記一対の接続電極に電気的に接続される一対の水晶金属膜が形成されたパッケージと、
前記上面に載置されて前記第１凹部を密閉し、金属材料により形成されるリッド板と、を有し、
前記水晶振動片は前記リッド板と前記一対の水晶金属膜とに挟まれるように載置され、
前記パッケージの下面には、前記リッド板に電気的に接続されるアース端子が形成され、
前記リッド板には前記アース端子を介して熱が伝えられて加熱され、前記一対の水晶金属膜が前記リッド板からの放射熱により加温され、前記水晶振動片が前記リッド板からの放射熱及び前記一対の水晶金属膜から伝わる熱により加温される水晶デバイス。

【請求項３】
前記パッケージの前記下面には前記下面が開口して形成される第２凹部が形成され、
前記底面の反対側の前記第２凹部の天井面には、温度を測定する温度センサが配置される請求項１又は請求項２に記載の水晶デバイス。

【請求項４】
前記パッケージの前記下面には前記下面が開口して形成される第２凹部が形成され、
前記第１凹部には温度を測定する温度センサと、前記リッド板及び前記アース金属膜に熱的に接続され発熱するヒーター回路とが配置され、
前記第２凹部には前記温度センサ、前記ヒーター回路、及び前記水晶振動片を制御する集積回路が配置される請求項１に記載の水晶デバイス。

【請求項５】
前記パッケージの前記下面には前記下面が開口して形成される第２凹部が形成され、
前記第１凹部には温度を測定する温度センサと、前記リッド板に熱的に接続され発熱するヒーター回路とが配置され、
前記第２凹部には前記温度センサ、前記ヒーター回路、及び前記水晶振動片を制御する集積回路が配置される請求項２に記載の水晶デバイス。

【請求項６】
前記第１凹部内には、温度を測定する温度センサと、前記リッド板及び前記アース金属膜に熱的に接続され発熱するヒーター回路と、前記温度センサ、前記ヒーター回路、及び前記水晶振動片を制御する集積回路と、が配置される請求項１に記載の水晶デバイス。

【請求項７】
前記第１凹部内には、温度を測定する温度センサと、前記リッド板に熱的に接続され発熱するヒーター回路と、前記温度センサ、前記ヒーター回路、及び前記水晶振動片を制御する集積回路と、が配置される請求項２に記載の水晶デバイス。

【請求項８】
前記パッケージの前記下面には前記下面が開口して形成される第２凹部が形成され、
前記第２凹部内には、温度を測定する温度センサと、前記リッド板及び前記アース金属膜に熱的に接続され発熱するヒーター回路と、前記温度センサ、前記ヒーター回路、及び前記水晶振動片を制御する集積回路と、が配置される請求項１に記載の水晶デバイス。

【請求項９】
前記パッケージの前記下面には前記下面が開口して形成される第２凹部が形成され、
前記第２凹部内には、温度を測定する温度センサと、前記リッド板に熱的に接続され発熱するヒーター回路と、前記温度センサ、前記ヒーター回路、及び前記水晶振動片を制御する集積回路と、が配置される請求項２に記載の水晶デバイス。

【請求項１０】
前記第１凹部の一方の側には前記水晶振動片を載置し、前記接続電極が形成される一対の載置部が形成され、
前記第１凹部の他方の側には、前記アース端子に電気的に接続される金属膜が形成される保持部が形成され、

前記水晶振動片は、前記金属膜上に形成される前記導電性接着剤に接触して保持される請求項１から請求項９のいずれか一項に記載の水晶デバイス。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、所定の周波数で振動する水晶振動片が載置された水晶デバイスに関する。
【背景技術】
【０００２】
所定の周波数で振動する水晶振動片は、温度変化によりその周波数が変化する。このような水晶振動片の周波数変化を防ぐために、水晶振動片を所定の温度に制御する恒温槽付水晶発振器（ＯＣＸＯ）が知られている。例えば、特許文献１では、サーミスタ及び加熱抵抗と共に温度制御回路が形成されて水晶振動片の温度制御がなされる恒温型の水晶発振器が示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１１－７７９６３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかし、特許文献１に示されるような水晶発振器においても、さらに温度の安定性を高めること及び温度が安定に至るまでの時間を短くすることが求められている。また、このように水晶振動片の温度を安定に保ち、水晶振動片の周波数変化を防ぐことは、水晶発振器に限らず他の様々な水晶デバイスにも求められている。
【０００５】
本発明は、水晶振動片の温度の安定性が高く、水晶振動片の温度が安定に至るまでの時間が短い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】
【０００６】
第１観点の水晶デバイスは、所定の周波数で振動し、一対の励振電極及び一対の励振電極から引き出された引出電極が形成された水晶振動片と、上面が開口して形成され水晶振動片が載置される第１凹部を有し、第１凹部には一対の引出電極に導電性接着剤を介して接合される一対の接続電極が形成され、さらに第１凹部の底面には水晶振動片の主面の面積より広く形成されたアース金属膜が形成されたパッケージと、上面に載置されて第１凹部を密閉し、金属材料により形成されるリッド板と、を有する。また、水晶振動片はリッド板とアース金属膜とに挟まれるように載置され、パッケージの下面には、リッド板及びアース金属膜に電気的に接続されるアース端子が形成される。
【０００７】
第２観点の水晶デバイスは、所定の周波数で振動し、一対の励振電極及び一対の励振電極から引き出された引出電極が形成された水晶振動片と、上面が開口して形成され水晶振動片が載置される第１凹部を有し、第１凹部には一対の引出電極に導電性接着剤を介して接合される一対の接続電極が形成され、さらに第１凹部の底面には水晶振動片の主面の面積より広く形成され一対の接続電極に電気的に接続される一対の水晶金属膜が形成されたパッケージと、上面に載置されて第１凹部を密閉し、金属材料により形成されるリッド板と、を有する。また、水晶振動片はリッド板と一対の水晶金属膜とに挟まれるように載置され、パッケージの下面には、リッド板に電気的に接続されるアース端子が形成される。
【０００８】
第３観点の水晶デバイスは、第１観点において、リッド板及びアース金属膜にはアース

端子を介して熱が伝えられて加熱され、水晶振動片がリッド板及びアース金属膜からの放射熱により加温される。

【０００９】

第４観点の水晶デバイスは、第２観点において、リッド板にはアース端子を介して熱が伝えられて加熱され、一対の水晶金属膜がリッド板からの放射熱により加温され、水晶振動片がリッド板からの放射熱及び一対の水晶金属膜から伝わる熱により励振電極が加温されることにより保温される。

【００１０】

第５観点の水晶デバイスは、第１観点から第４観点において、パッケージの下面には下面が開口して形成される第２凹部が形成され、底面の反対側の第２凹部の天井面には、温度を測定する温度センサが配置される。

【００１１】

第６観点の水晶デバイスは、第１観点において、パッケージの下面には下面が開口して形成される第２凹部が形成され、第１凹部には温度を測定する温度センサと、リッド板及びアース金属膜に熱的に接続され発熱するヒーター回路とが配置され、第２凹部には温度センサ、ヒーター回路、及び水晶振動片を制御する集積回路が配置される。

【００１２】

第７観点の水晶デバイスは、第２観点において、パッケージの下面には下面が開口して形成される第２凹部が形成され、第１凹部には温度を測定する温度センサと、リッド板に熱的に接続され発熱するヒーター回路とが配置され、第２凹部には温度センサ、ヒーター回路、及び水晶振動片を制御する集積回路が配置される。

【００１３】

第８観点の水晶デバイスは、第１観点において、第１凹部内には、温度を測定する温度センサと、リッド板及びアース金属膜に熱的に接続され発熱するヒーター回路と、温度センサ、ヒーター回路、及び水晶振動片を制御する集積回路と、が配置される。

【００１４】

第９観点の水晶デバイスは、第２観点において、第１凹部内には、温度を測定する温度センサと、リッド板に熱的に接続され発熱するヒーター回路と、温度センサ、ヒーター回路、及び水晶振動片を制御する集積回路と、が配置される。

【００１５】

第１０観点の水晶デバイスは、第１観点において、パッケージの下面には下面が開口して形成される第２凹部が形成され、第２凹部内には、温度を測定する温度センサと、リッド板及びアース金属膜に熱的に接続され発熱するヒーター回路と、温度センサ、ヒーター回路、及び水晶振動片を制御する集積回路と、が配置される。

【００１６】

第１１観点の水晶デバイスは、第２観点において、パッケージの下面には下面が開口して形成される第２凹部が形成され、第２凹部内には、温度を測定する温度センサと、リッド板に熱的に接続され発熱するヒーター回路と、温度センサ、ヒーター回路、及び水晶振動片を制御する集積回路と、が配置される。

【００１７】

第１２観点の水晶デバイスは、第１観点から第１１観点において、第１凹部の一方の側には水晶振動片を載置し、接続電極が形成される一対の載置部が形成され、第１凹部の他方の側には、アース端子に電気的に接続される金属膜が形成される保持部が形成され、水晶振動片は、金属膜上に形成される導電性接着剤に接触して保持される。

【発明の効果】

【００１８】

本発明の水晶デバイスによれば、水晶振動片の温度の安定性が高く、安定に至るまでの時間を短くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】水晶デバイス１００の分解斜視図である。
【図２】（ａ）は、パッケージ１２０の上面図である。　（ｂ）は、第２層１２０ｂ及び第３層１２０ｃの上面図である。　（ｃ）は、水晶振動片１１０が載置されたパッケージ１２０の平面図である。
【図３】図１のＡ－Ａ断面図である。
【図４】（ａ）は、水晶デバイス２００の断面図である。　（ｂ）は、水晶デバイス３００の断面図である。
【図５】水晶デバイス４００の断面図である。
【図６】（ａ）は、ＬＳＩ１４０が載置されたパッケージ１２０の上面図である。　（ｂ）は、水晶デバイス５００の断面図である。
【図７】水晶デバイス６００の断面図である。
【図８】（ａ）は、パッケージ６２０の上面図である。　（ｂ）は、第２層１２０ｂ及び第３層６２０ｃの上面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２０】
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。なお、本発明の範囲は以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。
【００２１】
（第１実施形態）
＜水晶デバイス１００の構成＞
図１は、水晶デバイス１００の分解斜視図である。水晶デバイス１００は、表面実装型の水晶デバイスであり、プリント基板等に実装されて使用される。水晶デバイス１００は主に、水晶振動片１１０と、パッケージ１２０と、リッド板１３０と、により形成されている。水晶振動片１１０には、例えばＡＴカットの水晶振動片が用いられる。ＡＴカットの水晶振動片は、主面（ＹＺ面）が結晶軸（ＸＹＺ）のＹ軸に対して、Ｘ軸を中心としてＺ軸からＹ軸方向に３５度１５分傾斜されている。以下の説明では、ＡＴカットの水晶振動片の軸方向を基準とし、傾斜された新たな軸をＹ’軸及びＺ’軸として用いる。すなわち、水晶デバイス１００において水晶デバイス１００の長手方向をＸ軸方向、水晶デバイス１００の高さ方向をＹ’軸方向、Ｘ軸方向及びＹ’軸方向に垂直な方向をＺ’軸方向として説明する。
【００２２】
水晶振動片１１０は、＋Ｙ’軸側の面及び－Ｙ’軸側の面に励振電極１１１が形成されており、各励振電極１１１からは水晶振動片１１０の－Ｘ軸側の辺に引出電極１１２が引き出されている。＋Ｙ’軸側の面に形成されている励振電極１１１から引き出される引出電極１１２は－Ｘ軸側の辺の＋Ｚ’軸側に引き出され、＋Ｚ’軸側の側面を介して－Ｙ’軸側の面に引き出されている。－Ｙ’軸側の面に形成されている励振電極１１１から引き出されている引出電極１１２は、－Ｘ軸側の辺の－Ｚ’軸側に引き出され、－Ｚ’軸側の側面を介して＋Ｙ’軸側の面に引き出されている。
【００２３】
パッケージ１２０は、Ｘ軸方向に伸びる長辺、及びＺ’軸方向に伸びる短辺を有している。また、パッケージ１２０の－Ｙ’軸側の面であり水晶デバイス１００が実装される実装面１２２ｂには外部端子１２５が形成されており、パッケージ１２０の＋Ｙ’軸側の面である上面にはリッド板１３０に接合される接合面１２２ａ及び接合面１２２ａから－Ｙ’軸方向に凹んだ凹部１２１が形成されている。接合面１２２ａには凹部１２１を囲むように枠状金属膜１２７ａが形成されており、凹部１２１には水晶振動片１１０が載置される載置部１２３及び水晶振動片１１０を支える保持部１２８が形成されている。載置部１２３の＋Ｙ’軸側の面には、水晶振動片１１０の引出電極１１２に導電性接着剤１５２（図３参照）を介して電気的に接続される接続電極１２４が形成されており、保持部１２８の＋Ｙ’軸側の面には金属膜１２７ｂが形成されている。また、凹部１２１内の－Ｙ’軸

側の面である底面１２１ａには、アース金属膜１２７ｃが形成されている。

【００２４】

パッケージ１２０は、例えばセラミックを基材としており、第１層１２０ａ、第２層１２０ｂ、及び第３層１２０ｃの３つの層が重ね合わされることにより形成されている。第１層１２０ａは、パッケージ１２０の＋Ｙ’軸側に配置され、第１層１２０ａの＋Ｙ’軸側の面には接合面１２２ａが形成されている。第２層１２０ｂは、第１層１２０ａの－Ｙ’軸側の面に接合されて配置されており、載置部１２３及び保持部１２８を形成している。第３層１２０ｃは、第２層１２０ｂの－Ｙ’軸側の面に形成されており、第３層１２０ｃの－Ｙ’軸側の面である実装面１２２ｂには外部端子１２５が形成されている。外部端子１２５の一部は接地されるアース端子１２５ａであり、アース端子１２５ａには枠状金属膜１２７ａ、金属膜１２７ｂ、及びアース金属膜１２７ｃが電気的に接続されている。また、パッケージ１２０の四隅の側面にはパッケージ１２０の内側に凹んだキャスタレーション１２９が形成されている。

【００２５】

リッド板１３０は、平板状に形成されており、パッケージ１２０の接合面１２２ａにシームリング１５１（図３参照）を介して接合されて、パッケージ１２０の凹部１２１を密封する。また、リッド板１３０は金属材料により形成されており、アース端子１２５ａに電気的に接続されている。

【００２６】

図２（ａ）は、パッケージ１２０の上面図である。凹部１２１内の－Ｘ軸側の＋Ｚ’軸側及び－Ｚ’軸側の角にはそれぞれ載置部１２３が形成されており、各載置部１２３の＋Ｙ’軸側の面には接続電極１２４が形成されている。また、凹部１２１内の＋Ｘ軸側の端の中央には保持部１２８が形成されており、保持部１２８の＋Ｙ’軸側の面には金属膜１２７ｂが形成されている。さらに、凹部１２１の底面１２１ａには水晶振動片１１０の主面の面積より広くなるようにアース金属膜１２７ｃが形成されている。枠状金属膜１２７ａ、金属膜１２７ｂ、及びアース金属膜１２７ｃは、パッケージ１２０をＹ’軸方向に貫通してアース端子１２５ａに電気的に接続される貫通電極１２６ａを介して互いに電気的に接続されている。

【００２７】

図２（ｂ）は、第２層１２０ｂ及び第３層１２０ｃの上面図である。図２（ｂ）では、底面１２１ａ及び第２層１２０ｂの＋Ｙ’軸側の面が示されている。また、図２（ｂ）では、パッケージ１２０の－Ｙ’軸側の面である実装面１２２ｂに形成される外部端子１２５がパッケージ１２０を透過して点線で示されている。パッケージ１２０の実装面１２２ｂの四隅にはそれぞれ外部端子１２５が形成されている。実装面１２２ｂの＋Ｘ軸側の＋Ｚ’軸側及び－Ｘ軸側の－Ｚ’軸側に形成される外部端子１２５は接地されるアース端子１２５ａである。また、実装面１２２ｂの－Ｘ軸側の＋Ｚ’軸側及び＋Ｘ軸側の－Ｚ’軸側に形成される外部端子１２５は、接続電極１２４を介して水晶振動片１１０の引出電極１１２に電気的に接続される水晶端子１２５ｂである。＋Ｚ’軸側に形成されている接続電極１２４は、パッケージ１２０をＹ’軸方向に貫通して水晶端子１２５ｂに電気的に接続される貫通電極１２６ｂを介して－Ｘ軸側の＋Ｚ’軸側に形成される水晶端子１２５ｂに導通している。また、－Ｚ’軸側に形成されている接続電極１２４は第２層１２０ｂの＋Ｙ’軸側の面を介して第２層１２０ｂの＋Ｘ軸側の－Ｚ’軸側の角に引き出され、さらに貫通電極１２６ｂを介して実装面１２２ｂの＋Ｘ軸側の－Ｚ’軸側に形成される水晶端子１２５ｂに導通している。一方、保持部１２８に形成されている金属膜１２７ｂは、第２層１２０ｂの＋Ｙ’軸側の面を介して第２層１２０ｂの＋Ｘ軸側の＋Ｚ’軸側の角に引き出され、貫通電極１２６ａを介して実装面１２２ｂの＋Ｘ軸側のアース端子１２５ａに導通する。また、アース金属膜１２７ｃは、第３層１２０ｃ上を＋Ｘ軸側の＋Ｚ’軸方向に引き出され、貫通電極１２６ａを介して＋Ｘ軸側のアース端子１２５ａに電気的に接続されている。

【００２８】

図２（ｃ）は、水晶振動片１１０が載置されたパッケージ１２０の上面図である。底面１２１ａに形成されるアース金属膜１２７ｃは水晶振動片１１０の主面よりも広く形成されるため、水晶振動片１１０を凹部１２１に載置してパッケージ１２０を＋Ｙ’軸側より見た場合には、アース金属膜１２７ｃの一部が水晶振動片１１０の周囲に観察される。また、水晶振動片１１０は載置部１２３及び保持部１２８に導電性接着剤１５２を介して載置されている。

【００２９】

図３は、図１のＡ－Ａ断面図である。図３は、図２（ａ）から図２（ｃ）のＡ－Ａ断面も含んでいる。また、図３では、水晶デバイス１００が実装されるプリント基板１５０及びプリント基板１５０上に形成されている電極１５０ａが示されている。図３に示される電極１５０ａは接地されており、これにより、電極１５０ａにハンダ１５３を介して接合されている水晶デバイス１００のアース端子１２５ａも接地される。また、プリント基板１５０には、接地されている電極１５０ａを加熱するためのヒーター回路（不図示）が載置されており、アース端子１２５ａの温度を上げることができるようになっている。

【００３０】

水晶デバイス１００のパッケージ１２０の凹部１２１は、リッド板１３０がシームリング１５１を介して接合面１２２ａに接合されることにより密封されている。シームリング１５１は接合面１２２ａ上に配置されるように矩形形状に形成された環状のリングであり、電気を伝導する金属材料で形成されている。シームリング１５１が環状金属膜１２７ａとリッド板１３０とを電気的に接続するため、リッド板１３０はアース端子１２５ａに電気的に接続される。また、図３に示されるように、水晶振動片１１０は水晶デバイス１００の凹部１２１内でアース端子１２５ａに電気的に接続されるリッド板１３０及びアース金属膜１２７ｃにＹ’軸方向に挟まれて載置されている。

【００３１】

水晶デバイス１００のアース端子１２５ａは、プリント基板１５０の電極１５０ａを加温することにより加温される。加温されたアース端子１２５ａの熱は、アース端子１２５ａから貫通電極１２６ａを介してアース金属膜１２７ｃ、金属膜１２７ｂ、及びリッド板１３０に送られて、これらを加温する。さらに、加温されたリッド板１３０及びアース金属膜１２７ｃからは水晶振動片１１０に熱が放射熱として伝えられ、水晶振動片１１０が加温される。また、金属膜１２７ｂからは導電性接着剤１５２を介して熱が水晶振動片１１０に伝わることにより、水晶振動片１１０が加温される。

【００３２】

このように、水晶デバイス１００では、水晶デバイス１００の外部から水晶デバイス１００に熱が伝えられることにより、水晶振動片１１０が加温される。また、水晶振動片１１０が、水晶振動片１１０の主面である＋Ｙ’軸側の面及び－Ｙ’軸側の面を覆うように加温されるリッド板１３０及びアース金属膜１２７ｃに挟まれて配置されることで水晶振動片１１０への単位時間あたりの伝熱量を多くすることができ、水晶振動片１１０を早く安定な温度状態に置くことができるため好ましい。そのため、水晶デバイス１００では、水晶振動片１１０を早く安定な周波数を発振する状態に置くことができるため好ましい。

【００３３】

さらに、水晶デバイス１００では、金属膜１２７ｂから導電性接着剤１５２を介して水晶振動片１１０を直接温めることができる。このことによっても、水晶振動片１１０の振動周波数が安定に至るまでの時間が短くされるため好ましい。

【００３４】

（第２実施形態）

水晶デバイスでは、水晶デバイスに温度センサ等を配置することにより水晶振動片の温度が調節されても良い。また、水晶デバイスにはさらにヒーターが配置されることにより、水晶デバイス内に熱を発生させて水晶振動片を加温しても良い。以下にこのような様々な構成要素を有する水晶デバイスについて説明する。また、以下の説明では第１実施形態と同じ部分に関しては第１実施形態と同じ番号を付してその説明を省略する。

【００３５】
＜水晶デバイス２００の構成＞
図４（ａ）は、水晶デバイス２００の断面図である。水晶デバイス２００は主に、水晶振動片１１０と、パッケージ２２０と、リッド板１３０と、温度センサ１４１と、により形成されている。
【００３６】
パッケージ２２０は、Ｘ軸方向に長辺、Ｚ’軸方向に短辺が形成されている。また、パッケージ２２０の＋Ｙ’軸側の面にはリッド板１３０がシームリング１５１を介して接合される接合面２２１ａ及び接合面２２１ａから－Ｙ’軸方向に凹んだ第１凹部２２１が形成されている。接合面２２１ａには、枠状金属膜２２７ａが形成されている。第１凹部２２１内の－Ｙ’軸側の面である底面２２１ｂには一対の接続電極２２４及びアース金属膜２２７ｃが形成されている。一対の接続電極２２４には導電性接着剤１５２を介して水晶振動片１１０が載置される。また、アース金属膜２２７ｃはその面積が水晶振動片１１０の主面よりも広くなるように形成されている。
【００３７】
一方、パッケージ２２０の－Ｙ’軸側の面には水晶デバイス２００が実装される実装面２２２ａ及び実装面２２２ａから＋Ｙ’軸側に凹んだ第２凹部２２２が形成されている。第２凹部２２２内の＋Ｙ’軸側の面である天井面２２２ｂには、サーミスタ等により構成される温度センサ１４１が配置されている。また、実装面２２２ａには、複数の外部端子２２５が形成されている。外部端子２２５は、接地されるアース端子２２５ａ及び接続電極２２４に導通する水晶端子（不図示）等により構成される。
【００３８】
パッケージ２２０は、セラミックを基材としており、第１層２２０ａ、第２層２２０ｂ、及び第３層２２０ｃの３つの層が重ね合わされることにより形成されている。第１層２２０ａはパッケージ２２０の＋Ｙ’軸側に配置されており、第１層２２０ａの＋Ｙ’軸側の面には接合面２２１ａが形成されている。第１層２２０ａは、第１凹部２２１の側面を形成する層である。第２層２２０ｂは、第１層２２０ａの－Ｙ’軸側の面に接合されており、＋Ｙ’軸側の面が底面２２１ｂとなり－Ｙ’軸側の面が天井面２２２ｂとなる層である。第２層２２０ｂは、第１凹部２２１と第２凹部２２２との間を仕切る層である。第３層２２０ｃは第２層２２０ｂの－Ｙ’軸側の面に配置されており、第２凹部２２２の側面を形成する層である。第３層２２０ｃの－Ｙ’軸側の面には外部端子２２５が形成される実装面２２２ａとなる。
【００３９】
水晶デバイス２００では、温度センサ１４１が第２凹部２２２の天井面２２２ｂに配置されるため、温度センサ１４１がアース金属膜２２７ｃからの放射熱を受ける。そのため、温度センサ１４１の温度を測定することにより水晶振動片１１０の温度を予測することができ、この温度センサ１４１の温度を温度制御の参考とすることで水晶振動片１１０の温度を安定に保つことができ、水晶振動片１１０の周波数制御を安定したものとすることができる。また、温度センサ１４１は接着剤によりパッケージに固定される場合があるが、このような場合に水晶振動片１１０が接着剤から出るガスの影響を受けることがないため、水晶振動片１１０の長期周波数安定性を保つことができる。
【００４０】
＜水晶デバイス３００の構成＞
図４（ｂ）は、水晶デバイス３００の断面図である。水晶デバイス３００は、主に水晶振動片１１０と、パッケージ２２０と、リッド板１３０と、温度センサ１４１と、ヒーター回路１４２と、集積回路１４３と、により構成され、水晶発振器として使用される。温度センサ１４１、ヒーター回路１４２、及び集積回路１４３は、パッケージ２２０の天井面２２２ｂに配置されている。ヒーター回路１４２は、例えば加熱抵抗又はパワートランジスタ等により構成される。ヒーター回路１４２はパッケージ２２０をＹ’軸方向に貫通する貫通電極２２６を介してアース端子２２５ａ、アース金属膜２２７ｃ、及びリッド板

１３０に電気的、熱的に接続される。そのため、ヒーター回路１４２で発生した熱は貫通電極２２６を介してアース金属膜２２７ｃ及びリッド板１３０に伝えられる。集積回路１４３は、接続電極２２４に電気的に接続されて水晶振動片１１０の振動を制御する。また、集積回路１４３は温度センサ１４１及びヒーター回路１４２にも電気的に接続され、これらの構成部品を制御する。そのため、集積回路１４３は、温度センサ１４１が検出した温度に基づいてヒーター回路１４２の発熱量を調整することで水晶振動片１１０の温度を調整し、周波数を安定に調整することができる。

【００４１】

水晶デバイス３００はヒーター回路１４２を備えることにより、アース金属膜２２７ｃ及びリッド板１３０の近くにヒーター回路１４２が配置されることになるため、アース金属膜２２７ｃ及びリッド板１３０をより早く加温することができ、これにより水晶振動片１１０をより早く加温することができる。また、ヒーター回路１４２がアース金属膜２２７ｃ及びリッド板１３０の近くに配置されることによりヒーター回路１４２の発熱量の制御結果がアース金属膜２２７ｃ及びリッド板１３０に反映されやすい。そのため、アース金属膜２２７ｃ及びリッド板１３０の温度制御を行い易く、その制御速度も早くなるため好ましい。

【００４２】

＜水晶デバイス４００の構成＞

図５は、水晶デバイス４００の断面図である。水晶デバイス４００は主に、水晶振動片１１０と、パッケージ４２０と、リッド板１３０と、温度センサ１４１と、ヒーター回路１４２と、集積回路１４３と、により構成され、水晶発振器として使用される。

【００４３】

パッケージ４２０は、Ｘ軸方向に長辺、Ｚ’軸方向に短辺が形成されている。また、パッケージ４２０の＋Ｙ’軸側の面にはリッド板１３０がシームリング１５１を介して接合される接合面４２１ａ及び接合面４２１ａから－Ｙ’軸方向に凹んだ第１凹部４２１が形成されている。第１凹部４２１内の－Ｙ’軸側の面である底面４２１ｂには温度センサ１４１及びヒーター回路１４２が配置されており、また、アース金属膜４２７ｃが形成されている。一対の接続電極４２４には導電性接着剤１５２を介して水晶振動片１１０が載置される。また、アース金属膜４２７ｃはその面積が水晶振動片１１０の主面よりも広くなるように形成されている。他方、パッケージ４２０の－Ｙ’軸側の面には水晶デバイスが実装される実装面４２２ａ及び実装面４２２ａから＋Ｙ’軸側に凹んだ第２凹部４２２が形成されている。第２凹部４２２内の＋Ｙ’軸側の面である天井面４２２ｂには集積回路１４３が配置されている。また、実装面４２２ａには、複数の外部端子４２５が形成されており、外部端子４２５は接地されるアース端子４２５ａ及び接続電極４２４に導通する水晶端子（不図示）等により構成される。

【００４４】

パッケージ４２０は、セラミックを基材としており、第１層４２０ａ、第２層４２０ｂ、第３層４２０ｃ、及び第４層４２０ｄの４つの層が重ね合わされることにより形成されている。第１層４２０ａはパッケージ４２０の＋Ｙ’軸側に配置されており、第１層４２０ａの＋Ｙ’軸側の面には接合面４２１ａが形成されている。第２層４２０ｂは、第１層４２０ａの－Ｙ’軸側の面に接合されており、第１凹部４２１内に形成される載置部４２３及び保持部４２８を構成する。第３層４２０ｃは、第２層４２０ｂの－Ｙ’軸側に配置され、＋Ｙ’軸側の面が底面４２１ｂとなり－Ｙ’軸側の面が天井面４２２ｂとなる層である。第３層４２０ｃは、第１凹部４２１と第２凹部４２２との間に配置され、第１凹部４２１と第２凹部４２２とを仕切っている。第４層４２０ｄは、第３層４２０ｃの－Ｙ’軸側の面に形成されており、第４層４２０ｄの－Ｙ’軸側の面には外部端子４２５が形成されている。第４層４２０ｄは、第２凹部４２２の側面を形成する層である。

【００４５】

水晶デバイス４００では、水晶振動片１１０が載置される第１凹部４２１内に温度センサ１４１が配置されている。そのため、水晶振動片１１０の温度をより直接的に測定する

ことができるため、より正確な温度を測定することができ好ましい。また、水晶振動片１１０が載置される第１凹部４２１内にヒーター回路１４２が配置されているため、水晶振動片１１０の温度の制御速度を早くすることができ、より早く水晶振動片１１０を安定な温度にすることができるため好ましい。

【００４６】

＜水晶デバイス５００の構成＞

図６（ａ）は、ＬＳＩ１４０が載置されたパッケージ１２０の上面図である。水晶デバイス１００（図１参照）は、パッケージ１２０の底面１２１ａにＬＳＩ（Ｌａｒｇｅ Ｓｃａｌｅ Ｉｎｔｅｇｒａｔｉｏｎ）１４０が載置されて水晶デバイス５００として形成することができる。ＬＳＩ１４０は、温度センサ１４１、ヒーター回路１４２、及び集積回路１４３の機能を集積したものである。

【００４７】

図６（ｂ）は、水晶デバイス５００の断面図である。図６（ｂ）は、図６（ａ）のＢ－Ｂ断面を含んでいる。ＬＳＩ１４０は第３層１２０ｃを貫通する貫通電極（不図示）を介して外部端子１２５及び接続電極１２４に電気的に接続される。また、ＬＳＩ１４０はリッド板１３０、金属膜１２７ｂ、及びアース金属膜１２７ｃに熱的、電気的に接続されており、ＬＳＩ１４０にて発生した熱がリッド板１３０、金属膜１２７ｂ、及びアース金属膜１２７ｃに伝熱される。

【００４８】

水晶デバイス５００では、水晶デバイス１００と同様に、リッド板１３０及びアース金属膜１２７ｃからの放射熱、及び金属膜１２７ｃに形成される導電性接着剤１５２を介する水晶振動片１１０への伝熱により水晶振動片１１０を加熱し、水晶振動片１１０の温度を調整することができる。また、水晶振動片１１０の近くに配置されたＬＳＩ１４０により水晶振動片１１０の温度が測定されるため、精度よく水晶振動片１１０の温度を測定することができ、早く安定した温度状態に水晶振動片１１０を置くことができる。

【００４９】

（第３実施形態）

第１実施形態及び第２実施形態では、凹部の底面に形成されるアース金属膜を介して水晶振動片１１０が加熱されたが、アース金属膜の代わりに接続電極に導通する水晶金属膜を介して水晶振動片１１０が加熱されても良い。以下に、水晶金属膜が形成された水晶デバイスについて説明する。また、第１実施形態及び第２実施形態と同じ部分に関しては、第１実施形態及び第２実施形態と同じ符号を用いてその説明を省略する。

【００５０】

＜水晶デバイス６００の構成＞

図７は、水晶デバイス６００の断面図である。図７は、後述の図８（ａ）から図８（ｃ）のＣ－Ｃ断面を含んだ断面図である。水晶デバイス６００は、主に、水晶振動片１１０と、パッケージ６２０と、リッド板１３０と、により形成されている。パッケージ６２０は、第１層１２０ａ、第２層１２０ｂ、及び第３層６２０ｃにより形成されている。第３層６２０ｃは、図３に示された第３層１２０ｃにおいてアース金属膜１２７ｃの代わりに接続電極１２４に貫通電極１２６ｃを介して電気的に接続される水晶金属膜６２７ｃが形成された層である。水晶金属膜６２７ｃは、水晶振動片１１０の主面の面積よりも広くなるように形成されている。

【００５１】

水晶デバイス６００では、プリント基板１５０等からアース端子１２５ａを介して金属膜１２７ｂ及びリッド板１３０が加熱される。リッド板１３０の熱は放射熱として水晶振動片１１０に伝わり、水晶振動片１１０を加温する。また、金属膜１２７ｂは、導電性接着剤１５２を介して水晶振動片１１０を加温する。水晶振動片１１０の熱は接続電極１２４を介して貫通電極１２６ｃに伝わり、さらにその熱は水晶金属膜６２７ｃに伝わる。水晶金属膜６２７ｃの熱は放射熱として水晶振動片１１０に伝えられる。

【００５２】

図８（ａ）は、パッケージ６２０の上面図である。パッケージ６２０では、底面１２１ａに一対の水晶金属膜６２７ｃが形成されている。各水晶金属膜６２７ｃは一対の接続電極１２３に電気的に接続されている。

【００５３】

図８（ｂ）は、第２層１２０ｂ及び第３層６２０ｃの上面図である。図８（ｂ）では、底面１２０ａと第２層６２０ｂの＋Ｙ’軸側の面とが示されている。また、図８（ｂ）では、パッケージ６２０の－Ｙ’軸側の面に形成される外部端子１２５が点線で示されている。凹部１２１の＋Ｚ’軸側に形成されている接続電極１２４は貫通電極１２６ｂを介して－Ｘ軸側の＋Ｚ’軸側に形成される水晶端子１２５ｂに導通し、－Ｚ’軸側に形成されている接続電極１２４は第２層１２０ｂの＋Ｙ’軸側の面を介して第２層１２０ｂの＋Ｘ軸側の－Ｚ’軸側に引き出され、さらに貫通電極１２６ｂを介して＋Ｘ軸側の－Ｚ’軸側に形成される水晶端子１２５ｂに導通する。また、＋Ｚ’軸側に形成されている水晶金属膜６２７ｃは、＋Ｚ’軸側に形成されている接続電極１２４に貫通電極１２６ｂを介して電気的に接続され、－Ｚ’軸側に形成されている水晶金属膜６２７ｃは、－Ｚ’軸側に形成される接続電極１２４に貫通電極１２６ｃを介して電気的に接続される。

【００５４】

図８（ｃ）は、水晶振動片１１０が載置されたパッケージ６２０の上面図である。水晶金属膜６２７ｃが形成される合計面積は、水晶振動片１１０の主面の面積よりも広くなるように形成される。これにより、水晶振動片１１０は、水晶金属膜６２７ｃ及びリッド板１３０から放射熱を受けることにより早く安定な温度状態に置くことができる。そのため、水晶デバイス６００では、水晶振動片１１０を早く安定な周波数を発振する状態に置くことができる

【００５５】

水晶デバイス６００では、図６（ｂ）に示された水晶デバイス５００と同様に、ＬＳＩ１４０が凹部１２１の底面１２１ａにＬＳＩ１４０が配置されても良い。また、図４（ａ）及び図４（ｂ）に示されるようなパッケージ２２０においてアース金属膜２２７ｃの代わりに水晶金属膜を形成さすることにより水晶デバイスが形成されても良い。さらに、図５に示された水晶デバイス４００において、アース金属膜４２７ｃの代わりに水晶金属膜が形成されても良い。このとき、ヒーター回路１４２は貫通電極２２６に熱的に接続されて金属膜４２７ｂ及びリッド板１３０を加温する。また、温度センサ１４１及びヒーター回路１４２は、水晶金属膜とは電気的に接続されないように配置される。

【００５６】

以上、本発明の最適な実施形態について詳細に説明したが、当業者に明らかなように、本発明はその技術的範囲内において実施形態に様々な変更・変形を加えて実施することができる。

【００５７】

例えば、保持部が形成されていない水晶デバイス２００等において保持部が形成されても良く、保持部が形成されている水晶デバイス１００等において保持部が形成されていなくても良い。また、水晶デバイス１００において、保持部１２８には導電性接着剤１５２を形成しなくても良く、金属膜１２７ｂの熱を放射熱として水晶振動片１１０に伝えるのみとしても良い。

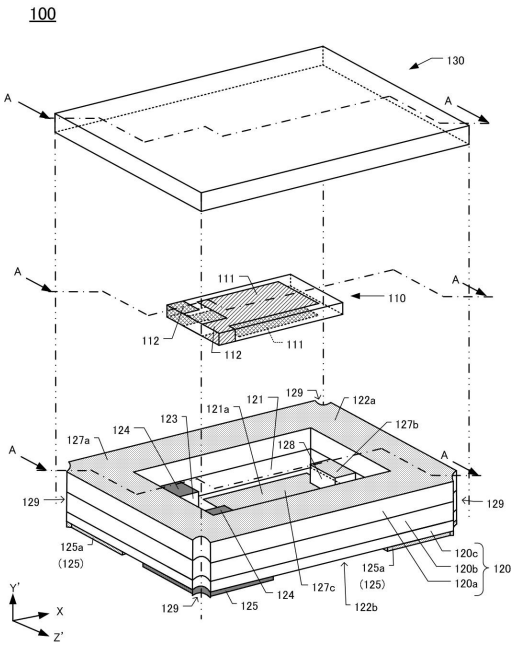
【符号の説明】

【００５８】

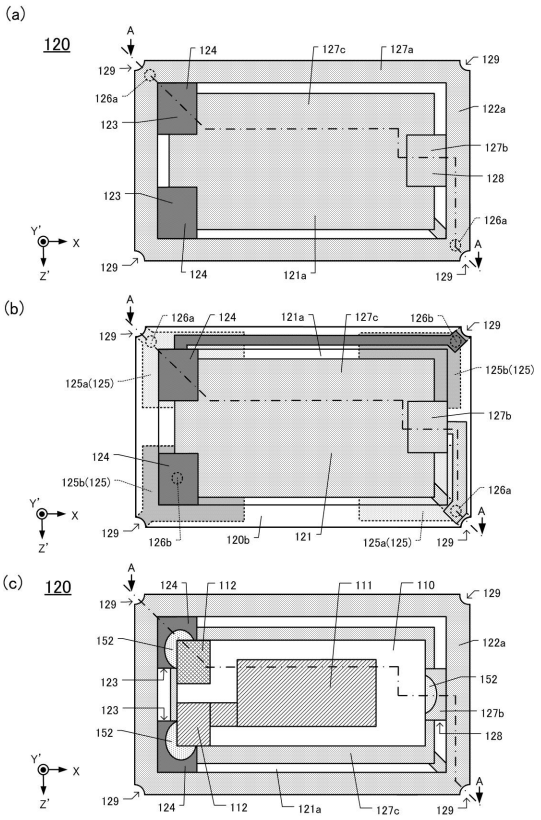
１００、２００、３００、４００、５００、６００　…　水晶デバイス
１１０　…　水晶振動片
１１１　…　励振電極
１１２　…　引出電極
１２０、２２０、４２０、６２０　…　パッケージ
１２０ａ、２２０ａ、４２０ａ　…　第１層
１２０ｂ、２２０ｂ、４２０ｂ　…　第２層

１２０ｃ、２２０ｃ、４２０ｃ、６２０ｃ … 第３層
１２１ … 凹部
１２１ａ、２２１ｂ、４２１ｂ … 底面
１２２ａ、２２１ａ、４２１ａ … 接合面
１２２ｂ、２２２ａ … 実装面
１２３、４２３ … 載置部
１２４、２２４、４２４ … 接続電極
１２５、２２５ … 外部端子
１２５ａ、２２５ａ、４２５ａ … アース端子
１２５ｂ … 水晶端子
１２６ａ、１２６ｂ、１２６ｃ、２２６ … 貫通電極
１２７ａ、２２７ａ … 枠状金属膜
１２７ｂ、４２７ｂ、６２７ｂ … 金属膜
１２７ｃ、２２７ｃ、４２７ｃ … アース金属膜
１２８、４２８ … 保持部
１２９ … キャスタレーション
１３０ … リッド板
１４０ … ＬＳＩ（Ｌａｒｇｅ Ｓｃａｌｅ Ｉｎｔｅｇｒａｔｉｏｎ）
１４１ … 温度センサ
１４２ … ヒーター回路
１４３ … 集積回路
１５０ … プリント基板
１５１ … シームリング
１５２ … 導電性接着剤
１５３ … ハンダ
２２１ … 第１凹部
２２２ … 第２凹部
２２２ｂ … 天井面
４２０ｄ … 第４層
６２７ｃ … 水晶金属膜

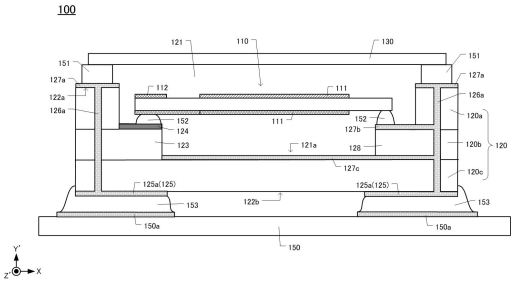
【図１】


100
130
A
111
110
112
121
121a
122a
123
124
127a
127b
128
129
125a
(125)
120c
120b
120a
120
127c
125
122b
Y'
X
Z'

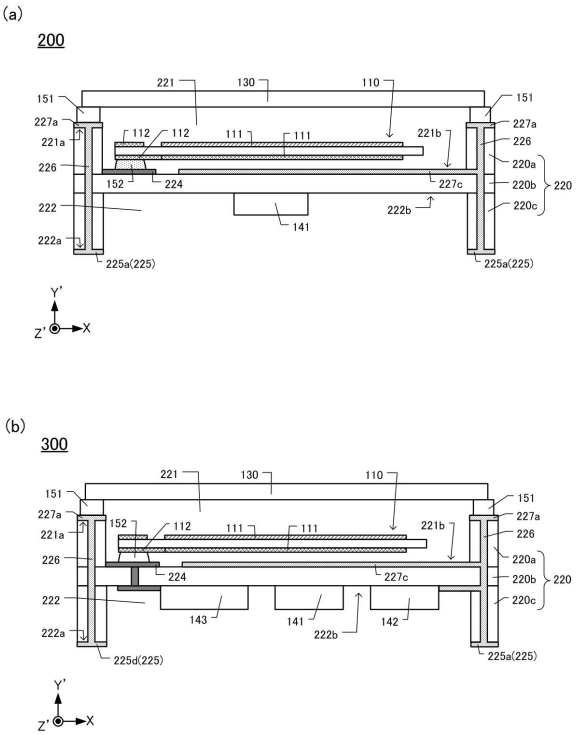
【図２】


(a)
120
A
124
127c
127a
129
126a
123
122a
127b
128
121a
(b)
126b
121
125a(125)
125b(125)
(c)
112
111
110
152
Y'
X
Z'

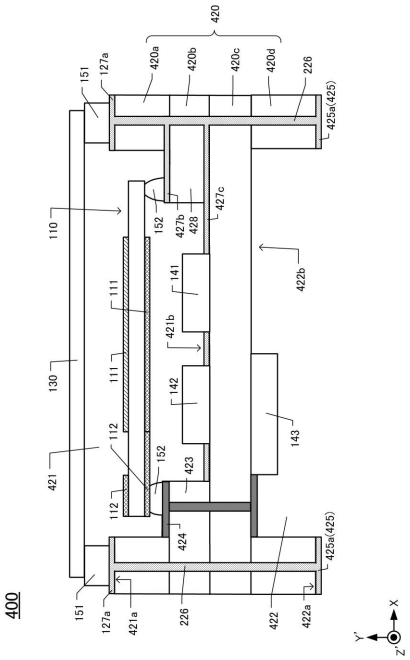
【図３】


100
121
110
130
151
127a
122a
126a
112
111
152
124
123
121a
128
127b
127c
120a
120b
120c
120
125a(125)
153
122b
150a
150
Y'
X
Z'

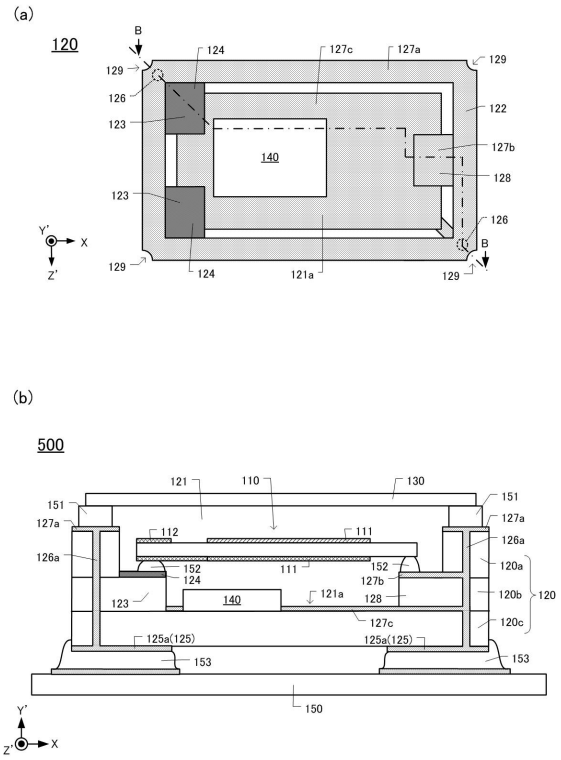
【図４】


(a)
200
221
130
110
151
227a
221a
226
112
111
221b
152
224
227c
220a
220b
220c
220
222
141
222b
222a
225a(225)
(b)
300
143
142
225d(225)
Y'
X
Z'

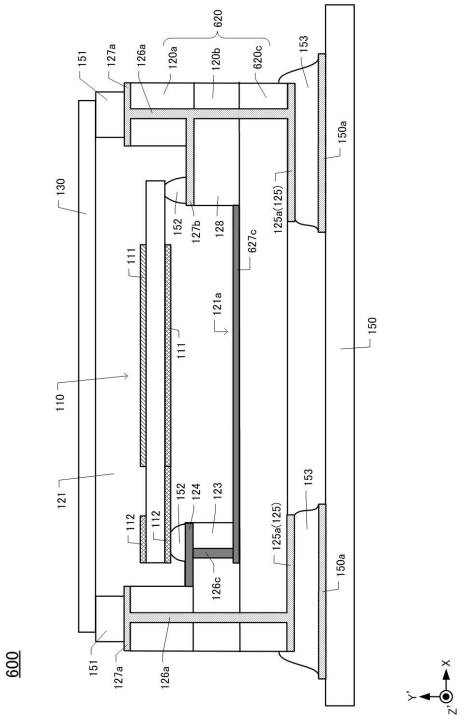
【図５】


400
420
420a
420b
420c
420d
151
127a
226
425a(425)
110
152
427b
428
427c
422b
111
141
421b
130
142
143
112
423
421
424
422
422a
X
Y'
Z'

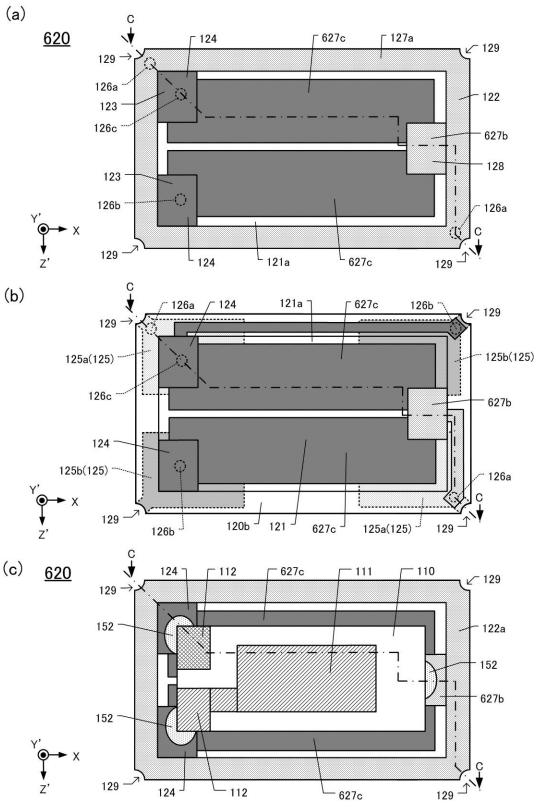
【図６】


(a)
120
B
124
127c
127a
129
126
123
122
140
127b
128
121a
(b)
500
121
110
130
151
127a
112
111
126a
152
124
120a
120b
120
120c
125a(125)
153
150
X
Y'
Z'

【図７】


600
620
151
127a
126a
120a
120b
620c
153
150a
130
152
127b
128
125a(125)
627c
111
121a
150
110
121
112
124
123
126c
X
Y'
Z'

【図８】


(a)
620
C
124
627c
127a
129
126a
123
126c
122
627b
128
126b
121a
(b)
125a(125)
125b(125)
120b
121
(c)
112
111
110
122a
152
X
Y'
Z'

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００９－００５１１７（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－０１０６７１（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－００９５７８（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２９８４３９（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－３０２７０１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－００５０９９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１９８２３７（ＪＰ，Ａ）
実開平０７－０１６４２２（ＪＰ，Ｕ）
特開２００８－２９４５８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－００８３８８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ２１／５４
２３／００－２３／０４
２３／０６－２３／１０
２３／１６－２３／２６
Ｈ０３Ｂ５／３０－５／４２
Ｈ０３Ｈ３／００７－３／０６
９／００－９／１３５
９／１５－９／２４
９／３０－９／４０
９／４６－９／６２
９／６６
９／７０
９／７４