(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年3月7日(07.03.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/044490 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/19 (2006.01)　*H03H 9/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/030259

(22) 国際出願日：　2018年8月14日(14.08.2018)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-168826　2017年9月1日(01.09.2017)　JP

(71) 出願人：株式会社村田製作所 (**MURATA MANUFACTURING CO., LTD.**) [JP/JP]；〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 Kyoto (JP).

(72) 発明者：坂井　基祥 (**SAKAI, Motoyoshi**)；〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 能登 和幸 (**NOTO, Kazuyuki**)；〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 小西 純 (**KONISHI, Jun**)；〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 池田 功 (**IKEDA, Isao**)；〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人：稲葉 良幸，外 (**INABA, Yoshiyuki** et al.)；〒1066123 東京都港区六本木６－１０－

(54) **Title:** PIEZOELECTRIC VIBRATOR

(54) 発明の名称：圧電振動子

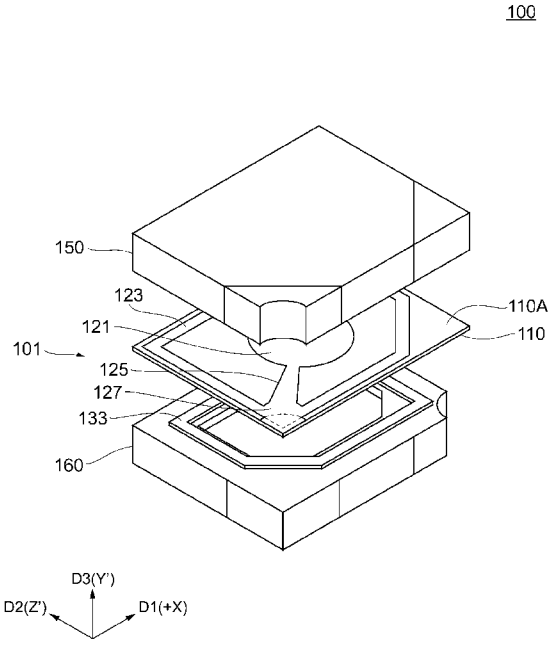


図 1

(57) **Abstract:** The present invention comprises: a piezoelectric substrate 110 having a first main surface 110A and a second main surface 110B that are mutually facing; a first excitation electrode 121 provided on the first main surface 110A of the piezoelectric substrate 110; a first connecting electrode 127 provided on the first main surface 110A of the piezoelectric substrate 110 and electrically connected to the first excitation electrode 121; a second excitation electrode 131 provided on the second main surface 110B of the piezoelectric substrate 110 and facing the first excitation electrode 121, having the piezoelectric substrate 110 interposed therebetween; a second connecting electrode 137 provided on the second main surface 110B of the piezoelectric substrate 110 and electrically connected to the second excitation electrode 131; a first exterior member 150 joined to the piezoelectric substrate 110, having a first sealing material 123 interposed therebetween, and covering the first excitation electrode 121, having a space therebetween; and a second exterior member 160 joined to the piezoelectric substrate 110, having the second conductive sealing material 133 interposed therebetween, and covering the second excitation electrode 131, having a space therebetween. The first exterior member 150 has: a first terminal 157 having an external shape that exposes at least part of the first connecting electrode 127; and a first external

WO 2019/044490 A1

［続葉有］

１　六本木ヒルズ森タワー２３階　ＴＭＩ総合法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

electrode 129 provided therein that covers both the section of the first connecting electrode 127 exposed from the first exterior member 150 and the first terminal 157 in the first exterior member 150.

(57) 要約：互いに対向する第１主面１１０Ａ及び第２主面１１０Ｂを有する圧電基板１１０と、圧電基板１１０の第１主面１１０Ａに設けられた第１励振電極１２１と、圧電基板１１０の第１主面１１０Ａに設けられ第１励振電極１２１と電気的に接続された第１接続電極１２７と、圧電基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられ圧電基板１１０を挟んで第１励振電極１２１と対向する第２励振電極１３１と、圧電基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられ第２励振電極１３１と電気的に接続された第２接続電極１３７と、第１封止材１２３を挟んで圧電基板１１０に接合され、空間を空けて第１励振電極１２１を覆う第１外装部材１５０と、第２封止材１３３を挟んで圧電基板１１０に接合され、空間を空けて第２励振電極１３１を覆う第２外装部材１６０とを備え、第１外装部材１５０は、第１接続電極１２７の少なくとも一部を露出させる外形を有する第１端子部１５７を有し、第１接続電極１２７の第１外装部材１５０からの露出部分と第１外装部材１５０の第１端子部１５７とを覆う第１外部電極１２９が設けられている。

明　細　書

発明の名称 ： 圧電振動子

技術分野

[0001] 本発明は、タイミングデバイスや荷重センサなどに利用される圧電振動子に関する。

背景技術

[0002] 圧電振動子は、移動体通信機などに搭載されており、例えばタイミングデバイスや荷重センサとして利用される。特に、圧電振動子の一種である水晶振動子は、圧電体に人工水晶を利用しており、高い周波数精度を有している。近年の電子機器の小型化に伴い、圧電振動子にも小型化が求められている。

[0003] 例えば、特許文献１には、圧電基板に接着剤を介して、第１及び第２外装部材が積層・一体化された積層体と、圧電基板の上面及び下面中央に設けられた励振電極と、励振電極に連ねられて圧電基板の端面近傍において両側縁に至るように設けられた引出電極と、積層体の側面に設けられて引出電極と電気的に接続する外部電極と、を備える圧電振動子が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－１６３５５８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１に記載の圧電振動子においては、引出電極の端面が外部電極と接触している。いわば、引出電極及び外部電極が、断面Ｔ字状に接続されている。これによれば、励振電極によって励振された振動が、引出電極を伝搬し、引出電極と外部電極との接触部分で反射されて励振電極に帰還し、圧電振動子の振動特性を劣化させる恐れがある。また、引出電極同士の短絡を避けるため圧電基板と外装部材を接着する接着剤は絶縁性接着剤であるため、

ろう材を用いた金属接合による接着と比べて気密性が低く、励振電極の酸化によって振動特性が劣化する恐れがある。

[0006] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、振動特性の劣化の抑制を図ることが可能な圧電振動子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

[0007] 本発明の一態様に係る圧電振動子は、互いに対向する第１主面及び第２主面を有する圧電基板と、圧電基板の第１主面に設けられた第１励振電極と、圧電基板の第１主面に設けられ第１励振電極と電気的に接続された第１接続電極と、圧電基板の第２主面に設けられ圧電基板を挟んで第１励振電極と対向する第２励振電極と、圧電基板の第２主面に設けられ第２励振電極と電気的に接続された第２接続電極と、第１封止材を挟んで圧電基板に接合され、空間を空けて第１励振電極を覆う第１外装部材と、第２封止材を挟んで圧電基板に接合され、空間を空けて第２励振電極を覆う第２外装部材とを備え、第１外装部材は、第１接続電極の少なくとも一部を露出させる外形を有する第１端子部を有し、第１接続電極の第１外装部材からの露出部分と第１外装部材の第１端子部とを覆う第１外部電極が設けられている。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、振動特性の劣化の抑制を図ることが可能な圧電振動子を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、第１実施形態にかかる水晶振動子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

[図2]図２は、図１に示した水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[図3]図３は、図２に示した水晶振動子のＩＩＩ－ＩＩＩ線に沿った断面の構成を概略的に示す断面図である。

[図4]図４は、第１実施形態にかかる水晶基板の構成を概略的に示す平面図である。

[図5]図５は、第１実施形態にかかる水晶振動子の外部基板への実装態様の一

例を概略的に示す図である。

[図6]図６は、第２実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[図7]図７は、第３実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[図8]図８は、第４実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[図9]図９は、第５実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[図10]図１０は、第６実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す平面図である。

[図11]図１１は、第６実施形態にかかる水晶振動子の外部基板への実装態様の一例を概略的に示す図である。

[図12]図１２は、第７実施形態にかかる水晶振動子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

[図13]図１３は、第７実施形態にかかる水晶振動子の構成を概略的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。但し、第２実施形態以降において、第１実施形態と同一又は類似の構成要素は、第１実施形態と同一又は類似の符号で表し、詳細な説明を適宜省略する。また、第２実施形態以降の実施形態において得られる効果について、第１実施形態と同様のものについては説明を適宜省略する。各実施形態の図面は例示であり、各部の寸法や形状は模式的なものであり、本願発明の技術的範囲を当該実施形態に限定して解するべきではない。

[0011] なお、以下の説明において、圧電振動子の一例として、水晶振動素子（Ｑｕａｒｔｚ　Ｃｒｙｓｔａｌ　Ｒｅｓｏｎａｔｏｒ）を備えた水晶振動子（Ｑｕａｒｔｚ　Ｃｒｙｓｔａｌ　Ｒｅｓｏｎａｔｏｒ　Ｕｎｉｔ）を例に挙

げて説明する。水晶振動素子は、印加電圧に応じて振動する圧電基板として水晶片（Ｑｕａｒｔｚ　Ｃｒｙｓｔａｌ　Ｅｌｅｍｅｎｔ）を利用するものである。但し、本発明の各実施形態に係る圧電振動子は水晶振動子に限定されるものではなく、セラミック等の他の圧電基板からなる圧電振動素子を利用するものであってもよい。

[0012] ＜第１実施形態＞

まず、図１～図４を参照しつつ、本発明の第１実施形態に係る水晶振動子１００の構成について説明する。図１は、第１実施形態にかかる水晶振動子の構成を概略的に示す分解斜視図である。図２は、図１に示した水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。図３は、図２に示した水晶振動子のＩＩＩ－ＩＩＩ線に沿った断面の構成を概略的に示す断面図である。図４は、第１実施形態にかかる水晶基板の構成を概略的に示す平面図である。なお、図中に示した第１方向Ｄ１、第２方向Ｄ２、及び第３方向Ｄ３は、それぞれ互いに直交する方向であるが、それぞれ互いに交差する方向であればこれに限定されるものではなく、互いに９０°以外の角度で交差する方向であってもよい。

[0013] 水晶振動子１００は、水晶振動素子１０１、第１外装部材１５０、及び第２外装部材１６０を備えている。水晶振動子１００は、水晶振動素子１０１が第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０に挟まれた、いわゆるサンドイッチ構造となっている。水晶振動子１００は圧電振動子の一種であり、印加電圧に応じて水晶振動素子１０１を励振させるものである。水晶振動素子１０１は、印加電圧に応じて振動する圧電体として水晶片を利用する。

[0014] 水晶振動素子１０１は、板状の水晶基板１１０を備えている。水晶基板１１０は、圧電基板に相当する。水晶基板１１０は、互いに対向する第１主面１１０Ａ及び第２主面１１０Ｂを有している。第１主面１１０Ａは、第１外装部材１５０と対向する側に位置し、第２主面１１０Ｂは、第２外装部材１６０と対向する側に位置している。

[0015] 水晶基板１１０は、例えば、ＡＴカット型の水晶片である。ＡＴカット型

の水晶片は、Ｘ軸及びＺ´軸によって特定される面と平行な面（以下、「ＸＺ´面」と呼ぶ。他の軸によって特定される面についても同様である。）が主面となるように、人工水晶から切り出された水晶の薄片状結晶である。なお、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸は、人工水晶の結晶軸であり、Ｙ´軸及びＺ´軸は、それぞれ、Ｙ軸及びＺ軸をＸ軸の周りにＹ軸からＺ軸の方向に３５度１５分±１分３０秒回転させた軸である。つまり、ＡＴカット型水晶片である水晶基板１１０において、第１主面１１０Ａ及び第２主面１１０Ｂは、それぞれＸＺ´面に相当する。なお、水晶片のカット角度は、ＡＴカット以外の異なるカット（例えばＢＴカットなど）を適用してもよい。

[0016] ＡＴカット型の水晶基板１１０は、Ｘ軸方向に平行な長辺が延在する長辺方向と、Ｚ´軸方向に平行な短辺が延在する短辺方向と、Ｙ´軸方向に平行な厚さが延在する厚さ方向を有する。水晶基板１１０は、第１主面１１０Ａを平面視したときに矩形状をなしており、略中央に位置し励振に寄与する励振部１１１と、励振部１１１を囲む周縁部１１２とを有している。励振部１１１及び周縁部１１２は連続しており、水晶基板１１０は、励振部１１１の厚さと周縁部１１２の厚さが略均一な平板構造である。但し、水晶基板１１０は板状であればこれに限定されるものではなく、例えば、励振部１１１が周縁部１１２よりも厚いメサ型構造であってもよい。また、水晶基板１１０は、励振部１１１が周縁部１１２よりも薄い逆メサ構造であってもよく、励振部１１１と周縁部１１２との厚みが連続的に変化するコンベックス形状又はベヘル形状であってもよい。水晶基板１１０が板状である場合、水晶基板１１０の励振部１１１は、水晶振動子１００の外部から作用する荷重によって変形しやすいため、振動特性が荷重に応じて敏感に変化する。したがって、荷重センサに好適な水晶振動子１００を提供することができる。なお、後述するように、励振部１１１と周縁部１１２との間にスリットが形成されてもよい。

[0017] 図１及び図２に示した構成例では、水晶基板１１０は、Ｘ軸が第１方向Ｄ１と平行となり、Ｚ´軸が第２方向Ｄ２と平行となり、Ｙ´軸が第３方向Ｄ

３と平行となるように配置されている。

[0018] ＡＴカット型の水晶片を用いた水晶振動素子は、広い温度範囲で高い周波数安定性を有し、また、経時変化特性にも優れている。また、低コストで製造することが可能である。このため、タイミングデバイスとして好適に利用することができる。また、外部からの荷重に敏感であり、歪みに応じて励振周波数が変化するため、荷重センサとしても好適に利用することができる。なお、ＡＴカット型の水晶振動素子は、厚みすべり振動モード（Ｔｈｉｃｋｎｅｓｓ　Ｓｈｅａｒ　Ｍｏｄｅ）を主振動として用いられる。

[0019] 水晶振動素子１０１は、一対の電極を構成する第１励振電極１２１及び第２励振電極１３１を備えている。第１励振電極１２１及び第２励振電極１３１は、励振部１１１に設けられている。第１励振電極１２１は、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａに設けられている。第２励振電極１３１は、水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられている。第１励振電極１２１と第２励振電極１３１は、第３方向Ｄ３において、水晶基板１１０を挟んで互いに対向している。第１励振電極１２１と第２励振電極１３１とは、ＸＺ´面において略全体が重なり合うように配置されている。第１励振電極１２１及び第２励振電極１３１は、それぞれ、第１主面１１０Ａ及び第２主面１１０Ｂを平面視したとき円形状に設けられている。但し、第１励振電極１２１及び第２励振電極１３１の形状は上記に限定されるものではなく、多角形状、楕円形状、及びこれらを組み合わせた形状であってもよく、例えば矩形状であってもよい。

[0020] 水晶振動素子１０１は、導電性を有する第１導電性封止材１２３及び第２導電性封止材１３３を備えている。第１導電性封止材１２３及び第２導電性封止材１３３は、それぞれ第１封止材及び第２封止材に相当する。第１導電性封止材１２３及び第２導電性封止材１３３は、水晶基板１１０の周縁部１１２に設けられている。第１導電性封止材１２３は、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａに設けられている。第１導電性封止材１２３は、第１主面１１０Ａを平面視したとき、第１励振電極１２１を囲む枠状に形成されている。

第２導電性封止材１３３は、水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられている。第２導電性封止材１３３は、第２主面１１０Ｂを平面視したとき、第２励振電極１３１を囲む枠状に形成されている。

[0021] 水晶振動素子１０１は、第１引出電極１２５及び第２引出電極１３５を備えている。第１引出電極１２５は、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａに設けられている。第１引出電極１２５は、第１励振電極１２１と第１導電性封止材１２３とを電気的に接続している。第２引出電極１３５は、水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられている。第２引出電極１３５は、第２励振電極１３１と第２導電性封止材１３３とを電気的に接続している。

[0022] 水晶振動素子１０１は、第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７を備えている。第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７は、水晶基板１１０の周縁部１１２に設けられている。第１接続電極１２７は、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａに設けられている。第２接続電極１３７は、水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられている。

[0023] 第１接続電極１２７は、第１導電性封止材１２３と連続している。言い換えると、第１接続電極１２７が第１導電性封止材１２３の一部を形成している。また、第１接続電極１２７には第１引出電極１２５が直接繋がっている。第２接続電極１３７は、第２導電性封止材１３５から離れた外側に設けられており、第３引出電極１３６によって第２導電性封止材１３５に電気的に接続されている。第３引出電極１３６は、水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられている。つまり、第１接続電極１２７は第１導電性封止材１２３に電気的に接続され、第２接続電極１３７は第２導電性封止材１３３に電気的に接続されている。なお、第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７は、それぞれ第１導電性封止材１２３及び第２導電性封止材１３３に電気的に接続されていれば上記の構成に限定されるものではない。例えば、第１接続電極１２７が第１導電性封止材１２３から離れており、第１接続電極１２７と第１導電性封止材１２３とが引出電極によって電気的に接続されていてもよい。また、第３引出電極１３６が省略され、第２接続電極１３７が第２

導電性封止材１３３の一部を形成していてもよい。

[0024] 上記したように、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａには、第１励振電極１２１、第１導電性封止材１２３、第１引出電極１２５、及び第１接続電極１２７からなる電極群が形成され、水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂには、第２励振電極１３１、第２導電性封止材１３３、第２引出電極１３５、及び第２接続電極１３７からなる電極群が形成されている。

[0025] ここで、図４に示すように水晶基板１１０の第１主面１１０Ａを平面視した場合における、第１主面１１０Ａ側の電極群と第２主面１１０Ｂ側の電極群との位置関係について説明する。第１導電性封止材１２３及び第２導電性封止材１３３は離れており、第１引出電極１２５及び第２引出電極１３５は離れており、第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７は離れている。

[0026] 第１導電性封止材１２３は、第２導電性封止材１３３と重ならないように、第２導電性封止材１３３の外側、すなわち励振部１１１から離れる側に設けられている。つまり、第２導電性封止材１３３が第１励振電極１２１及び第２励振電極１３１を囲み、第１導電性封止材１２３が第２導電性封止材１３３を囲んでいる。これによれば、第１導電性封止材１２３と第２導電性封止材１３３との間での水晶基板１１０の励振を抑制し、励振部１１１における振動への不要振動の混入を低減することができる。なお、第１導電性封止材１２３及び第２導電性封止材１３３は、互いに少なくとも一部が重なっていなければ、互いの一部が重なっていてもよい。例えば、第１導電性封止材１２３の内側の一部が第２導電性封止材１３３と重なり、第１導電性封止材１２３の外側の一部が第２導電性封止材１３３と重なっていない配置であってもよい。

[0027] 第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７は、水晶基板１１０の端部に設けられている。具体的には、第１接続電極１２７は、水晶基板１１０の第１方向Ｄ１負方向側の短辺と第２方向Ｄ２負方向側の長辺とによって形成される角部に配置されている。第２接続電極１３７は、水晶基板１１０の第１方向Ｄ１正方向側の短辺と第２方向Ｄ２負方向側の長辺とによって形成され

る角部に配置されている。つまり、第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７は、水晶基板１１０の同じ端辺側に設けられている。これによれば、第１接続電極１２７と第２接続電極１３７との間での水晶基板１１０の励振を抑制し、励振部１１１における振動への不要振動の混入を低減することができる。なお、第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７は、水晶基板１１０の端部に延在していれば上記に限定されるものではなく、対角に位置する角部に設けられてもよく、角部から離れた端辺中央部に設けられてもよい。

[0028] 第２接続電極１３７は、第１導電性封止材１２３の外側において、第１導電性封止材１２３と重ならないように配置されている。これによれば、第２接続電極１３７と第１導電性封止材１２３との間での水晶基板１１０の励振を抑制することができる。なお、第２接続電極１３７と第１導電性封止材１２３とは、少なくとも互いの一部が重ならないように配置されていればよい。例えば、第２接続電極１３７の励振部１１１側の一部が第１導電性封止材１２３と重なり、且つ第２接続電極１３７の他部が第１導電性封止材１２３と重ならないように配置されてもよい。同様に、第１接続電極１２７は、第２導電性封止材１３３の外側において第２導電性封止材１３３と重ならないように配置されているが、第１接続電極１２７と第２導電性封止材１３３とは、少なくとも互いの一部が重ならないように配置されていればよい。

[0029] 第１引出電極１２５は、第１励振電極１２１と第１接続電極１２７とを繋ぐ方向に延在しており、第２引出電極１３５は、第２励振電極１３１と第２接続電極１３７とを繋ぐ方向に延在している。つまり、第１引出電極１２５及び第２引出電極１３５は、励振部１１１から見て、互いに異なる方向に延在している。なお、第３引出電極１３６は、第２引出電極１３５と同一直線上に並んでいる。これによれば、第１引出電極１２５と第２引出電極１３５との間での水晶基板１１０の励振を抑制し、励振部１１１における振動への不要振動の混入を低減することができる。

[0030] 第１引出電極１２５は、水晶基板１１０を挟んで、第２導電性封止材１３３と１点で交差している。また、第３引出電極１３６は、水晶基板１１０を

挟んで、第１導電性封止材１２３と１点で交差している。これによれば、第１主面１１０Ａ側の電極群と第２主面１１０Ｂ側の電極群との対向面積を小さくすることができる。つまり、周縁部１１２での不要振動の励振を抑制し、励振部１１１における振動への不要振動の混入を低減することができる。なお、第１引出電極１２５及び第２導電性封止材１３３は略直交しており、第３引出電極１３６及び第１導電性封止材１２３は略直交している。これによって、第１主面１１０Ａ側の電極群と第２主面１１０Ｂ側の電極群との対向面積をさらに小さくすることができる。

[0031] 水晶基板１１０の第１主面１１０Ａに形成された電極群は、同一材料によって一体的・連続的に形成されている。水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂに形成された電極群も、同一材料によって一体的・連続的に形成されている。各々の電極群の材料は、特に限定されるものではないが、例えば、下地層として水晶基板１１０に接する側にクロム（Ｃｒ）層を有し、表層として下地層よりも水晶基板１１０から遠い側に金（Ａｕ）層を有している。下地層に酸素との反応性が高い金属層を設けることで水晶基板１１０と電極群との密着力が向上し、表層に酸素との反応性が低い金属層を設けることで励振電極の劣化が抑制され電気的信頼性が向上する。

[0032] 第１外装部材１５０は、水晶基板１１０の励振部１１１を収容する一対の保持器の一方に相当する。第１外装部材１５０は、凹状をなしており、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａに向かって開口した箱状である。第１外装部材１５０は、第１導電性封止材１２３を挟んで水晶基板１１０に接合されて、内部空間１１５を空けて第１励振電極１２１を覆っている。なお、第１外装部材１５０の形状は、励振部１１１が励振可能であれば特に限定されるものではなく、例えば、水晶基板１１０に対向する平面状の主面を有する平板状や、水晶基板１１０を内側に収容可能な筒状、などであってもよい。

[0033] 図３に示すように、第１外装部材１５０は、天壁部１５１及び側壁部１５２を備えている。天壁部１５１は、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａに対向している。側壁部１５２は、天壁部１５１の外縁に接続されており且つ天

壁部１５１の主面に対して交差する方向に延在している。

[0034] 第１外装部材１５０は、対向面１５３、内面１５４、外主面１５５、及び外側面１５６を有している。対向面１５３は、側壁部１５２の先端において、水晶基板１１０のうち周縁部１１２の第１主面１１０Ａに対向する面であり、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａを平面視したとき第１励振電極１２１を囲むように枠状に延在している。内面１５４は、天壁部１５１及び側壁部１５２の内部空間１１５側に位置し、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａを平面視したとき第１主面１１０Ａと重なる内主面と第１励振電極１２１を囲む内側面とからなる面である。外主面１５５は、天壁部１５１の内部空間１１５とは反対側に位置し、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａを平面視したとき第１主面１１０Ａと重なる面である。外側面１５６は、側壁部１５２の内部空間１１５とは反対側に位置し、対向面１５３と外主面１５５とを繋ぐ面である。

[0035] 図２に示すように、第１外装部材１５０には、第１端子部１５７が形成されている。第１端子部１５７は、第１接続電極１２７の少なくとも一部を露出させるための構造である。第１端子部１５７は、第１外装部材１５０の外主面１５５を平面視したとき、第１外装部材１５０の角部に形成された凹みであり、外側面１５６と繋がっている。つまり、第１端子部１５７は、第１接続電極１２７の少なくとも一部を第１外装部材１５０の端部から露出させている。第１端子部１５７は、第３方向Ｄ３に沿って、対向面１５３側から外主面１５５側に亘って形成されている。

[0036] 第２外装部材１６０は、水晶基板１１０の励振部１１１を収容する一対の保持器の他方に相当する。第２外装部材１６０は、第１外装部材１５０同様に凹状をなしており、水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂに向かって開口した箱状である。第２外装部材１６０は、第２導電性封止材１３３を挟んで水晶基板１１０に接合されて、内部空間１１６を空けて第２励振電極１３１を覆っている。なお、第２外装部材１６０は、第１外装部材１５０と同様の構成であるため、構成の詳細な説明は適宜省略する。

[0037] 第２外装部材１６０は、天壁部１６１及び側壁部１６２を備えている。天壁部１６１は、水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂに対向している。側壁部１６２は、天壁部１６１の外縁に接続されており且つ天壁部１６１の主面に対して交差する方向に延在している。第２外装部材１６０は、対向面１６３、内面１６４、外主面１６５、及び外側面１６６を有している。対向面１６３は、水晶基板１１０のうち周縁部１１２の第２主面１１０Ｂに対向する面である。内面１６４は、天壁部１６１及び側壁部１６２の内部空間１１６側に位置する面である。外主面１６５は、天壁部１５１の内部空間１１６とは反対側に位置する面である。外側面１６６は、対向面１６３と外主面１６５とを繋ぐ面である。

[0038] 第２外装部材１６０にも、第１外装部材１５０と同様に、第２端子部１６７が形成されている。第２端子部１６７は、第２接続電極１３７の少なくとも一部を露出させるための構造である。第１端子部１５７は、第１外装部材１５０の外主面１５５を平面視したとき、第２外装部材１６０の角部に形成された凹みであり、外側面１６６と繋がっている。第２端子部１６７は、第３方向Ｄ３に沿って、対向面１６３側から外主面１６５側に亘って形成されている。

[0039] 第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０は、水晶基板１１０を構成する材料と同じ材料、すなわち人工水晶によって形成されている。これによれば、第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０と水晶基板１１０との熱膨張率の違いに起因した歪みを抑制することができる。第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０の一方が人工水晶によって形成され、他方が人工水晶とは異なる材料によって形成されてもよい。これによれば、少なくとも外装部材の一方と水晶基板との間での熱膨張率の違いに起因した歪みを抑制することができる。なお、第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０を構成する材料は、水晶に限定されるものではない。例えば、第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０は、セラミックによって形成されてもよい。その場合、熱膨張率が水晶に近いセラミックによって形成されることが望ましい。

[0040] 水晶基板１１０の第１主面１１０Ａを平面視したとき、第１端子部１５７及び第２端子部１６７は、それぞれ水晶基板１１０の異なる角部と重なるように、且つ水晶基板１１０の同じ側に形成されている。すなわち、第１端子部１５７及び第２端子部１６７は、水晶基板１１０の第２方向Ｄ２負方向側の長辺に沿って並んでいる。なお、第１端子部１５７及び第２端子部１６７が形成される角部は、第２方向Ｄ２負方向側に限定されるものではなく、第２方向Ｄ２正方向側、第１方向Ｄ１正方向側、及び第１方向Ｄ１負方向側であってもよい。また、第１端子部１５７及び第２端子部１６７は、水晶基板１１０の対角に位置する角部に重なるように形成されてもよい。

[0041] 第１端子部１５７及び第２端子部１６７は、それぞれ、第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７を露出させることができるのであれば、形成される箇所を角部に限定されるものではない。第１接続電極１２７が水晶基板１１０の角部から離れた端辺（矩形状の水晶基板１１０にあっては長辺又は短辺）中央部に設けられる場合には、第１端子部１５７が第１外装部材１５０の外主面１５５を平面視したときの第１外装部材１５０の端辺中央部に形成されてもよい。第２接続電極１３７が水晶基板１１０の角部から離れた端辺中央部に設けられる場合には、第２端子部１６７が第２外装部材１６０の外主面１６５を平面視したときの第２外装部材１６０の端辺中央部に形成されてもよい。第１端子部１５７は、対向面１５３側に形成され且つ外主面１５５から離れた凹みであってもよく、第２端子部１６７は、対向面１６３側に形成され且つ外主面１６５から離れた凹みであってもよい。また、第１端子部１５７は、第１外装部材１５０の側壁部１５２を貫通する貫通孔であってもよく、第２端子部１６７は、第２外装部材１６０の側壁部１６２を貫通する貫通孔であってもよい。

[0042] 第１外装部材１５０の対向面１５３が、第１導電性封止材１２３を挟んで、水晶基板１１０の周縁部１１２の第１主面１１０Ａに接合される。これによって、第１外装部材１５０は、水晶基板１１０の励振部１１１が励振可能となるように、第１励振電極１２１を内部空間１１５に封止している。また

、第２外装部材１６０の対向面１６３が、第２導電性封止材１３３を挟んで、水晶基板１１０の周縁部１１２の第２主面１１０Ｂに接合される。これによって、第２外装部材１６０は、水晶基板１１０の励振部１１１が励振可能となるように、第２励振電極１３１を内部空間１１６に封止している。なお、第１外装部材１５０の対向面１５３と水晶基板１１０の第１主面１１０Ａとの間には、第１導電性封止材１２３の他に少なくとも１つの部材が設けられてもよい。例えば、第１外装部材１５０の対向面１５３に、金属との密着性を向上させるメタライズ層が形成されていてもよい。また、第１導電性封止材１２３の上に共晶金錫（Ａｕ－Ｓｎ）合金からなるろう材が設けられてもよい。第２外装部材１６０の対向面１６３と水晶基板１１０の第２主面１１０Ｂとの間にも、メタライズ層やろう材等が設けられてもよい。

[0043] 内部空間１１５及び内部空間１１６の気圧は、大気圧よりも低圧な真空状態であることが好ましい。これによれば、第１励振電極１２１及び第２励振電極１３１の酸化による重量変化に起因した、水晶振動子１００の振動特性の経時的な変動を低減することができる。また、第１引出電極１２５及び第２引出電極１３５の酸化による導電性の低下に起因した、水晶振動子１００動作不良を抑制することができる。なお、内部空間１１５及び内部空間１１６の残留ガスは例えば酸素（O_2）を含む空気であるが、金属との反応性が低い不活性ガス、酸素との反応性が高い還元性ガス、などに置換されてもよい。これによれば、各種電極の酸化を抑制することができる。

[0044] 第１外装部材１５０は、第１励振電極１２１との間に内部空間１１５を形成できるものであれば上記の凹状に限定されない。同様に、第２外装部材１６０も、第２励振電極１３１との間に内部空間１１６を形成できるものであれば上記の凹状に限定されない。例えば、水晶基板１１０の周縁部１１２が励振部１１１より厚い場合には、第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０の少なくとも一方が平板状であってもよい。

[0045] 水晶振動子１００には、第１励振電極１２１及び第２励振電極１３１のそれぞれに電気的に接続された第１外部電極１２９及び第２外部電極１３９が

形成されている。第１外部電極１２９は、第１外装部材１５０の外主面１５５及び外側面１５６の一部を覆い、第１端子部１５７を覆っている。さらに、第１外部電極１２９は、第２外装部材１６０の外主面１６５及び外側面１６６の一部を覆っている。第２外部電極１３９は、第２外装部材１６０の外主面１６５及び外側面１６６の一部を覆い、第２端子部１６７を覆っている。さらに、第２外部電極１３９は、第１外装部材１５０の外主面１５５及び外側面１５６の一部を覆っている。これによれば、第１外部電極１２９は、第１外装部材１５０にビアホールを設けることなく、水晶振動素子１０１の端部において第１接続電極１２７に電気的に接続することができる。また、第２外部電極１３９は、第２外装部材１６０にビアホールを設けることなく、水晶振動素子１０１の端部において第２接続電極１３７に電気的に接続することができる。したがって、内部空間１１５及び内部空間１１６の気密性の低下を抑制し、第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０の機械的強度の低下を抑制することができる。

[0046] 第１外部電極１２９は、第１端子部１５７によって第１外装部材１５０から露出した部分の第１接続電極１２７を覆っている。第２励振電極１３１は、第２端子部１６７によって第２外装部材１６０から露出した部分の第２接続電極１３７を覆っている。これによれば、第１外部電極１２９と第１接続電極１２７との接触面積を拡大することができる。したがって、第１外部電極１２９と第１接続電極１２７との電気的接続を安定化させることができる。また、第２外部電極１３９と第２接続電極１３７との接触面積を拡大させることができ、第２外部電極１３９と第２接続電極１３７との電気的接続を安定化させることができる。

[0047] より具体的には、第１外部電極１２９が、第１接続電極１２７の端面だけではなく表面の一部にも接触している。第２外部電極１３９が、第２接続電極１３７の端面だけではなく表面の一部にも接触している。これによれば、励振部１１１において励振された振動が第１引出電極１２５を伝搬して第１接続電極１２７へと至った際に、当該伝搬振動の第１接続電極１２７と第１

外部電極１２９との接触部分における反射を抑制することができる。つまり、伝搬振動の第１励振電極１２１への帰還を低減することができる。同様に、伝搬振動の第２接続電極１３７と第２外部電極１３９との接触部分における反射を抑制することができ、第１励振電極１２１への帰還を低減することができる。したがって、励振部１１１において励振される振動への伝搬振動の混入を低減することができ、振動特性の劣化を抑制することができる。

[0048] 第１外部電極１２９は第１接続電極１２７よりも厚く、第２外部電極１３９は第２接続電極１３７よりも厚い。これによれば、外部電極から接続電極への振動の伝搬を低減することができる。

[0049] 第１外部電極１２９及び第２外部電極１３９は、それぞれ第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７の一部と重なっているので、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａを平面視したとき水晶基板１１０の角部に設けられている。これによれば、第１接続電極１２７及び第１外部電極１２９が水晶基板１１０の端辺中央部に設けられる構成に比べて、第１外部電極１２９と第１励振電極１２１との間の距離を長大化することができる。したがって、第１引出電極１２５を伝搬する励振部１１１からの振動を減衰させることができる。同様に、第２引出電極１３５を伝搬する励振部１１１からの振動を減衰させることができる。

[0050] また、第１外部電極１２９及び第２外部電極１３９は、水晶基板１１０の同じ側の端部、具体的には第２方向Ｄ２負方向側の長辺に沿った端部に並んでいる。これによれば、第１外部電極１２９及び第２外部電極１３９が設けられた側を外部基板に向けて、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａ及び第２主面１１０Ｂが外部基板に対して立っている、いわゆる縦置き配置で水晶振動子１００を実装することができる。なお、第１外部電極１２９及び第２外部電極１３９は、それぞれ第１接続電極１２７及び第２接続電極１３７に電気的に接続されれば配置を限定されるものではなく、水晶基板１１０の対角に位置する角部や、角部から離れた端辺中央部に設けられてもよい。

[0051] 水晶振動子１００は、第１外部電極１２９及び第２外部電極１３９を通し

て、第１励振電極１２１と第２励振電極１３１との間に交番電圧が印加される。これにより、厚みすべり振動モードなどの所定の振動モードによって水晶基板１１０の励振部１１１が振動し、該振動に伴う振動特性が得られる。この振動特性を利用し、特定の周波数で振動するタイミングデバイスとして水晶振動子１００を利用することができる。また、水晶基板１１０の第１主面１１０Ａに沿った方向の荷重を受けた場合、励振部１１１に歪みが生じ、水晶振動子１００の振動特性が変化する。この振動特性の変化を利用し、荷重を測定する荷重センサとして水晶振動子１００を利用することができる。

[0052] 次に、図５を参照しつつ、水晶振動子１００の実装態様の一例について説明する。図５は、第１実施形態にかかる水晶振動子の外部基板への実装態様の一例を概略的に示す図である。

[0053] 水晶振動子１００は、はんだ１９１及びはんだ１９２によって、外部基板１９０に実装される。はんだ１９１は、第１外部電極１２９と外部基板１９０を電気的に接続し、はんだ１９２は、第２外部電極１３９と外部基板１９０を電気的に接続している。水晶振動子１００は、第１端子部１５７、第２端子部１６７、外側面１５６、及び外側面１６６が外部基板１９０と対向し、第１外装部材１５０の外主面１５５が外部基板１９０の実装面１９０Ａと略直交する方向に延在している。つまり、水晶基板１１０が外部基板１９０に対して立っている、いわゆる縦置き配置となっている。これによれば、水晶振動子１００の実装面積を低減することができる。また、水晶基板１１０が外部基板１９０に対して寝ている横置き配置と比較すると、外部基板１９０の実装面１９０Ａの法線方向に沿った荷重に基づく励振部１１１の歪みが大きい。すなわち、縦置き配置の水晶振動子１００は、荷重に対する振動特性の変化が大きい。このため、外部基板１９０の実装面１９０Ａの法線方向に沿った荷重を検知する荷重センサとして好適に利用することができる。

[0054] はんだ１９１及びはんだ１９２は、それぞれ、第１端子部１５７及び第２端子部１６７に沿って濡れ広がっている。言い換えると、はんだ１９１及びはんだ１９２は、第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０の凹みに入り

込んでいる。これによれば、第１外部電極１２９及び第２外部電極１３９の面積拡大及びアンカー効果によって、水晶振動子１００の実装姿勢を安定化し、水晶振動子１００の外部基板１９０に対する接合強度を向上させることができる。

[0055] 以下に、他の実施形態について説明する。以下のそれぞれの実施形態では、上記の第１実施形態と共通の事柄については記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。第１実施形態と同様の符号が付された構成は、第１実施形態における構成と同様の構成及び機能を有するものとし、詳細な説明を省略する。同様の構成による同様の作用効果については言及しない。

[0056] ＜第２実施形態＞

図６を参照しつつ、第２実施形態にかかる水晶振動子の構成について説明する。図６は、第２実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[0057] 水晶振動子２００は、水晶基板２１０と、第１外装部材２５０と、第２外装部材２６０とを備えている。第１外装部材２５０は、外主面２５５及び外側面２５６を有している。第１外装部材２５０には第１端子部２５７が形成されている。第２外装部材２６０は、外主面２６５及び外側面２６６を有している。第２外装部材２６０には第２端子部２６７が形成されている。水晶振動子２００には、第１端子部２５７によって第１外装部材２５０から露出した第１接続電極２２７を覆う第１外部電極２２９が形成されている。また、水晶振動子２００には、第２端子部２６７によって第２外装部材２６０から露出した、図示されない第２接続電極を覆う第２外部電極２３９が形成されている。

[0058] 第２実施形態にかかる水晶振動子２００は、第２外装部材２６０に第３端子部２６８が形成され、第１外装部材２５０に第４端子部２５８が形成されている点で、第１実施形態にかかる水晶振動子１００と相違している。

[0059] 第２外装部材２６０の第３端子部２６８は、第１外装部材２５０の第１端子部２５７と対向するように設けられており、水晶基板２１０の角部を露出

させる外形を有している。また、第３端子部２６８は、第２外装部材２６０の外側面２６６に沿って、外主面２６５に亘って形成されている。第１外部電極２２９は、第３端子部２６８にも設けられ、第３端子部２６８によって露出される水晶基板２１０の角部の第２主面にも設けられる。第３端子部２６８は、例えば、水晶基板２１０を挟んで第１端子部２５７と対称な形状である。

[0060] 第１外装部材２５０の第４端子部２５８は、第２外装部材２６０の第２端子部２６７と対向するように設けられており、水晶基板２１０の角部を露出させる外形を有している。また、第４端子部２５８は、第１外装部材２５０の外側面２５６に沿って、外主面２５５に亘って形成されている。第２外部電極２３９は、第４端子部２５８にも設けられ、第４端子部２５８によって露出される水晶基板２１０の角部の第１主面にも設けられる。第４端子部２５８は、例えば、水晶基板２１０を挟んで第２端子部２６７と対称な形状である。第３端子部２６８は、第１端子部２５７と非対称な形状であってもよく、第４端子部２５８は、第２端子部２６７と非対称な形状であってもよい。

[0061] 第３端子部２６８及び第４端子部２５８が形成されているため、第１外部電極２２９及び第２外部電極２３９の面積拡大や、はんだが第３端子部２６８及び第４端子部２５８に入り込むことによるアンカー効果によって、第１外部電極２２９及び第２外部電極２３９のはんだに対する接合強度をさらに向上させることができる。また、水晶振動子２００を縦置き配置によって外部基板へと実装する際に、はんだの濡れ広がり方を対称に近付けることができるため、水晶振動子２００の実装姿勢を安定することができる。

[0062] ＜第３実施形態＞

図７を参照しつつ、第３実施形態にかかる水晶振動子の構成について説明する。図７は、第３実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[0063] 水晶振動子３００は、水晶基板３１０と、第１外装部材３５０と、第２外

装部材３６０とを備えている。第１外装部材３５０は、外主面３５５及び外側面３５６を有している。第１外装部材３５０には第１端子部３５７が形成されている。第２外装部材３６０は、外主面３６５及び外側面３６６を有している。第２外装部材３６０には第２端子部が形成されている。第２外装部材３６０には第３端子部３６８が形成され、第１外装部材２５０には第４端子部３５８が形成されている。水晶振動子３００には、第１端子部３５７によって第１外装部材３５０から露出した第１接続電極３２７を覆う第１外部電極３２９が形成され、図示しない第２端子部によって第２外装部材３６０から露出した、図示しない第２接続電極を覆う第２外部電極３３９が形成されている。

[0064] 第３実施形態にかかる水晶振動子３００は、第２端子部及び第４端子部３５８が第１端子部３５７及び第３端子部３６８が形成された角部の対角に位置する角部に形成されている点で、第２実施形態にかかる水晶振動子２００と相違している。

[0065] このような水晶振動子３００においても、上記したのと同様の効果を得ることができる。

[0066] ＜第４実施形態＞

図８を参照しつつ、第４実施形態にかかる水晶振動子の構成について説明する。図８は、第４実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[0067] 水晶振動子４００は、水晶基板４１０と、第１外装部材４５０と、第２外装部材４６０とを備えている。第１外装部材４５０は、外主面４５５及び外側面４５６を有している。第１外装部材４５０には第１端子部４５７が形成されている。第２外装部材４６０は、外主面４６５及び外側面４６６を有している。第２外装部材４６０には第２端子部が形成されている。第２外装部材４６０には第３端子部４６８が形成され、第１外装部材２５０には第４端子部４５８が形成されている。水晶振動子４００には、第１端子部４５７によって第１外装部材４５０から露出した第１接続電極４２７を覆う第１外部

電極４２９が形成され、図示しない第２端子部によって第２外装部材４６０から露出した、図示しない第２接続電極を覆う第２外部電極４３９が形成されている。

[0068] 第４実施形態にかかる水晶振動子４００は、第１端子部４５７及び第３端子部４６８が角部から離れた端辺中央部に形成され、第２端子部及び第４端子部４５８が角部から離れた端辺中央部に形成されている点で、第２実施形態にかかる水晶振動子２００と相違している。

[0069] このような水晶振動子４００においても、上記したのと同様の効果を得ることができる。

[0070] ＜第５実施形態＞

図９を参照しつつ、第５実施形態にかかる水晶振動子の構成について説明する。図９は、第５実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す斜視図である。

[0071] 水晶振動子５００は、水晶基板５１０と、第１外装部材５５０と、第２外装部材５６０とを備えている。第１外装部材５５０は、外主面５５５及び外側面５５６を有している。第１外装部材５５０には第１端子部５５７が形成されている。第２外装部材５６０は、外主面５６５及び外側面５６６を有している。第２外装部材５６０には第２端子部が形成されている。第２外装部材５６０には第３端子部５６８が形成され、第１外装部材２５０には第４端子部が形成されている。水晶振動子５００には、第１端子部５５７によって第１外装部材５５０から露出した第１接続電極５２７を覆う第１外部電極５２９が形成され、図示しない第２端子部によって第２外装部材５６０から露出した、図示しない第２接続電極を覆う第２外部電極５３９が形成されている。

[0072] 第５実施形態にかかる水晶振動子５００は、第１端子部５５７が水晶基板５１０と対向する対向面側に形成され且つ外主面５５５から離れた凹みであり、第３端子部５６８が水晶基板５１０と対向する対向面側に形成され且つ外主面５６５から離れた凹みである点で、第３実施形態にかかる水晶振動子

３００と相違している。図示されていないが、第２端子部及び第４端子部についても同様の構成である。すなわち、第１外装部材５５０は、外主面５５５から平面視したとき矩形状であり、第２外装部材５６０は、外主面５６５から平面視したとき矩形状である。

[0073] このような水晶振動子５００においても、上記したのと同様の効果を得ることができる。

[0074] ＜第６実施形態＞

図１０及び図１１を参照しつつ、第６実施形態にかかる水晶振動子６００の構成及び外部基板６９０への搭載態様について説明する。図１０は、第６実施形態に係る水晶振動子の構成を概略的に示す平面図である。図１１は、第６実施形態にかかる水晶振動子の外部基板への実装態様の一例を概略的に示す図である。

[0075] 水晶振動子６００は、水晶基板６１０、第１外装部材６５０、第２外装部材６６０、第１外部電極６２９、及び第２外部電極６３９を備えている。角部の１つにおいて、第１外部電極６２９は、第１外装部材６５０の外主面６５５、外側面６５６、及び第１端子部６５７に設けられ、第２外装部材６６０の外主面６６５及び外側面６６６に設けられている。別の角部において、第２外部電極６３９は、第１外装部材６５０の外主面６５５及び外側面６５６に設けられ、第２外装部材６６０の外主面６６５、外側面６６６、及び第２端子部６６７に設けられている。

[0076] 第６実施形態にかかる水晶振動子６００は、第１外部電極６２９が第２外装部材６６０の外主面６６５に延在する接合部６２９Ａを有し、第２外部電極６３９が第２外装部材６６０の外主面６６５に延在する接合部６３９Ａを有している点で、第１実施形態にかかる水晶振動子１００と相違している。

[0077] 第１外部電極６２９の接合部６２９Ａは、第２外装部材６６０の外主面６６５の中央部に延在している。第２外部電極６３９の接合部６３９Ａは、第２外装部材６６０の外主面６６５の中央部に延在している。接合部６２９Ａ及び接合部６３９Ａは、第１方向Ｄ１において間隔を空けて並んでいる。

[0078] 図１１に示すように、水晶振動子６００は、第２外装部材６６０の外主面６６５が外部基板６９０の実装面６９０Ａと対向するように実装される。つまり、水晶基板６１０が外部基板６９０に対して寝ている、いわゆる横置き配置となっている。第１外部電極６２９の接合部６２９Ａがはんだ６９１に接合され、第２外部電極６３９の接合部６３９Ａがはんだ６９２に接合されている。

[0079] これによれば、第１外部電極６２９及び第２外部電極６３９の面積を拡大することができるため、水晶振動子６００と外部基板６９０との接合強度を向上させることができる。また、水晶振動子６００と外部基板６９０との電気的接続の安定性を向上させることができる。なお、横置き配置であるため、水晶振動子６００は、外部基板６９０の実装面６９０Ａの法線方向に沿った荷重に基づく励振部の歪みが小さい。すなわち、水晶振動子６００は、外部基板６９０の実装面６９０Ａの法線方向に沿った荷重に対する振動特性の変化が小さい。このため、横置き配置の水晶振動子６００は、振動特性の安定性を求められるタイミングデバイスや荷重センサのリファレンスとして好適に利用することができる。

[0080] ＜第７実施形態＞

図１２及び図１３を参照しつつ、第７実施形態にかかる水晶振動子９００の構成について説明する。図１２は、第７実施形態にかかる水晶振動子の構成を概略的に示す分解斜視図である。図１３は、第７実施形態にかかる水晶振動子の構成を概略的に示す断面図である。

[0081] 水晶振動子９００は、水晶振動素子９０１、第１外装部材９５０、及び第２外装部材９６０を備えている。

[0082] 水晶振動素子９０１は、励振部９１１及び周縁部９１２からなる水晶基板９１０を備えている。励振部９１１と周縁部９１２との間にはスリットが設けられている。励振部９１１は、第１主面９１１Ａ及び第２主面９１１Ｂを有する。周縁部９１２は、第１主面９１２Ａ及び第２主面９１２Ｂを有する。第１主面９１１Ａ及び第１主面９１２Ａは第１外装部材９５０側の主面で

あり、第２主面９１１Ｂ及び第２主面９１２Ｂは第２外装部材９６０側の主面である。

[0083] 励振部９１１の第１主面９１１Ａを平面視したとき、励振部９１１は、第１方向Ｄ１に沿った長辺と第２方向Ｄ２に沿った短辺を有する矩形状である。また、周縁部９１２は、間隔を空けて励振部９１１を囲み、第１方向Ｄ１に沿った長辺と第２方向Ｄ２に沿った短辺を有する矩形枠状である。周縁部９１２の第３方向Ｄ３に沿った厚み（以下、単に「厚み」と表現する。）は、励振部９１１の厚みよりも大きい。そして、周縁部９１２の第１主面９１２Ａは励振部９１１の第１主面９１１Ａよりも第１外装部材９５０に近く、周縁部９１２の第２主面９１２Ｂは励振部９１１の第２主面９１１Ｂよりも第２外装部材９６０に近い。

[0084] 水晶基板９１０にスリットが形成されることにより、励振部９１１において励振された振動の閉じ込め効率を向上させることができる。また、周縁部９１２と連続することによる変位・変形の制限から励振部９１１を解放することにより、励振部９１１の変位・変形の自由度を向上させることができる。また、周縁部９１２において生じる不要振動の励振部９１１への伝搬を抑制することができる。以上のことから、水晶振動子９００の振動特性を改善することができる。また、水晶基板９１０にスリットが形成されることにより、水晶振動子９００へ外部から作用する荷重に基づく励振部９１１の歪みを抑制することができる。このため、水晶振動子９００は、荷重に対する振動特性の変化を抑制することができ、振動特性の安定性を求められるタイミングデバイスとして好適に利用することができる。

[0085] 励振部９１１は、第１支持部９１３ａ及び第２支持部９１３ｂによって、周縁部９１２に支持されている。第１支持部９１３ａ及び第２支持部９１３ｂは、周縁部９１２の第１方向Ｄ１負方向側の短辺に接続されている。第１支持部９１３ａ及び第２支持部９１３ｂは、第１方向Ｄ１に沿って延在し、第２方向Ｄ２に沿って並んでいる。第１支持部９１３ａ及び第２支持部９１３ｂの第３方向Ｄ３に沿った厚みは、励振部９１１の厚みよりも小さい。こ

れによれば、励振部９１１における振動の閉じ込め効率を向上させることができる。また、第１支持部９１３ａ及び第２支持部９１３ｂの厚みは、周縁部９１２の厚みよりも小さい。これによれば、周縁部９１２において生じた不要振動の励振部９１１への伝搬を抑制することができる。

[0086] 励振部９１１の第１主面９１１Ａには第１励振電極９２１が設けられ、第２主面９１１Ｂには第２励振電極９３１が設けられている。周縁部９１２の第１主面９１２Ａには第１封止材９２３及び第１接続電極９２７が設けられ、第２主面９１２Ｂには第２封止材９３３及び第２接続電極９３７が設けられている。第１引出電極９２５は、第１支持部９１３ａの表面を延在し、第１励振電極９２１と第１封止材９２３とを電気的に接続している。第２引出電極９３５は、第２支持部９１３ｂの表面を延在し、第２励振電極９３１と第２封止材９３３とを電気的に接続している。

[0087] 第１外装部材９５０及び第２外装部材９６０は、平板状である。第１外装部材９５０の内面９５４及び対向面９５３は、外主面９５５と平行な同一平面を形成している。第２外装部材９６０の内面９６４及び対向面９６３は、外主面９６５と平行な同一平面を形成している。第１外装部材９５０の角部には第１端子部９５７が形成され、第２外装部材９６０の角部には第２端子部９６７が形成されている。第１端子部９５７には第１外部電極９２９が設けられ、第１外部電極９２９は、第１端子部９５７が露出させる第１接続電極９２７の一部を覆っている。第２端子部９６７には第２外部電極９３９が設けられ、第２外部電極９３９は、第２端子部９６７が露出させる第２接続電極９３７の一部を覆っている。なお、第１外装部材９５０及び第２外装部材９６０の形状は特に限定されるものではなく、凹状、すなわち水晶基板９１０に向かって開口した箱状であってもよい。

[0088] 以上のように、本発明の一態様によれば、互いに対向する第１主面１１０Ａ及び第２主面１１０Ｂを有する圧電基板１１０と、圧電基板１１０の第１主面１１０Ａに設けられた第１励振電極１２１と、圧電基板１１０の第１主面１１０Ａに設けられ第１励振電極１２１と電気的に接続された第１接続電

極１２７と、圧電基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられ圧電基板１１０を挟んで第１励振電極１２１と対向する第２励振電極１３１と、圧電基板１１０の第２主面１１０Ｂに設けられ第２励振電極１３１と電気的に接続された第２接続電極１３７と、第１封止材１２３を挟んで圧電基板１１０に接合され、空間を空けて第１励振電極１２１を覆う第１外装部材１５０と、第２封止材１３３を挟んで圧電基板１１０に接合され、空間を空けて第２励振電極１３１を覆う第２外装部材１６０とを備え、第１外装部材１５０は、第１接続電極１２７の少なくとも一部を露出させる外形を有する第１端子部１５７を有し、第１接続電極１２７の第１外装部材１５０からの露出部分と第１外装部材１５０の第１端子部１５７とを覆う第１外部電極１２９が設けられている、圧電振動子１００が提供される。

[0089] 上記態様によれば、第１接続電極と第１外部電極が重なるように接触しているため、励振部において励振された伝搬振動の第１接続電極と第１外部電極との接触部分における反射を抑制することができる。つまり、伝搬振動の第１励振電極への帰還を低減することができる。したがって、励振部において励振される振動への伝搬振動の混入を低減することができ、振動特性の劣化を抑制することができる。また、第１接続電極と第１外部電極との電気的な接続の安定性を向上させることができる。

[0090] 第２外装部材１６０は、第２接続電極１３７の少なくとも一部を露出させる外形を有する第２端子部１６７を有し、第２接続電極１３７の第２外装部材１６０からの露出部分と第２外装部材１６０の第２端子部１６７とを覆う第２外部電極１３９がさらに設けられていてもよい。これによれば、第２接続電極と第２外部電極が重なるように接触しているため、励振部において励振された伝搬振動の第２接続電極と第２外部電極との接触部分における反射を抑制することができる。つまり、伝搬振動の第２励振電極への帰還を低減することができる。したがって、励振部において励振される振動への伝搬振動の混入を低減することができ、振動特性の劣化を抑制することができる。また、第２接続電極と第２外部電極との電気的な接続の安定性を向上させる

ことができる。

[0091] 第１封止材１２３及び第２封止材１３３は、導電性を有しており、圧電基板１１０の第１主面１１０Ａには、第１励振電極１２１と第１封止材１２３を電気的に接続する第１引出電極１２５が設けられ、圧電基板１１０の第２主面１１０Ｂには、第２励振電極１３１と第２封止材１３３を電気的に接続する第２引出電極１３５が設けられていてもよい。これによれば、圧電基板と外装部材とをろう付やはんだ付によって接合することができるため、圧電振動子の気密性を向上させることができる。したがって、振動特性の劣化を抑制することができる。

[0092] 第１接続電極１２７は、第１封止材１２３に電気的に接続され、第２接続電極１３７は、第２封止材１３３に電気的に接続されていてもよい。これによれば、封止材を通して圧電基板端部の接続電極から圧電基板中央部の励振電極へと電圧を印加することができる。したがって、圧電基板にビアホールを形成しないため、圧電振動子を小型化することができる。また、圧電振動素子の機械的強度を向上させることをできる。

[0093] 圧電基板１１０は、第１主面を平面視したとき矩形状の外形をなしており、圧電基板１１０の第１主面１１０Ａを平面視したとき、第１外部電極１２９は、圧電基板１１０のいずれかの角部に設けられ、第２外部電極１３９は、圧電基板１１０の他の角部に設けられていてもよい。これによれば、接続電極の外部電極と重なる部分が励振部から離れるため、励振電極から接続電極へと振動が伝搬する伝搬経路を長くすることができる。したがって、励振電極から接続電極へと伝搬する振動を減衰させることができる。

[0094] 圧電基板１１０は、第１主面１１０Ａを平面視したとき矩形状の外形をなしており、圧電基板１１０の第１主面１１０Ａを平面視したとき、第１外部電極１２９及び第２外部電極１３９は、圧電基板１１０の同じ辺側に設けられていてもよい。これによれば、外装部材の外側面が外部基板と対向し、圧電基板の主面が外部基板の実装面と略直交する、いわゆる縦置き配置によって圧電振動子を外部基板に搭載することができる。縦置き配置とすることで

、圧電振動子は実装面積を低減することができる。また、縦置き配置の圧電振動子に対して外部基板の実装面の法線方向に沿った荷重が作用すると、圧電基板の励振部が歪み、圧電振動子の振動特性が変化する。このため、荷重センサとして好適に利用することが可能な圧電振動子を提供することができる。

[0095] 第１外部電極６２９及び第２外部電極６３９は、第１外装部材６５０又は第２外装部材６６０における圧電基板６１０と反対側を向く外主面に延在していてもよい。これによれば、外装部材の外主面が外部基板と対向する、いわゆる横置き配置で、圧電振動子を外部基板に搭載することができる。横置き配置とすることで、外部電極のはんだと接触する面積を拡大することができるため、圧電振動子と外部基板との接合強度を向上させることができる。また、圧電振動子と外部基板との電気的接続の安定性を向上させることができる。横置き配置の圧電振動子では、外部基板の実装面の法線方向に沿った荷重が作用した場合の、圧電基板の励振部の歪みが小さい。このため、振動特性の安定性を求められるタイミングデバイスや荷重センサのリファレンスとして好適に利用することが可能な圧電振動子を提供することができる。

[0096] 第２外装部材２６０は、第１外装部材２５０の第１端子部２５７と対向するように設けられており、且つ圧電基板２１０の一部を露出させる外形を有する第３端子部２６８をさらに有し、第１外装部材２５０は、第２外装部材２６０の第２端子部２６７と対向するように設けられており、且つ圧電基板２１０の一部を露出させる外形を有する第４端子部２５８をさらに有していてもよい。これによれば、外部電極の面積拡大や、はんだが第３端子部及び第４端子部に入り込むことによるアンカー効果によって、圧電振動子の外部基板に対する接合強度を向上させることができる。また、圧電振動子を縦置き配置する場合にあっては、はんだの濡れ広がり方を対称に近付けることができるため、圧電振動子の実装姿勢を安定することができる。

[0097] 圧電基板１１０は、第１励振電極１２１が設けられた領域と第１封止材１２３が設けられた領域とが連続した板状であってもよい。これによれば、圧

電基板の周縁部に作用した荷重が励振部に伝搬し励振部を歪ませるため、荷重センサとして好適に利用することが可能な圧電振動子を提供することができる。

[0098] 圧電基板９１０は、第１励振電極９２１が設けられた領域と第１封止材９２３が設けられた領域との間にスリットが形成されていてもよい。これによれば、励振部の変位・変形の自由度を向上させることができる。また、圧電基板の励振部において励振された振動の周縁部への漏出を抑制し、励振部における振動の閉じ込め効率を向上させることができる。また、周縁部で発生した不要振動の励振部への伝搬を抑制することができる。つまり、圧電振動子の振動特性を向上させることができる。また、外部から作用する荷重に基づく励振部での歪みを抑制することができるため、荷重に対する振動特性の変化を抑制することができる。つまり、振動特性の安定性を求められるタイミングデバイスや荷重センサのリファレンスとして好適に利用することが可能な圧電振動子を提供することができる。

[0099] 圧電基板１１０は、水晶基板であってもよい。これによれば、広い温度範囲で高い周波数安定性を有し、また、経時変化特性にも優れた圧電振動子を提供することができる。また、外部からの荷重に敏感であり、荷重センサとしても好適に利用可能な圧電振動子を提供することができる。

[0100] 第１外装部材１５０及び第２外装部材１６０の少なくとも１つは、水晶基板と同じ材料によって設けられていてもよい。これによれば、外装部材と水晶基板との熱膨張率の違いによる歪みの発生を抑制することができる。つまり、水晶振動子の熱履歴に起因した振動特性の変動を抑制することができる。

[0101] 第１外部電極の膜厚は、第１接続電極の膜厚よりも大きくてもよい。これによれば、外部電極から接続電極への振動の伝搬を低減することができる。

[0102] 以上説明したように、本発明の一態様によれば、振動特性の劣化の抑制を図ることが可能な圧電振動子を提供することが可能となる。

[0103] なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのもので

あり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更／改良され得るとととともに、本発明にはその等価物も含まれる。即ち、各実施形態に当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、各実施形態が備える各要素及びその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、各実施形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

符号の説明

[0104] １００…水晶振動子（圧電振動子）

１０１…水晶振動素子（圧電振動素子）

１１０…水晶基板（圧電基板）

１１０Ａ，１１０Ｂ…主面

１２１，１３１…励振電極

１２３，１３３…導電性封止材（封止材）

１２５，１３５，１３６…引出電極

１２７，１３７…接続電極

１２９，１３９…外部電極

１５０，１６０…外装部材

１５１，１６１…天壁部

１５２，１６２…側壁部

１５３，１６３…対向面

１５４，１６４…内面

１５５，１６５…外主面

１５６，１６６…外側面

１５７，１６７…端子部

請求の範囲

[請求項1] 互いに対向する第１主面及び第２主面を有する圧電基板と、

前記圧電基板の前記第１主面に設けられた第１励振電極と、

前記圧電基板の前記第１主面に設けられ前記第１励振電極と電気的に接続された第１接続電極と、

前記圧電基板の前記第２主面に設けられ前記圧電基板を挟んで第１励振電極と対向する第２励振電極と、

前記圧電基板の前記第２主面に設けられ前記第２励振電極と電気的に接続された第２接続電極と、

第１封止材を挟んで前記圧電基板に接合され、空間を空けて前記第１励振電極を覆う第１外装部材と、

第２封止材を挟んで前記圧電基板に接合され、空間を空けて前記第２励振電極を覆う第２外装部材と

を備え、

前記第１外装部材は、前記第１接続電極の少なくとも一部を露出させる外形を有する第１端子部を有し、

前記第１接続電極の前記第１外装部材からの露出部分と前記第１外装部材の前記第１端子部とを覆う第１外部電極が設けられている、圧電振動子。

[請求項2] 前記第２外装部材は、前記第２接続電極の少なくとも一部を露出させる外形を有する第２端子部を有し、

前記第２接続電極の前記第２外装部材からの露出部分と前記第２外装部材の前記第２端子部とを覆う第２外部電極がさらに設けられている、

請求項１に記載の圧電振動子。

[請求項3] 前記第１封止材及び前記第２封止材は、導電性を有しており、

前記圧電基板の前記第１主面には、前記第１励振電極と前記第１封止材を電気的に接続する第１引出電極が設けられ、

前記圧電基板の前記第２主面には、前記第２励振電極と前記第２封止材を電気的に接続する第２引出電極が設けられている、

請求項２に記載の圧電振動子。

[請求項4] 前記第１接続電極は、前記第１封止材に電気的に接続され、

前記第２接続電極は、前記第２封止材に電気的に接続されている、

請求項３に記載の圧電振動子。

[請求項5] 前記圧電基板は、前記第１主面を平面視したとき矩形状の外形をなしており、

前記圧電基板の前記第１主面を平面視したとき、前記第１外部電極は、前記圧電基板のいずれかの角部に設けられ、前記第２外部電極は、前記圧電基板の他の角部に設けられている、

請求項２から４のいずれか１項に記載の圧電振動子。

[請求項6] 前記圧電基板は、前記第１主面を平面視したとき矩形状の外形をなしており、

前記圧電基板の前記第１主面を平面視したとき、前記第１外部電極及び前記第２外部電極は、前記圧電基板の同じ辺側に設けられている、

請求項２から５のいずれか１項に記載の圧電振動子。

[請求項7] 前記第１外部電極及び前記第２外部電極は、前記第１外装部材又は前記第２外装部材における前記圧電基板と反対側を向く外主面に延在している、

請求項２から６のいずれか１項に記載の圧電振動子。

[請求項8] 前記第２外装部材は、前記第１外装部材の前記第１端子部と対向するように設けられており、且つ前記圧電基板の一部を露出させる外形を有する第３端子部をさらに有し、

前記第１外装部材は、前記第２外装部材の前記第２端子部と対向するように設けられており、且つ前記圧電基板の一部を露出させる外形を有する第４端子部をさらに有している、

請求項２から７のいずれか１項に記載の圧電振動子。

[請求項9] 前記圧電基板は、前記第１励振電極が設けられた領域と前記第１封止材が設けられた領域とが連続した板状である、

請求項１から８のいずれか１項に記載の圧電振動子。

[請求項10] 前記圧電基板は、前記第１励振電極が設けられた領域と前記第１封止材が設けられた領域との間にスリットが形成されている、

請求項１から８のいずれか１項に記載の圧電振動子。

[請求項11] 前記圧電基板は、水晶基板である、

請求項１から１０のいずれか１項に記載の圧電振動子。

[請求項12] 前記第１外装部材及び前記第２外装部材の少なくとも１つは、前記水晶基板と同じ材料によって設けられている、

請求項１１に記載の圧電振動子。

[請求項13] 前記第１外部電極の膜厚は、前記第１接続電極の膜厚よりも大きい、

請求項１から１２のいずれか１項に記載の圧電振動子。

[図1]

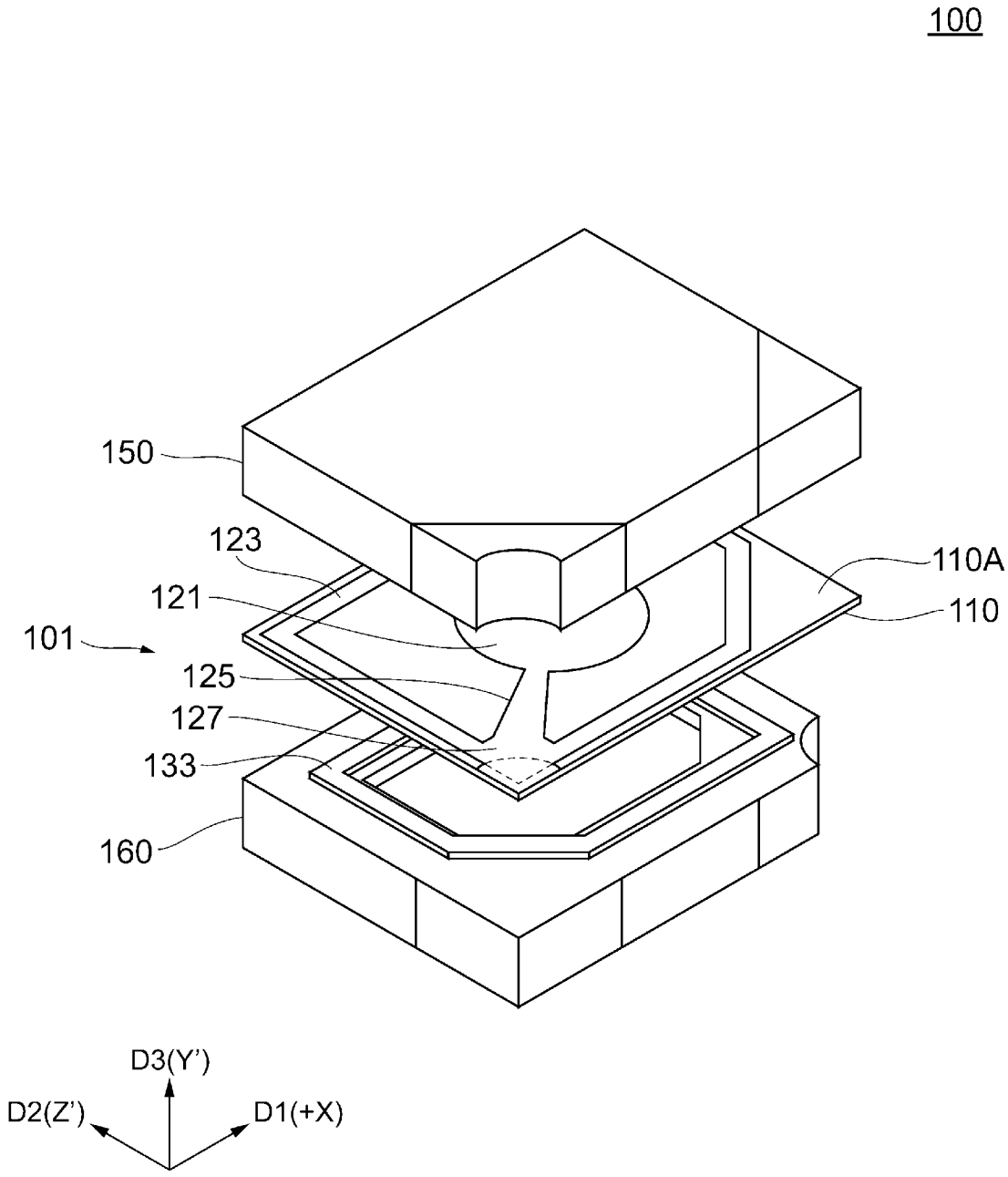


図 1

[図2]

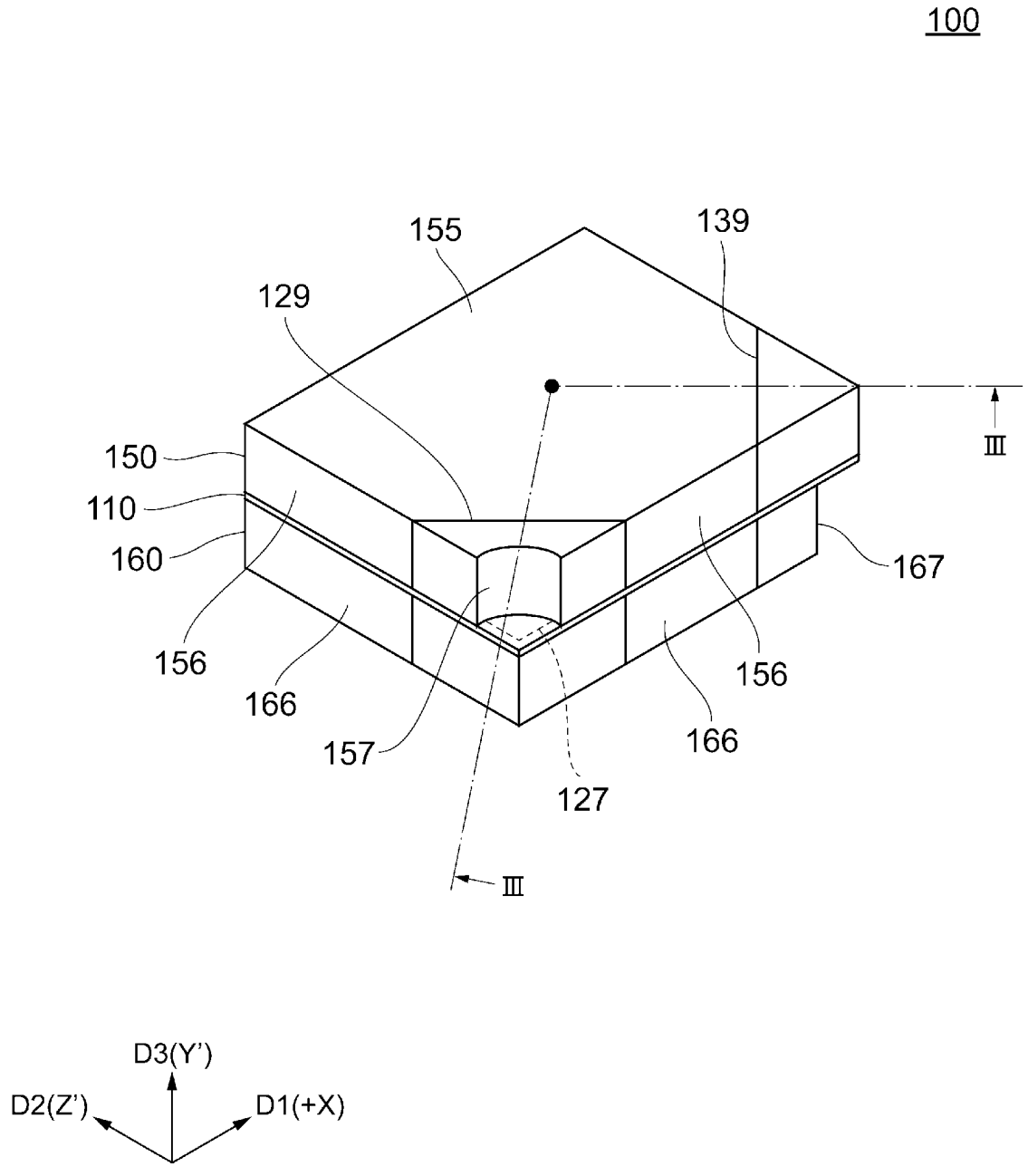

100
155
139
129
150
110
160
156
166
157
127
156
166
167
III
III
D3(Y')
D2(Z')
D1(+X)

図 2

[図3]

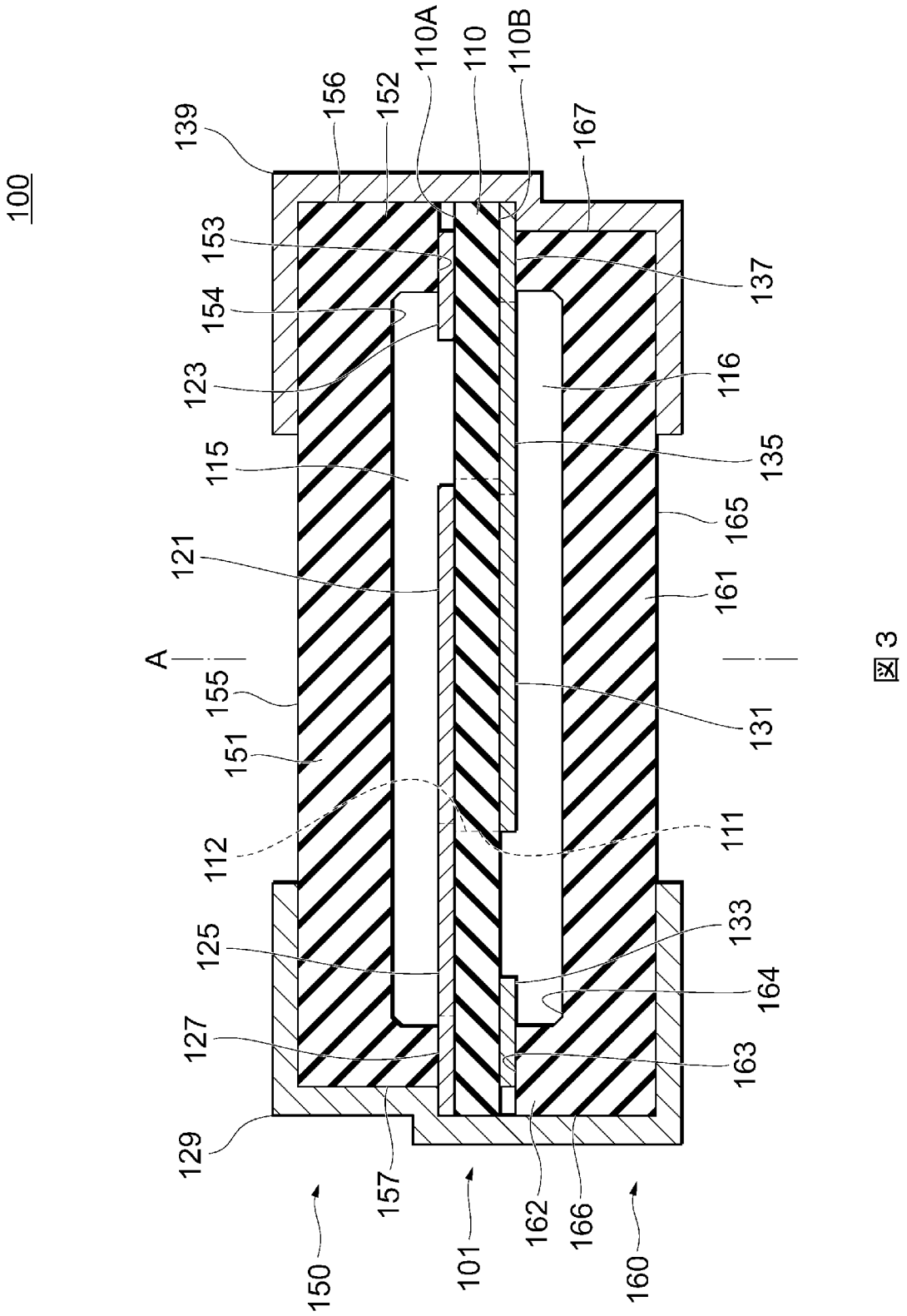

100
139
156
152
110A
110
110B
167
153
154
123
115
121
A
155
151
112
125
127
129
157
150
101
162
166
160
137
116
135
165
161
131
111
133
164
163

図3

[図4]

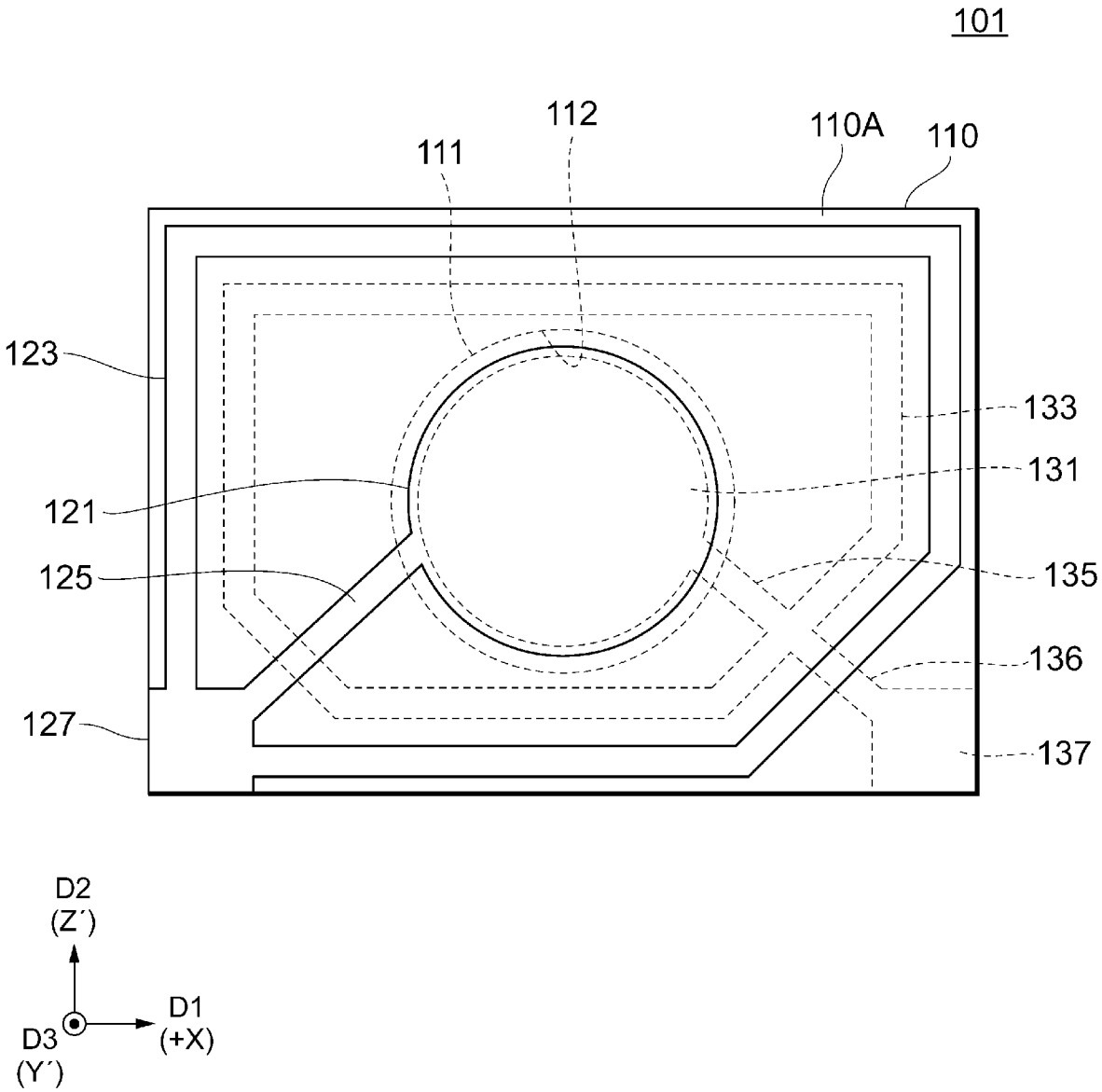

101
112
111
110A
110
123
133
131
121
125
135
136
127
137
D2
(Z′)
D1
(+X)
D3
(Y′)

図 4

[図5]

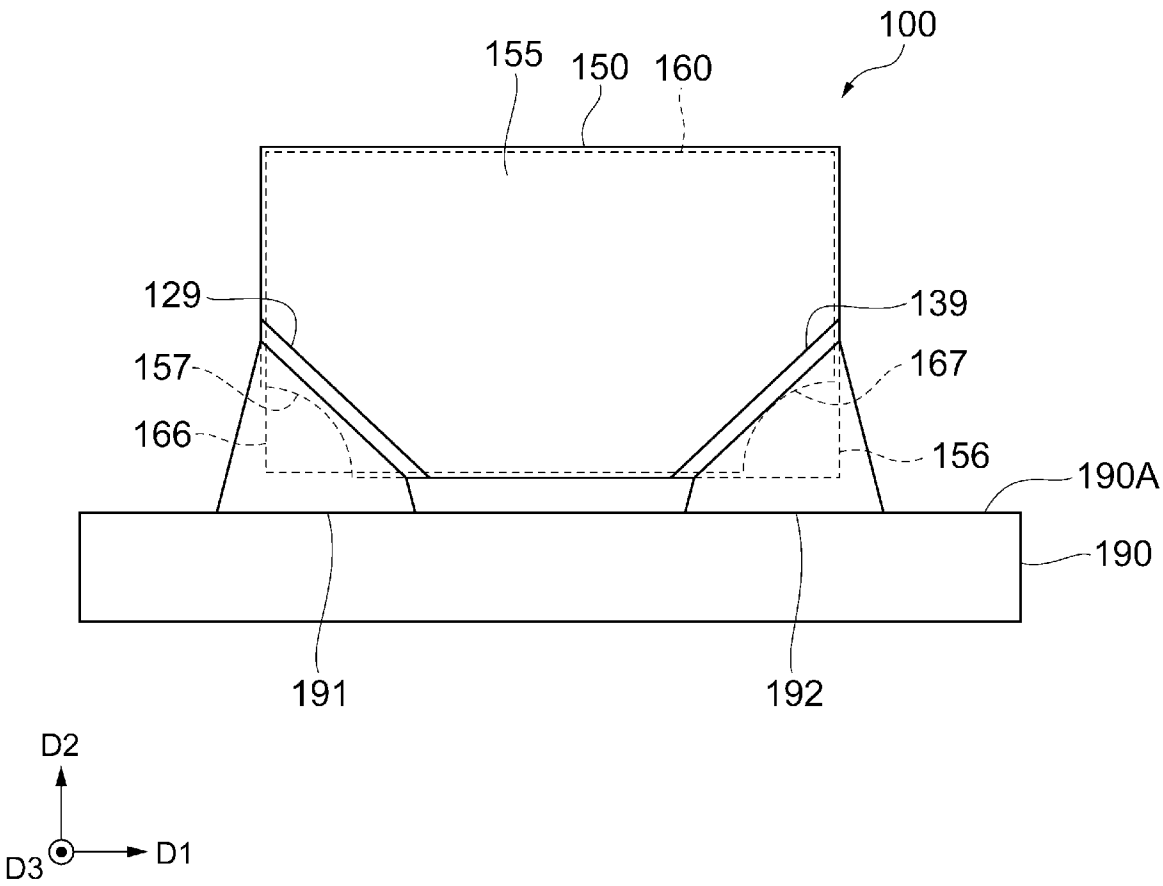


図５

[図6]

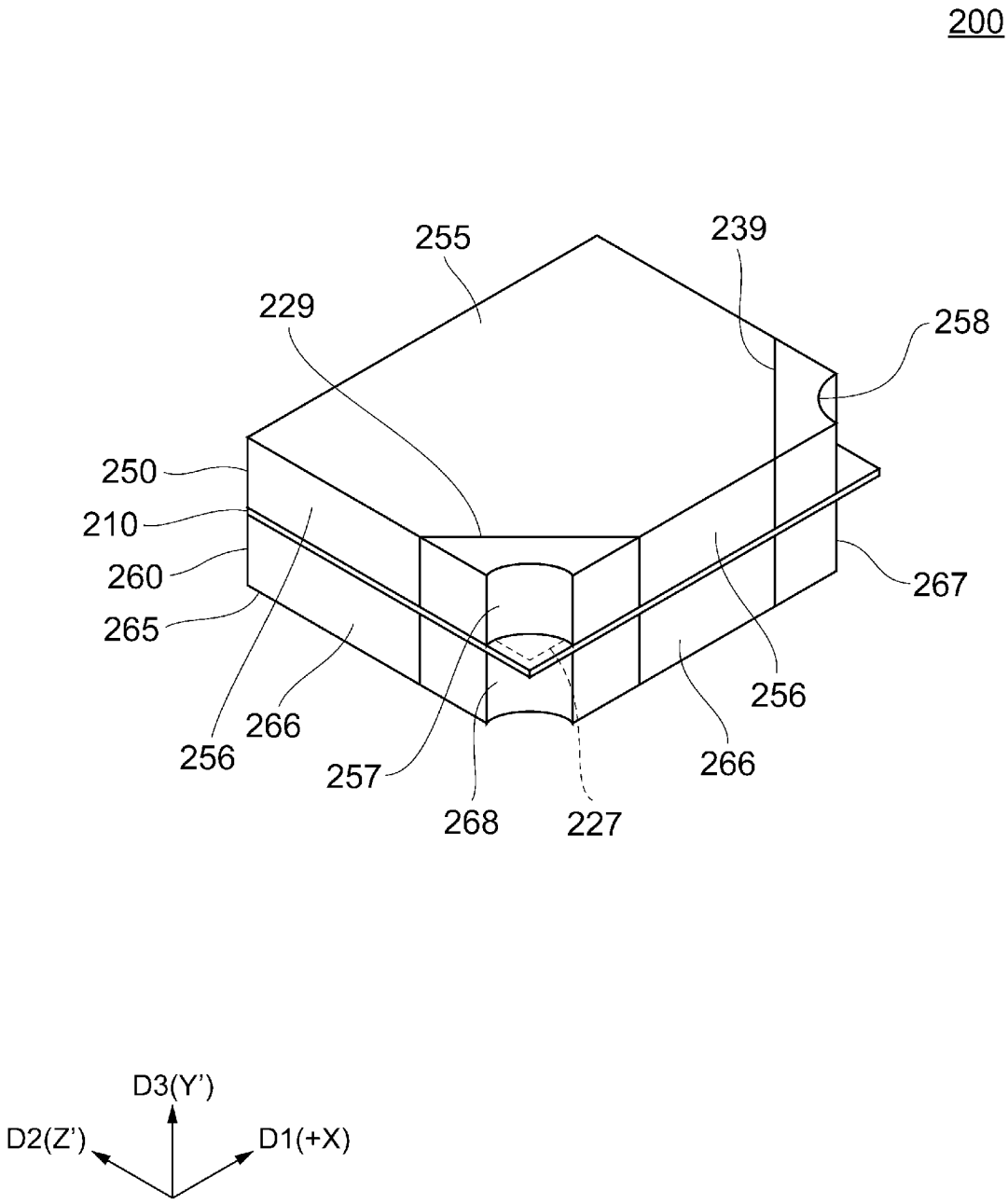

200
255
239
229
258
250
210
260
265
267
256
266
256
257
266
268
227
D3(Y')
D2(Z')
D1(+X)

図 6

[図7]

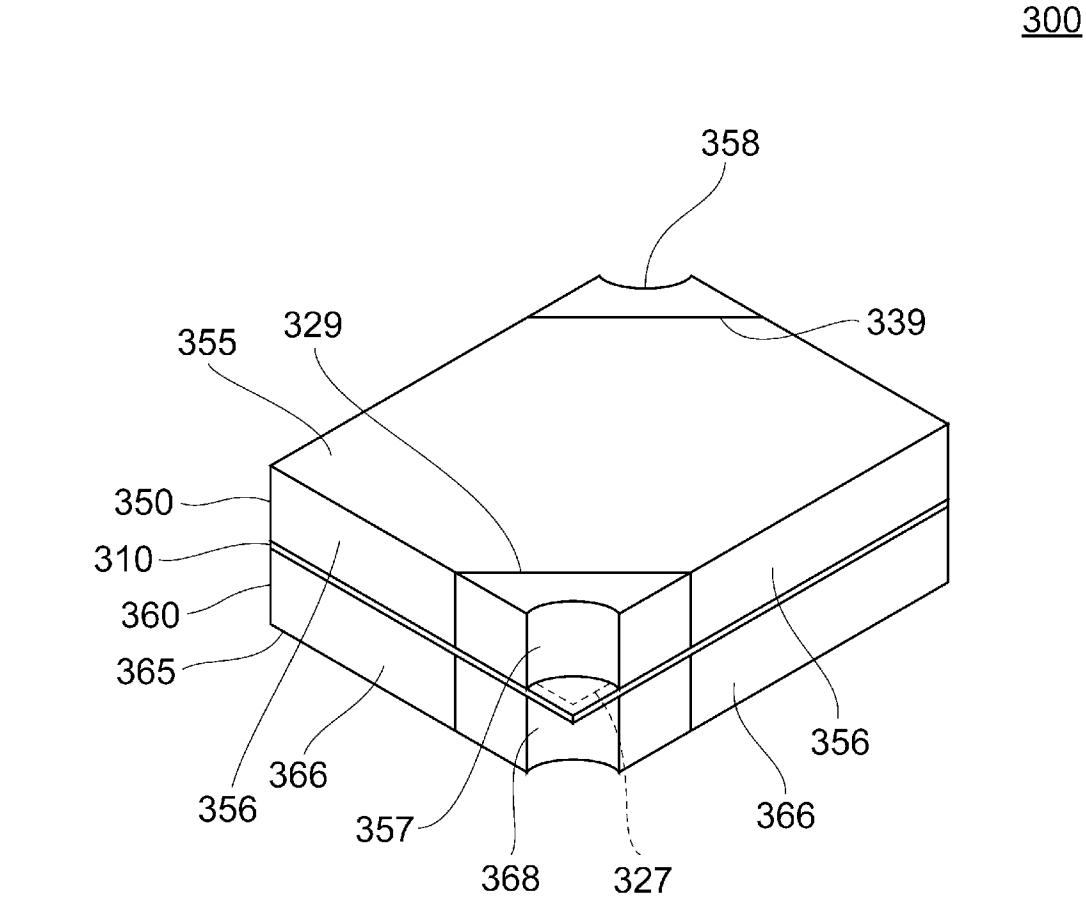

300
358
355
329
339
350
310
360
365
356
366
356
357
368
327
366
D3(Y')
D2(Z')
D1(+X)

図 7

[図8]

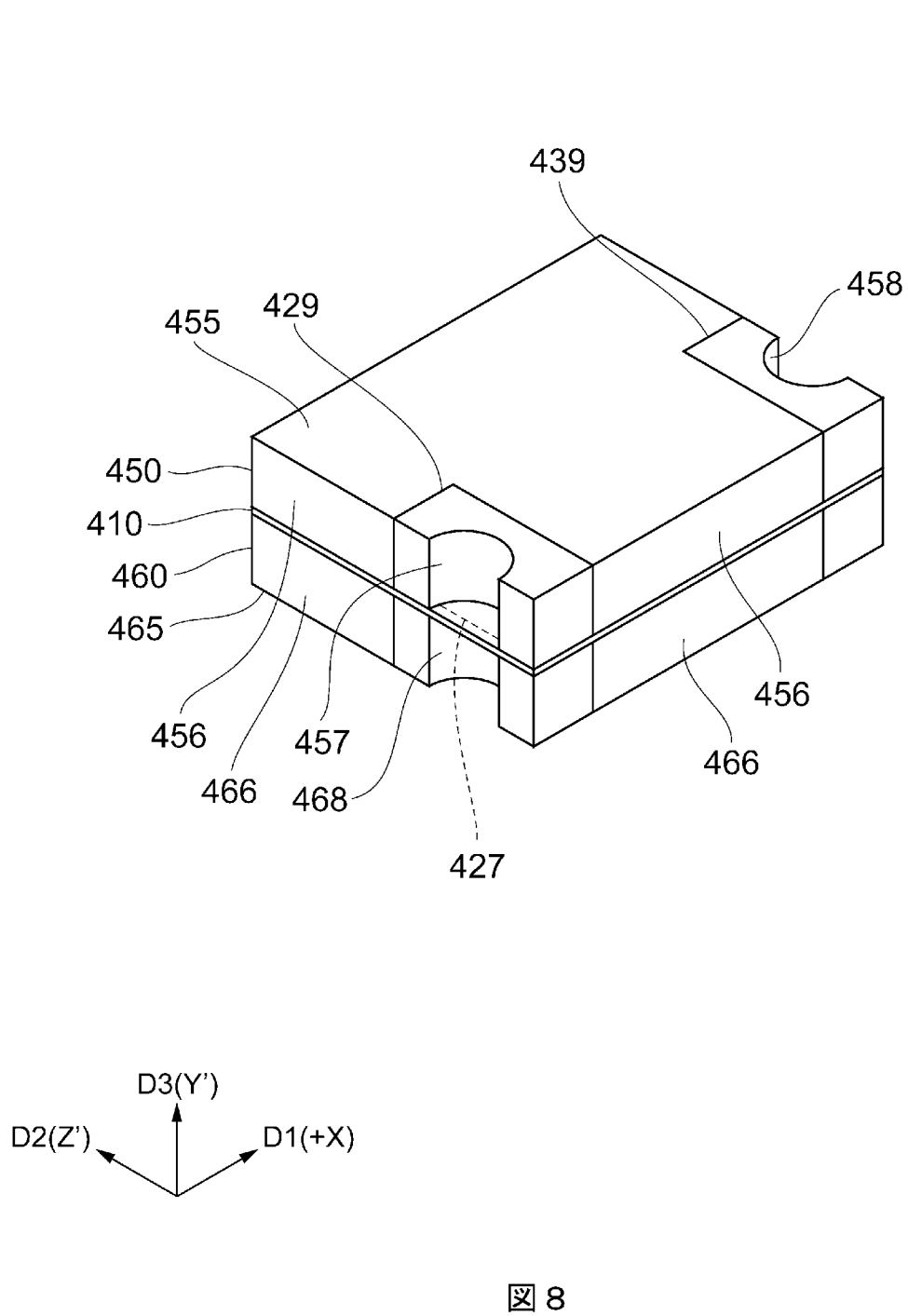
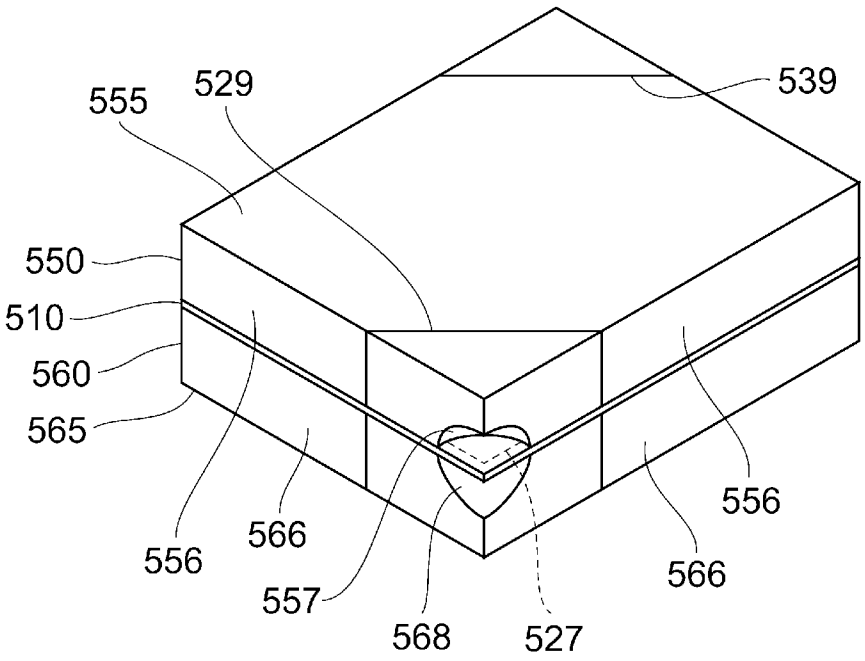

400
439
458
455
429
450
410
460
465
456
457
466
468
427
456
466
D3(Y')
D2(Z')
D1(+X)

図 8

[図9]

500


555
529
539
550
510
560
565
556
566
556
566
557
568
527

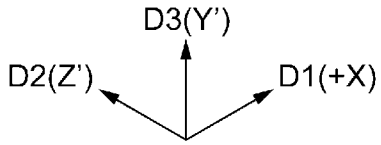

D3(Y')
D2(Z')
D1(+X)

図 9

[図10]

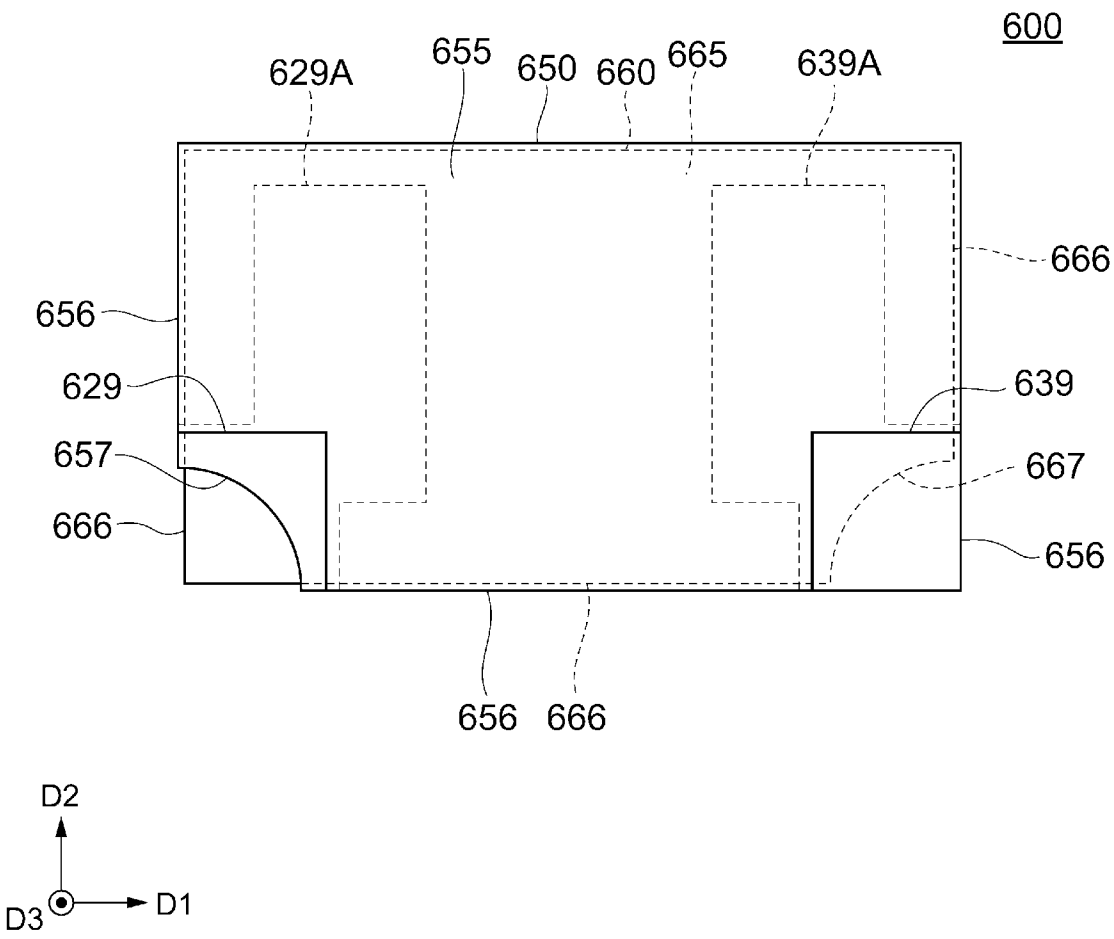

600
629A
655
650
660
665
639A
666
656
629
639
657
667
666
656
656
666
D2
D3
D1

図１０

[図11]

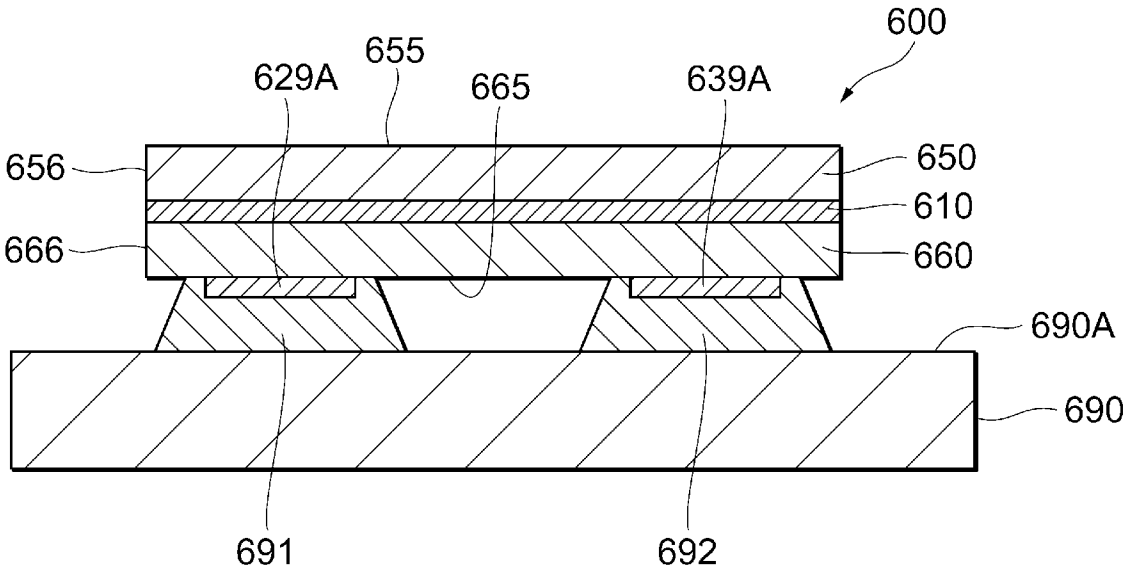


図１１

[図12]

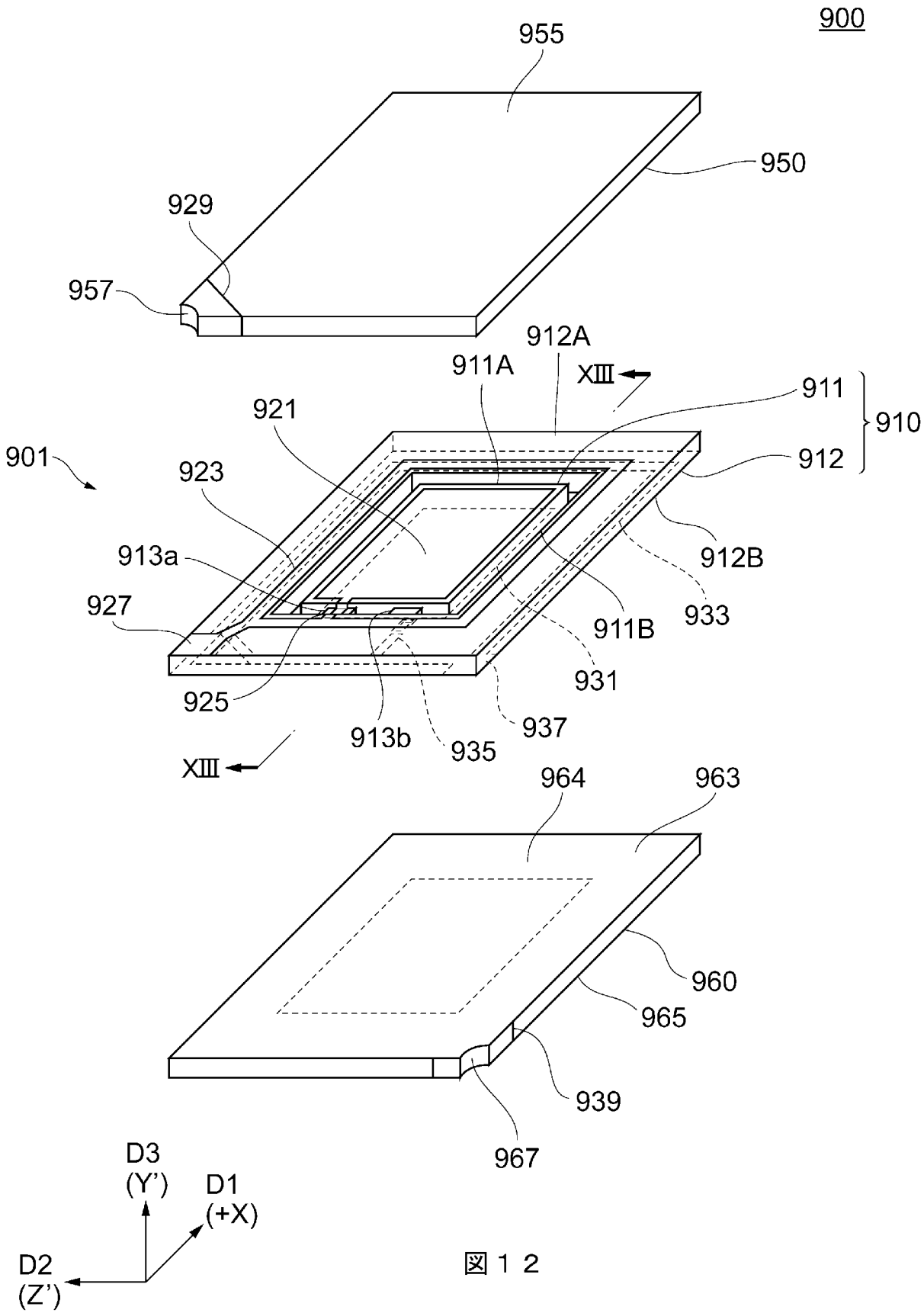

900
955
950
929
957
912A
911A
XIII
911
910
912
921
901
923
913a
912B
927
933
911B
931
925
937
913b
935
XIII
964
963
960
965
939
967
D3
(Y')
D1
(+X)
D2
(Z')

図１２

[図13]

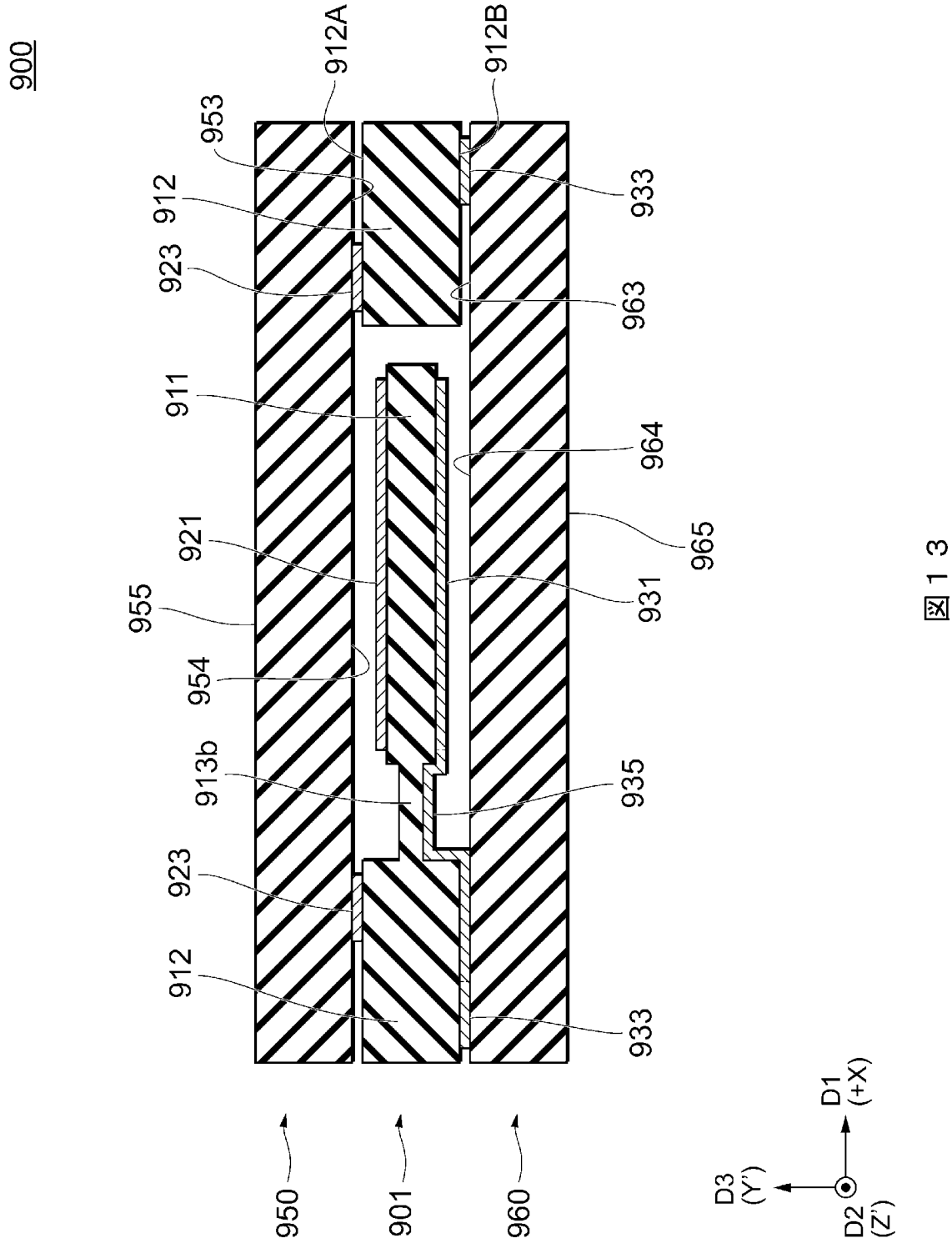

900
912A
912B
953
912
923
911
921
955
954
913b
923
912
933
963
964
965
931
935
933
950
901
960
D1
(+X)
D3
(Y')
D2
(Z')

図13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/030259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H03H9/19(2006.01)i, H03H9/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H03H9/19, H03H9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-060628 A (NIPPON DEMPA KOGYO CO., LTD.) 22 March 2012, paragraphs [0020]-[0045], [0051]-[0058], [0071]-[0078], fig. 1-6, 8, 10, 13, 15 & US 2012/0032561 A1 & CN 102377409 A, paragraphs [0038]-[0067], [0073]-[0078], [0090]-[0096], fig. 1-6, 8, 10, 13, 15	1-13
Y	JP 58-197909 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 17 November 1983, page 5, lower left column, line 7 to page 6, upper left column, line 18, fig. 17-22 (Family: none)	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19.10.2018	30.10.2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/030259

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-085327 A (DAISHINKU CORPORATION) 18 May 2017, paragraphs [0019]-[0055], fig. 1-8 (Family: none)	3-13
Y	JP 09-051244 A (TOYO COMMUN EQUIP CO., LTD.) 18 February 1997, paragraphs [0007]-[0010], fig. 1-3 (Family: none)	13
Y	JP 08-139562 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 31 May 1996, paragraphs [0016]-[0025], fig. 1-3 (Family: none)	13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０３０２５９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H03H9/19(2006.01)i, H03H9/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H03H9/19, H03H9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2012-060628 A (日本電波工業株式会社) 2012.03.22, 段落 [0020] - [0045], [0051] - [0058], [0071] - [0078], [図 1] - [図 6], [図 8], [図 10], [図 13], [図 15] & US 2012/0032561 A1 & CN 102377409 A, 段落 [0038] - [0067], [0073] - [0078], [0090] - [0096], [図 1] - [図 6], [図 8], [図 10], [図 13], [図 15]	1-13
Y	JP 58-197909 A (株式会社村田製作所) 1983.11.17, 第５頁左下欄第７行－第６頁左上欄第１８行、第１７図－第２２図（ファミリーなし）	1-13

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１９．１０．２０１８	３０．１０．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｗ　４１８１
石田　昌敏
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５７６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2017-085327 A (株式会社大真空) 2017.05.18, 段落［0019］-［0055］, ［図 1］-［図 8］（ファミリーなし）	3-13
Y	JP 09-051244 A (東洋通信機株式会社) 1997.02.18, 段落［0007］-［0010］, ［図 1］-［図 3］（ファミリーなし）	13
Y	JP 08-139562 A (株式会社村田製作所) 1996.05.31, 段落［0016］-［0025］, ［図 1］-［図 3］（ファミリーなし）	13