(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
2021年6月3日(03.06.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/106865 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 7/04 (2006.01) *H04R 17/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/043661

(22) 国際出願日： 2020年11月24日(24.11.2020)

(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 2019-216830 2019年11月29日(29.11.2019) 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: 加藤 貴敏 (**KATO, Takatoshi**); 〒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). 渡辺 博文(**WATANABE, Hirofumi**); 〒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). 山本 浩誠 (**YAMAMOTO, Hironari**); 〒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). 井上 浩一(**INOUE, Koichi**); 〒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).

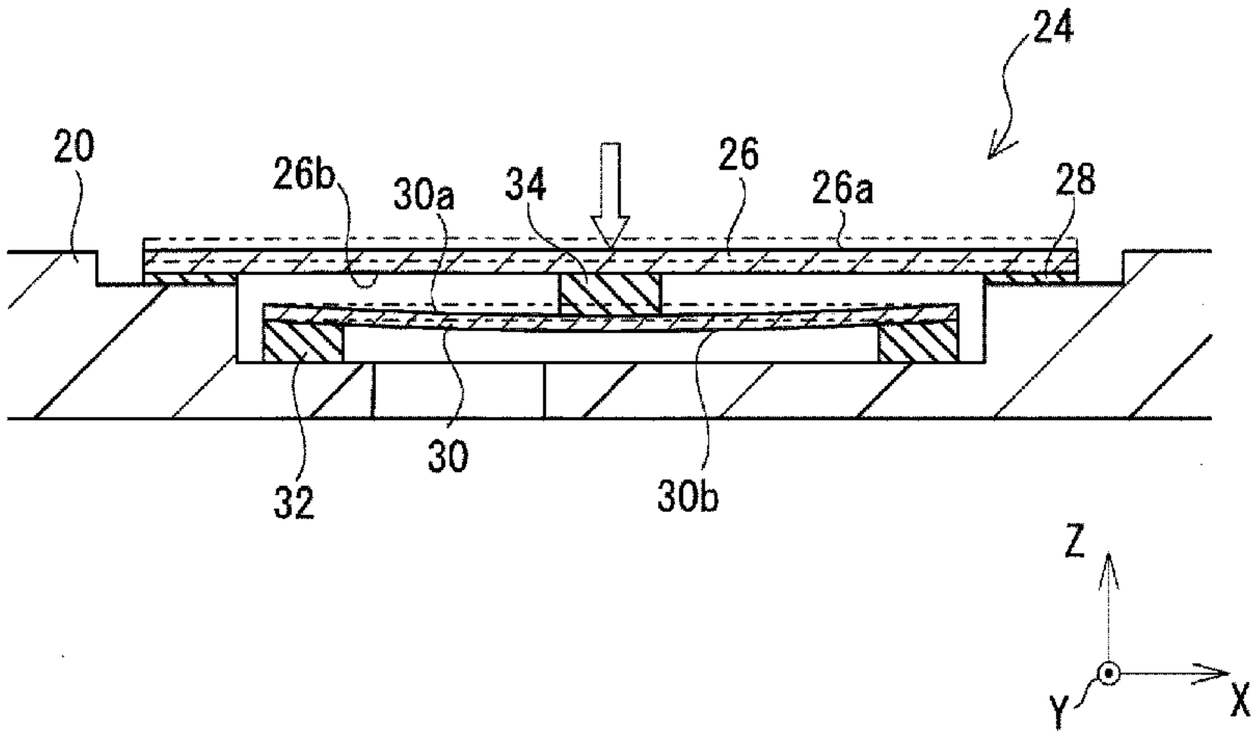
(74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (**YAMAO, Norihito** et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町８番１号梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** BIOACOUSTIC SENSOR AND STETHOSCOPE EQUIPPED THEREWITH

(54) 発明の名称： 生体音響センサおよびそれを備えた聴診器

図8



(57) **Abstract:** A bioacoustic sensor 2 comprises a diaphragm that is provided with a contact surface to be in contact with a living body and a back surface and that is capable of being displaced in the thickness direction, and a piezoelectric plate that is provided with a first surface facing the back surface of the diaphragm at a distance therefrom and a second surface on the opposite side and that converts the vibration of the diaphragm into an electric signal. The diaphragm contacts the central portion of the first surface of the piezoelectric plate in a thickness direction view, and a housing supports the outer portion of the second surface of the piezoelectric plate in the thickness direction view.

［続葉有］

WO 2021/106865 A1

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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：生体音響センサ２、生体に接触する接触面と裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と反対側の第２の面とを備え、振動板の振動を電気信号に変換する圧電板とを有する。振動板が、厚さ方向視で、圧電板の第１の面の中央側部分に接触し、筐体が、厚さ方向視で、圧電板の第２の面の外側部分を支持している。

明　細　書

発明の名称 ： 生体音響センサおよびそれを備えた聴診器

技術分野

[0001] 本発明は、例えば心音などの生体が発する音を測定する生体音響センサおよびそれを備える聴診器に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献１には、変形することによって対応する電気信号を生成する変換器要素（圧電板）を備える生体音響センサが開示されている。この生体音響センサにおいて、生体に接触するハウジングの外側表面部分に対して反対側の内側表面部分に、圧電板が全体にわたって固定アレンジメント（接着剤）を介して貼り付けられている。これにより、圧電板は、生体が発する音（振動）をハウジングを介して受け、その振動によって変形し、その変形量に対応する電気信号を生成する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表２００９－５１７１２９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１に記載された生体音響センサの場合、圧電板は、その全体にわたって生体に接触するハウジングに貼り付けられている。そのために、圧電板の変形がハウジングによって制限されている。その結果、生体音響センサは、ハウジングに接触する生体の振動の検出感度が低い。

[0005] そこで、本発明は、圧電板を利用する生体音響センサにおいて、振動の検出感度を向上させることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記技術的課題を解決するために、本発明の一態様によれば、

筐体と、

生体に接触する接触面と前記接触面に対して反対側の裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、

前記振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と前記第１の面に対して反対側の第２の面とを備え、前記振動板の振動を電気信号に変換する圧電板と、を有し、

前記振動板が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第１の面の中央側部分に接触し、

前記筐体が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第２の面の外側部分を支持している、生体音響センサが提供される。

[0007] また、本発明の別態様によれば、

筐体と、

生体に接触する接触面と前記接触面に対して反対側の裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、

前記振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と前記第１の面に対して反対側の第２の面とを備え、前記振動板の振動を電気信号に変換する圧電板と、を有し、

前記振動板が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第１の面の外側部分に接触し、

前記筐体が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第２の面の中央側部分を支持している、生体音響センサが提供される。

[0008] また、本発明のさらに別態様によれば、

前記の生体音響センサと、

前記生体音響センサの圧電板からの電気信号に基づいて駆動するスピーカーと、

前記生体音響センサと前記スピーカーとを内蔵するチェストピースと、

前記チェストピースに接続され、前記スピーカーの音声を外部に出力するイヤーチップと、を有する、聴診器が提供される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、圧電板を利用する生体音響センサにおいて、振動の検出感度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態１に係る生体音響センサを備えた聴診器の斜視図

[図2]チェストピースの斜視図

[図3]チェストピースの分解斜視図

[図4]チェストピースの断面図

[図5]一例の圧電板の詳細を示す斜視図

[図6]実施の形態１に係る生体音響センサにおける、圧電板支持部材と振動伝達部材の位置関係を示す上面図

[図7]聴診器の制御系を示すブロック図

[図8]圧電板が変形している状態を示す、実施の形態１に係る生体音響センサの断面図

[図9]本発明の実施の形態２に係る生体音響センサを備えた聴診器におけるチェストピースの断面図

[図10]実施の形態２に係る生体音響センサにおける、圧電板支持部材と振動伝達部材の位置関係を示す上面図

[図11]圧電板が変形している状態を示す、実施の形態２に係る生体音響センサの断面図

[図12]本発明の実施の形態３に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図

[図13]本発明の実施の形態４に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図

[図14]本発明の実施の形態５に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図

[図15]本発明の実施の形態６に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図

[図16]本発明の実施の形態７に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェス

トピースの一部分の断面図

[図17]本発明の実施の形態８に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図

[図18]本発明の実施の形態９に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の一態様の生体音響センサは、筐体と、生体に接触する接触面と前記接触面に対して反対側の裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、前記振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と前記第１の面に対して反対側の第２の面とを備え、前記振動板の振動を電気信号に変換する圧電板と、を有し、前記振動板が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第１の面の中央側部分に接触し、前記筐体が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第２の面の外側部分を支持している。

[0012] この態様によれば、圧電板を利用する生体音響センサにおいて、振動の検出感度を向上させることができる。

[0013] 例えば、前記生体音響センサが、前記筐体に設けられ、前記振動板を支持し、前記厚さ方向に弾性変形可能な振動板支持部材を、さらに有してもよい。これにより、振動板は、その厚さ方向に変位することができる。

[0014] 例えば、前記圧電板の第２の面に対向する前記筐体の部分が、凹面を備え、前記筐体が、前記凹面を介して、前記圧電板の第２の面の外側部分を直接的に支持してもよい。振動板に過剰の力が作用したときに圧電板全体が筐体の凹面に接触し、圧電板の過剰なたわみ変形による破損を抑制することができる。

[0015] 例えば、前記振動板の裏面に、前記筐体の凹面に対応する凸面が設けられ、前記振動板が、前記凸面を介して、前記圧電板に直接的に接触してもよい。振動板に過剰の力が作用したときに圧電板全体が筐体の凹面と振動板の凸面とに挟持され、圧電板の過剰なたわみ変形による破損を抑制することができる。

[0016] 例えば、前記生体音響センサが、前記振動板と前記圧電板との間に挟まれ、前記圧電板の第１の面の中央側部分と接触して前記振動板の振動を前記圧電板に伝達する振動伝達部材と、前記圧電板と前記筐体との間に挟まれ、前記圧電板の第２の面の外側部分を支持する圧電板支持部材と、をさらに有してもよい。この場合、前記振動板が、前記振動伝達部材を介して間接的に前記圧電板に接触し、前記筐体が、前記圧電板支持部材を介して間接的に前記圧電板を支持する。

[0017] 例えば、前記圧電板支持部材の厚さが、所定の力以上の力が前記振動板に作用して前記圧電板がたわみ変形したときに、前記圧電板の第２の面の中心が前記筐体に接触する厚さであってもよい。これにより、圧電板の過剰なたわみ変形による破損を抑制することができる。

[0018] 例えば、前記振動伝達部材の厚さが、所定の力以上の力が前記振動板に作用して前記圧電板がたわみ変形したときに、前記圧電板の第１の面の外周縁が前記振動板に接触する厚さであってもよい。これにより、圧電板の過剰なたわみ変形による破損を抑制することができる。

[0019] 例えば、前記圧電板支持部材が、弾性変形可能な材料から作製されてもよい。これにより、圧電板支持部材が、ダンパとして機能し、好ましくない振動の高周波成分を吸収することができる。

[0020] 例えば、前記振動伝達部材が、柱体であってもよく、前記圧電板支持部材が、前記圧電板の外周縁に沿った環状体であってもよい。

[0021] 例えば、前記振動伝達部材の一方の端面が、前記振動板の裏面に固定されてもよい。

[0022] 例えば、前記振動伝達部材の他方の端面が、前記圧電板の第１の面に固定されてもよい。

[0023] 例えば、前記振動伝達部材が、中心側に比べて外側が低い硬度の部材であってもよい。これにより、振動伝達部材の端面の角と接触する圧電板の部分での応力集中が緩和され、圧電板の破損が抑制される。

[0024] 例えば、前記振動伝達部材の前記圧電板側の端面が、丸角を備えてもよい

。これにより、端面が鋭い角を備える場合に比べて、圧電板の応力集中が抑制され、圧電板の破損が抑制される。

[0025] 例えば、前記生体音響センサが、前記振動板と前記圧電板との間に配置された第１の緩衝部材と、前記圧電板と前記筐体との間に配置された第２の緩衝部材と、をさらに有してもよい。この場合、前記第１の緩衝部材が、前記振動伝達部材の硬度に比べて低い硬度を備え、前記第２の緩衝部材が、前記圧電板支持部材の硬度に比べて低い硬度を備える。これにより、振動板と圧電板との接触および圧電板と筐体との接触が抑制される。

[0026] 本発明の別態様の生体音響センサは、筐体と、生体に接触する接触面と前記接触面に対して反対側の裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、前記振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と前記第１の面に対して反対側の第２の面とを備え、前記振動板の振動を電気信号に変換する圧電板と、を有し、前記振動板が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第１の面の外側部分に接触し、前記筐体が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第２の面の中央側部分を支持している。

[0027] この態様によれば、圧電板を利用する生体音響センサにおいて、振動の検出感度を向上させることができる。

[0028] 例えば、前記生体音響センサが、前記筐体に設けられ、前記振動板を支持し、前記厚さ方向に弾性変形可能な振動板支持部材を、さらに有してもよい。これにより、振動板は、その厚さ方向に変位することができる。

[0029] 例えば、前記振動板の裏面が、凹面を備え、前記振動板が、前記凹面を介して、前記圧電板の第１の面の外側部分に直接的に接触してもよい。振動板に過剰の力が作用したときに圧電板全体が振動板の凹面に接触し、圧電板の過剰なたわみ変形による破損を抑制することができる。

[0030] 例えば、前記圧電板の第２の面に対向する筐体の部分が、前記振動板の凹面に対応する凸面を備え、前記筐体が、前記凸面を介して、前記圧電板を直接的に支持してもよい。振動板に過剰の力が作用したときに圧電板全体が振動板の凹面と筐体の凸面とに挟持され、圧電板の過剰なたわみ変形による破

損を抑制することができる。

[0031] 例えば、前記生体音響センサが、前記振動板と前記圧電板との間に挟まれ、前記圧電板の第１の面の外側部分と接触して前記振動板の振動を前記圧電板に伝達する振動伝達部材と、前記圧電板と前記筐体との間に挟まれ、前記圧電板の第２の面の中央側部分を支持する圧電板支持部材と、をさらに有してもよい。この場合、前記振動板が、前記振動伝達部材を介して間接的に前記圧電板に接触し、前記筐体が、前記圧電板支持部材を介して間接的に前記圧電板を支持する。

[0032] 例えば、前記振動伝達部材の厚さが、所定の力以上の力が前記振動板に作用して前記圧電板がたわみ変形したときに、前記圧電板の第１の面の中心が前記振動板に接触する厚さであってもよい。これにより、圧電板の過剰なたわみ変形による破損を抑制することができる。

[0033] 例えば、前記圧電板支持部材の厚さが、所定の力以上の力が前記振動板に作用して前記圧電板がたわみ変形したときに、前記圧電板の第２の面の外周縁が前記筐体に接触する厚さであってもよい。これにより、圧電板の過剰なたわみ変形による破損を抑制することができる。

[0034] 例えば、前記圧電板支持部材が、弾性変形可能な材料から作製されてもよい。これにより、圧電板支持部材が、ダンパとして機能し、好ましくない振動の高周波成分を吸収することができる。

[0035] 例えば、前記振動伝達部材が、前記圧電板の外周縁に沿った環状体であってよく、前記圧電板支持部材が、柱体であってもよい。

[0036] 例えば、前記振動伝達部材の一方の端面が、前記振動板の裏面に固定されてもよい。

[0037] 例えば、前記振動伝達部材の他方の端面が、前記圧電板の第１の面に固定されてもよい。

[0038] 例えば、前記生体音響センサが、前記振動板と前記圧電板との間に配置された第１の緩衝部材と、前記圧電板と前記筐体との間に配置された第２の緩衝部材と、をさらに有してもよい。この場合、前記第１の緩衝部材が、前記

振動伝達部材の硬度に比べて低い硬度を備え、前記第２の緩衝部材が、前記圧電板支持部材の硬度に比べて低い硬度を備える。これにより、振動板と圧電板との接触および圧電板と筐体との接触が抑制される。

[0039] また、本発明の別態様の聴診器は、前記生体音響センサと、前記生体音響センサの圧電板からの電気信号に基づいて駆動するスピーカーと、前記生体音響センサと前記スピーカーとを内蔵するチェストピースと、前記チェストピースに接続され、前記スピーカーの音声を外部に出力するイヤーチップと、を有する。

[0040] この態様によれば、圧電板を利用する生体音響センサを備える聴診器において、振動、すなわち音の検出感度を向上させることができる。

[0041] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0042] （実施の形態１）

図１は、本発明の実施の形態１に係る生体音響センサを備えた聴診器の斜視図である。

[0043] 図１に示すように、本実施の形態１に係る聴診器１０は、いわゆるデジタル聴診器であって、先端にイヤーチップ１２がそれぞれ取り付けられた２つの耳管１４と、２つの耳管１４に接続されたＹ字チューブ１６と、Ｙ字チューブ１６に接続されたチェストピース１８とを有する。本実施の形態１に係る生体音響センサは、チェストピース１８に組み込まれている。

[0044] 図２は、チェストピースの斜視図である。また、図３は、チェストピースの分解斜視図である。さらに、図４は、チェストピースの断面図である。なお、図に示すＸ－Ｙ－Ｚ直交座標系は、発明の理解を容易にするためのものであって、発明を限定するものではない。

[0045] 図２および図３に示すように、チェストピース１８は、例えば円柱状の筐体２０を有する。筐体２０は、生体（例えば人間）と接触する接触面２０ａを備える。なお、本実施の形態１の場合、接触面２０ａは、図１に示すように、シリコン材料などから作製されたカバー部材２２によって覆われている。この場合、接触面２０ａはカバー部材２２を介して生体に接触する。これ

に代わって、接触面２０ａは、生体に直接接触してもよい。なお、図２および図３においては、カバー部材２２の図示が省略されている。

[0046] 本実施の形態１の場合、生体音響センサ２４は、筐体２０に複数の構成要素を組み込むことによって作製されている。

[0047] 具体的には、図３および図４に示すように、生体音響センサ２４は、筐体２０（その一部）、振動板２６、振動板支持部材２８、圧電板３０、圧電板支持部材３２、および振動伝達部材３４を有する。

[0048] 本実施の形態１の場合、生体音響センサ２４は、筐体２０の接触面２０ａに形成された凹部２０ｂに複数の構成要素を積層した状態で組み込むことによって構成されている。

[0049] 生体音響センサ２４の振動板２６は、生体に接触する接触面２６ａと、その接触面２６ａに対して反対側の裏面２６ｂとを備える。本実施の形態１の場合、接触面２６ａは、カバー部材２２を介して生体に接触する。また、振動板２６は、実質的に圧縮変形しない材料、例えば金属材料や硬質樹脂から作製された円盤状の部材である。

[0050] 振動板支持部材２８は、筐体２０に設けられ、振動板２６をその厚さ方向（Ｚ軸方向）に変位可能に支持する。本実施の形態１の場合、振動板支持部材２８は、厚さ方向に弾性変形可能な材料、例えばスポンジ材料から作製されている。また、振動板支持部材２８は、振動板２６の外周縁に沿った環状の部材であって、振動板２６の裏面２６ｂにおける外側部分を支持している。この振動板支持部材２８は、筐体２０の凹部２０ｂ内に形成された段差部２０ｃに着座する。このような振動板支持部材２８が厚さ方向に弾性変形することにより、振動板２６が厚さ方向に変位する、例えば振動することができる。それにより、振動板２６は、接触面２６ａを介して直接接触する生体の振動や、カバー部材２２を介して間接接触する生体の振動に、同期して振動することができる。

[0051] 圧電板３０は、振動板２６の振動を対応する電気信号に変換する板状の電子部品である。具体的には、圧電板３０は、振動によって変形し、その変形

量に対応する電気信号を生成する。本実施の形態１の場合、圧電板３０は円盤状である。また、圧電板３０は、振動板２６の裏面２６ｂに対して間隔をあけて対向する第１の面３０ａと、その第１の面３０ａに対して反対側の第２の面３０ｂとを備える。

[0052] 図５は、一例の圧電板の詳細を示す斜視図である。

[0053] 図５に示すように、圧電板３０は、例えば、ピエゾ素子４０と、ピエゾ素子４０を挟持する第１および第２の電極４２、４４とを備える。また、圧電板３０は、第１の電極４２に電気的に接続された第１の信号線４６と、第２の電極４４に電気的に接続された第２の信号線４８とを備える。圧電板３０が変形することにより、すなわちピエゾ素子４０が変形することにより、第１の電極４２と第２の電極４４との間の電位差が変化する。その電位差に対応する電気信号（電流）が、第１および第２の信号線４６、４８を介して外部に出力される。

[0054] 図３および図４に戻り、圧電板支持部材３２は、筐体２０に設けられ、圧電板３０の第２の面３０ｂを支持する。本実施の形態１の場合、また、圧電板支持部材３２は、圧電板３０の外周縁に沿った環状体であって、圧電板３０の第２の面３０ｂにおける外側部分を支持している。この圧電板支持部材３２は、筐体２０の凹部２０ｂの底面２０ｄに着座する。また、本実施の形態１の場合、圧電板支持部材３２は、厚さ方向（Ｚ軸方向）に弾性変形可能な材料、例えばスポンジから作製されている。それにより、圧電板支持部材３２は、圧電板３０に比べて低い硬度を備える。なお、本明細書での「硬度」は、変形のし難さを表し、高い「硬度」は、低い「硬度」に比べて変形しにくいことを意味する。さらに、圧電板支持部材３２は、圧電板３０の第２の面３０ｂに接着剤を介して接着されている。

[0055] 振動伝達部材３４は、振動板２６の振動を、その振動板２６に対して離れている圧電板３０に伝達するための部材である。そのために、振動伝達部材３４は、図４に示すように、振動板２６の裏面２６ｂと圧電板３０の第１の面３０ａとの間に挟まれている。

[0056] 本実施の形態１の場合、振動伝達部材３４は、図３に示すように円柱体であって、圧電板支持部材３２に比べて高い硬度（例えばショア硬度、Ａｓｋｅｒ硬度、またはヤング率）を備える。振動伝達部材３４は、圧電板支持部材３２の材料に比べて高い硬度を備える材料、例えば、金属や硬質樹脂から作製されている。一例として、振動伝達部材３４と圧電板支持部材３２において、前者がショア硬度３０程度であって、後者がショア硬度１０程度である。

[0057] 図６は、圧電板支持部材と振動伝達部材の位置関係を示す上面図である。

[0058] 図６に示すように、振動伝達部材３４は、厚さ方向（Ｚ軸方向）視で、圧電板３０の実質的に中央側に位置する。すなわち、圧電板３０の外周縁に比べて中心に近い位置に、振動伝達部材３４は位置する。したがって、振動伝達部材３４は、振動板２６の中央側部分と圧電板３０の中央側部分とに挟持されている。

[0059] また、図６に示すように、本実施の形態１の場合、厚さ方向（Ｚ軸方向）視で、円柱体の振動伝達部材３４を、環状体の圧電板支持部材３２が囲んでいる。このようなレイアウトを採用する理由については後述する。

[0060] さらに、本実施の形態１の場合、図４に示すように、振動伝達部材３４の一方の端３４ａは、振動板２６の裏面２６ｂに固定されている。例えば、接着剤を介して、振動伝達部材３４が振動板２６に固定されている。同様に、振動伝達部材３４の他方の端３４ｂは、圧電板３０の第１の面３０ａに、接着剤を介して固定されている。これにより、振動板２６の振動の振幅および周波数と実質的に同一の振幅および周波数で圧電板３０は振動することができる。

[0061] ここまでは、聴診器１０のチェストピース１８、すなわち生体音響センサ２４の構造について説明してきた。ここからは、聴診器１０の制御系について説明する。

[0062] 図７は、聴診器の制御系を示すブロック図である。

[0063] 図７に示すように、聴診器１０は、生体音響センサ２４に加えて、生体音

響センサ２４（すなわち圧電板３０）からの電気信号を処理するＭＰＵ（マイクロプロセッサユニット）５０を有する。ＭＰＵ５０は、電気信号をアナログ－デジタル変換するＡ／Ｄ変換部５０ａを備える。

[0064] ＭＰＵ５０にデジタル処理された生体音響センサ２４からの電気信号は、アンプ５２およびスピーカー５４によって音声に変換され、その音声がＹ字チューブ１６、耳管１４、およびイヤーチップ１２を介して出力される。聴診器１０のチェストピース１８（すなわち振動板２６の接触面２６ａ）が生体の心臓近くの皮膚に接触しているとき、心音が出力される。

[0065] また、ＭＰＵ５０によってデジタル処理された生体音響センサ２４からの電気信号は、データとして、記憶デバイス５６に記憶される。例えば、記憶デバイス５６は、聴診器１０のチェストピース１８に対して着脱可能なメモリーカードである。聴診器１０のチェストピース１８（すなわち振動板２６の接触面２６ａ）が生体の心臓近くの皮膚に接触しているとき、心音データが記憶される。

[0066] さらに、ＭＰＵ５０は、無線通信モジュール５８を介して、外部の装置（例えばコンピュータ）に対して、デジタル処理した生体音響センサ２４からの電気信号をリアルタイムに送信可能に構成されている。また、ＭＰＵ５０は、記憶デバイス５６に記憶されている心音データなどのデータを、無線通信モジュール５８を介して外部の装置に送信するように構成されている。なお、無線通信モジュール５８は、例えば、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）などのデジタル無線通信規格に準拠する無線通信モジュールである。

[0067] このようなＭＰＵ５０を操作するために、複数の操作ボタン６０がチェストピース１８の筐体２０に設けられている。操作ボタン６０を操作することにより、例えば聴診器１０の起動するまたは停止する。また、操作ボタン６０を操作することにより、デジタル処理された生体音響センサ２４からの電気信号を無線通信モジュール５８を介して送信するモード、電気信号を音声に変換してイヤーチップ１２を介して出力するモードなどのモード選択が行われる。

[0068] また、ＭＰＵ５０を駆動するためのバッテリ６２がチェストピース１８に搭載されている。なお、ＭＰＵ５０、アンプ５２、スピーカー５４、記憶デバイス５６、無線通信モジュール５８、およびバッテリ６２は、図４に示す筐体２０の内部空間２０ｅに収納されている。この内部空間２０ｅに収納されているＭＰＵ５０と圧電板３０の第１および第２の信号線４６、４８とを接続するために、圧電板３０が組み込まれた筐体２０の凹部２０ｂと内部空間２０ｅとを連絡するアクセス穴２０ｆが筐体２０に設けられている。

[0069] ここからは、生体音響センサ２４の動作について説明する。ここでは、その説明のために、聴診器１０を用いて生体（例えば人間）の心音を聴診するためにチェストピース１８の筐体２０の接触面２０ａが心臓近くの皮膚に接触している例を挙げる。

[0070] 心臓の拍動により、生体音響センサ２４の振動板２６が繰り返し変位する、すなわち振動する。

[0071] 図８は、圧電板が変形している状態を示す、本実施の形態１に係る生体音響センサの断面図である。図８において、二点鎖線は、圧電板が変形していない状態、すなわち振動板に力が作用していない状態を示している。

[0072] 具体的には、図８に示すように、心臓の拍動により、振動板２６が、実質的に変形することなく、厚さ方向（Ｚ軸方向）に往復動する。これにより、その振動板２６に円柱体の振動伝達部材３４を介して接続されている圧電板３０の中央側部分が、振動板２６と同様に厚さ方向に往復動する。

[0073] その結果、圧電板３０は、その中央側部分が外側部分に対して厚さ方向（Ｚ軸方向）に変位するたわみ変形を繰り返す。その理由は、圧電板３０の第２の面３０ｂの外側部分が環状体の圧電板支持部材３２によって支持されている、言い換えると第２の面３０ｂの中央側部分を支持する部材が存在しないからである。

[0074] すなわち、圧電板３０は、その第１の面３０ａの中央側部分が振動伝達部材３４によって拘束され、その第２の面３０ｂの外側部分が圧電板支持部材３２によって拘束されている。そのために、圧電板３０は、中央側部分が外

側部分に対して厚さ方向（Ｚ軸方向）に変位しやすい状態（たわみ変形しやすい状態）で、振動伝達部材３４を介して振動板２６に接続されている。

[0075] 振動板２６の振動によって圧電板３０がたわみ変形を繰り返すことにより、振動板２６は高い感度で振動板２６の振動を検出することができる。すなわち、圧電板３０の第１の面３０ａ全体が振動板２６の裏面２６ｂに貼り付けられている場合に比べて高い感度で、圧電板３０は振動板２６の振動を検出することができる。例えば振動板２６の振動の周波数の振幅が小さい場合や周波数が高い場合であっても、圧電板３０は振動板２６の振動を検出することができる。

[0076] 圧電板３０をたわみ変形しやすくするために、図６に示すように、厚さ方向（Ｚ方向）視で、圧電板支持部材３２と振動伝達部材３４との間の距離は大きい方が好ましい。ただし、振動伝達部材３４と圧電板３０の第１の面３０ａとの接触面積は、振動板２６から圧電板３０への振動の伝達効率を考慮すると大きい方が好ましい。これらを考慮すると、例えば、振動伝達部材３４の半径は、圧電板３０の半径の５０％に比べて小さい方が好ましい。

[0077] また、上述したように、本実施の形態１の場合、圧電板支持部材３２は、振動伝達部材３４および圧電板３０に比べて低い硬度を備える。これにより、圧電板３０が過度に大きな変形量でたわみ変形して破損することが抑制される。すなわち、圧電板３０の中央側部分が振動伝達部材３４に押されて過度に変位しても、圧電板３０の外側部分が圧電板支持部材３２を圧縮して変位することができる。その結果、圧電板３０の過度のたわみ変形が抑制される。

[0078] なお、振動板２６の厚さ方向（Ｚ軸方向）のストローク範囲を制限することにより、圧電板３０の過度のたわみ変形を抑制することが可能である。例えば、振動板支持部材２８を適切な弾性率を備える材料から作製することにより、あるいはストッパを設けることにより、振動板２６の過度な変位量での変位、すなわち圧電板３０の過度なたわみ変形を抑制することが可能である。この場合、圧電板支持部材３２と振動伝達部材３４は、同一の硬度を備

えてもよい。

[0079] 圧電板３０の過度なたわみ変形を抑制できるように、図４に示すように、圧電板支持部材３２の厚さ（Ｚ軸方向のサイズ）ｔ１を決定してもよい。具体的には、所定の力以上の力が振動板２６に作用して圧電板３０がたわみ変形したときに、圧電板３０の第２の面３０ｂの中心が筐体２０の凹部２０ｂの底面２０ｄに接触するように、圧電板支持部材３２の厚さｔ１が決定されている。ここで言う「所定の力」とは、圧電板３０が破損する力に比べて小さく、生体音響センサ２４の通常使用において振動板２６に作用しうる最大の力に比べて大きい力である。これにより、圧電板３０の過剰なたわみ変形が抑制され、圧電板３０の破損が抑制される。

[0080] 圧電板支持部材３２の厚さｔ１の代わりに、振動伝達部材３４の厚さ（Ｚ軸方向のサイズ）ｔ２を適切に決定して、圧電板３０の過度なたわみ変形を抑制してもよい。具体的には、所定の力以上の力が振動板２６に作用して圧電板３０がたわみ変形したときに、圧電板３０の第１の面３０ａの外周縁が振動板２６に接触するように、振動伝達部材３４の厚さｔ２が決定される。

[0081] さらに、上述したように、圧電板支持部材３２が弾性変形可能な材料から作製されることにより、圧電板支持部材３２は振動を吸収するダンパとして機能することができる。例えば、生体と振動板２６の接触面２６ａとの間から発生した擦過音に由来する好ましくない高周波数成分を圧電板支持部材３２は吸収することができる。

[0082] 以上のような本実施の形態１によれば、圧電板３０を利用する生体音響センサ２４において、振動の検出感度を向上させることができる。

[0083] （実施の形態２）

本実施の形態２は、圧電板支持部材および振動伝達部材の形状を除いて、上述の実施の形態１と実質的に同一である。したがって、この異なる点を中心にして本実施の形態２について説明する。なお、上述の実施の形態１の構成要素と実質的に同一の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0084] 図９は、本実施の形態２に係る生体音響センサを備えた聴診器におけるチ

エストピースの断面図である。また、図１０は、圧電板支持部材と振動伝達部材の位置関係を示す上面図である。

[0085] 図９に示すように、本実施の形態２に係る聴診器のチェストピース１１８に設けられた生体音響センサ１２４において、圧電板支持部材１３２は、厚さ方向（Ｚ軸方向）視で、圧電板３０の実質的に中央側に位置する円柱体である。一方、振動伝達部材１３４は、圧電板３０の外周縁に沿った環状体である。したがって、図１０に示すように、厚さ方向視で、円柱体の圧電板支持部材１３２を、環状体の振動伝達部材１３４が囲んでいる。

[0086] 図１１は、圧電板が変形している状態を示す、本実施の形態２に係る生体音響センサの断面図である。図１１において、二点鎖線は、圧電板が変形していない状態、すなわち振動板に力が作用していない状態を示している。

[0087] 図１１に示すように、振動板２６に接触する生体の振動（例えば心臓の拍動）により、振動板２６が厚さ方向（Ｚ軸方向）に往復動する。これにより、振動板２６に環状体の振動伝達部材１３４を介して接続されている圧電板３０の外側部分が振動板２６と同様に厚さ方向に往復動する。

[0088] このとき、圧電板３０の第２の面３０ｂの中央側部分が円柱体の圧電板支持部材１３２によって支持されているために、圧電板３０は、その外側部分が中央側部分に対して厚さ方向（Ｚ軸方向）に変位するたわみ変形を繰り返す。

[0089] すなわち、上述の実施の形態１の場合には、図８に示すように、圧電板３０は凹状にたわみ変形するが、本実施の形態２の場合には、図１１に示すように、圧電板３０は凸状にたわみ変形する。

[0090] なお、圧電板３０の過度なたわみ変形を抑制できるように、図９に示すように、振動伝達部材１３４の厚さ（Ｚ軸方向のサイズ）ｔ３を決定してもよい。具体的には、所定の力以上の力が振動板２６に作用して圧電板３０がたわみ変形したときに、圧電板３０の第１の面３０ａの中心が振動板２６に接触するように、振動伝達部材１３４の厚さｔ３が決定されている。ここで言う「所定の力」とは、圧電板３０が破損する力に比べて小さく、生体音響セ

ンサ２４の通常使用において振動板２６に作用しうる最大の力に比べて大きい力である。これにより、圧電板３０の過剰なたわみ変形が抑制され、圧電板３０の破損が抑制される。

[0091] 振動伝達部材１３４の厚さｔ３の代わりに、圧電板支持部材１３２の厚さ（Ｚ軸方向のサイズ）ｔ４を適切に決定して、圧電板３０の過度なたわみ変形を抑制してもよい。具体的には、所定の力以上の力が振動板２６に作用して圧電板３０がたわみ変形したときに、圧電板３０の第２の面３０ｂの外周縁が筐体２０の凹部２０ｂの底面２０ｄに接触するように、圧電板支持部材１３２の厚さｔ４が決定される。

[0092] このような本実施の形態２も、上述の実施の形態1と同様に、圧電板３０を利用する生体音響センサ１２４において、振動の検出感度を向上させることができる。

[0093] （実施の形態３）

本実施の形態３は、振動伝達部材を除いて、上述の実施の形態１と実質的に同一である。したがって、この異なる点を中心にして本実施の形態３について説明する。なお、上述の実施の形態１の構成要素と実質的に同一の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0094] 図１２は、本実施の形態３に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図である。

[0095] 図１２に示すように、本実施の形態３に係る生体音響センサ２２４において、振動伝達部材２３４は、円柱体であって、中心側に比べて外側が低い硬度の部材である。例えば、振動伝達部材２３４は、金属の芯体２３４ａの外周面に弾性層２３４ｂを形成することによって作製されている。

[0096] このような振動伝達部材２３４によれば、振動伝達部材２３４の端面の角と接触する圧電板３０の部分での応力集中が緩和される。その結果、応力集中による圧電板３０の破損を抑制することができる。

[0097] このような本実施の形態３も、上述の実施の形態1と同様に、圧電板３０を利用する生体音響センサ２２４において、振動の検出感度を向上させること

ができる。

[0098] なお、このような中心側に比べて外側が低い硬度の振動伝達部材２３４の構造を、上述の実施の形態２に係る生体音響センサ１２４の圧電板支持部材１３２にも採用してもよい。

[0099] （実施の形態４）

本実施の形態４は、振動伝達部材を除いて、上述の実施の形態１と実質的に同一である。したがって、この異なる点を中心にして本実施の形態４について説明する。なお、上述の実施の形態１の構成要素と実質的に同一の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0100] 図１３は、本実施の形態４に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図である。

[0101] 図１３に示すように、本実施の形態４に係る生体音響センサ３２４において、振動伝達部材３３４は、円柱体である。圧電板３０と接触する振動伝達部材３３４の端面３３４ａは、丸角を備える。すなわち、圧電板３０と接触してその接触部分に応力集中を発生させる鋭い角（例えば９０度の角度を備える角）を、振動伝達部材３３４の端面３３４ａは備えていない。その結果として、応力集中による圧電板３０の破損を抑制することができる。

[0102] このような本実施の形態４も、上述の実施の形態1と同様に、圧電板３０を利用する生体音響センサ３２４において、振動の検出感度を向上させることができる。

[0103] なお、このような振動伝達部材３３４の端面３３４ａの丸角の構造を、上述の実施の形態２に係る生体音響センサ１２４の圧電板支持部材１３２にも採用してもよい。

[0104] （実施の形態５）

上述の実施の形態１の場合、図４に示すように、振動板２６と圧電板３０との間には振動伝達部材３４と空気層とが存在する。また、圧電板３０と筐体２０との間には圧電板支持部材３２と空気層とが存在する。このような空気層を、本実施の形態５は備えていない。したがって、この異なる点を中心

にして本実施の形態５について説明する。なお、上述の実施の形態１の構成要素と実質的に同一の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0105] 図１４は、本実施の形態５に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図である。

[0106] 図１４に示すように、本実施の形態５に係る生体音響センサ４２４は、振動板２６と圧電板３０との間に配置された第１の緩衝部材４７０と、圧電板３０と筐体２０との間に配置された第２の緩衝部材４７２とを有する。

[0107] 第１の緩衝部材４７０は、同様に振動板２６と圧電板３０との間に配置されている振動伝達部材３４の硬度に比べて低い硬度を備える。例えば、振動伝達部材３４が金属材料から作製されている場合、第１の緩衝部材４７０はスポンジ材料から作製されている。

[0108] 第２の緩衝部材４７２は、同様に圧電板３０と筐体２０との間に配置されている圧電板支持部材３２の硬度に比べて低い硬度を備える。例えば、圧電板支持部材３２が相対的に高い弾性率の材料で作製され、第２の緩衝部材４７２が相対的に低い弾性率の材料から作製される。

[0109] このような第１および第２の緩衝部材４７０、４７２によれば、振動板２６と圧電板３０との接触および圧電板３０と筐体２０との接触を抑制することができる。また、振動板２６と圧電板３０の自重によるたわみ変形を抑制することができる、すなわち非使用時にたわみ変形し続けることが抑制される。

[0110] このような本実施の形態５も、上述の実施の形態１と同様に、圧電板３０を利用する生体音響センサ４２４において、振動の検出感度を向上させることができる。

[0111] なお、このような第１および第２の緩衝部材４７０、４７２を、上述の実施の形態２に係る生体音響センサ１２４にも採用してもよい。

[0112] （実施の形態６）

上述の実施の形態１の場合、図４に示すように、筐体２０は、環状体である圧電板支持部材３２を介して間接的に圧電板３０の第２の面３０ｂの外側

部分を支持している。これと異なり、本実施の形態６の場合、筐体は、直接的に圧電板を支持する。この異なる点を中心に、本実施の形態６について説明する。なお、上述の実施の形態１の構成要素と実質的に同一の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0113] 図１５は、本実施の形態６に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図である。

[0114] 図１５に示すように、本実施の形態６に係る生体音響センサ５２４において、圧電板３０の第２の面３０ｂの外側部分は、筐体５２０の凹部５２０ｂの底面５２０ｄによって直接的に支持されている。そのために、底面５２０ｄは、凹面で構成されている。この凹面状の底面５２０ｄは、最底部が圧電板３０の第２の面３０ｂの中心に対して厚さ方向（Ｚ軸方向）に対向するように筐体５２０に形成されている。この凹面状の底面５２０ｄによって第２の面３０ｂの外側部分が支持されることにより、振動板２６に作用する力に応じて圧電板３０はたわみ変形することができる。

[0115] なお、圧電板３０の過度なたわみ変形を抑制できるように、図１５に示すように、圧電板３０の第２の面３０ｂの中心から筐体５２０の凹面状の底面５２０ｄまでの距離ｄ１が決定されてもよい。例えば、距離ｄ１は、５０μｍである。具体的には、所定の力以上の力が振動板２６に作用して圧電板３０がたわみ変形したときに、圧電板３０の第２の面３０ｂの中心が凹面状の底面５２０ｄに接触するように、距離ｄ１が決定されている。ここで言う「所定の力」とは、圧電板３０が破損する力に比べて小さく、生体音響センサ２４の通常使用において振動板２６に作用しうる最大の力に比べて大きい力である。これにより、圧電板３０の過剰なたわみ変形が抑制され、圧電板３０の破損が抑制される。

[0116] 所定の力以上の力が振動板２６に作用すると、圧電板３０の第２の面３０ｂ全体が、筐体５２０の凹部５２０ｂの底面５２０ｄに接触する。これにより、圧電板３０における第２の面３０ｂ近傍部分内の圧縮応力が実質的に一様に分布し、それにより圧電板３０の局所的な過度の変形、例えば座屈や割

れなどの変形が抑制される。その結果、圧電板３０の破損が抑制される。

[0117] このような本実施の形態６も、上述の実施の形態１と同様に、圧電板３０を利用する生体音響センサ５２４において、振動の検出感度を向上させることができる。

[0118] （実施の形態７）

本実施の形態７は、上述の実施の形態６の改良形態である。したがって、異なる点を中心に、本実施の形態７について説明する。なお、上述の実施の形態６の構成要素と実質的に同一の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0119] 図１６は、本実施の形態７に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図である。

[0120] 図１６に示すように、本実施の形態７に係る生体音響センサ６２４において、圧電板３０は、その第２の面３０ｂの外側部分で、筐体５２０の凹部５２０ｂの凹面状の底面５２０ｄに直接的に支持されている。また、圧電板３０の第１の面３０ａの中央側部分には、振動板６２６が、振動伝達部材を介することなく、直接的に接触している。そのために、振動板６２６は、その裏面６２６ｂに凸面が設けられている。本実施の形態７の場合、振動板６２６は、自然状態（力が作用していない状態）で、その中央側部分が圧電板３０側に凸に湾曲している形状を備える。その凸面状の裏面６２６ｂの中心（頂点）が、圧電板３０の第１の面３０ａに直接的に接触している。

[0121] また、振動板６２６の裏面６２６ｂの凸面形状は、筐体５２０の凹部５２０ｂの底面５２０ｄの凹面形状に対応する。すなわち、裏面６２６ｂと底面５２０ｄは互いに平行である。したがって、所定の力以上の振動板６２６に作用すると、圧電板３０の第２の面３０ｂ全体が筐体５２０の凹部５２０ｂの底面５２０ｄに接触するとともに、圧電体３０の第１の面３０ａ全体が振動板６２６の裏面６２６ｂに接触する。すなわち、圧電板３０全体が、振動板６２６と筐体５２０とに挟持される。これにより、圧電板３０全体にわたって圧縮応力が実質的に一様に分布し、それにより圧電板３０の局所的な過

度の変形、例えば座屈や割れなどの変形が抑制される。その結果、圧電板３０の破損が抑制される。

[0122] このような本実施の形態７も、上述の実施の形態１と同様に、圧電板３０を利用する生体音響センサ６２４において、振動の検出感度を向上させることができる。

[0123] （実施の形態８）

上述の実施の形態２の場合、図９に示すように、振動板２６は、環状体である振動伝達部材１３４を介して間接的に圧電板３０の第１の面３０ａの外側部分に接触している。これと異なり、本実施の形態８の場合、振動板は、直接的に圧電板に接触する。この異なる点を中心に、本実施の形態８について説明する。なお、上述の実施の形態２の構成要素と実質的に同一の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0124] 図１７は、本実施の形態８に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図である。

[0125] 図１７に示すように、本実施の形態８に係る生体音響センサ７２４において、圧電板３０の第１の面３０ａの外側部分には、振動板７２６の裏面７２６ｂが直接的に接触している。そのために、裏面７２６ｂは、凹面で構成されている。本実施の形態８の場合、振動板７２６は、自然状態（力が作用していない状態）で、その中央側部分が圧電板３０側に凹に湾曲している形状を備える。この凹面状の裏面７２６ｂは、最上部が圧電板３０の第１の面３０ａの中心に対して厚さ方向（Ｚ軸方向）に対向するように振動板７２６に形成されている。この凹面状の裏面７２６ｂが第１の面３０ａの外側部分に接触することにより、振動板７２６に作用する力に応じて圧電板３０はたわみ変形することができる。

[0126] なお、圧電板３０の過度なたわみ変形を抑制できるように、図１７に示すように、圧電板３０の第１の面３０ａの中心から振動板７２６の凹面状の裏面７２６ｂまでの距離ｄ２が決定されてもよい。例えば、距離ｄ２は、５０μｍである。具体的には、所定の力以上の力が振動板７２６に作用して圧電

板３０がたわみ変形したときに、圧電板３０の第１の面３０ａの中心が凹面状の裏面７２６ｂに接触するように、距離ｄ２が決定されている。ここで言う「所定の力」とは、圧電板３０が破損する力に比べて小さく、生体音響センサ７２４の通常使用において振動板２６に作用しうる最大の力に比べて大きい力である。これにより、圧電板３０の過剰なたわみ変形が抑制され、圧電板３０の破損が抑制される。

[0127] 所定の力以上の力が振動板７２６に作用すると、圧電板３０の第１の面３０ａ全体が、振動板７２６の裏面７２６ｂに接触する。これにより、圧電板３０における第１の面３０ａ近傍部分内の圧縮応力が実質的に一様に分布し、それにより圧電板３０の局所的な過度の変形、例えば座屈や割れなどの変形が抑制される。その結果、圧電板３０の破損が抑制される。

[0128] このような本実施の形態８も、上述の実施の形態２と同様に、圧電板３０を利用する生体音響センサ７２４において、振動の検出感度を向上させることができる。

[0129] （実施の形態９）

本実施の形態９は、上述の実施の形態８の改良形態である。したがって、異なる点を中心に、本実施の形態９について説明する。なお、上述の実施の形態８の構成要素と実質的に同一の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0130] 図１８は、本実施の形態９に係る生体音響センサを備えた聴診器のチェストピースの一部分の断面図である。

[0131] 図１８に示すように、本実施の形態９に係る生体音響センサ８２４において、圧電板３０は、その第１の面３０ａの外側部分で、振動板７２６の凹面状の裏面７２６ｂに直接的に接触している。また、圧電板３０の第２の面３０ｂの中央側部分には、筐体８２０の凹部８２０ｂの底面８２０ｄが、圧電板支持部材を介することなく、直接的に接触している。そのために、筐体８２０の底面８２０ｄには、凸面が設けられている。その凸面状の裏面８２０ｄの中心（頂点）が、圧電板３０の第２の面３０ｂに直接的に接触している

。

[0132] また、筐体８２０の凹部８２０ｂの底面８２０ｄの凸面形状は、振動板７２６の裏面７２６ｂの凹面形状に対応する。すなわち、底面８２０ｄと裏面７２６ｂは互いに平行である。したがって、所定の力以上の振動板７２６に作用すると、圧電板３０の第１の面３０ａ全体が振動板７２６の裏面７２６ｂに接触するとともに、圧電体３０の第２の面３０ｂ全体が筐体８２０の凹部８２０ｂの底面８２０ｄに接触する。すなわち、圧電板３０全体が、振動板７２６と筐体８２０とに挟持される。これにより、圧電板３０全体にわたって圧縮応力が実質的に一様に分布し、それにより圧電板３０の局所的な過度の変形、例えば座屈や割れなどの変形が抑制される。その結果、圧電板３０の破損が抑制される。

[0133] このような本実施の形態９も、上述の実施の形態２と同様に、圧電板３０を利用する生体音響センサ８２４において、振動の検出感度を向上させることができる。

[0134] 以上、複数の実施の形態１～９を挙げて本発明を説明したが、本発明の実施の形態はこれらに限らない。

[0135] 例えば、上述の実施の形態１の場合、図６に示すように、厚さ方向（Ｚ軸方向）視で、環状体の圧電板支持部材３２が、柱体の振動伝達部材３４を、その全周にわたって囲んでいる。また、上述の実施の形態２の場合、図１０に示すように、厚さ方向視で、環状体の振動伝達部材１３４が、柱体の圧電板支持部材３２を、その全周にわたって囲んでいる。しかしながら、本発明の実施の形態は、これに限らない。

[0136] 例えば、圧電板の厚さ方向視で、柱体の振動伝達部材を、複数（少なくとも３つ）の柱体の圧電板支持部材が、周方向に一定の間隔をあけて囲んでもよい。または、圧電板の厚さ方向視で、柱体の圧電板支持部材を、複数（少なくとも３つ）の柱体の振動伝達部材が、周方向に一定の間隔をあけて囲んでもよい。このような場合でも、圧電板はたわみ変形することができる。

[0137] また、上述の実施の形態１の場合、振動板支持部材２８は、振動板２６の

厚さ方向に弾性変形可能な材料、例えばスポンジ材料から作製されている。しかしながら、本発明の実施の形態はこれに限らない。例えば、振動板支持部材２８は、厚さ方向に伸縮するスプリングであってもよい。すなわち、振動板支持部材は、振動板をその厚さ方向に変位可能に支持する部材または機構であればよい。例えば、空気ばねの圧縮空気が振動板を支持してもよい。さらに言えば、振動板支持部材２８は、省略することが可能である。例えば、筐体２０の凹部２０ｂの内径が振動板２６の外径に比べてわずかに大きく、振動板２６が筐体２０の凹部２０ｂの内周面に沿ってピストンのように往復動可能であれば、振動板支持部材２８は省略可能である。

[0138] さらに、上述の実施の形態１の場合、振動伝達部材３４は、振動板２６と圧電板３０の両方に接着剤を介して固定されている。しかしながら、本発明の実施の形態はこれに限らない。振動伝達部材に対する振動板および圧電板の接触を維持することができるのであれば、振動伝達部材を振動板および圧電板に固定しなくてもよい。なお、圧電板３０の破損を考慮すると、圧電板３０の第１の面３０ａの中央側部分と接触する振動伝達部材３４は、圧電板３０に固定されているが好ましい。圧電板３０の中央側部分は、振動板２６の振動によって他の部分に比べて応力が集中するため、具体的には圧縮変形と引っ張り変形が繰り返して起こる。そのため、圧電板３０の中央側部分は、振動伝達部材３４を固定することによって変形剛性が増加されるのが好ましい。なお、この場合、振動伝達部材３４が、例えば凸部として、圧電板３０に一体的に設けられてもよい。

[0139] さらにまた、上述の実施の形態１の場合、圧電板３０の硬度および振動伝達部材３４の硬度は、圧電板支持部材３２の硬度に比べて高い。しかしながら、本発明の実施の形態はこれに限らない。例えば、振動伝達部材３４と圧電板支持部材３２が、例えば同一の材料から作製されることにより、実質的に同一の硬度を備えてもよい。また例えば、振動板２６から圧電板３０に振動を伝達することができるのであれば、振動伝達部材３４の硬度が、圧電板支持部材３２の硬度に比べて低くてもよい。すなわち、圧電板３０、圧電板

支持部材３２、および振動伝達部材３４の間の硬度の関係は、振動板２６の振動によって圧電板３０がたわみ変形することができる関係であればよい。

[0140] さらにまた、上述の実施の形態１～９の場合、生体音響センサは、聴診器に組み込まれている。しかしながら、本発明の生体音響センサは、聴診器以外にも使用可能である。例えば、心音をモニタリングし続けるために生体に長い時間装着されたまま維持される心音センサとして、生体音響センサは使用されてもよい。

[0141] すなわち、本発明に係る一実施の形態の生体音響センサは、広義には、筐体と、生体に接触する接触面と前記接触面に対して反対側の裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、前記振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と前記第１の面に対して反対側の第２の面とを備え、前記振動板の振動を電気信号に変換する圧電板と、を有し、前記振動板が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第１の面の中央側部分に接触し、前記筐体が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第２の面の外側部分を支持している、生体音響センサである。

[0142] また、本発明の別の実施の形態に係る生体音響センサは、広義には、筐体と、生体に接触する接触面と前記接触面に対して反対側の裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、前記振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と前記第１の面に対して反対側の第２の面とを備え、前記振動板の振動を電気信号に変換する圧電板と、を有し、前記振動板が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第１の面の外側部分に接触し、前記筐体が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第２の面の中央側部分を支持している、生体音響センサである。

[0143] 以上、複数の実施の形態を挙げて本発明を説明したが、ある実施の形態の少なくとも一部分に対して少なくとも１つの実施の形態を全体としてまたは部分的に組み合わせて本発明に係るさらなる実施の形態とすることが可能であることは、当業者にとって明らかである。

産業上の利用可能性

[0144] 本発明は、心音などの生体から発生する音（振動）を測定する機器に適用可能である。

請求の範囲

[請求項1] 筐体と、

生体に接触する接触面と前記接触面に対して反対側の裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、

前記振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と前記第１の面に対して反対側の第２の面とを備え、前記振動板の振動を電気信号に変換する圧電板と、を有し、

前記振動板が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第１の面の中央側部分に接触し、

前記筐体が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第２の面の外側部分を支持している、生体音響センサ。

[請求項2] 前記筐体に設けられ、前記振動板を支持し、前記厚さ方向に弾性変形可能な振動板支持部材を、さらに有する、請求項１に記載の生体音響センサ。

[請求項3] 前記圧電板の第２の面に対向する前記筐体の部分が、凹面を備え、

前記筐体が、前記凹面を介して、前記圧電板の第２の面の外側部分を直接的に支持している、請求項１または２に記載の生体音響センサ。

[請求項4] 前記振動板の裏面に、前記筐体の凹面に対応する凸面が設けられ、

前記振動板が、前記凸面を介して、前記圧電板に直接的に接触している、請求項３に記載の生体音響センサ。

[請求項5] 前記振動板と前記圧電板との間に挟まれ、前記圧電板の第１の面の中央側部分と接触して前記振動板の振動を前記圧電板に伝達する振動伝達部材と、

前記圧電板と前記筐体との間に挟まれ、前記圧電板の第２の面の外側部分を支持する圧電板支持部材と、をさらに有し、

前記振動板が、前記振動伝達部材を介して間接的に前記圧電板に接触し、

前記筐体が、前記圧電板支持部材を介して間接的に前記圧電板を支持する、請求項１または２に記載の生体音響センサ。

[請求項6] 前記圧電板支持部材の厚さが、所定の力以上の力が前記振動板に作用して前記圧電板がたわみ変形したときに、前記圧電板の第２の面の中心が前記筐体に接触する厚さである、請求項５に記載の生体音響センサ。

[請求項7] 前記振動伝達部材の厚さが、所定の力以上の力が前記振動板に作用して前記圧電板がたわみ変形したときに、前記圧電板の第１の面の外周縁が前記振動板に接触する厚さである、請求項５に記載の生体音響センサ。

[請求項8] 前記圧電板支持部材が、弾性変形可能な材料から作製されている、請求項５から７のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項9] 前記振動伝達部材が、柱体であって、

前記圧電板支持部材が、前記圧電板の外周縁に沿った環状体である、請求項５から８のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項10] 前記振動伝達部材の一方の端面が、前記振動板の裏面に固定されている、請求項５から９のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項11] 前記振動伝達部材の他方の端面が、前記圧電板の第１の面に固定されている、請求項５から１０のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項12] 前記振動伝達部材が、中心側に比べて外側が低い硬度の部材である、請求項５から１１のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項13] 前記振動伝達部材の前記圧電板側の端面が、丸角を備える、請求項５から１２のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項14] 前記振動板と前記圧電板との間に配置された第１の緩衝部材と、

前記圧電板と前記筐体との間に配置された第２の緩衝部材と、をさらに有し、

前記第１の緩衝部材が、前記振動伝達部材の硬度に比べて低い硬度

を備え、

前記第２の緩衝部材が、前記圧電板支持部材の硬度に比べて低い硬度を備える、請求項１から１３のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項15] 筐体と、

生体に接触する接触面と前記接触面に対して反対側の裏面とを備え、厚さ方向に変位可能な振動板と、

前記振動板の裏面に対して間隔をあけて対向する第１の面と前記第１の面に対して反対側の第２の面とを備え、前記振動板の振動を電気信号に変換する圧電板と、を有し、

前記振動板が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第１の面の外側部分に接触し、

前記筐体が、前記厚さ方向視で、前記圧電板の第２の面の中央側部分を支持している、生体音響センサ。

[請求項16] 前記筐体に設けられ、前記振動板を支持し、前記厚さ方向に弾性変形可能な振動板支持部材を、さらに有する、請求項１５に記載の生体音響センサ。

[請求項17] 前記振動板の裏面が、凹面を備え、

前記振動板が、前記凹面を介して、前記圧電板の第１の面の外側部分に直接的に接触している、請求項１５または１６に記載の生体音響センサ。

[請求項18] 前記圧電板の第２の面に対向する筐体の部分が、前記振動板の凹面に対応する凸面を備え、

前記筐体が、前記凸面を介して、前記圧電板を直接的に支持している、請求項１７に記載の生体音響センサ。

[請求項19] 前記振動板と前記圧電板との間に挟まれ、前記圧電板の第１の面の外側部分と接触して前記振動板の振動を前記圧電板に伝達する振動伝達部材と、

前記圧電板と前記筐体との間に挟まれ、前記圧電板の第２の面の中央側部分を支持する圧電板支持部材と、をさらに有し、

前記振動板が、前記振動伝達部材を介して間接的に前記圧電板に接触し、

前記筐体が、前記圧電板支持部材を介して間接的に前記圧電板を支持する、請求項１５または１６に記載の生体音響センサ。

[請求項20] 前記振動伝達部材の厚さが、所定の力以上の力が前記振動板に作用して前記圧電板がたわみ変形したときに、前記圧電板の第１の面の中心が前記振動板に接触する厚さである、請求項１９に記載の生体音響センサ。

[請求項21] 前記圧電板支持部材の厚さが、所定の力以上の力が前記振動板に作用して前記圧電板がたわみ変形したときに、前記圧電板の第２の面の外周縁が前記筐体に接触する厚さである、請求項１９に記載の生体音響センサ。

[請求項22] 前記圧電板支持部材が、弾性変形可能な材料から作製されている、請求項１９から２１のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項23] 前記振動伝達部材が、前記圧電板の外周縁に沿った環状体であって、

前記圧電板支持部材が、柱体である、請求項１９から２２のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項24] 前記振動伝達部材の一方の端面が、前記振動板の裏面に固定されている、請求項１９から２３のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項25] 前記振動伝達部材の他方の端面が、前記圧電板の第１の面に固定されている、請求項１９から２４のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項26] 前記振動板と前記圧電板との間に配置された第１の緩衝部材と、

前記圧電板と前記筐体との間に配置された第２の緩衝部材と、をさらに有し、

前記第１の緩衝部材が、前記振動伝達部材の硬度に比べて低い硬度を備え、

前記第２の緩衝部材が、前記圧電板支持部材の硬度に比べて低い硬度を備える、請求項１５から２５のいずれか一項に記載の生体音響センサ。

[請求項27] 請求項１から２６のいずれか一項に記載の生体音響センサと、

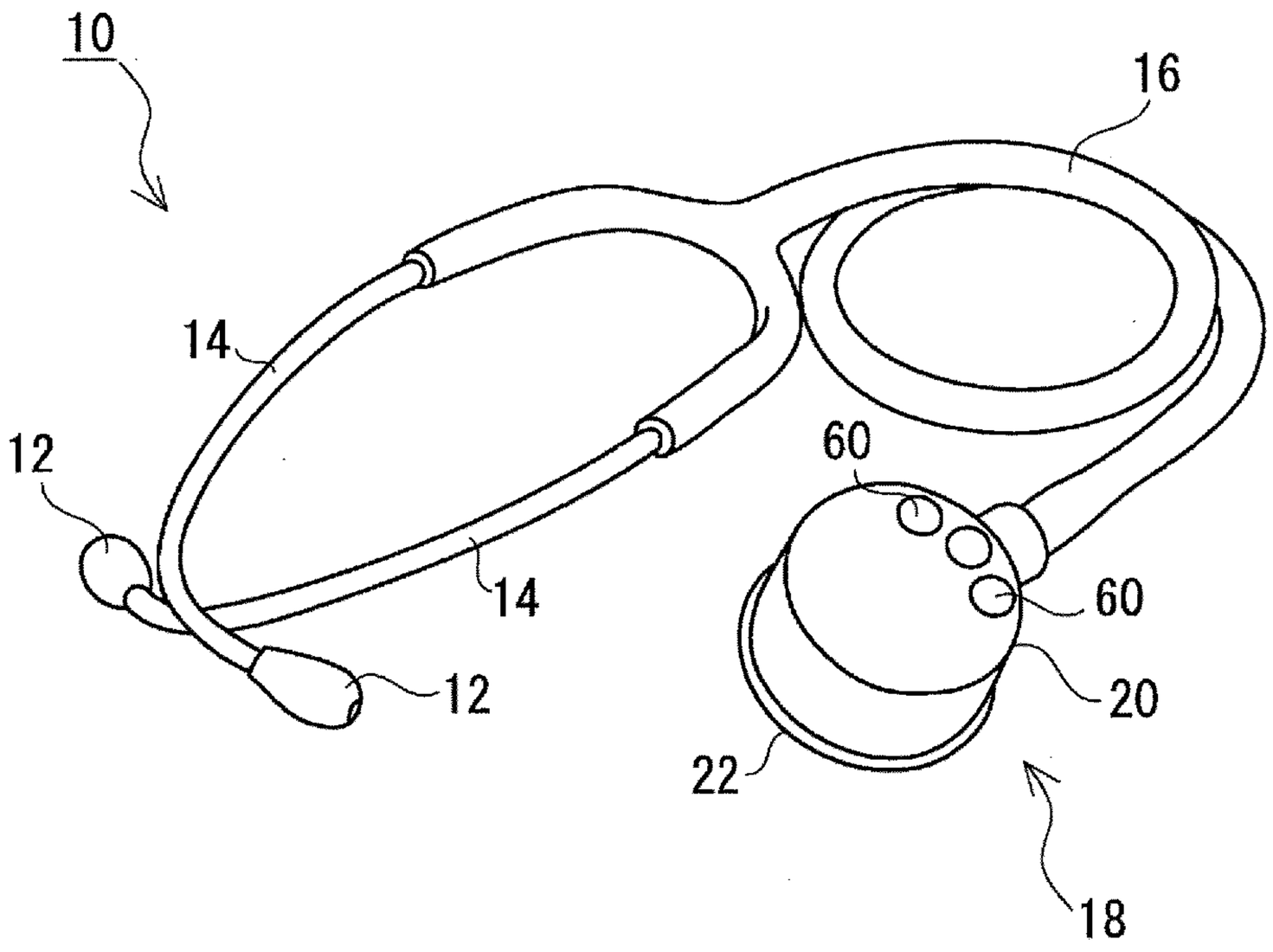
前記生体音響センサの圧電板からの電気信号に基づいて駆動するスピーカーと、

前記生体音響センサと前記スピーカーとを内蔵するチェストピースと、

前記チェストピースに接続され、前記スピーカーの音声を外部に出力するイヤーチップと、を有する聴診器。

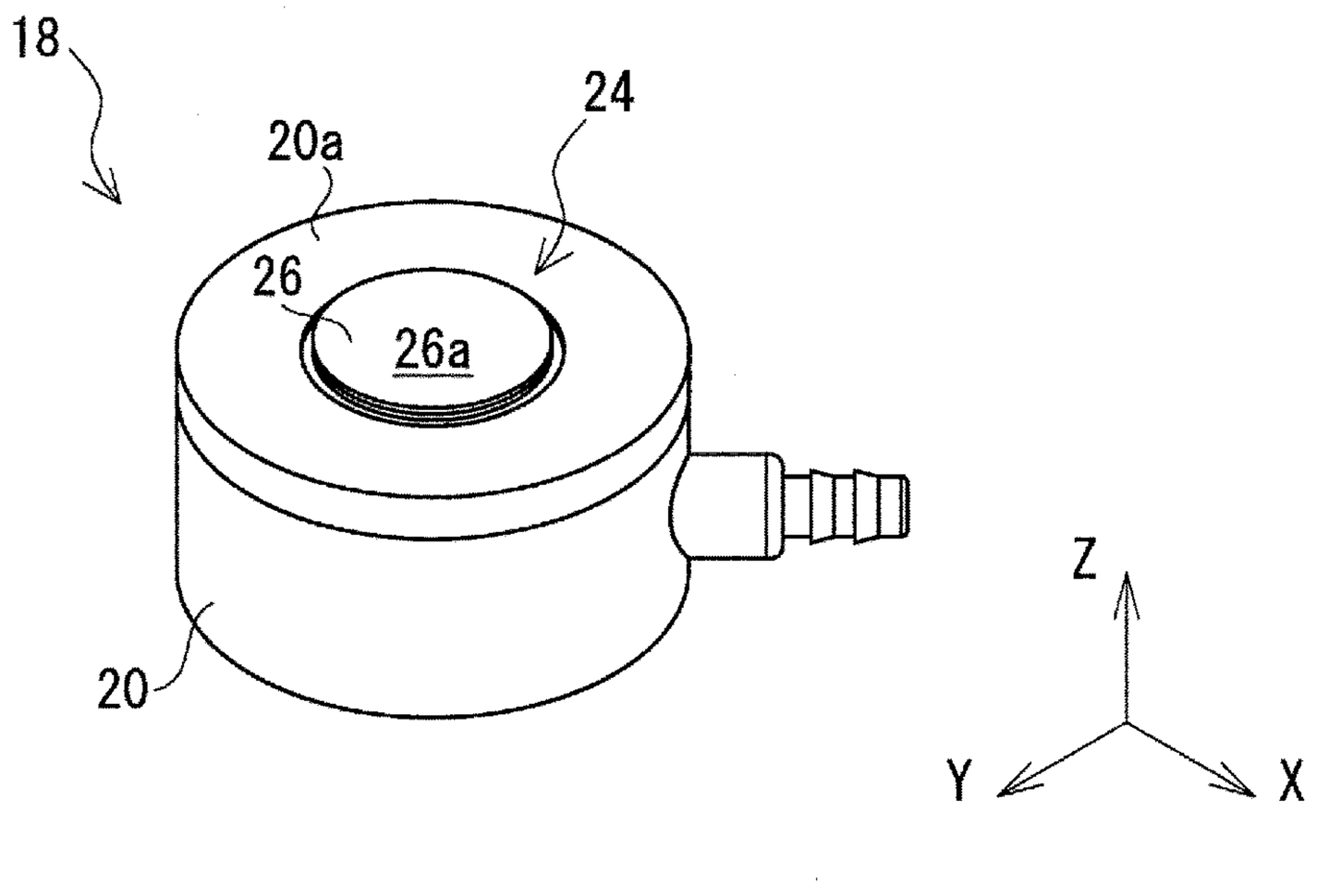
[図1]

図1



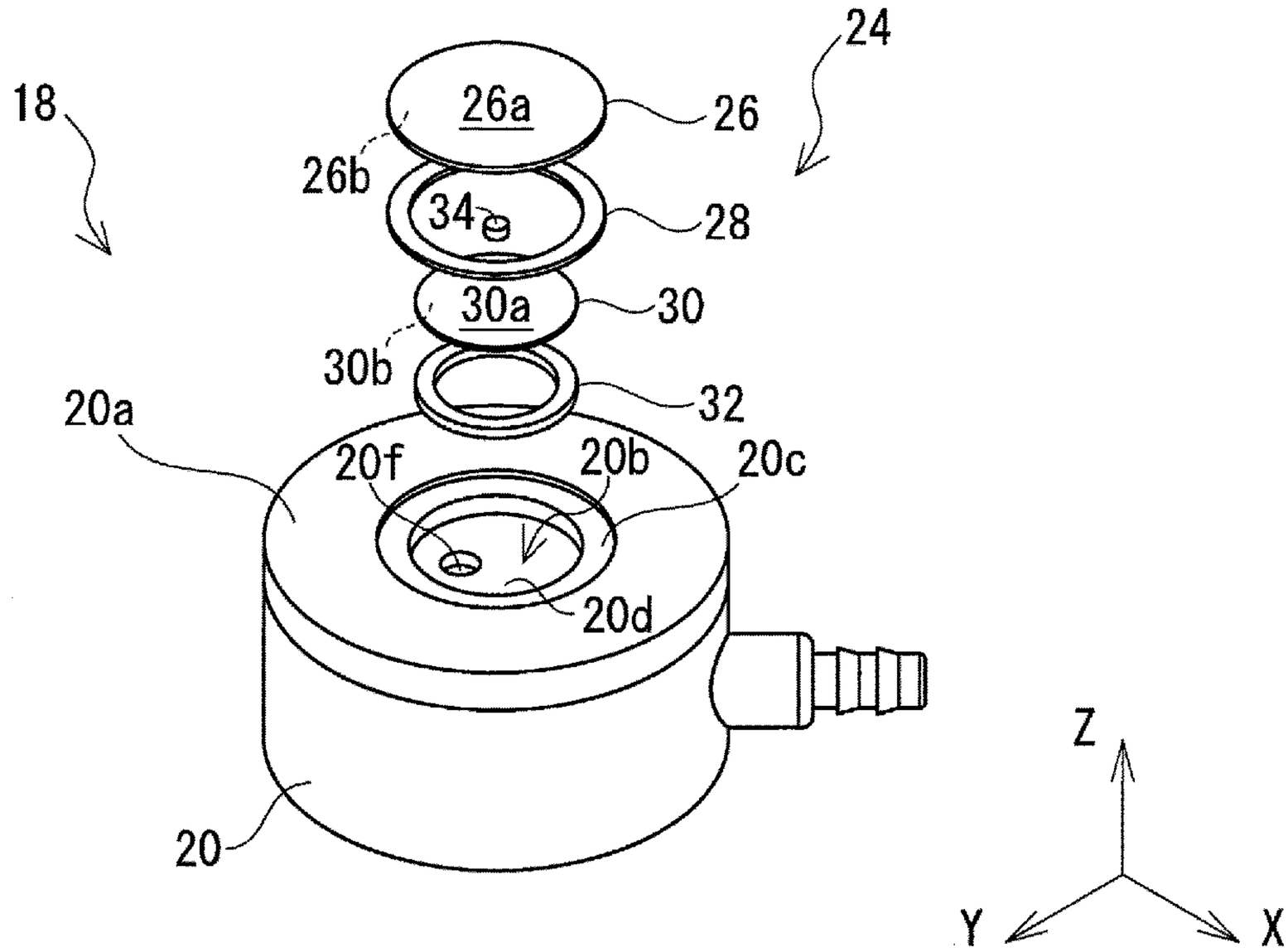
[図2]

図2



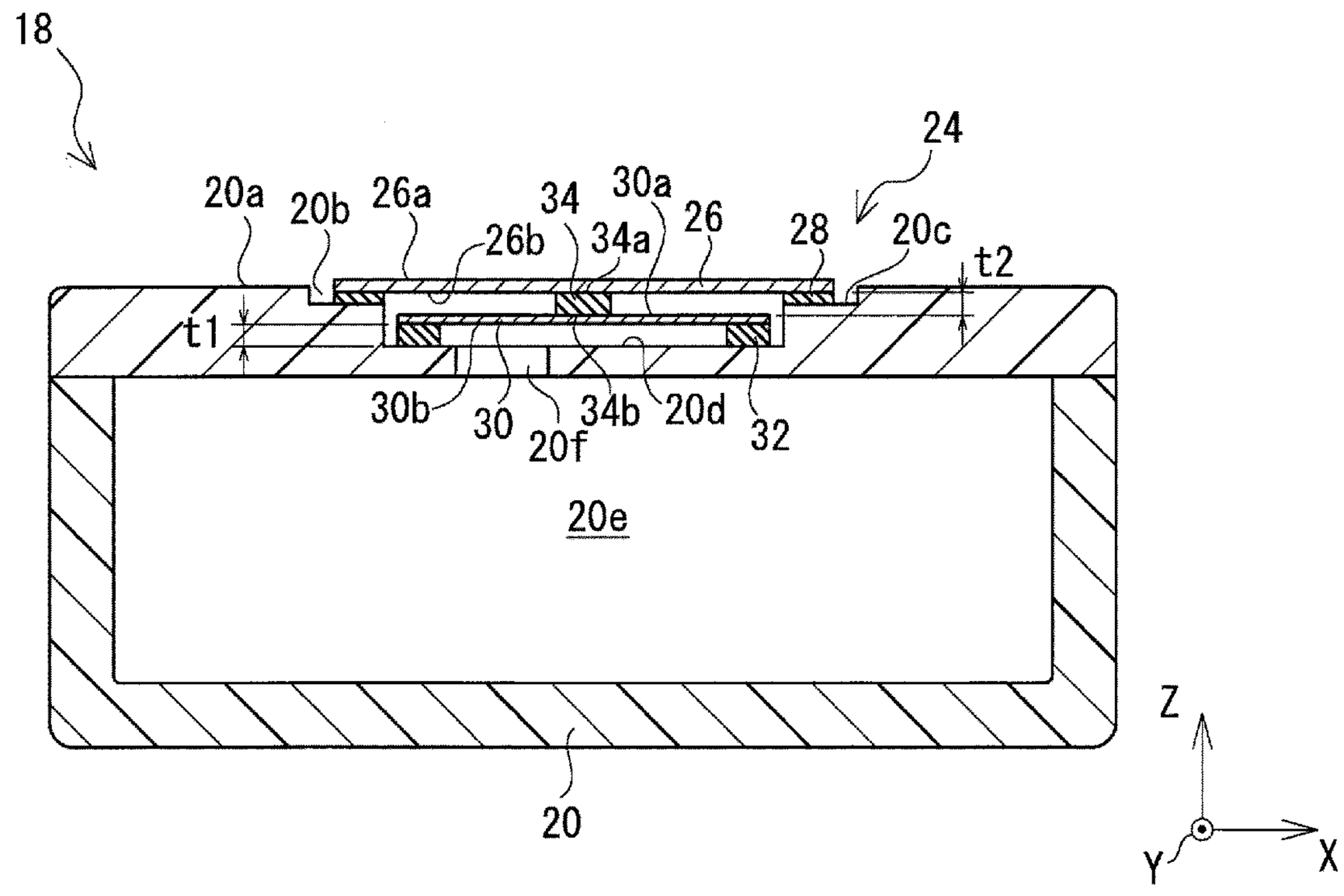
[図3]

図3


18
24
26a
26
26b
34
28
30a
30
30b
32
20a
20f
20b
20c
20d
20
Z
Y
X

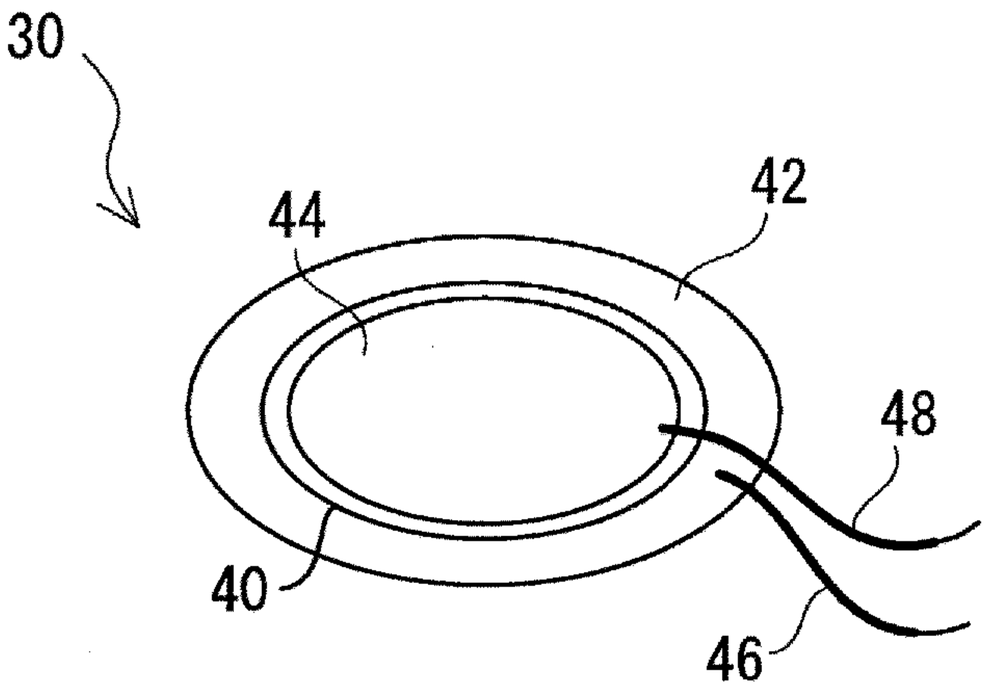
[図4]

図4


18
24
20a
20b
26a
34
30a
26b
34a
26
28
20c
t2
t1
30b
30
20f
34b
20d
32
20e
20
Z
Y
X

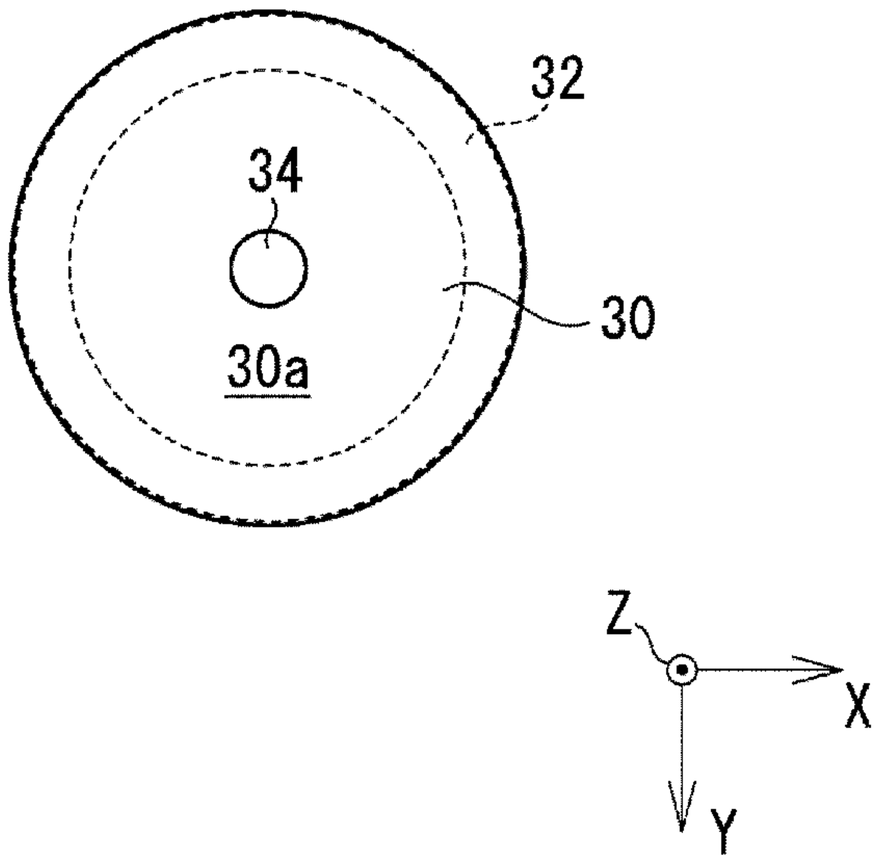
[図5]

図5



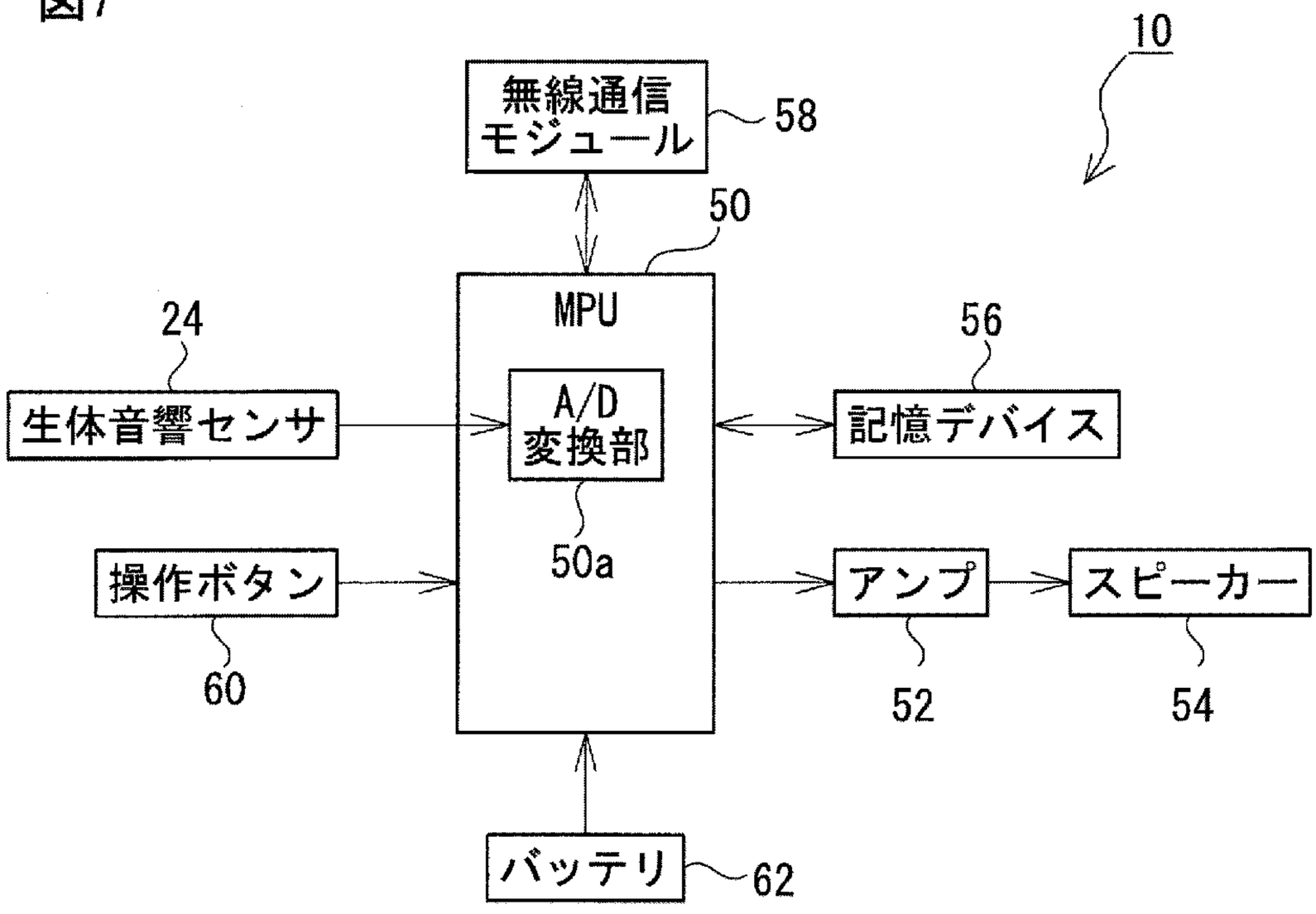
[図6]

図6



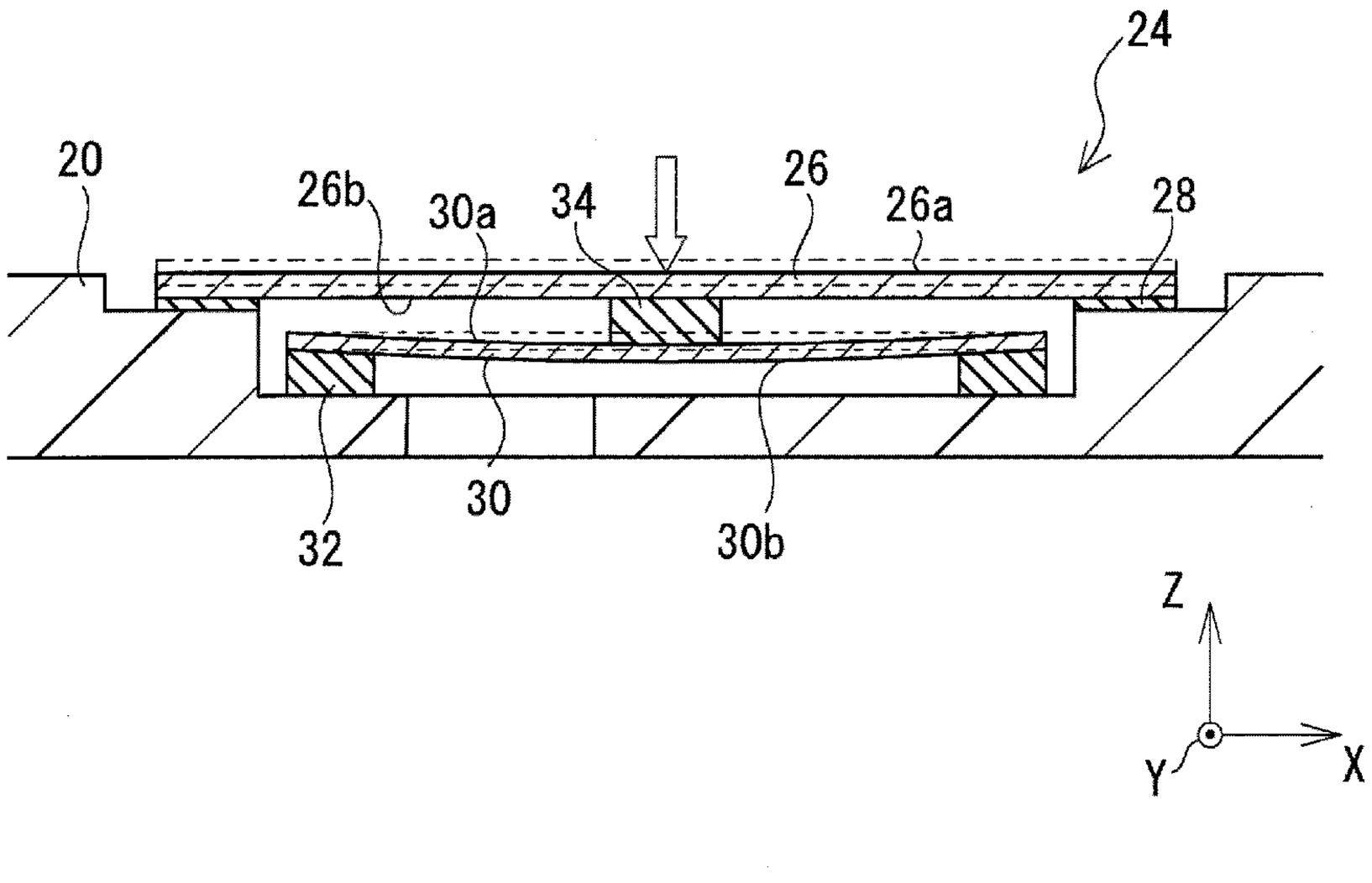
[図7]

図7


10
無線通信モジュール
58
50
MPU
24
生体音響センサ
A/D変換部
50a
56
記憶デバイス
操作ボタン
60
アンプ
52
スピーカー
54
バッテリ
62

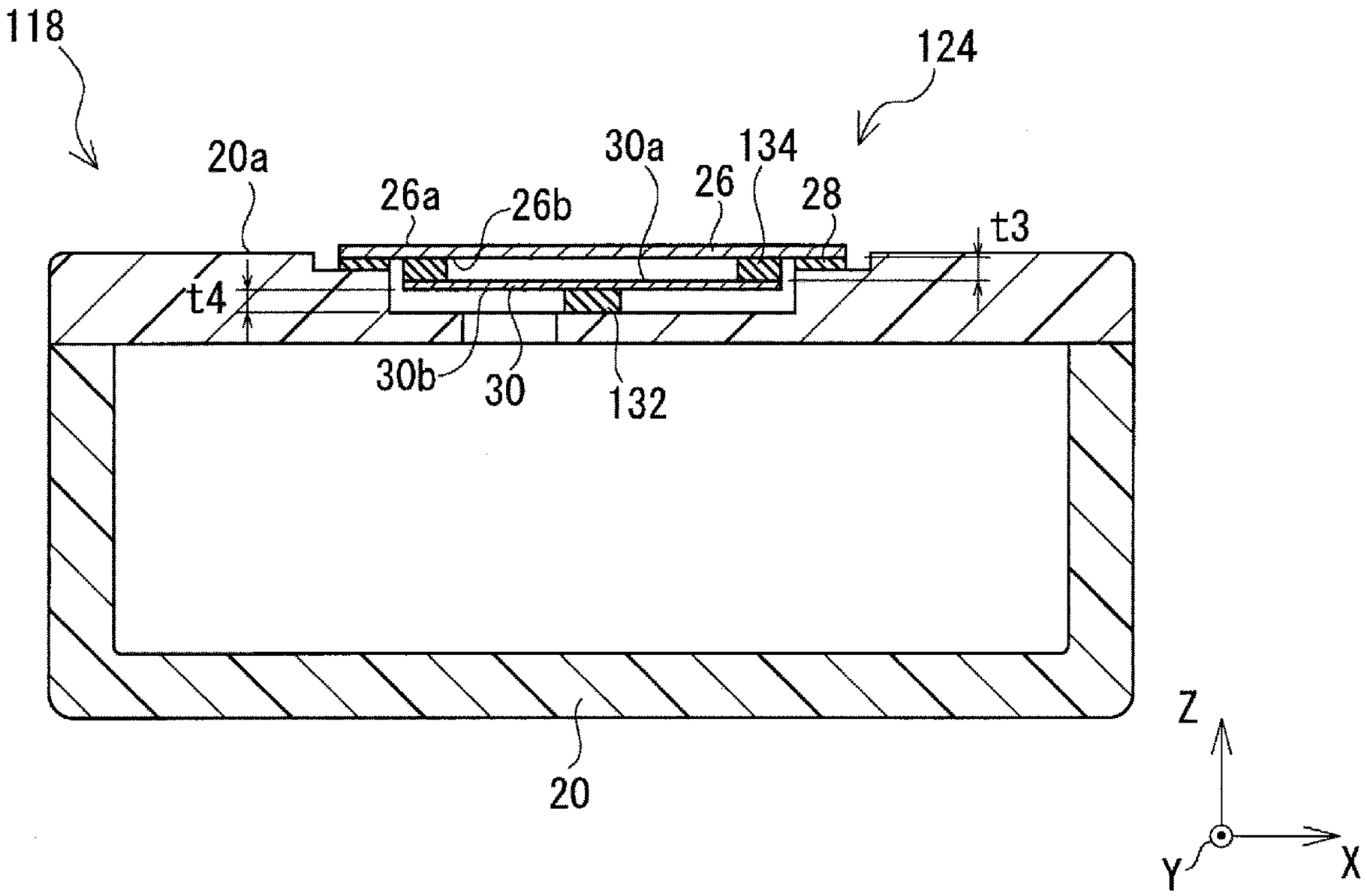
[図8]

図8


24
20
26b
30a
34
26
26a
28
32
30
30b
Z
Y
X

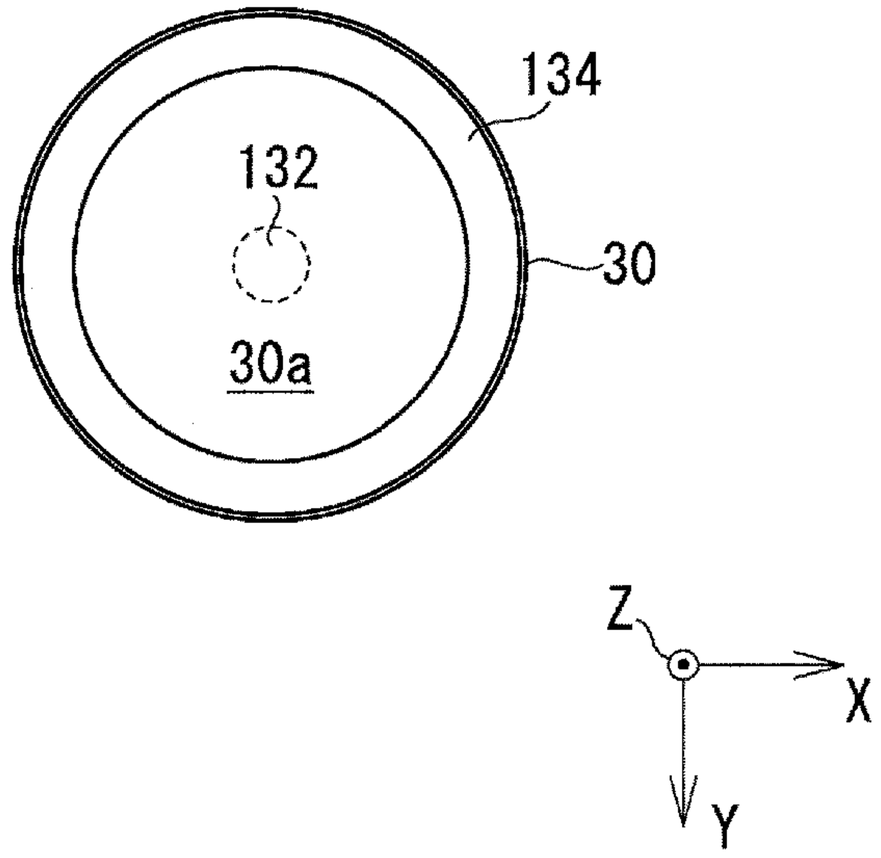
[図9]

図9


118
124
20a
30a
134
26a
26b
26
28
t3
t4
30b
30
132
20
Z
Y
X

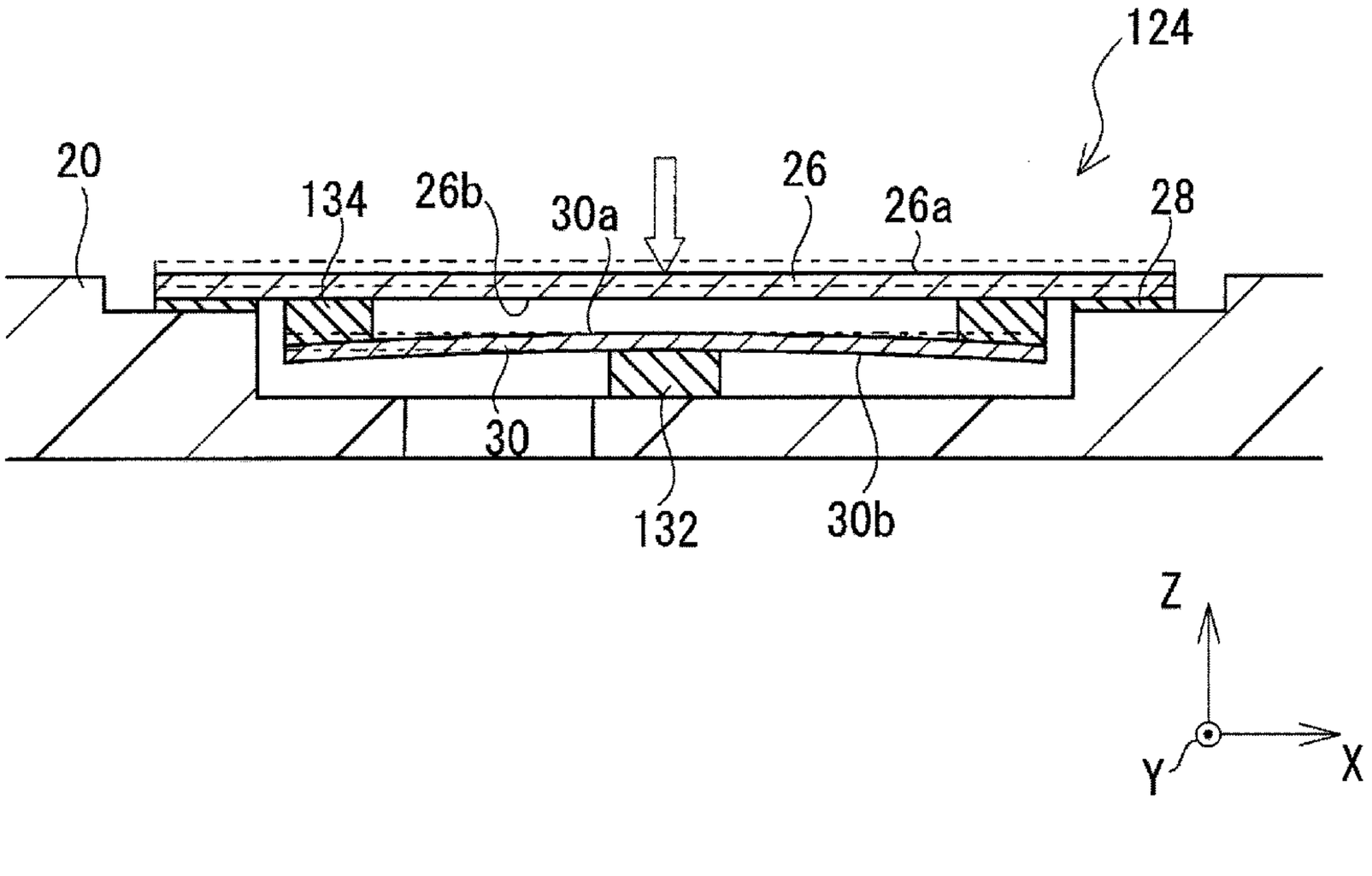
[図10]

図10


134
132
30
30a
Z
X
Y

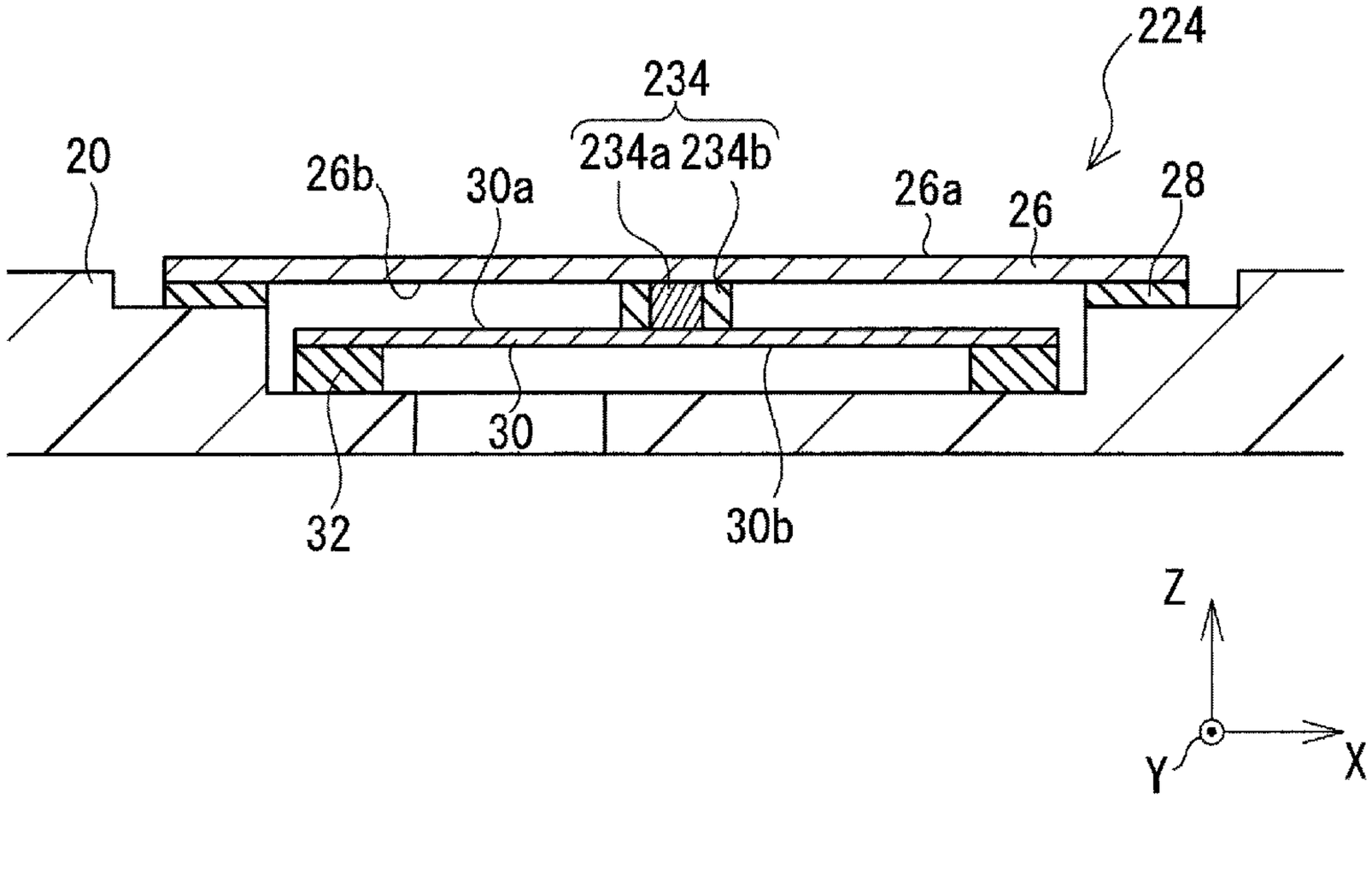
[図11]

図11



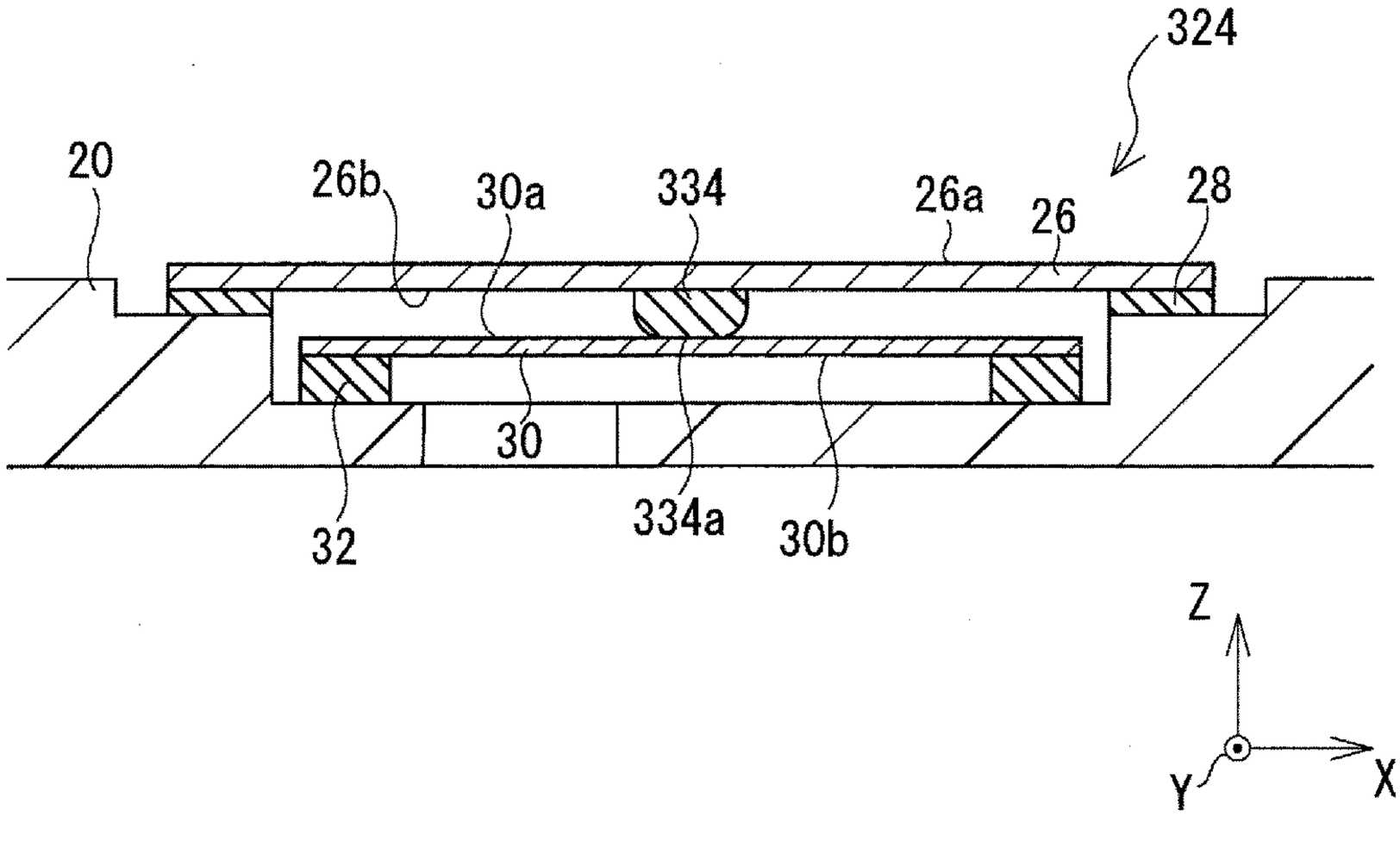
[図12]

図12



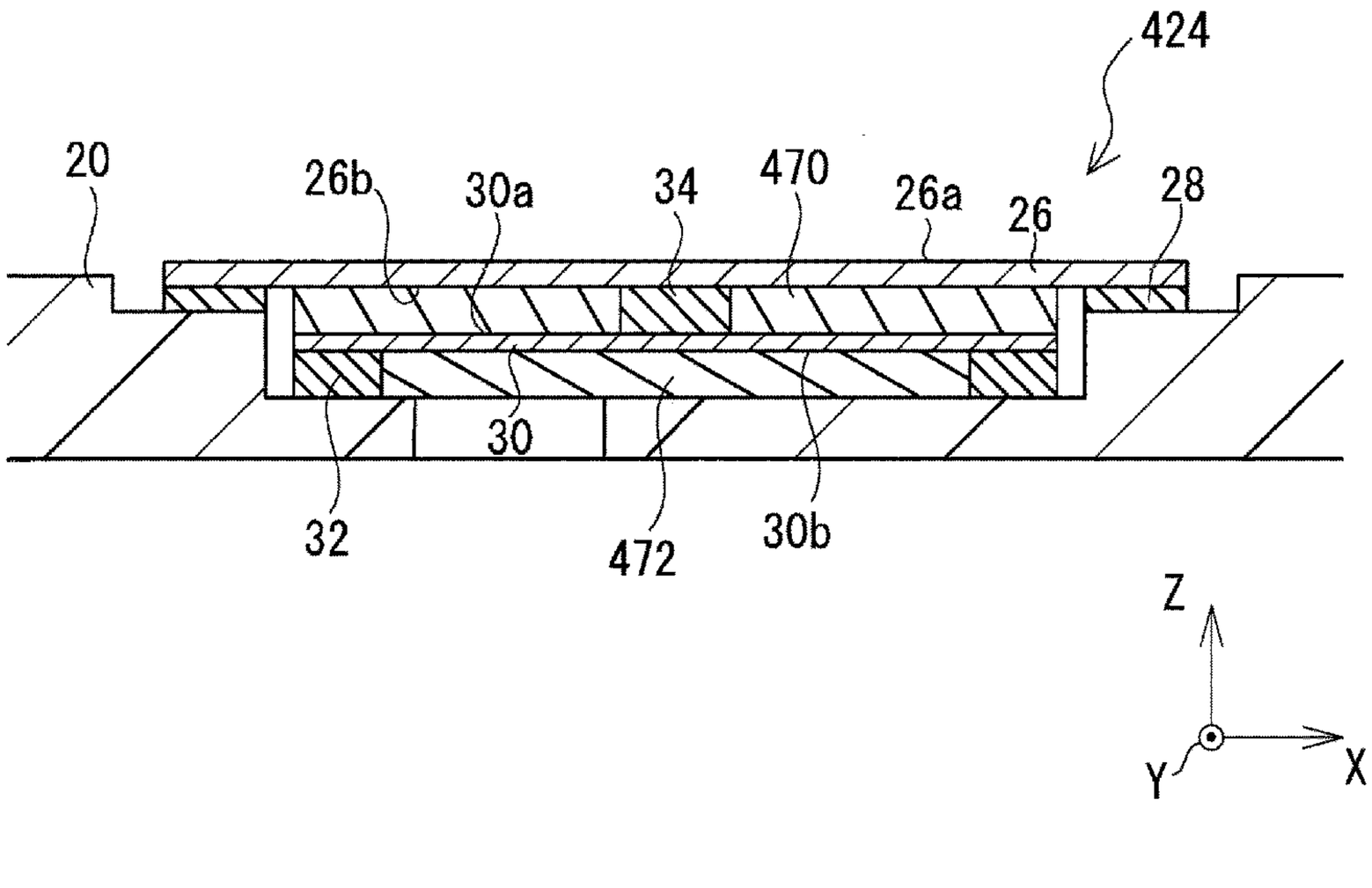
[図13]

図13



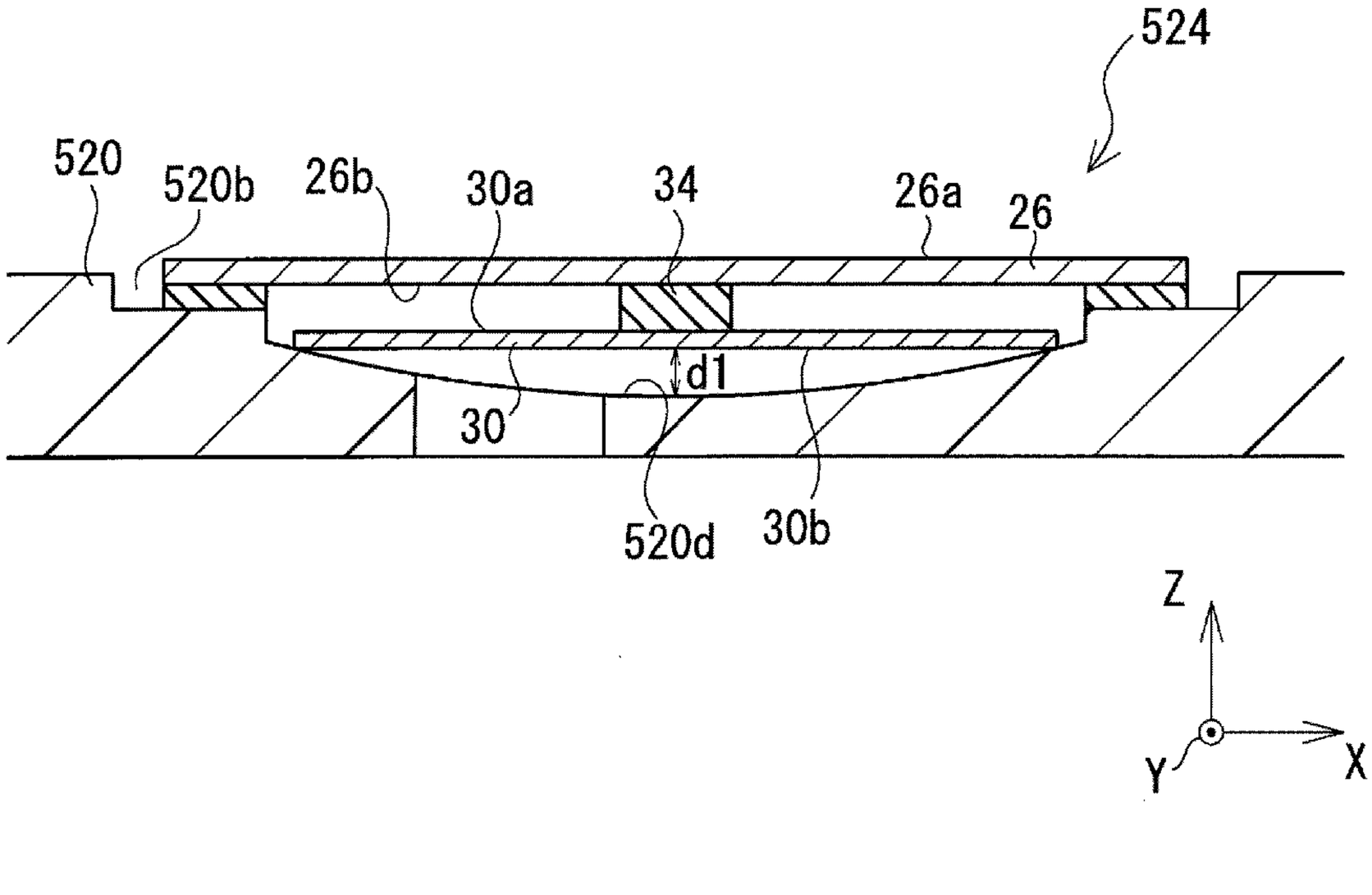
[図14]

図14



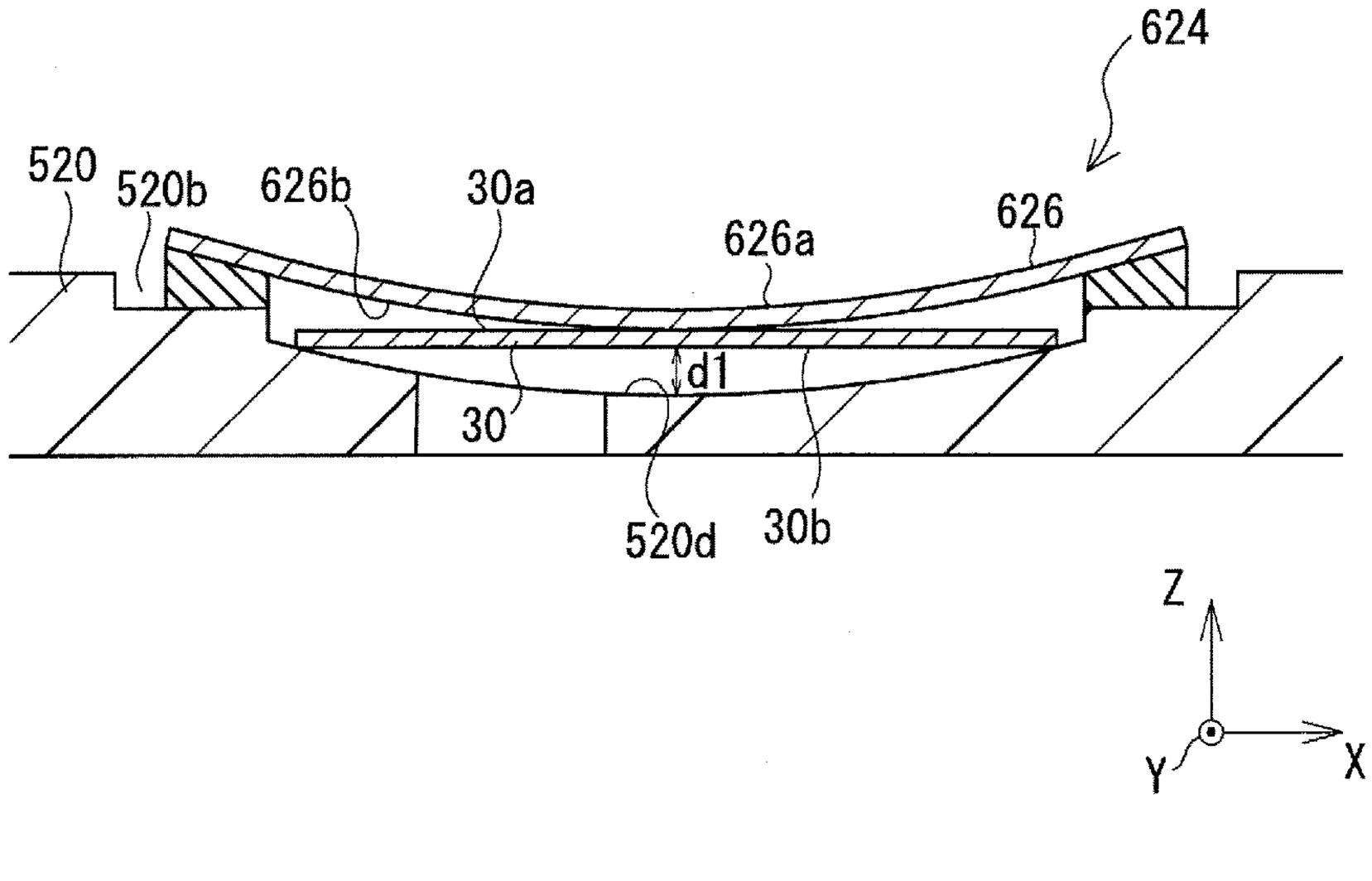
[図15]

図15



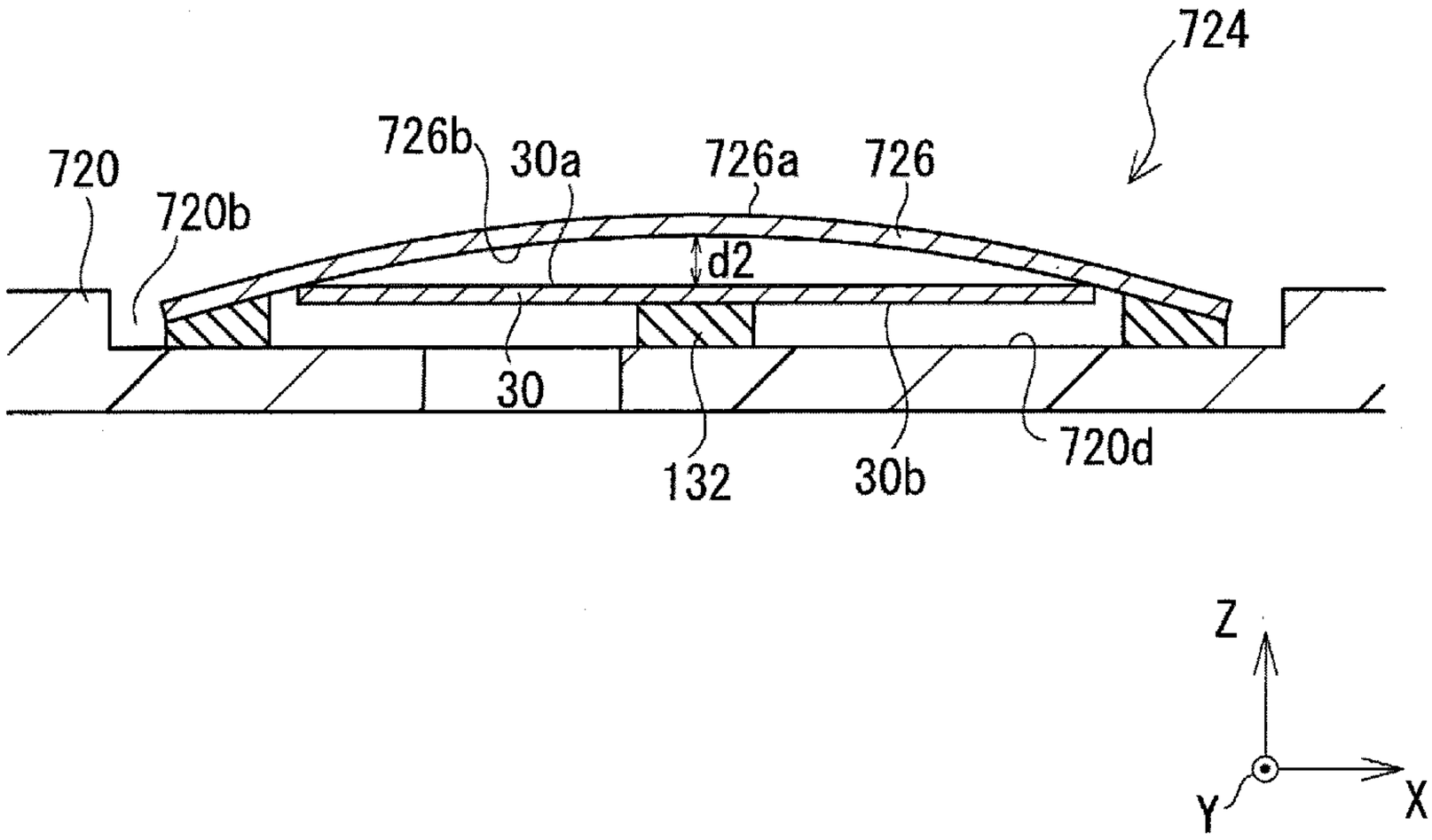
[図16]

図16



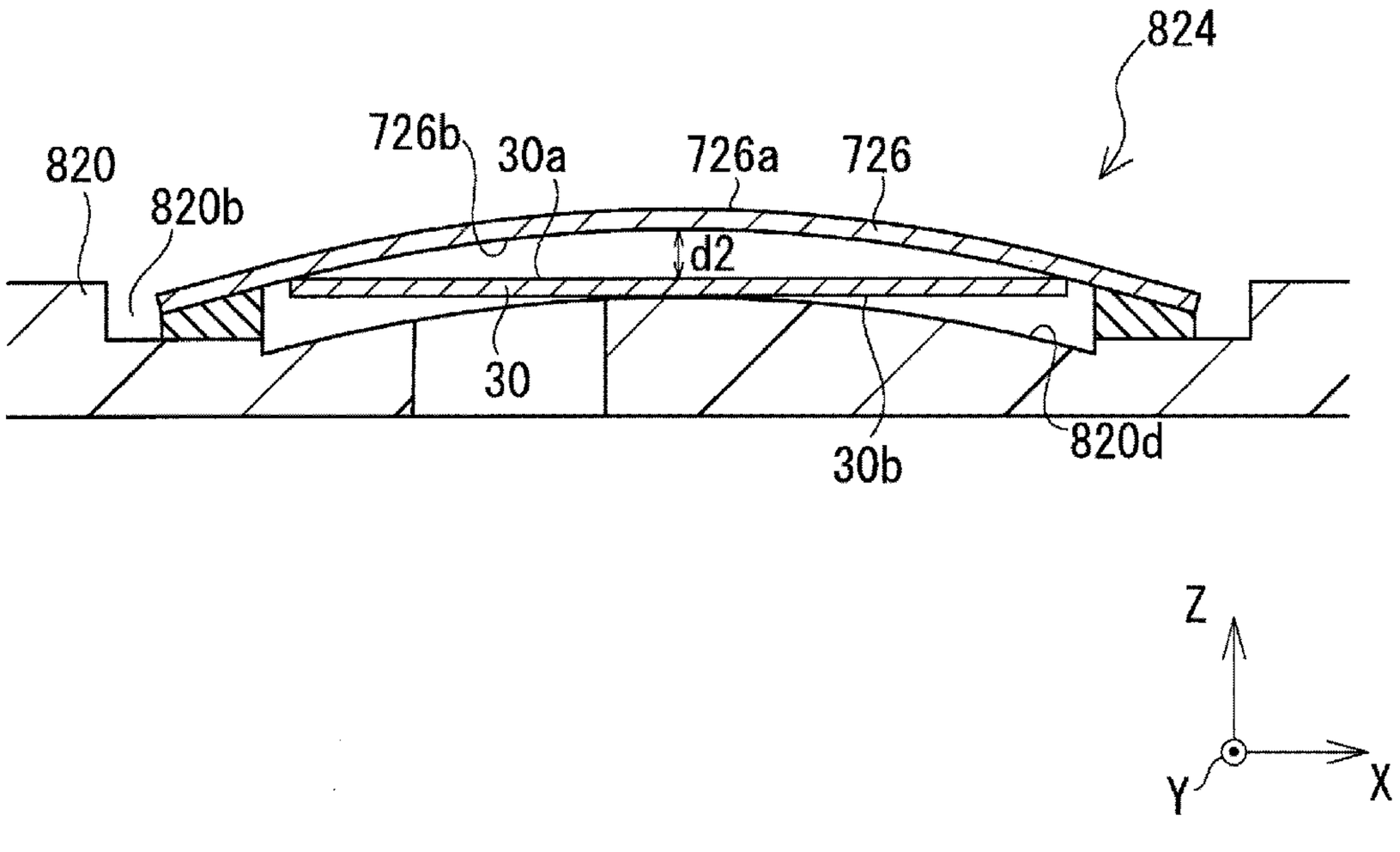
[図17]

図17



[図18]

図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/043661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. A61B7/04(2006.01)i, H04R17/00(2006.01)i
FI: A61B7/04B, A61B7/04G, A61B7/04C, H04R17/00

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. A61B7/04, H04R17/00

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 A	US 4591668 A (IWATA ELECTRIC CO., LTD.) 27 May 1986 (1986-05-27), paragraphs [0007], [0015], [0025]-[0033], fig. 1-5	1-16, 19-27 17-18
Y	WO 2017/029768 A1 (NEC TOKIN CORPORATION) 23 February 2017 (2017-02-23), paragraphs [0060]-[0069], fig. 8, 9	1-16, 19-27
Y	JP 2017-183853 A (AUDIO TECHNICA KK) 05 October 2017 (2017-10-05), paragraphs [0002]-[0005], [0014]-[0016], fig. 1, 2	4, 14, 26-27
Y	JP 2014-160915 A (NEC CASIO MOBILE COMMUNICATIONS LTD.) 04 September 2014 (2014-09-04), paragraph [0036], fig. 1, 2	8, 14, 22, 26-27

☒ 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
20 January 2021	02 February 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/043661

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014/0064520 A1 (PANTECH CO., LTD.) 06 March 2014 (2014-03-06), paragraphs [0068]-[0079], fig. 9A, 9B	15-16, 19-27
Y	WO 2013/089072 A1 (SHARP CORPORATION) 20 June 2013 (2013-06-20), paragraphs [0019]-[0022], fig. 1-3	27
A	WO 2010/137242 A1 (PANASONIC CORPORATION) 02 December 2010 (2010-12-02), entire text, all drawings	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/043661

US 4591668 A	27 May 1986	JP 60-180195 U1 pages 8-12, fig. 1-4
WO 2017/029768 A1	23 February 2017	US 2018/0035200 A1 paragraphs [0070]-[0079], fig. 8, 9 EP 3264796 A1 KR 10-2017-0113637 A CN 107852554 A
JP 2017-183853 A	05 October 2017	(Family: none)
JP 2014-160915 A	04 September 2014	(Family: none)
US 2014/0064520 A1	06 March 2014	KR 10-2014-0028848 A paragraphs [0059]-[0072], fig. 9A, 9B
WO 2013/089072 A1	20 June 2013	US 2015/0230751 A1 paragraphs [0047]-[0059], fig. 1-3
WO 2010/137242 A1	02 December 2010	US 2012/0057730 A1 entire text, all drawings CN 102106160 A KR 10-2012-0017384 A

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/043661

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

A61B 7/04(2006.01)i; H04R 17/00(2006.01)i
FI: A61B7/04 B; A61B7/04 G; A61B7/04 C; H04R17/00

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））

A61B7/04; H04R17/00

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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	US 4591668 A (IWATA ELECTRIC CO., LTD.) 27.05.1986 (1986-05-27) 段落【０００７】、【００１５】、【００２５】－【００３３】及び図１－５	1-16, 19-27
A		17-18
Y	WO 2017/029768 A1 (ＮＥＣトーキン株式会社) 23.02.2017 (2017-02-23) 段落【００６０】－【００６９】及び図８－９	1-16, 19-27
Y	JP 2017-183853 A (株式会社オーディオテクニカ) 05.10.2017 (2017-10-05) 段落【０００２】－【０００５】、【００１４】－【００１６】及び図１－２	4, 14, 26-27
Y	JP 2014-160915 A (ＮＥＣカシオモバイルコミュニケーションズ株式会社) 04.09.2014 (2014-09-04) 段落【００３６】及び図１－２	8, ,14, 22, 26-27
Y	US 2014/0064520 A1 (PANTECH CO., LTD.) 06.03.2014 (2014-03-06) 段落【００６８】－【００７９】及び図９A-B	15-16, 19-27
Y	WO 2013/089072 A1 (シャープ株式会社) 20.06.2013 (2013-06-20) 段落【００１９】－【００２２】及び図１－３	27

☑ 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抵触するものではなく、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
20.01.2021	02.02.2021

名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）
日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	遠藤　直恵 2Q 3701 電話番号 03-3581-1101 内線 3292

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/043661

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
A	WO 2010/137242 A1 (パナソニック株式会社) 02.12.2010 (2010-12-02) 全文、全図	1-27

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/043661

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 4591668 A	27.05.1986	JP 60-180195 U1 第８－１２頁、図１－４	
WO 2017/029768 A1	23.02.2017	US 2018/0035200 A1 段落【００７０】－【００７９】及び図８－９ EP 3264796 A1 KR 10-2017-0113637 A CN 107852554 A	
JP 2017-183853 A	05.10.2017	（ファミリーなし）	
JP 2014-160915 A	04.09.2014	（ファミリーなし）	
US 2014/0064520 A1	06.03.2014	KR 10-2014-0028848 A 段落【００５９】－【００７２】及び図９A-B	
WO 2013/089072 A1	20.06.2013	US 2015/0230751 A1 段落【００４７】－【００５９】及び図１－３	
WO 2010/137242 A1	02.12.2010	US 2012/0057730 A1 全文、全図 CN 102106160 A KR 10-2012-0017384 A	