

(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
2016年8月18日(18.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/129202 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 17/00 (2006.01) H04R 7/04 (2006.01)
H04R 1/30 (2006.01) H04R 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000049
- (22) 国際出願日: 2016年1月7日(07.01.2016)
- (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 2015-024041 2015年2月10日(10.02.2015) JP
特願 2015-106550 2015年5月26日(26.05.2015) JP
- (71) 出願人: NECトーキン株式会社(NEC TOKIN CORPORATION) [JP/JP]; 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 阿部 善幸(ABE, Yoshiyuki); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 NECトーキン株式会社内 Miyagi (JP). 熊坂 克典(KU-MASAKA, Katsunori); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 NECトーキン株式会社内 Miyagi (JP). 習田 浩一(SHUTA, Koichi); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 NECトーキン株式会社内 Miyagi (JP). 山崎修(YAMAZAKI, Osamu); 〒9828510 宮城県仙台市

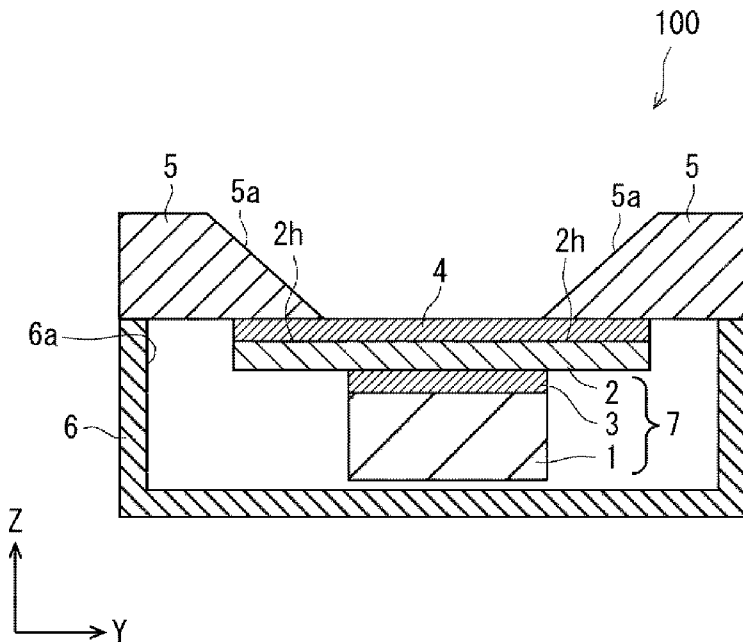
太白区郡山六丁目7番1号 NECトーキン株式会社内 Miyagi (JP). 池沢 紀研(IKEZAWA, Noriaki); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 NECトーキン株式会社内 Miyagi (JP). 勝野 超史(KATSUNO, Masafumi); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 NECトーキン株式会社内 Miyagi (JP).

- (74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8 アサヒビルディング5階 響国際特許事務所 Kanagawa (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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

[続葉有]

(54) Title: PIEZOELECTRIC SPEAKER

(54) 発明の名称: 圧電スピーカ



(57) Abstract: A piezoelectric speaker (100, 200, and so on to 500) includes a piezoelectric element (1), and a vibrating metal section (2, 22, and so on to 352) to which the piezoelectric element (1) is bonded with an adhesive section (3) therebetween. The piezoelectric element (1) is a substantially rectangular plate. The vibrating metal section (2, 22, and so on to 352) includes a substantially rectangular plate-like section (2, 12a, 32a, and so on to 132a and the like) which is vibrated by means of the piezoelectric element. The frequency of natural vibration mode of the piezoelectric element (1) and the frequency of natural vibration mode of the vibrating metal section (2, 12a, 32a, and so on to 132a and the like) are set different from each other.

(57) 要約: 圧電スピーカ(100、200、…、500)は、圧電素子(1)と、圧電素子(1)を接着部(3)を介して接着した金属振動部(2、22、…、352)と、を含む。圧電素子(1)は、略矩形状板である。金属振動部(2、22、…、352)は、前記圧電素子によって振動させられる略矩形状板状部(2、12a、32a、…、132a等)を含む。圧電素

子(1)の固有振動モードの周波数と、金属振動部(2、12a、32a、…、132a等)の固有振動モードの周波数とが、異なるように設定される。

WO 2016/129202 A1

ロシア (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))

明 細 書

発明の名称：圧電スピーカ

技術分野

[0001] 本発明は圧電スピーカに関する。

背景技術

[0002] 電気信号が入力されて振動する圧電素子と、その圧電素子が接合材を介して接合される振動体とを備える圧電スピーカがある。

[0003] 例えば、特許文献1には、接合材は、振動体を平面視したときに、圧電素子の外縁よりはみ出したはみ出し部を有する圧電スピーカが開示されている。そのはみ出し部のうちの少なくとも一部が波打った形状を有する。これによって、音圧の周波数特性を平坦化することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2014/045645号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、高い周波数領域で音を再生するスピーカが要求されている。しかし、特許文献1で開示される圧電スピーカでは、高い周波数領域において良好な音圧特性を維持できないことがあった。

[0006] 本発明は、高い周波数領域で、良好な音圧の周波数特性を有する圧電スピーカを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明にかかる圧電スピーカは、
圧電素子と、前記圧電素子を接着部を介して接着した金属振動部と、を含み、
前記圧電素子は、略矩形状板であり、
前記金属振動部は、前記圧電素子によって振動させられる略矩形状板状部

を含み、

前記圧電素子の固有振動モードの周波数と、前記金属振動部の固有振動モードの周波数とが、異なるように設定される。

[0008] このような構成によれば、高い周波数領域で、良好な音圧の周波数特性を有する。

[0009] また、前記圧電素子の面積 A_p 、及び、前記金属振動部の前記矩形状板状部の面積 A_m との関係は、 $1 \leq A_m / A_p \leq 10$ を満たすことを特徴としてもよい。

また、前記接着部は、弾性体であることを特徴としてもよい。

また、前記圧電素子及び前記接着部が一体化した振動体の機械的品質係数 Q_m は、 $Q_m \leq 5.0$ を満たすことを特徴としてもよい。

また、前記金属振動部を設けた放音孔を有するケースをさらに含み、前記放音孔は、ホーン形状を有することを特徴としてもよい。

また、前記矩形状板状部は、周波数調整孔を有することを特徴としてもよい。

また、ケースをさらに含み、前記金属振動部は、前記ケースに弾性体を介し接着されることを特徴としてもよい。

[0010] 複数の前記圧電素子が前記金属振動部に前記接着部を介して接着されていてもよい。

前記複数の圧電素子の固有振動モードの周波数が異なってもよい。

前記金属振動部が1枚の金属板を有しており、前記金属板に前記複数の圧電素子が前記接着部を介して接着されていてもよい。

前記複数の圧電素子が前記金属板の同一面に取り付けられていてもよい。

ケースと、前記ケースの内部に配置された電磁スピーカをさらに備えていてもよい。

前記圧電素子が、前記ケースの内部に配置されていてもよい。

前記電磁スピーカの実装面と前記圧電素子の実装面が、前記ケースの同一面であってもよい。

前記圧電素子が前記ケースの外部に配置され、前記電磁スピーカの実装面と前記圧電素子の実装面が、前記ケースの対向面であってもよい。

前記金属振動部が前記ケースの側面板、又は背面板となってもよい。

前記ケースの開口部を覆うカバーをさらに備え、前記金属振動部が、弾性部材を介して、前記ケース、又は前記カバーに固定されていてもよい。

前記金属振動部が、厚さ10～300 μ mの金属板を含んでもよい。

[0011] 本発明の他の態様にかかる圧電スピーカは、放音孔を有する前面板と、前記前面板と対向する背面板と、前記前面板と前記背面板との間の側面板と、を有する筐体と、前記筐体の内部に設けられた電磁スピーカと、前記筐体に取り付けられた圧電素子と、を備えたものである。

前記圧電素子が、接着部を介して前記筐体に固定されており、前記接着部が弾性体であってもよい。

前記圧電素子が、前記筐体の内部に配置されていてもよい。

前記電磁スピーカの実装面と前記圧電素子の実装面が、前記筐体の同一面であってもよい。

前記圧電素子が前記筐体の外部に配置され、前記電磁スピーカの実装面と前記圧電素子の実装面が、前記筐体の対向面であってもよい。

前記圧電素子の実装面が金属板となってもよい。

前記金属板が、弾性部材を介して、前記側面板、前記前面板、又は前記背面板に固定されていてもよい。

前記金属板の厚さ10～300 μ mであってもよい。

前記側面板、前記前面板、又は前記背面板が、前記圧電素子の実装面となっており、金属材料と樹脂材料を含んでもよい。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、高い周波数領域で、良好な音圧の周波数特性を有する圧電スピーカを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態1にかかる圧電スピーカの斜視図である。

[図2]実施の形態1にかかる圧電スピーカの断面図である。

[図3]実施の形態1にかかる圧電スピーカの要部の下面図である。

[図4]周波数に対する音圧を示すグラフである。

[図5]周波数に対する音圧を示すグラフである。

[図6]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の下面図である。

[図7A]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例1の断面図である

。

[図7B]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例1の断面図である

。

[図7C]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例1の断面図である

。

[図7D]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例1の断面図である

。

[図8A]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例2の断面図である

。

[図8B]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例2の断面図である

。

[図8C]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例2の断面図である

。

[図8D]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例2の断面図である

。

[図9A]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例3の断面図である

。

[図9B]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例3の断面図である

。

[図9C]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例3の断面図である

。

[図9D]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例3の断面図である

- [図10A]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例4の断面図である
- [図10B]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例4の断面図である
- [図10C]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例4の断面図である
- [図10D]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例4の断面図である
- [図11A]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例5の断面図である
- [図11B]実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例5の断面図である
- [図12A]実施の形態3にかかる圧電スピーカの分解斜視図である。
- [図12B]実施の形態3にかかる圧電スピーカの変形例の分解斜視図である。
- [図12C]実施の形態3にかかる圧電スピーカの変形例の分解斜視図である。
- [図13]実施の形態1にかかる圧電スピーカの実施例の周波数に対する音圧を示すグラフである。
- [図14]関連するスピーカの周波数に対する音圧を示すグラフである。
- [図15]関連する圧電スピーカの下面図である。
- [図16]関連する圧電スピーカの周波数に対する音圧を示すグラフである。
- [図17]実施の形態4にかかる圧電スピーカの断面図である。
- [図18]実施の形態4にかかる圧電スピーカの要部の下面図である。
- [図19]実施の形態4にかかる圧電スピーカの周波数に対する音圧を示すグラフである。
- [図20]実施の形態5にかかる圧電スピーカの構成を示す斜視図である。
- [図21]実施の形態5にかかる圧電スピーカの要部の断面図である。
- [図22]実施の形態5にかかる圧電スピーカの周波数に対する音圧を示すグラ

フである。

[図23]実施の形態5の変形例6にかかる圧電スピーカの要部の断面図である。

。

[図24]実施の形態5の変形例7にかかる圧電スピーカの要部の断面図である。

。

[図25]実施の形態5の変形例8にかかる圧電スピーカの要部の断面図である。

。

発明を実施するための形態

[0014] 実施の形態1。

図1～図5を参照して実施の形態1にかかる圧電スピーカについて説明する。図1は、実施の形態1にかかる圧電スピーカの斜視図である。図2は、実施の形態1にかかる圧電スピーカの断面図である。図3は、実施の形態1にかかる圧電スピーカの要部の下面図である。図4及び図5は、周波数に対する音圧を示すグラフである。

[0015] 図1～図3に示すように、圧電スピーカ100は、カバー5と、ケース6と、圧電振動ユニット7とを含む。

[0016] カバー5は、その中央に放音孔5aを有する板状体である。放音孔5aはカバー5を貫通しており、放音孔5aの断面形状は、圧電スピーカ100の外方に向かうにつれて大きくなる。放音孔5aは、例えば、ホーン形状を有する。ケース6は、開口部6aを一面に備える直方体状の筐体である。なお、ケース6は、枠状体であってもよく、その枠形状は矩形状、例えば、略四角形状、略長方形形状、略正方形形状、略台形状である。開口部6aは、カバー5によって塞がれている。カバー5を装着されたケース6は、幅Lx、奥行きLy、高さLzを有する。幅Lxは、例えば、10～20mmであり、奥行きLyは、例えば5～10mmであり、高さLzは、例えば、2～10mmである。

[0017] 圧電振動ユニット7は、接着部4を介してカバー5の内側主面に接着されている。具体的には、圧電振動ユニット7は、放音孔5aを塞ぐように、カ

バー5の内側主面に接着されている。

[0018] 接着部4は、粘弾性体、粘着体、又は、所定の弾性係数を有しつつ両側主面に接着性を有する板状体若しくは帯状体であればよい。接着部4は、弾性体であるとよい。接着部4として、例えば、両面テープや、シリコン樹脂、エポキシ樹脂などの合成樹脂を用いて形成される板状体が挙げられる。接着部4は、圧電振動ユニット7の振動が圧電スピーカとしての必要な大きさを維持するような機械的性質を有する材料からなると好ましい。圧電スピーカ100をカバー5側から視ると、接着部4は、放音孔5aから露出しないような枠状体であってもよい。接着部4は、金属振動板2の外縁部2hを覆うように配置される。圧電スピーカ100をカバー5側から視ると、外縁部2hは、カバー5に覆われている。また、接着部4は、所定の弾性係数を有すると、金属振動板2の見かけの機械的品質係数 Q_{m21} （後述）が減じ得て好ましい。

[0019] 圧電振動ユニット7は、圧電素子1と、金属振動板2と、接着部3とを含む。圧電素子1は、接着部3を介して金属振動板2に接着される。圧電素子1は、単一のセラミックス板からなる略矩形状板を含む振動子である。なお、圧電素子1は、積層型、バイモルフ型、ユニモルフ型であってもよい。圧電素子1は、アンプ（図示略）等に電氣的に接続されており、音を再生するための電気信号を供給されることで、振動する。

[0020] 金属振動板2は、圧電素子1よりも大きな面積を有する略矩形状板（矩形状板状部と称してもよい。）である。金属振動板2は、例えば、鉄鋼、銅合金からなる。鉄鋼、銅合金としては、例えば、ステンレス鋼、真鍮、リン青銅などが挙げられる。金属振動板2は、圧電素子1が振動することで、振動する。

[0021] 接着部3は、接着部4と同じ種類の材料からなる。金属振動板2は、例えば、0.5～1.5mmの厚みを有する。金属振動板2の固有振動モードと圧電素子1の固有振動モードとが、異なる周波数に設定されるように、金属振動板2のサイズ、形状、材料等が決定される。言い換えると、金属振動板

2の固有振動モードの周波数（共振周波数）と、圧電素子1の固有振動モードの周波数とのいずれか一方が、高い。

[0022] （面積比）

続いて、圧電素子1の面積及び金属振動板2の面積の関係について説明する。

圧電素子1の面積 A_p と、金属振動板2の面積 A_m と関係式は、下記の数式1を用いることで、求められる。

$$1. \quad 1 \leq A_m / A_p \leq 10 \quad \dots \text{ (数式1)}$$

これによって、金属振動板2の固有振動モードと圧電素子1の固有振動モードとが、より確実に異なる周波数に設定される。例えば、図4に示すように、金属振動板2の固有振動モードは、10～20kHzとなり、圧電素子1の固有振動モードが、約30kHzとなり、異なる周波数に設定される。

[0023] ここで、金属振動板2の固有振動モードの周波数と圧電素子1の固有振動モードの周波数とが異なるため、圧電振動ユニット7が金属振動板2を振動させたときの振幅は、金属振動板2の弾性係数及び圧電素子1の弾性係数にそれぞれ対応する振幅と殆ど同じ、又は、金属振動板2の弾性係数及び圧電素子1の弾性係数にそれぞれ対応する振幅を超えることが少ない。また、圧電振動ユニット7が金属振動板2を金属振動板2及び圧電素子1の弾性限界近くまで振動させても、全高調波歪が大きくなりにくく、耳障りな音が生じにくい。

[0024] SN比 SN_1 は、音圧 SP_1 と全高調波歪み THD_1 との関係式は、以下の数式2を用いて求められる。

$$SN_1 = SP_1 - THD_1 \quad \dots \text{ (数式2)}$$

例えば、図4に示すように、40kHzにおけるSN比 SN_1 は、数式2を用いて求められ、約60dBsqである。

[0025] 金属振動板2の固有振動モードの周波数と圧電素子1の固有振動モードの周波数とが異なるため、全高調波歪の増大を抑制して、目標周波数で高いSN比で音を再生することができる。

[0026] さらに、金属振動板 2 の固有振動モードの周波数帯域を、ハイパスフィルタなどのフィルタ回路を用いてカットすることで、高い S N 比の再生周波数域のみを使用することができる。なお、ハイパスフィルタなどのフィルタ回路を用いる場合、金属振動板 2 の剛性 k_2 は、5 ~ 30 であるとよく、金属振動板 2 の厚み t_2 [mm] は、0.05 ~ 0.3 であるとよい。

[0027] 金属振動板の機械的品質係数 Q_m 、

続いて、金属振動板の機械的品質係数 Q_m について説明する。

金属振動板 2 は、固有の機械的品質係数 Q_{m20} を有するが、金属振動板 2 は、接着部 4 を介してカバー 5 に接着しているため、金属振動板 2 の見かけの機械的品質係数 Q_{m21} は、その固有の機械的品質係数 Q_{m20} よりも低い。金属振動板 2 の見かけの機械的品質係数 Q_{m21} は、金属振動板 2 及び接着部 4 が一体化した振動体の機械的品質係数 Q_{m21} と称してもよい。圧電素子 1、金属振動板 2 及び接着部 3 の材質、形状は、金属振動板 2 の見かけの機械的品質係数 Q_{m21} が下記の数式 3 を満たすように、設定されるとよい。

$$Q_{m21} \leq 5.0 \quad \dots \text{(数式 3)}$$

数式 3 が満たされると、音圧特性曲線が平坦化するため、好ましい。

また、圧電素子 1、金属振動板 2 及び接着部 3 の材質、形状は、金属振動板 2 の見かけの機械的品質係数 Q_{m21} が、数式 3 及び下記の数式 4 を満たすように、設定されるとよい。

$$Q_{m21} \geq 0.5 \quad \dots \text{(数式 4)}$$

[0028] また、圧電素子 1 は、接着部 3 を介して金属振動板 2 に接着しているため、周波数の帯域が広がる。ここで、金属振動板 2 の剛性 k_2 は、5 ~ 20 であると好ましく、例えば、真鍮又はリン青銅からなる板であるとよい。

[0029] 金属振動板 2 の見かけの機械的品質係数 Q_{m21} が低い、且つ、圧電素子 1 が接着部 3 を介して金属振動板 2 に接着しているため、広い周波数帯域で、且つ、平坦な音圧特性曲線で、音を再生することができる。圧電スピーカ 100 の一例の音圧特性曲線を測定し、この音圧特性曲線を図 5 に示した。

[0030] (比較例「電磁型スピーカ」)

ところで、図14に示すように、電気信号をボイスコイルに供給して、磁気モーメントを発生させることによって、振動板を振動させる電磁型スピーカの一例を用いて、周波数に対する音圧及び全高調波歪を測定した。この一例のSN比SN2は、約50kHzと、圧電スピーカ100の一例のSN比SN1と比較して小さかった。電磁型スピーカは、ボイスコイルを用いて、20kHz以上の高周波数を有する音を再生する。すると、高周波数でのインピーダンス上昇により与えられた電力が音声信号よりも熱に変換される。したがって、電磁型スピーカは、圧電スピーカ100と比較して、高音圧、高SN比の達成が困難と考えられる。

[0031] (比較例「円形型スピーカ」)

また、図15に示す圧電振動ユニット907の一例を用いて、周波数に対する音圧を測定した。圧電振動ユニット907は、圧電素子901と、金属振動板902とを含む。圧電素子901は、円板状体であることを除いて、圧電素子1(図2参照)と同じ構成を有する。金属振動板902と、円板状体であることを除いて、金属振動板2(図2参照)と同じ構成を有する。圧電振動ユニット907をカバー905(図示略)とケース6(図2参照)との内側に配置することで、圧電スピーカ900(図示略)を形成する。なお、カバー95は、断面円形状の放音孔を有することを除いて、カバー5と同じ構成を有する。圧電素子901として、直径20mm、厚み0.1mmの圧電素子を用い、金属振動板902として、直径25mm、厚み0.1mmのステンレス鋼からなる金属振動板を用いた。図16に示すように、共振周波数の機械的品質係数 Q_m 91は10以上となった。図16に示す音圧特性曲線は、図5に示す音圧曲線と比較して、平坦な部分が少ない、すなわち、起伏を有する部分が多い。つまり、圧電スピーカ900は、圧電スピーカ100と比較して平坦な音圧特性曲線を得ることが困難である。

[0032] ここで、矩形状を有する金属振動部は、円形状を有する金属振動部と比較して、その主面の方向によって異なる固有振動モードが多い。なお、矩形状

を有する金属振動部の主面の方向は、例えば、図3に示すように、Y方向、X方向がある。そのため、機械的品質係数 Q_m が低い。さらに、金属振動部及び圧電素子のサイズを調整することで、周波数を容易に調整することができる。

[0033] 以上、実施の形態1にかかる圧電スピーカによれば、高い周波数領域で、良好な音圧特性で音を再生することができる。例えば、高い周波数域、例えば、20kHz～70kHzにおいて、再生した音は、高い音圧、及び、高いS/N比を有する。また、音圧特性曲線は平坦であり、その周波数帯域は広い。

[0034] 実施の形態2.

図6を参照して、実施の形態2にかかる圧電スピーカについて説明する。図6は、実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の下面図である。以下の説明では、実施の形態1にかかる圧電スピーカと同じ構成の説明について適宜省略し、異なる構成について説明する。なお、後述する実施の形態2にかかる圧電スピーカの変形例1～5、及び、実施の形態3にかかる圧電スピーカ、及び、その変形例についても同様に説明する。

[0035] 図6に示すように、圧電スピーカ200（図示略）は、圧電振動ユニット7を除いて、圧電スピーカ100と同じ構成を有する。圧電スピーカ200は、圧電振動ユニット207を含む。圧電振動ユニット207は、金属振動板2を除いて、圧電振動ユニット7と同じ構成を有する。圧電振動ユニット207は、金属振動板22を含む。金属振動板22は、四隅近傍に周波数調整孔22bを有することを除いて、金属振動板2と同じ構成を有する。周波数調整孔22bの数及び大きさを変更することで、金属振動板22の実行長さ及び金属振動板22の幅を調整することができる。これによって、周波数を容易に調整することができる。

[0036] 上記した周波数調整孔22bの数及び大きさの変更による周波数調整方法は、金属振動板に付加部材を設けることによって周波数を調整する周波数調整方法と比較して、金属振動板を振動させやすい。また、上記した周波数調

整孔 22b の数及び大きさの変更による周波数調整方法によると、圧電スピーカ 200 を電磁スピーカ、特に、その振動板を重ねても、圧電スピーカ 200 は電磁スピーカによる再生音を殆ど遮断しない。また、周波数調整孔 22b は、エッチング加工やプレス加工を用いることによって、形成される。したがって、上記した周波数調整孔 22b の数及び大きさによる周波数調整方法は、低いコストで実施することができる。

[0037] 以上、上記した実施の形態 2 にかかる圧電スピーカによれば、実施の形態 1 にかかる圧電スピーカと同様に、高い周波数領域で、良好な音圧特性で音を再生することができる。さらに、周波数調整孔を有する金属振動板を用いるため、周波数を容易に調整することができる。

[0038] 圧電振動ユニットの変形例 1.

次に、図 6 及び図 7A～図 7D を参照して実施の形態 2 にかかる圧電スピーカ 200 の圧電振動ユニット 207 の変形例 1 について説明する。図 7A～図 7D は、実施の形態 2 にかかる圧電スピーカの要部の変形例 1 の断面図である。

[0039] 図 6 及び図 7A に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 217 がある。圧電振動ユニット 217 は、保持具 9 を有することを除いて、圧電振動ユニット 207 と同じ構成を有する。圧電振動ユニット 217 は、保持具 9 を含み、金属振動板 22 の端部は、接着部 3 を介して保持具 9 に接着している。また、金属振動板 22 は、保持具 9 によって保持されている。保持具 9 は、ケース 6 (図 2 参照) の底から金属振動板 22 に向かって延びる壁体である。保持具 9 は、圧電素子 1 に水や異物が付着しないように、圧電素子 1 の周辺を覆うように配置される。圧電振動ユニット 217 は、保持具 9 を有するため、周波数調整孔 22b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することを抑制する。

[0040] 一方、図 7B に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 227 がある。圧電振動ユニット 227 は、金属振動板 22 と保持具 9 とを一体化した形状と同じ形状を有する金属振動板 32 を有する。

圧電振動ユニット 227 は、本体 32a（略矩形状板状部と称してもよい。）と保持部 32b とが一体化しているため、周波数調整孔 22b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット 227 は、本体 32a と保持部 32b とが一体化しているため、低いコストで製造し得る。

[0041] さらに、図 7C に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 237 がある。圧電振動ユニット 237 は、金属振動部 42 を有する。金属振動部 42 は、底部 42c を有することを除いて、金属振動板 32（図 7B 参照）と同じ構成を有する。金属振動部 42 は、本体 42a と、保持部 42b と、底部 42c とを備える。本体 42a は本体 32a と同じ構成であり、保持部 42b は、保持部 32b と同じ構成である。底部 42c は、保持部 42b と一体化しており、本体 42a と対向する板状体である。

圧電振動ユニット 237 は、本体 42a と保持部 42b と底部 42c とが一体化しているため、周波数調整孔 22b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット 237 は、本体 42a と保持部 42b と底部 42c とが一体化しているため、高い剛性を有する。

[0042] さらに、図 7D に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 247 がある。圧電振動ユニット 247 は、底板 8 を含むことを除き、圧電振動ユニット 227（図 7B 参照）と同じ構成を有する。圧電振動ユニット 247 は、底板 8 を含む。底板 8 は、保持部 32b の下端の下に設けられており、本体 32a と対向する板状体である。底板 8 の外縁と保持部 32b の下端とが互いに突き合わすように、設置されているとよい。圧電振動ユニット 247 は、底板 8 を有するため、圧電振動ユニット 227 と比較して、周波数調整孔 22b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット 247 は、底板 8 を有するため、圧電振動ユニット 227（図 7B 参照）と比較して、高い剛性

を有する。

[0043] 圧電振動ユニットの変形例 2.

次に、図 8 A～図 8 D を参照して実施の形態 2 にかかる圧電スピーカ 200 の圧電振動ユニット 207 の変形例 2 について説明する。図 8 A～図 8 D は、実施の形態 2 にかかる圧電スピーカの要部の変形例 2 の断面図である。

[0044] 図 8 A に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 317 がある。圧電振動ユニット 317 は、金属振動板 52 と段付保持具 19 とを除いて、圧電振動ユニット 217 と同じ構成を有する。圧電振動ユニット 317 は、金属振動板 52 と段付保持具 19 とを含み、金属振動板 52 は、接着部 3 を介し段付保持具 19 に接着している。また、金属振動板 52 は、段付保持具 19 によって保持されている。段付保持具 19 は、ケース 6 (図 2 参照) の底から金属振動板 52 に向かって延びて、その途中で階段状に曲がる段部を有する壁体である。段付保持具 19 は、圧電素子 1 に水や異物が付着しないように、圧電素子 1 の周辺を覆うように配置される。

圧電振動ユニット 317 は、段付保持具 19 を有するため、周波数調整孔 22 b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することを抑制する。また、圧電振動ユニット 317 は、段付保持具 19 を有するため、圧電振動ユニット 217 と比較して高い耐圧力を有する。

[0045] 一方、図 8 B に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 327 がある。圧電振動ユニット 327 は、圧電振動ユニット 227 (図 7 B 参照) と同様に、金属振動板 52 と段付保持具 19 とを一体化した形状と同じ形状を有する金属振動板 62 を有する。

圧電振動ユニット 327 は、本体 62 a (略矩形状板状部と称してもよい。) と保持部 62 b とが一体化しているため、圧電振動ユニット 317 (図 8 A 参照) と比較して、周波数調整孔 22 b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット 327 は、本体 62 a と保持部 62 b とが一体化しているため、圧電振動ユニット 317 と比較して、低いコストで製造し得る。

[0046] また、図8Cに示すように、圧電振動ユニット207の変形例である圧電振動ユニット337がある。圧電振動ユニット337は、金属振動部72を有する。金属振動部72は、底部72cを有することを除いて、金属振動板62（図8B参照）と同じ構成を有する。金属振動部72は、本体72aと、保持部72bと、底部72cとを備える。本体72aは本体62aと同じ構成であり、保持部72bは、保持部62bと同じ構成である。底部72cは、保持部72bと一体化しており、本体72aと対向する板状体である。

圧電振動ユニット337は、本体72aと保持部72bと底部72cとが一体化しているため、圧電振動ユニット317と比較して、周波数調整孔22b等から侵入した水や異物が圧電素子1と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット337は、本体72aと保持部72bと底部72cとが一体化しているため、圧電振動ユニット317と比較して、高い剛性を有する。

[0047] また、図8Dに示すように、圧電振動ユニット207の変形例である圧電振動ユニット347がある。圧電振動ユニット347は、底板8を圧電振動ユニット327（図8B参照）に加えたものと同じ構成を有する。

圧電振動ユニット347は、底板8を有するため、圧電振動ユニット327（図8B参照）と比較して、周波数調整孔22b等から侵入した水や異物が圧電素子1と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット247は、底板8を有するため、圧電振動ユニット327と比較して、高い剛性を有する。

[0048] 圧電振動ユニットの変形例3.

次に、図9A～図9Dを参照して実施の形態2にかかる圧電スピーカ200の圧電振動ユニット207の変形例3について説明する。図9A～図9Dは、実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例3の断面図である。

[0049] 図9Aに示すように、圧電振動ユニット207の変形例である圧電振動ユニット417がある。圧電振動ユニット417は、金属振動板82を有することを除いて、圧電振動ユニット217（図7A参照）と同じ構成を有する

。圧電振動ユニット417は、金属振動板82を含み、金属振動板82は、本体82aと、本体82aの端部から延びる被把持部82dとを含む。本体82aは、金属振動板22と同じ構成を有し、本体82aの端部は、接着部3を介して保持具9に接着している。被把持部82dは、ケース6の側壁に向かって延びている。ところで、圧電振動ユニット417をケース6に実装させることによって、圧電スピーカ200を組み立てることができる。ここで、被把持部82dは、本体82aの端部から延びる形状を有するため、把持し易い。また、被把持部82dの形状は、圧電振動ユニット417をケース6に実装させやすくするために、必要に応じて変更してもよい。

圧電振動ユニット417は、金属振動板82及び保持具9を有するため、周波数調整孔22b等から侵入した水や異物が圧電素子1と接触することを抑制する。また、圧電振動ユニット417は、金属振動板82を有するため、圧電振動ユニット217（図7A参照）と比較して、容易に実装することができる。

[0050] 一方、図9Bに示すように、圧電振動ユニット207の変形例である圧電振動ユニット427がある。圧電振動ユニット427は、金属振動板82と保持具9とを一体化した形状と同じ形状を有する金属振動板92を有する。

圧電振動ユニット427は、本体92aと保持部92bと被把持部92dとが一体化しているため、圧電振動ユニット417（図9A参照）と比較して、周波数調整孔22b等から侵入した水や異物が圧電素子1と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット427は、本体92aと保持部92bと被把持部92dとが一体化しているため、圧電振動ユニット417（図9A参照）と比較して低いコストで製造し得る。

[0051] また、図9Cに示すように、圧電振動ユニット207の変形例である圧電振動ユニット437がある。圧電振動ユニット437は、金属振動部102を有する。金属振動部102は、底部102cを有することを除いて、金属振動板92（図9B参照）と同じ構成を有する。金属振動部102は、本体102aと、保持部102bと、底部102cとを備える。本体102aは

本体 92a と同じ構成であり、保持部 102b は、保持部 92b と同じ構成である。底部 102c は、保持部 102b と一体化しており、本体 102a と対向する板状体である。

圧電振動ユニット 437 は、本体 102a と保持部 102b と底部 102c とが一体化しているため、圧電振動ユニット 417 と比較して周波数調整孔 22b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット 437 は、本体 102a と保持部 102b と底部 102c とが一体化しているため、圧電振動ユニット 417 と比較して、高い剛性を有する。

[0052] また、図 9D に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 447 がある。圧電振動ユニット 447 は、底板 8 を圧電振動ユニット 427 (図 9B 参照) に加えたものと同じ構成を有する。

圧電振動ユニット 447 は、底板 8 を有するため、圧電振動ユニット 247 (図 7D 参照) と同様に、圧電振動ユニット 427 (図 9D 参照) と比較して、周波数調整孔 22b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット 447 は、底板 8 を有するため、圧電振動ユニット 427 と比較して高い剛性を有する。

[0053] 圧電振動ユニットの変形例 4.

次に、図 10A ~ 図 10D を参照して実施の形態 2 にかかる圧電スピーカ 200 の圧電振動ユニット 207 の変形例 4 について説明する。図 10A ~ 図 10D は、実施の形態 2 にかかる圧電スピーカの要部の変形例 4 の断面図である。

[0054] 図 10A に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 517 がある。圧電振動ユニット 517 は、保持具 9 の代わりにテーパ状保持具 29 を有することを除いて、圧電振動ユニット 217 と同じ構成を有する。圧電振動ユニット 517 はテーパ状保持具 29 を含み、金属振動板 22 の端部は、接着部 3 を介してテーパ状保持具 29 に接着している。また、金属振動板 22 は、テーパ状保持具 29 によって保持されている。テ

テーパ状保持具 29 は、ケース 6（図 2 参照）の底から金属振動板 22 に向かって延びる壁体である。テーパ状保持具 29 は、テーパ形状を有し、そのテーパ形状は、ケース 6 の底から金属振動板 22 に向かうにつれて、断面積が大きくなる形状である。より具体的には、そのテーパ形状は、圧電素子 1 側に傾斜する。保持具 9 は、圧電素子 1 に水や異物が付着しないように、圧電素子 1 の周辺を覆うように配置される。

圧電振動ユニット 517 は、テーパ状保持具 29 を有するため、周波数調整孔 22b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することを抑制する。

[0055] 一方、図 10B に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 527 がある。圧電振動ユニット 527 は、圧電振動ユニット 227（図 7B 参照）と同様に、金属振動板 22 とテーパ状保持具 29 とを一体化した形状と同じ形状を有する金属振動板 112 を有する。

圧電振動ユニット 527 は、本体 112a と保持部 12b とが一体化しているため、圧電振動ユニット 517（図 10A 参照）と比較して周波数調整孔 22b 等から侵入した水や異物が圧電素子 1 と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット 527 は、本体 112a と保持部 12b とが一体化しているため、圧電振動ユニット 517 と比較して低いコストで製造し得る。

[0056] また、図 10C に示すように、圧電振動ユニット 207 の変形例である圧電振動ユニット 537 がある。

圧電振動ユニット 537 は、金属振動部 122 を有する。金属振動部 122 は、底部 122c を有することを除いて、金属振動板 112（図 10B 参照）と同じ構成を有する。金属振動部 122 は、本体 122a と、保持部 122b と、底部 122c とを備える。本体 122a は本体 112a と同じ構成であり、保持部 122b は、保持部 112b と同じ構成である。底部 122c は、保持部 122b と一体化しており、本体 122a と対向する板状体である。

圧電振動ユニット537は、本体12aと保持部122bと底部122cとが一体化しているため、圧電振動ユニット517（図10A参照）と比較して周波数調整孔22b等から侵入した水や異物が圧電素子1と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット537は、本体102aと保持部102bと底部102cとが一体化しているため、圧電振動ユニット517と比較して、高い剛性を有する。

[0057] また、図10Dに示すように、圧電振動ユニット207の変形例である圧電振動ユニット547がある。圧電振動ユニット547は、底板8を圧電振動ユニット527（図10B参照）に加えたものと同じ構成を有する。

圧電振動ユニット547は、底板8を有するため、圧電振動ユニット247（図7D参照）と同様に、圧電振動ユニット527（図10D参照）と比較して、周波数調整孔22b等から侵入した水や異物が圧電素子1と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット547は、底板8を有するため、圧電振動ユニット527と比較して高い剛性を有する。

[0058] 圧電振動ユニットの変形例5.

次に、図11A及び図11Bを参照して実施の形態2にかかる圧電スピーカ200の圧電振動ユニット207の変形例5について説明する。図11A及び図11Bは、実施の形態2にかかる圧電スピーカの要部の変形例5の断面図である。

[0059] 図11Aに示すように、圧電振動ユニット207の変形例である圧電振動ユニット637がある。圧電振動ユニット637は、金属振動部142を除いて、圧電振動ユニット237（図7C参照）と同じ構成を有する。圧電振動ユニット637は金属振動部142を含み、金属振動部142は、通気孔142eを有することを除いて、金属振動部42（図7C参照）と同じ構成を有する。通気孔142eは、本体142aに設置されており、圧力調整ユニット（図示略）に接続されている。圧力調整ユニットは、例えば、コンプレッサである。金属振動部142は、圧力調整用気体を通気孔142eから供給される、又は、排出されることによって、金属振動部142の内側空間

の圧力が一定となるように保たれる。

圧電振動ユニット637は、本体142aと保持部142bと底部142cとが一体化しているとともに内側空間の圧力が一定に保たれるため、周波数調整孔22b等から侵入した水や異物が圧電素子1と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット637は、本体142aと保持部142bと底部142cとが一体化しているため、高い剛性を有する。

[0060] 一方、図11Bに示すように、圧電振動ユニット207の変形例である圧電振動ユニット647がある。圧電振動ユニット647は、金属振動板132を除いて、圧電振動ユニット247（図7D参照）と同じ構成を有する。圧電振動ユニット647は金属振動板132を含み、金属振動板132は、通気孔132eを有することを除いて、金属振動板32（図7D参照）と同じ構成を有する。通気孔132eは、本体132aに設置されており、圧力調整ユニット（図示略）に接続されている。圧力調整ユニットは、例えば、コンプレッサである。金属振動板132は、圧力調整用気体を通気孔132eから供給される、又は、排出されることによって、金属振動板132の内側空間の圧力が一定となるように保たれる。

圧電振動ユニット647は、金属振動板132と底板8とを有するとともに内側空間の圧力を一定に保つため、周波数調整孔22b等から侵入した水や異物が圧電素子1と接触することをさらに抑制する。また、圧電振動ユニット647は、底板8を有するため、圧電振動ユニット227（図7B参照）と比較して、高い剛性を有する。

[0061] 実施の形態3.

次に、図12Aを参照して実施の形態3にかかる圧電スピーカについて説明する。図12Aは、実施の形態3にかかる圧電スピーカの変形例の分解斜視図である。実施の形態3にかかる圧電スピーカは、金属振動板2（図2参照）と接着部4とカバー5とを除いて、実施の形態1にかかる圧電スピーカ100と同じ構成を有する。

[0062] 図12Aに示すように、圧電スピーカ300は、金属振動板152と、カ

バー 15 と、ケース 16 とを含む。金属振動板 152 は、カバー 15 と一体化しているところを除いて、金属振動板 2（図 2 参照）と同じ構成を有する。カバー 15 は、金属振動板 152 と一体化しているところを除いて、カバー 5（図 2 参照）と同じ構成を有する。一体化したカバー 15 及び金属振動板 152 は、例えば、1 枚の板材を絞り加工して、得ることができる。したがって、一体の素材について 1 つの加工を行うことにより、カバー 15 及び金属振動板 152 を一体的に製造することができるため、素材コストや加工コストを低減することができる。なお、圧電スピーカ 300 は、圧電スピーカ 100（図 2 参照）と異なり、接着部 4 を含まない。ケース 16 は、長方形の枠状体である。なお、圧電スピーカ 300 は、ケース 16 ではなく、ケース 6（図 2 参照）を含んでもよい。

[0063] 以上、実施の形態 3 にかかる圧電スピーカによれば、カバーと金属振動板とを一体化することで、接着部を省略しつつ素材コスト及び加工コストを低減させて、安価に製造することができる。

[0064] 変形例。

次に、実施の形態 3 にかかる圧電スピーカ 300 の変形例について説明する。図 12B 及び図 12C は、実施の形態 3 にかかる圧電スピーカの変形例の分解斜視図である。

[0065] 図 12B に示すように、圧電スピーカ 300 の変形例である圧電スピーカ 400 がある。圧電スピーカ 400 は、カバーとケースとを除いて、圧電スピーカ 300 と同じ構成を有する。カバー 25 は、係止片 25f を含むことを除いて、カバー 15 と同じ構成を有し、ケース 26 は、係止孔 26g を含むことを除いて、ケース 16 と同じ構成を有する。カバー 25 は、係止片 25f を含み、ケース 26 は、係止孔 26g を含む。係止片 25f は、カバー 25 の外縁近傍、具体的には、カバー 25 の形状、すなわち、矩形の各辺の中央近傍に相当する箇所に設置されている。係止片 25f は、ケース 16 側に向かって延びる。係止片 25f は、例えば、絞り加工を用いて金属振動板 252 を形成した後で、プレス加工を用いて形成する。係止孔 26g は、ケ

ース26に接触するカバー25の接触面において、係止片25fと対応するように設けられる。係止片25fを係止孔26gに挿入することで、係止片25fと係止孔26gとが係り合っ止まり、カバー25がケース26に固定される。

[0066] 図12Cに示すように、圧電スピーカ300の変形例である圧電スピーカ500がある。圧電スピーカ500は、金属振動板を除いて、圧電スピーカ400(図12B参照)と同じ構成を有する。金属振動板352は、周波数調整用孔352eを含むことを除いて金属振動板252と同じ構成を有する。金属振動板352は、周波数調整用孔352eを含む。周波数調整用孔352eは、係止片35fに対応する箇所に設置されている。言い換えると、周波数調整用孔352eは、金属振動板325の外縁近傍、具体的には、カバー35の形状、すなわち、矩形の各辺の中央近傍に相当する箇所に設置されている。周波数調整用孔352eの数、位置、サイズを変更することで、金属振動板352の実行長さ、幅を変化させて、周波数を調整することができる。

[0067] 実施例.

次に、図13を用いて、実施の形態1にかかる圧電スピーカの実施例1及び実施例2について説明する。図13は、実施の形態1にかかる圧電スピーカの実施例の周波数に対する音圧を示すグラフである。

[0068] 実施例1及び実施例2では、実施の形態1にかかる圧電スピーカ100と同じ構成を有する圧電スピーカを用いた。具体的には、実施例1及び実施例2では、また、金属振動板2(図2参照)として、真鍮からなり、厚み1mmを有する板を用いた。また、実施例1では、接着部4(図2参照)として、両面テープを用い、実施例2では、接着部4(図2参照)として、エポキシ樹脂剤を硬化させて形成したエポキシ樹脂体を用いた。実施例1で用いた両面テープは、所定の弾性率を有する帯状の基材であって、この基材の両側主面は、接着剤を塗布されており、接着性を有する。また、この基材は、エポキシ樹脂と比較して低い弾性係数を有する。

[0069] 2 V p p (peak to peak) で音を再生し、実施例 1 及び実施例 2 について周波数に対する音圧を測定した。その結果を図 13 に示した。

[0070] 図 13 に示すように、実施例 1 では、周波数領域 20 kHz から 30 kHz までにおいて、音圧が最大値に到達する。実施例 1 の音圧特性曲線は、周波数領域 20 kHz から 100 kHz までにおいて、約 79 dB sq l ~ 約 93 dB sq l と所定の範囲内にある。つまり、実施例 1 では、周波数領域 20 kHz から 100 kHz までにおいて、安定した音圧で音を再生することができる。

[0071] また、実施例 2 では、周波数領域約 30 kHz において、音圧が最大値に到達する。実施例 1 は、実施例 2 と比較して、音圧の立ち上がりが早い傾向に有る。この一因としては、実施例 1 で接着部として用いた両面テープが、エポキシ樹脂を硬化させて形成されるエポキシ樹脂体と比較して、硬いためと考えられる。

実施例 2 の音圧特性曲線は、周波数領域約 25 kHz から 100 kHz までにおいて、約 79 dB sq l ~ 約 93 dB sq l と所定の範囲内にある。つまり、実施例 2 でも、周波数領域 20 kHz から 100 kHz までにおいて、安定した音圧で音を再生することができる。

[0072] なお、接着部 4 (図 2 参照) として、シリコーン接着剤を硬化させて形成したシリコーン樹脂体を用いた実施例も考えられる。この実施例では、実施例 1 と実施例 2 と同様な音圧特性曲線が得られると予想される。

[0073] ところで、人間は、20 kHz よりも高い周波数の音を聞くことができないとされている。そのため、このような高い周波数の音の再生は、一見、スピーカにより出力する音の高品質化に寄与しないと考えられる。しかし、高い周波数の音を再生することによって、微小信号の音をも再生し得る。これによって、このような高い周波数の音の再生は、スピーカにより出力する音の高品質化に寄与し得る。

[0074] 実施の形態 4.

本実施の形態にかかるスピーカユニット 700 について、図 17、及び図

18を用いて説明する。図17は、スピーカユニット700の構成を示すXZ断面図である。図18は、スピーカユニット700の要部の構成を示す下面図である。本実施形態では、ケース6に2つの圧電振動ユニット7a、7bが配置されている。なお、2つの圧電振動ユニット7a、7b以外の基本的構成については、上記した実施の形態のスピーカユニット100、200、300、400、500と同様であるため、適宜説明を省略する。例えば、ケース6、接着部3、金属振動板2等については、図1や図3に示した構成と同様のものを用いることができる。

[0075] ケース6内には、圧電振動ユニット7a、7bが収容されている。圧電振動ユニット7aは、圧電素子1a、接着部3a、及び金属振動板2を有している。実施の形態1と同様に、圧電素子1aが接着部3aを介して、金属振動板2に接着されている。圧電振動ユニット7bは、圧電素子1b、接着部3b、及び金属振動板2を有している。実施の形態1と同様に、圧電素子1bが接着部3bを介して、金属振動板2に接着されている。

[0076] 2つの圧電振動ユニット7a、7bにおいて、金属振動板2が共通となっている。すなわち、金属振動板2は、1枚の金属板を有しており、1枚の金属板に圧電素子1a、1bが取り付けられている。圧電素子1a、1bは金属振動板2の同一面に取り付けられている。具体的には、圧電素子1a、1bは金属振動板2の放音孔5a側と反対側の面に取り付けられている。圧電素子1a、1bに電圧が供給されると、圧電素子1a、1bが歪む。これにより、金属振動板2が振動して、放音孔5aから音が発生する。

[0077] 2つの圧電素子1a、1bは、X方向に並んで配置されている。すなわち、圧電素子1aは、圧電素子1bの+X側に配置されている。XY平面視において、圧電素子1a、1bは放音孔5aと重なっている。さらに、圧電素子1a、1bの一部は放音孔5aからはみ出している。XY平面視において、圧電素子1a、1bは略矩形状になっている。

[0078] XY平面視において、2つの圧電素子1a、1bは異なる大きさとなっている。具体的には、2つの圧電素子1a、1bは、X方向において異なる幅

となっている。なお、2つの圧電素子1 a、1 bは、Y方向において同じ幅となっている。2つの圧電素子1 a、1 bでは、固有振動モードの周波数が異なっている。すなわち、圧電素子1 aの共振周波数は、圧電素子1 bの共振周波数と異なっている。また、圧電素子1 a、1 bの固有振動モードの周波数は、金属振動板2の固有振動モードの周波数と異なっている。

[0079] 本実施の形態では、接着部3 a、3 bを介して、共振周波数の異なる2つの圧電素子1 a、1 bを金属振動板2に接続している。こうすることで、5 kHz～50 kHzの高い周波数領域においても、高音圧、高SN比を得ることができる。したがって、高性能のスピーカユニットを簡単な構造で実現することができる。高い周波数領域において、一般的な電磁スピーカでのSN比は45 dBであるのに対して、圧電スピーカユニット700では、SN比60 dBを達成することができる。

[0080] 圧電スピーカユニット700の音圧の周波数特性を図19に示す。図19では、圧電スピーカユニット700の音圧の周波数特性を実施例として示している。また、図19では、ダイナミックスピーカ（電磁スピーカ）とLPF（Low Pass Filter）を用いた場合の周波数特性を比較例1として示し、1つの圧電素子を有する圧電スピーカユニットの周波数特性を比較例2として示す。比較例1、2と比較して、圧電スピーカユニット700は、5 kHz以上の高い周波数領域においても高音圧を得ることができる。

[0081] 互いに寸法の異なる圧電素子1 a、1 bでは、共振周波数が異なっている。そして、矩形型の圧電素子1 a、1 bと金属振動板2との各々の形状の組み合わせによって、音圧周波数特性の平坦性を最適化することができる。なお、上記の説明では、2つの圧電素子1 a、1 bを設けたが、3つ以上の圧電素子を設けることができる。すなわち、接着部3を介して、金属振動板2に複数の圧電素子1が接着されていればよい。

[0082] 金属振動板2のモードが立たない周波数領域を圧電素子1 a、1 bの共振周波数に合わせるのが好ましい。さらに、接着部3に弾性体を用いること

で、圧電素子の共振周波数の Q_m を1.0～5.0の範囲に設定することが好ましい。これにより、広い周波数帯域で、且つ、平坦な音圧特性曲線で、音を再生することができる。

[0083] 実施の形態5.

本実施の形態にかかる圧電スピーカユニット800について、図20、図21を用いて説明する。図20は、圧電スピーカユニット800の外観を示す斜視図である。図21は、圧電スピーカユニット800の筐体820の内部空間における構成を示すXY平面図である。本実施の形態では、図21のケース6の内部に、電磁スピーカ810が設けられている。また、ケース6の外部に圧電素子1が設けられている。なお、上記の実施の形態1～4と同様の構成については、適宜説明を省略する。

[0084] 筐体820は箱状になっている。例えば、筐体820は、ケース6とカバー5を有している。ケース6は、側面板6dと背面板6eとを備えている。背面板6eは、カバー5と対向している。カバー5と背面板6eは、互いに平行な平板となっている。カバー5、側面板6d、背面板6eはそれぞれ矩形状の金属板であることが好ましい。さらに、カバー5は、放音孔5aを有している。放音孔5aの断面形状は、図2で示した構成と同様に外方に向かうにつれて大きくなるテーパ形状となっている。

[0085] なお、本実施形態では、放音孔5aが設けられている側を前側として説明する。背面板6eは、カバー5と対向配置されている。側面板6dは、カバー5と背面板6eとの間に配置されている。すなわち、側面板6dは、カバー5と背面板6eとを接続している。ここでは、XY平面視において、カバー5と背面板6eの外形が略矩形状になっているため、ケース6は、4枚の側面板6dを有している。すなわち、略矩形状のカバー5と背面板6eの各端辺に側面板6dがそれぞれ配置される。対向する2つの側面板6dは平行になっている。隣接する2つの側面板6dは、直交している。

[0086] 筐体820の内部空間を気室6fとする。すなわち、カバー5と背面板6eと側面板6dで規定された空間が気室6fとなる。具体的には、カバー5

と背面板 6 e と 4 つの側面板 6 d で囲まれた直方体状の空間が気室 6 f となる。気室 6 f は放音孔 5 を介して、外部空間とつながっている。カバー 5 と背面板 6 e は気室 6 f を介して対向配置されている。したがって、カバー 5 は気室 6 f を規定するための前面板となる。

[0087] なお、カバー 5、背面板 6 e、及び側面板 6 d の一部、又は全てが一体的に形成されていてもよい。例えば、実施の形態 1 に示すケース 6 と同様に、背面板 6 e と側面板 6 d が一体的に形成されていてもよい。そして、カバー 5 が実施形態 1 のカバー 5 のように取り外し可能となってもよい。もちろん、カバー 5 以外が取り外し可能となってもよい。

[0088] 気室 6 f 内には、電磁スピーカ 8 1 0 が配置されている。図 2 1 では、1 つの側面板 6 d に電磁スピーカ 8 0 1 が取り付けられている。具体的には、一 Y 側の側面板 6 d の気室 6 f 側の面（以下、内面とする）に電磁スピーカ 8 1 0 が設置されている。電磁スピーカ 8 1 0 は、振動板、ボイスコイル、及び永久磁石等を有している。ボイスコイルに電流を供給することで、ボイスコイル、及び振動板が振動する。これにより、電磁スピーカ 8 1 0 が音を発生する。ここでは、電磁スピーカ 8 1 0 は放音孔 5 a に向けて音を発生する。

[0089] ケース 6 の外側には、圧電素子 1 が設けられている。圧電素子 1 は、接着部 3 を介して、ケース 6 の側面板 6 d に接着されている。接着部 3 は、上記と同様に弾性体となっている。ここでは、側面板 6 d の気室 6 f 側とは反対側の面（以下、外面とする）に圧電素子 1 が取り付けられている。1 つの側面板 6 d の内面が電磁スピーカ 8 1 0 の実装面となり、外面が圧電素子 1 の実装面となる。このように、側面板 6 d の対向する 2 面の一方の面（外面）に、圧電素子 1 が配置され、他方の面（内面）に電磁スピーカ 8 1 0 が配置されている。換言すると、圧電素子 1 の実装面と電磁スピーカ 8 0 1 の実装面がケース 6 の対向面となっている。

[0090] 本実施の形態にかかる圧電スピーカユニット 8 0 0 では、ケース 6 に電磁スピーカ 8 1 0 が固定されている。ケース 6 に実装された電磁スピーカ 8 1

0と圧電素子1の両方が振動する。電磁スピーカ810の固有振動モードの周波数と、圧電素子1の固有振動モードの周波数は異なっている。したがって、高周波領域においても、高音圧、及び高SN比を実現することができる。本実施の形態の構成により、100Hz～100kHzまでの広帯域での音響再生が可能となる。

[0091] 圧電素子1を実装する実装面となる側面板6dは、金属板により形成することが好ましい。すなわち、側面板6d、接着部3、圧電素子1が圧電振動ユニット7を構成する。こうすることで、側面板6dが実施の形態1等の金属振動部2として機能する。よって、実施の形態1と同様に高周波領域において、高音圧、高SN比を実現することができる。なお、本実施形態では、圧電振動ユニット7が放音孔5aを塞いでいない。

[0092] なお、圧電素子1を実装する実装面となる側面板6dは、厚さ10～300 μ mの金属板により形成することが好ましい。こうすることで、高周波領域において、より高音圧、高SN比を実現することができる。

[0093] 図22は、本実施の形態にかかる圧電スピーカユニット800の音圧の周波数特性を示すグラフである。図22において、電磁スピーカ810のみを実装した構成における音圧周波数特性を「電磁」として示す。圧電素子1のみを実装した構成における音圧周波数特性を「圧電」として示す。圧電素子1と電磁スピーカ810の両方を実装した電磁スピーカ810の音圧周波数特性を「電磁+圧電」として示す。図22に示されるように、圧電素子1と電磁スピーカ810の両方を実装した場合、20kHz以上においても高い音圧での再生が可能となる。本実施の形態の構成により、高周波領域においても、高音圧、及び高SN比を実現することができる。

[0094] 変形例6.

実施の形態5の変形例6について、図23を用いて説明する。図23は、変形例6にかかる圧電スピーカユニット800の要部を示すXY断面図である。変形例6では、圧電素子1の位置が実施の形態5の構成と異なっている。具体的には、筐体820内に圧電素子1が配置されている。なお、圧電ス

ピーカユニット800の基本的な構成については、上記と同様であるため、適宜説明を省略する。

[0095] 本実施の形態では、圧電素子1が気室6f内に配置されている。すなわち、側面板6dの内面に、圧電素子1が、接着部3を介して取り付けられている。本実施の形態では、-Y側の側面板6dの内面が、圧電素子1の実装面となる。したがって、側面板6dの同一面（内面）に、電磁スピーカ810と圧電素子1が設置されている。圧電素子1の実装面と電磁スピーカ801の実装面がケース6の同一面となっている。

[0096] 変形例6においても、ケース6に実装された電磁スピーカ810と圧電素子1の両方が振動する。電磁スピーカ810の固有振動モードの周波数と、圧電素子1の固有振動モードの周波数は異なっている。さらに、変形例6は、電磁スピーカ810と圧電素子1の振動が気室6f内で混ざった後、放音孔5aから放出される。したがって、高周波領域においても、高音圧、及び高SN比を実現することができる。本実施の形態の構成により、100Hz～100kHzまでの広帯域での音響再生が可能となる。

[0097] 圧電素子1を実装する実装面となる側面板6dは、金属板により形成することが好ましい。すなわち、側面板6d、接着部3、圧電素子1が圧電振動ユニット7を構成する。こうすることで、実施の形態1と同様に高周波領域において、高音圧、高SN比を実現することができる。

[0098] なお、圧電素子1を実装する実装面となる側面板6dは、厚さ10～300 μ mの金属板により形成することが好ましい。こうすることで、高周波領域において、より高音圧、高SN比を実現することができる。

[0099] 変形例7.

実施の形態5の変形例7について、図24を用いて説明する。図24は、変形例7にかかる圧電スピーカユニット800の要部を示すYZ断面図である。変形例7では、圧電素子1、及び電磁スピーカ810の位置が実施の形態5の構成と異なっている。なお、圧電スピーカユニット800の基本的な構成については、上記と同様であるため、適宜説明を省略する。

- [0100] 図23に示すように、電磁スピーカ810が背面板6eに取り付けられている。具体的には、背面板6eの内面に電磁スピーカ810が固定されている。したがって、電磁スピーカ810は、気室6f内に配置されている。電磁スピーカ810は、放音孔5aにむえて音を発生する。
- [0101] 圧電素子1は、背面板6e、及びカバー5に接着されている。具体的には、圧電素子1の両面に弾性体からなる接着部3が設けられている。圧電素子1の背面は、接着部3を介して、背面板6eに接着されている。圧電素子1の実装面となる背面板6eは、厚さ10~300 μ mの金属板であることが好ましい。圧電素子1の前面は接着部3を介して、金属振動板2に接着されている。
- [0102] 金属振動板2の前面には接着部4が設けられている。そして、接着部4を介して、金属振動板2がカバー5に接着されている。接着部4は、金属振動板2の外縁部2hに取り付けられている。したがって、圧電スピーカ100をカバー5側から視ると、外縁部2hは、カバー5に覆われている。また、接着部4はカバー5の放音孔5aに対応する部分を除いて設けられている。したがって、圧電スピーカ100をカバー5側から視ると放音孔5aから金属振動板2が見える。圧電素子1の実装面となる金属振動板2は、厚さ10~300 μ mの金属板であることが好ましい。
- [0103] このように変形例7では、圧電素子1の前面、及び背面に接着部3が設けられている。すなわち、圧電素子1が2つの接着部3に挟持されている。そして、圧電素子1の両面が接着部3を介して筐体820に固定されている。背面板6e、接着部3、圧電素子1、接着部3、及び金属振動板2が圧電振動ユニット7を構成する。
- [0104] 変形例7においても、ケース6に実装された電磁スピーカ810と圧電素子1の両方が振動する。電磁スピーカ810の固有振動モードの周波数と、圧電素子1の固有振動モードの周波数は異なっている。さらに、変形例は、電磁スピーカ810と圧電素子1の振動が気室6f内で混ざった後、放音孔5aから放出される。本実施の形態の構成により、100Hz~100kHz

zまでの広帯域での音響再生が可能となる。

[0105] 圧電素子1の実装面となる金属振動板2が弾性体である接着部4を介して、他の部材(カバー5)に固定されている。よって、上記した実施形態のように、良好な特性を得ることができる。また、金属振動板2を実装する面はカバー5に限られるものではない。金属板(金属振動部2)が、弾性体である接着部3を介して、側面板6d、又は背面板6eに固定されていてもよい。

[0106] 変形例8.

実施の形態5の変形例8について、図25を用いて説明する。図25は、変形例8にかかる圧電スピーカユニット800の要部を示すYZ断面図である。変形例8では、変形例7の構成に対して、背面板6eの構成が異なっている。なお、圧電スピーカユニット800の基本的な構成については、上記と同様であるため、適宜説明を省略する。

[0107] 変形例7において、背面板6eは金属板であったが、変形例8では、背面板6eの一部が樹脂6gとなっている。すなわち、背面板6eが金属材料、及び樹脂材料によって構成されている。すなわち、背面板6eの一部が樹脂材料によって形成され、残りが金属材料によって形成されている。よって、このように、実装面となる背面板6eの一部が樹脂6gによって形成されているため、背面板6eが部分的な金属板となっている。側面板6d、カバー5、又は背面板6eが、圧素子1の実装面となっており、金属材料と樹脂材料を含んでいるこうすることで、良好な特性を得ることができる。

[0108] なお、実施の形態5、及びその変形例6~8において、圧電素子1は、弾性体である接着部3を介してケース6に固定されていたが、弾性体を介さずに、圧電素子1がケース6に固定されていてもよい。

[0109] 実施の形態5、及び変形例6では、圧電素子1の実装面を側面板6dとし、変形例7、8では、背面板6eとしていたが、圧電素子1の実装面は特に限定されるものではない。さらに、圧電素子1は、筐体820の外側の面に取り付けられていてもよい。

- [0110] また、実施の形態4の構成と実施の形態5の構成を組み合わせてもよい。この場合、ケース6の内部に電磁スピーカ810が配置されるとともに、2以上の圧電素子1がケース6に実装される。
- [0111] 上記した実施の形態1～5にかかる圧電スピーカは、様々な装置に組み込まれて使用することができる。例えば、上記した圧電スピーカは、PC（パーソナルコンピュータ）、タブレットPC、次世代4Kテレビ、次世代8Kテレビ、車載型及び据え置き型ハイレゾリューションオーディオに組み込まれる高周波用のスピーカとして用いることができる。
- [0112] 特に、デジタル音声、音楽再生における音源サンプリング周波数情報、ビット数拡大により、20kHz～70kHzの高周波数で高音圧、高SN比で再生できるスピーカのニーズが高まっている。20kHz以上の高周波数は人間には聴こえないとされているが、実際には、高周波数まで再生できることが、微小信号まで再生できることにつながる。音源の高品質化により、スピーカ出力の高品質化に寄与することが可能になる。なお、上記の説明では、圧電素子や電磁スピーカに接続される配線などを省略して説明している。
- [0113] 以上、本発明を上記実施の形態および実施例に即して説明したが、上記実施の形態および実施例の構成にのみ限定されるものではなく、本願特許請求の範囲の請求項の発明の範囲内で当業者であればなし得る各種変形、修正、組み合わせを含むことは勿論である。
- [0114] この出願は、2015年2月10日に出願された日本出願特願2015-24041、及び2015年5月26日に提出された日本出願特願2015-106550を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0115] 100、200、300、400、500 圧電スピーカ
7、207、217、227、237、247、317、327、337、
347、417、427、437、447、517、527、537、54

7、637、647 圧電振動ユニット

1 圧電素子

2、22、32、42、52、62、72、82、102、112、132
、142、152、252、352 金属振動板（金属振動部）

12a、32a、42a、72a、82a、102a、132a、 本体

3 接着部

請求の範囲

- [請求項1] 圧電素子と、前記圧電素子を接着部を介して接着した金属振動部と、を含み、
前記圧電素子は、略矩形状板であり、
前記金属振動部は、前記圧電素子によって振動させられる略矩形状板状部を含み、
前記圧電素子の固有振動モードの周波数と、前記金属振動部の固有振動モードの周波数とが、異なるように設定される
圧電スピーカ。
- [請求項2] 前記圧電素子の面積 A_p 、及び、前記金属振動部の前記矩形状板状部の面積 A_m との関係は、
$$1. \quad 1 \leq A_m / A_p \leq 10$$

を満たすことを特徴とする請求項1に記載される圧電スピーカ。
- [請求項3] 前記接着部は、弾性体である
ことを特徴とする請求項1又は2に記載される圧電スピーカ。
- [請求項4] 前記圧電素子及び前記接着部が一体化した振動体の機械的品質係数 Q_m は、
$$Q_m \leq 5.0$$

を満たすことを特徴とする請求項3に記載される圧電スピーカ。
- [請求項5] 前記金属振動部を設けた放音孔を有するケースをさらに含み、
前記放音孔は、ホーン形状を有する
ことを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載される圧電スピーカ。
- [請求項6] 前記矩形状板状部は、周波数調整孔を有する
ことを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載される圧電スピーカ。
- [請求項7] ケースをさらに含み、
前記金属振動部は、前記ケースに弾性体を介し接着されることを特

徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載される圧電スピーカ。

[請求項8] 複数の前記圧電素子が前記金属振動部に前記接着部を介して接着されている請求項 1～7 のいずれか 1 つに記載の圧電スピーカ。

[請求項9] 前記複数の圧電素子の固有振動モードの周波数が異なっている請求項 8 に記載の圧電スピーカ。

[請求項10] 前記金属振動部が 1 枚の金属板を有しており、前記金属板に前記複数の圧電素子が前記接着部を介して接着されている請求項 8、又は 9 に記載の圧電スピーカ。

[請求項11] 前記複数の圧電素子が前記金属板の同一面に取り付けられている請求項 10 に記載の圧電スピーカ。

[請求項12] ケースと、
前記ケースの内部に配置された電磁スピーカをさらに備える請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の圧電スピーカ。

[請求項13] 前記圧電素子が、前記ケースの内部に配置されている請求項 12 に記載の圧電スピーカ。

[請求項14] 前記電磁スピーカの実装面と前記圧電素子の実装面が、前記ケースの同一面である請求項 13 に記載の圧電スピーカ。

[請求項15] 前記圧電素子が前記ケースの外部に配置され、
前記電磁スピーカの実装面と前記圧電素子の実装面が、前記ケースの対向面である請求項 12 に記載の圧電スピーカ。

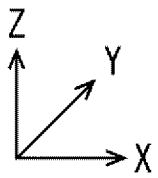
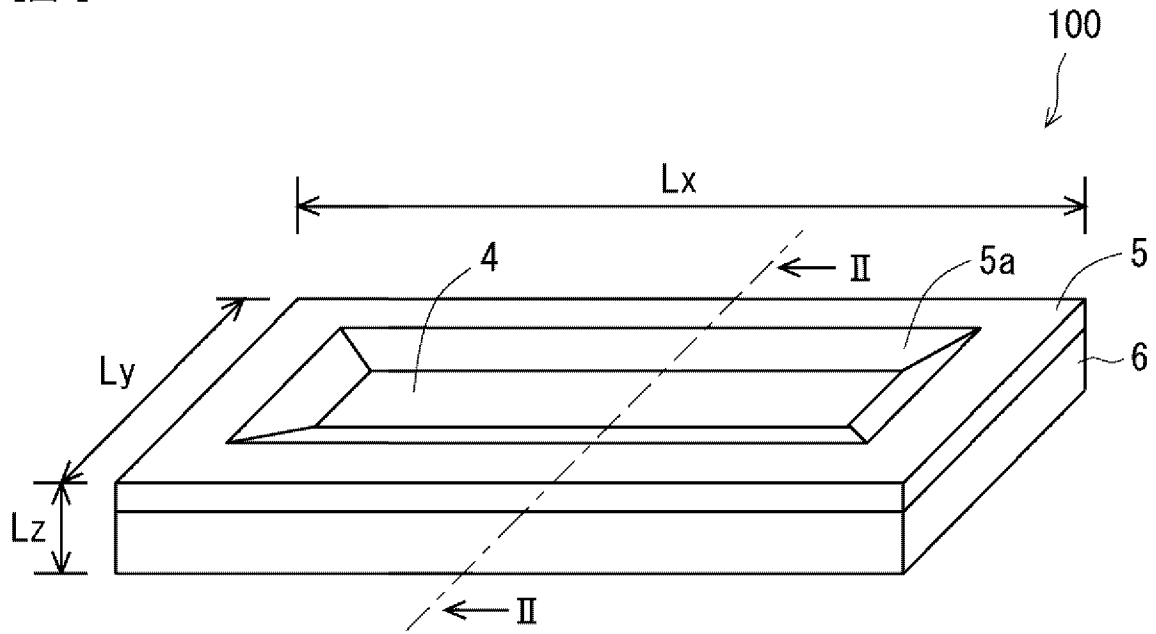
[請求項16] 前記金属振動部が前記ケースの側面板、又は背面板となっている請求項 12～15 のいずれか 1 項に記載の圧電スピーカ。

[請求項17] 前記ケースの開口部を覆うカバーをさらに備え、
前記金属振動部が、弾性部材を介して、前記ケース、又は前記カバーに固定されている請求項 12～15 のいずれか 1 項に記載の圧電スピーカ。

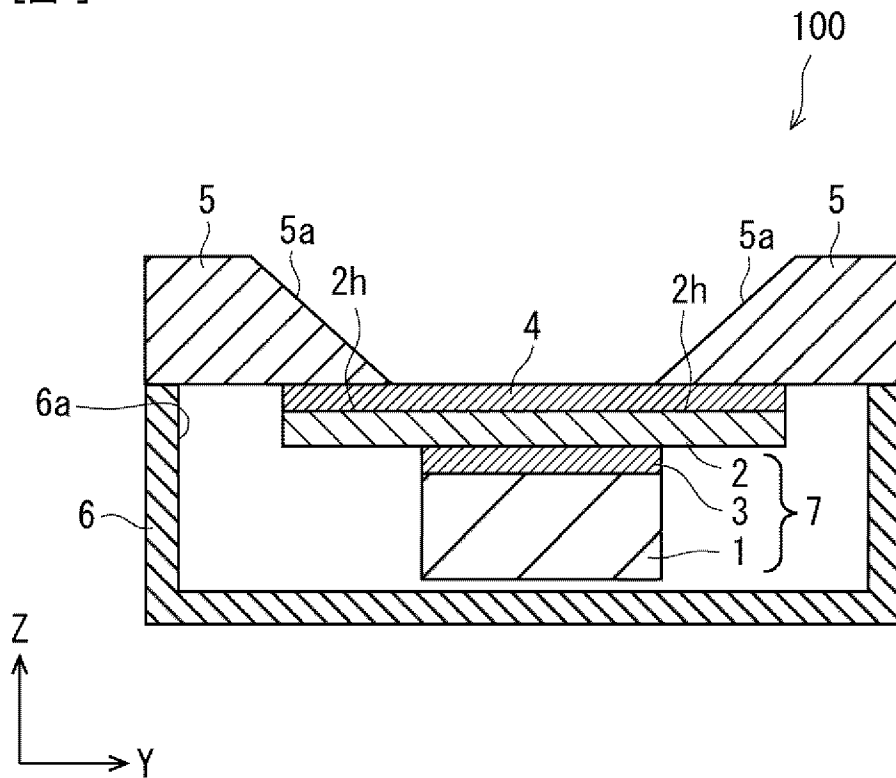
[請求項18] 前記金属振動部が、厚さ 10～300 μm の金属板を含んでいる請求項 12～16 のいずれか 1 項に記載の圧電スピーカ。

- [請求項19] 放音孔を有する前面板と、前記前面板と対向する背面板と、前記前面板と前記背面板との間の側面板と、を有する筐体と、
前記筐体の内部に設けられた電磁スピーカと、
前記筐体に取り付けられた圧電素子と、を備えた圧電スピーカ。
- [請求項20] 前記圧電素子が、接着部を介して前記筐体に固定されており、
前記接着部が弾性体である請求項19に記載の圧電スピーカ。
- [請求項21] 前記圧電素子が、前記筐体の内部に配置されている請求項19又は
20に記載の圧電スピーカ。
- [請求項22] 前記電磁スピーカの実装面と前記圧電素子の実装面が、前記筐体の
同一面である請求項21に記載の圧電スピーカ。
- [請求項23] 前記圧電素子が前記筐体の外部に配置され、
前記電磁スピーカの実装面と前記圧電素子の実装面が、前記筐体の
対向面である請求項19、又は20に記載の圧電スピーカ。
- [請求項24] 前記圧電素子の実装面が金属板となっている請求項19～23のい
ずれか1項に記載の圧電スピーカ。
- [請求項25] 前記金属板が、弾性部材を介して、前記側面板、前記前面板、又は
前記背面板に固定されている請求項24に記載の圧電スピーカ。
- [請求項26] 前記金属板の厚さ10～300 μ mである請求項24、又は25の
いずれか1項に記載の圧電スピーカ。
- [請求項27] 前記側面板、前記前面板、又は前記背面板が、前記圧電素子の実装
面となっており、金属材料と樹脂材料を含んでいる請求項19～23
のいずれか1項に記載の圧電スピーカ。

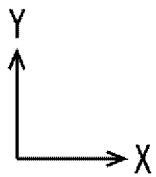
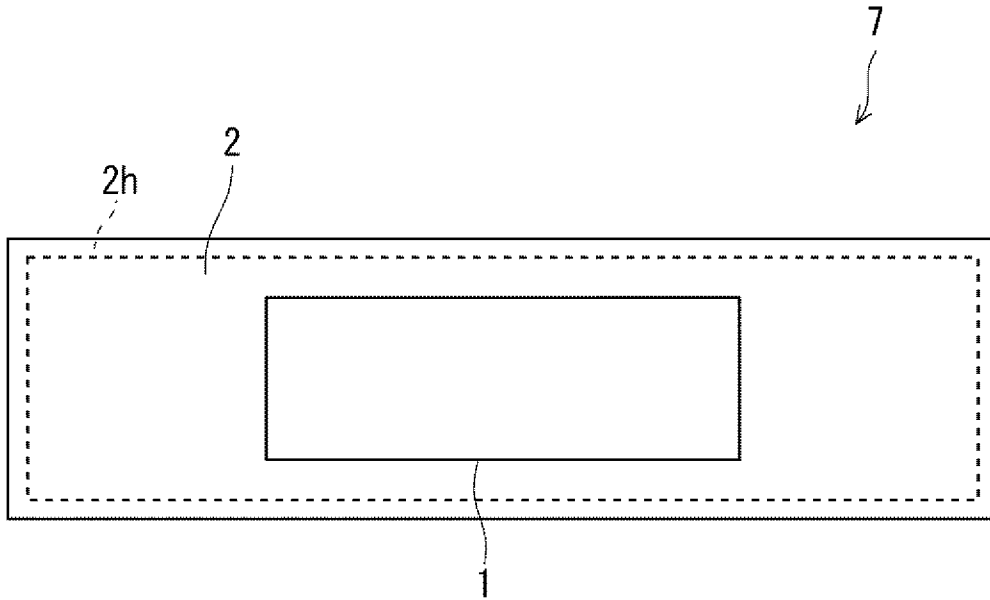
[図1]



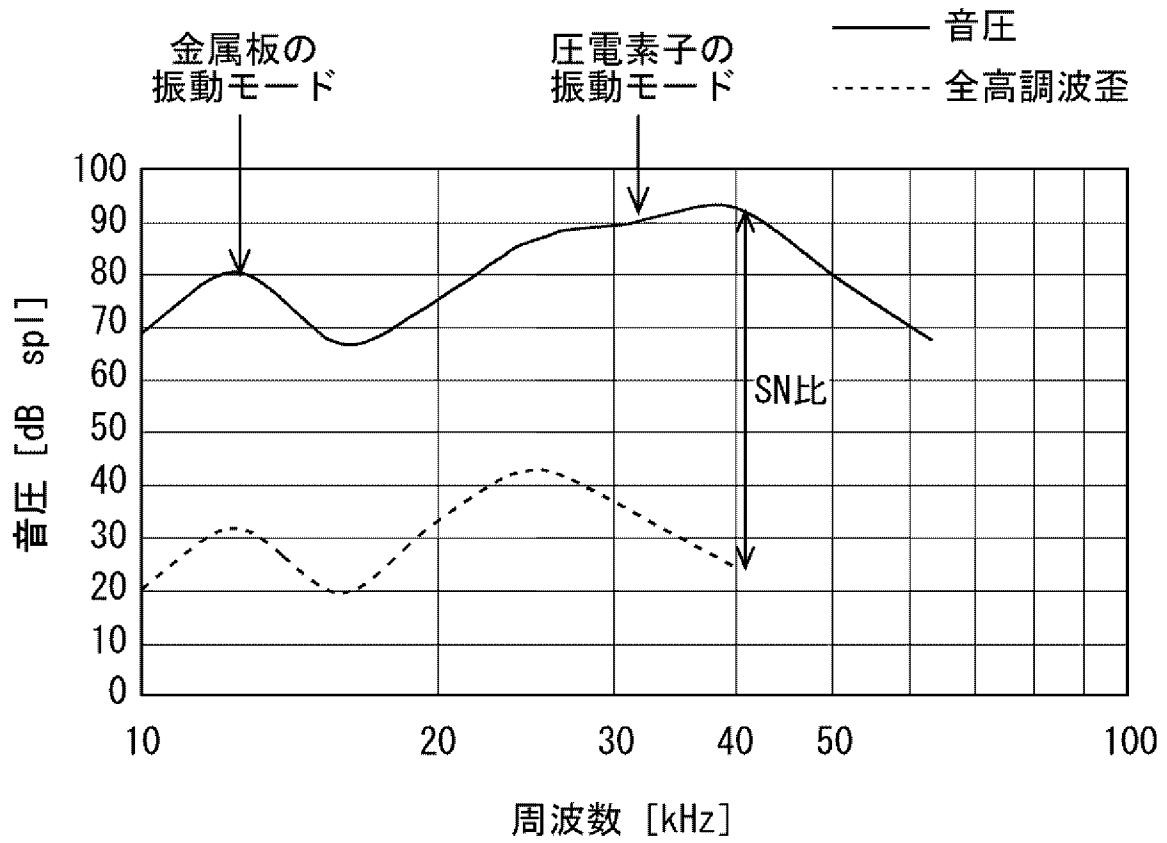
[図2]



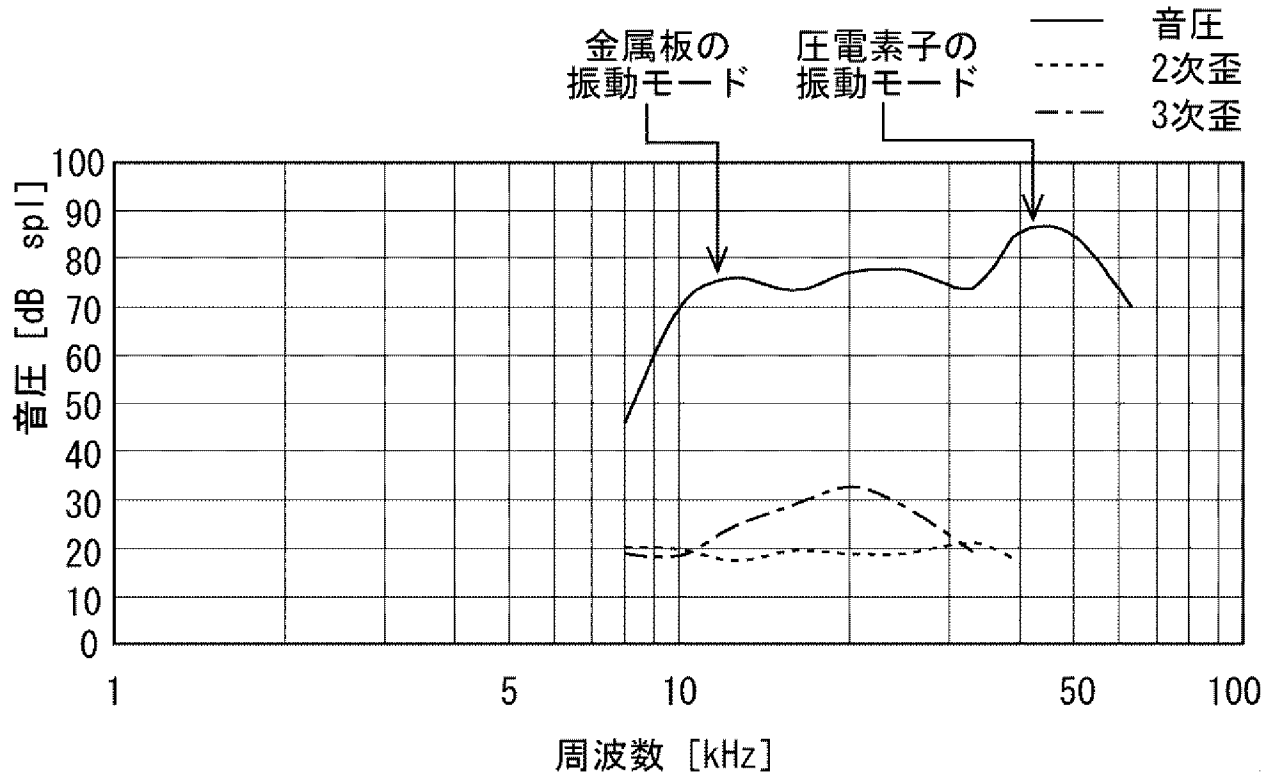
[図3]



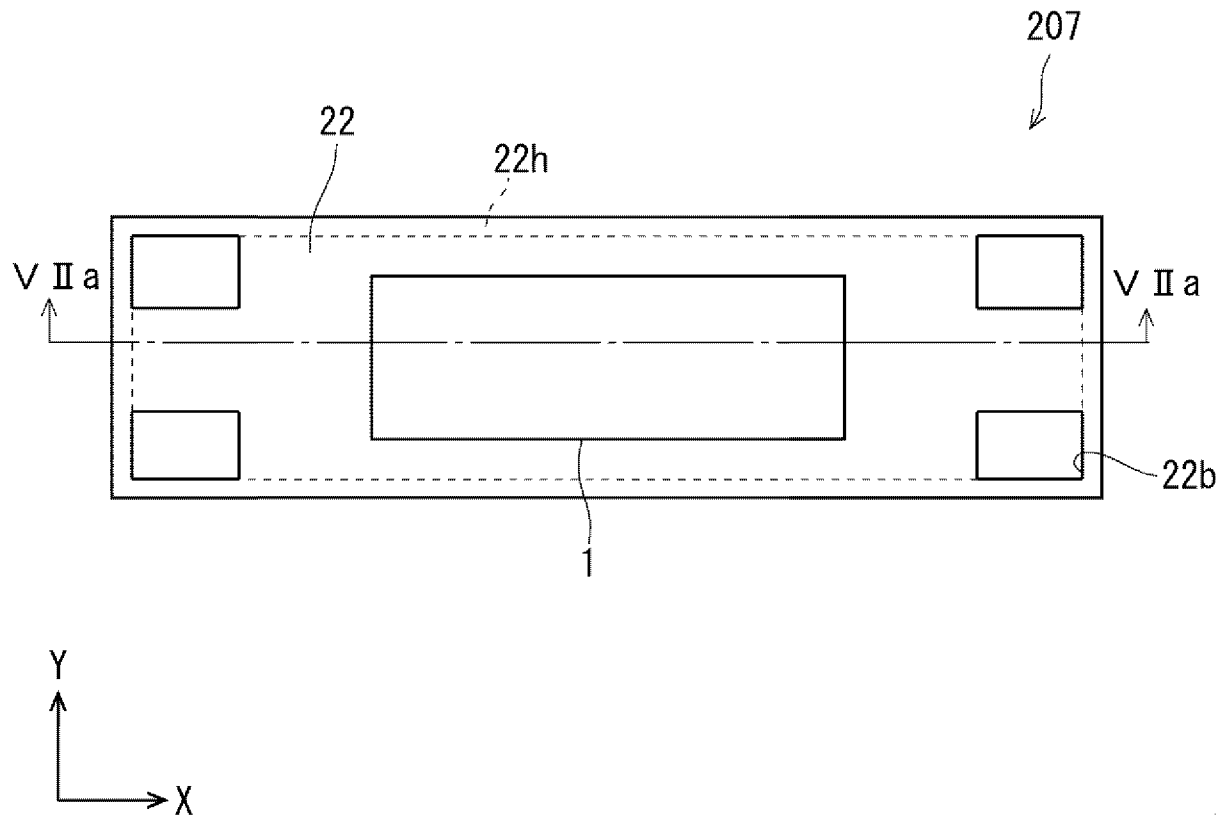
[図4]



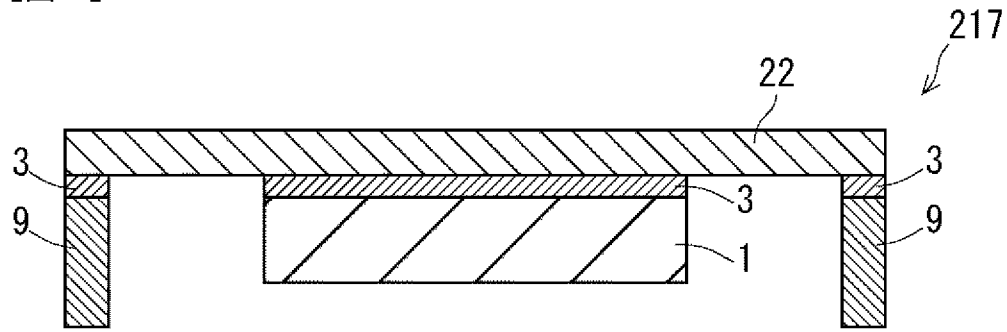
[図5]



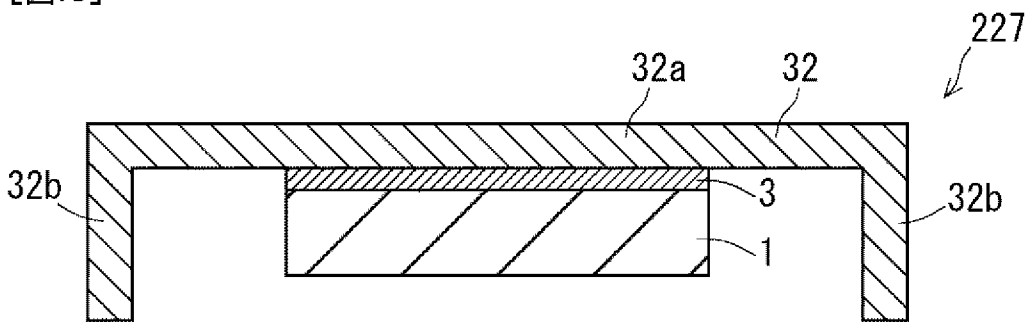
[図6]



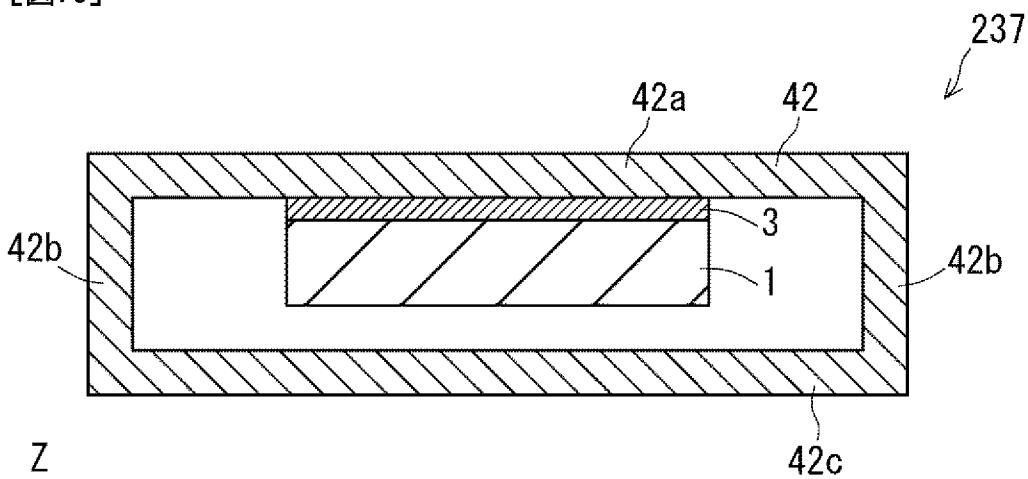
[図7A]



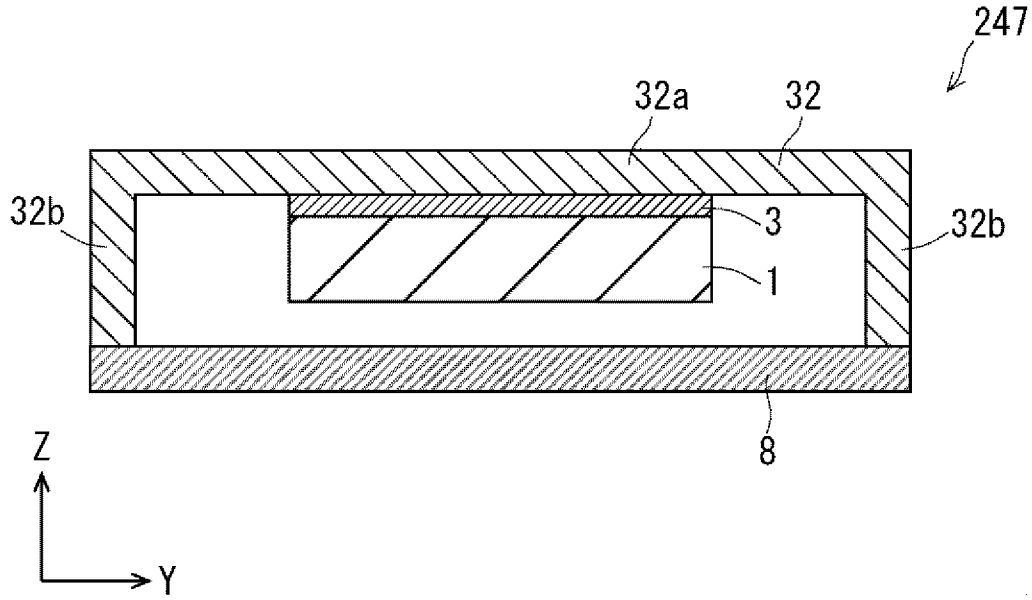
[図7B]



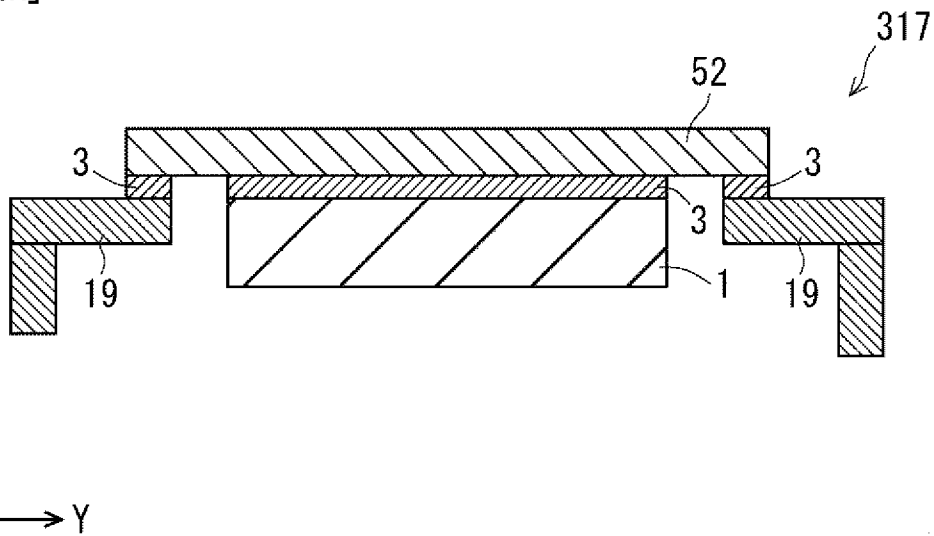
[図7C]



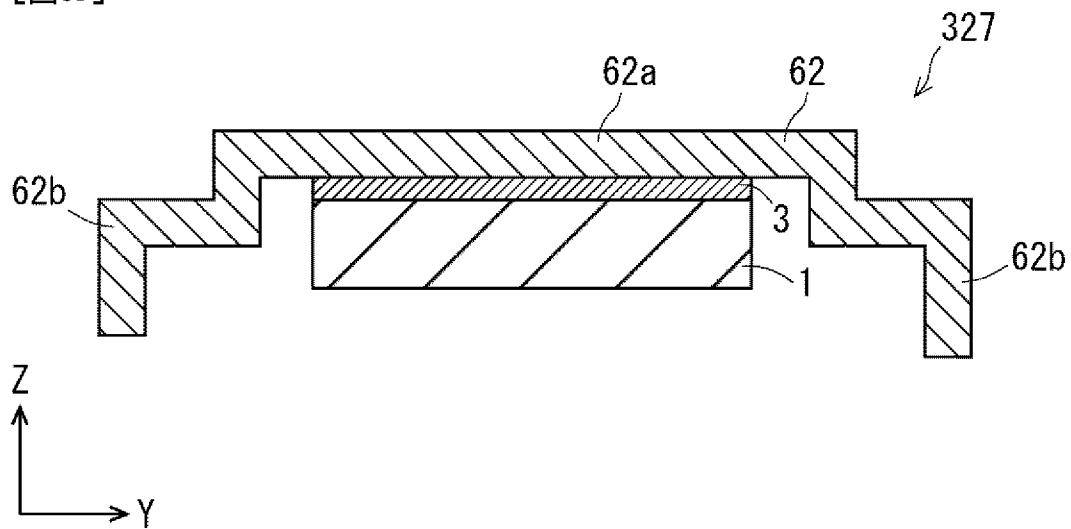
[図7D]



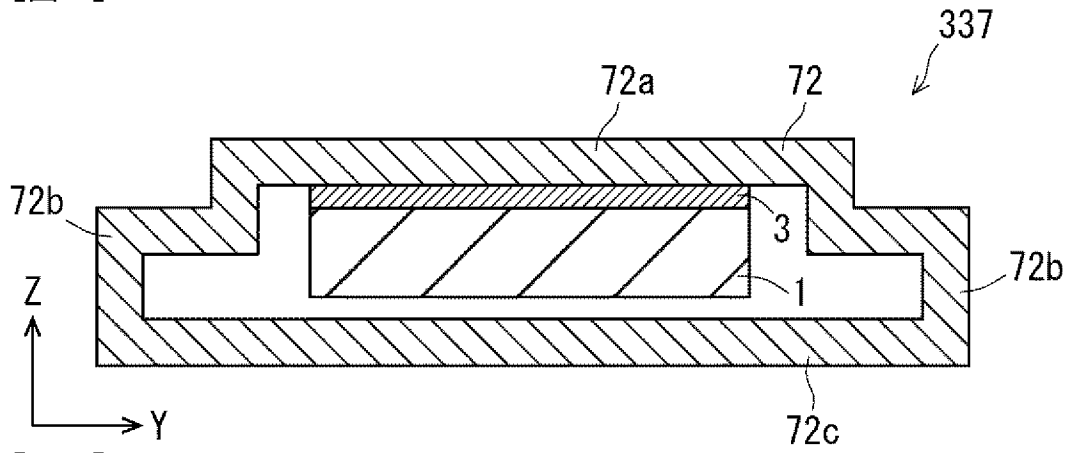
[図8A]



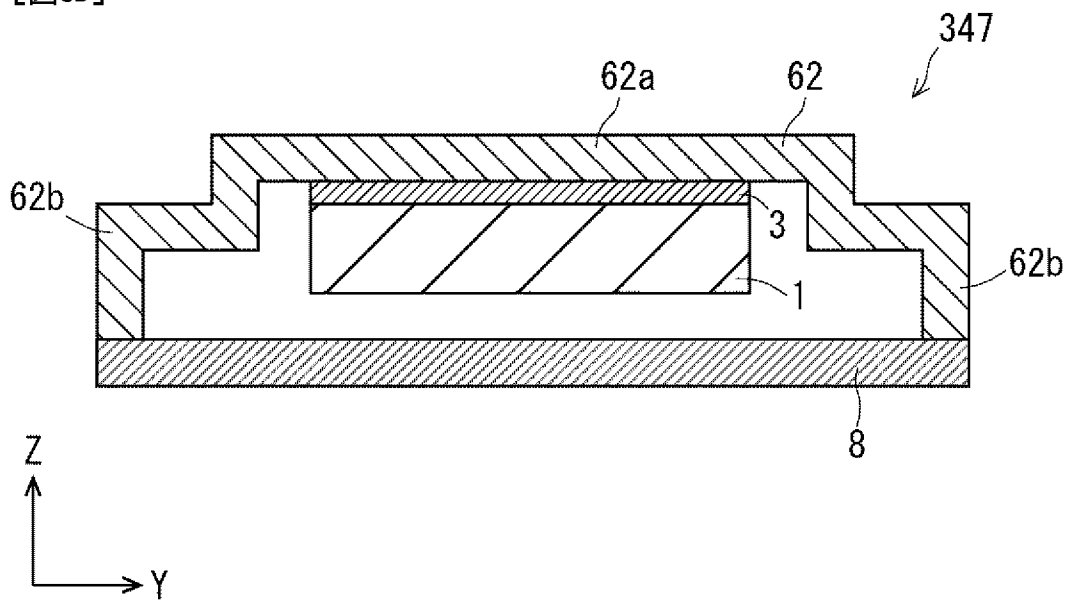
[図8B]



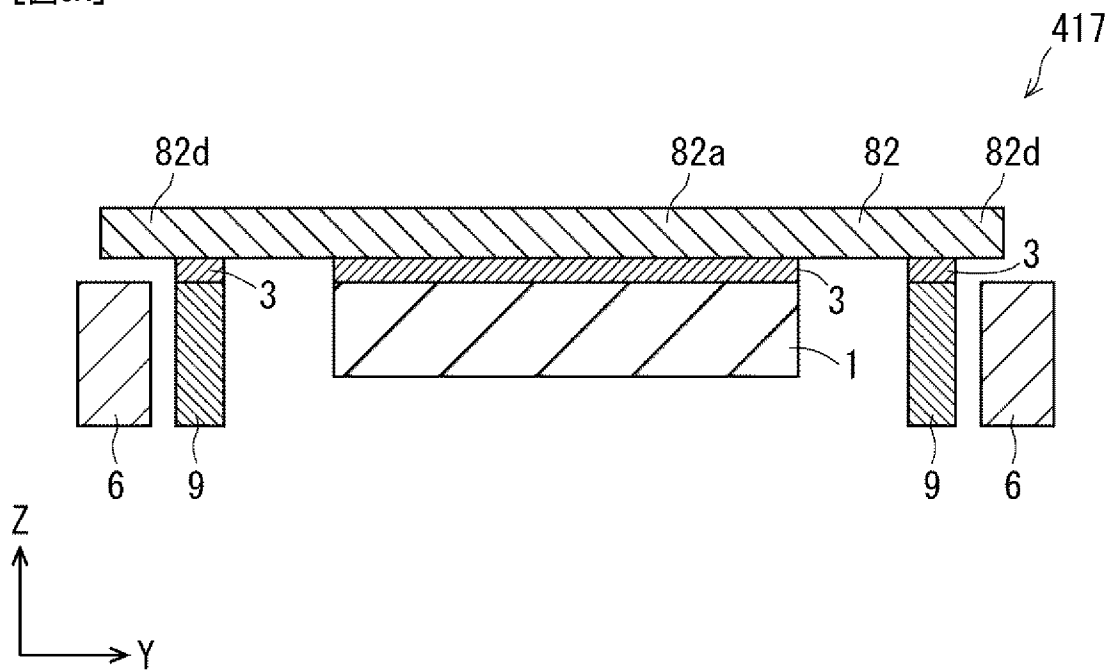
[図8C]



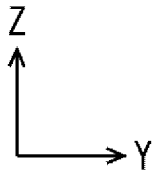
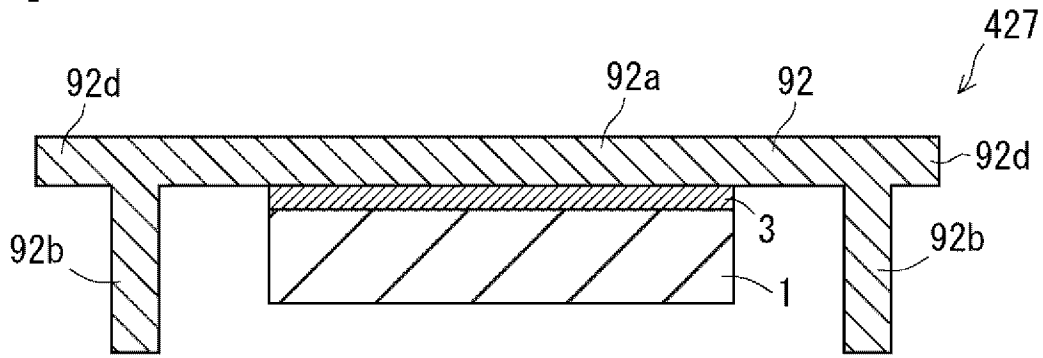
[図8D]



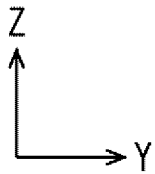
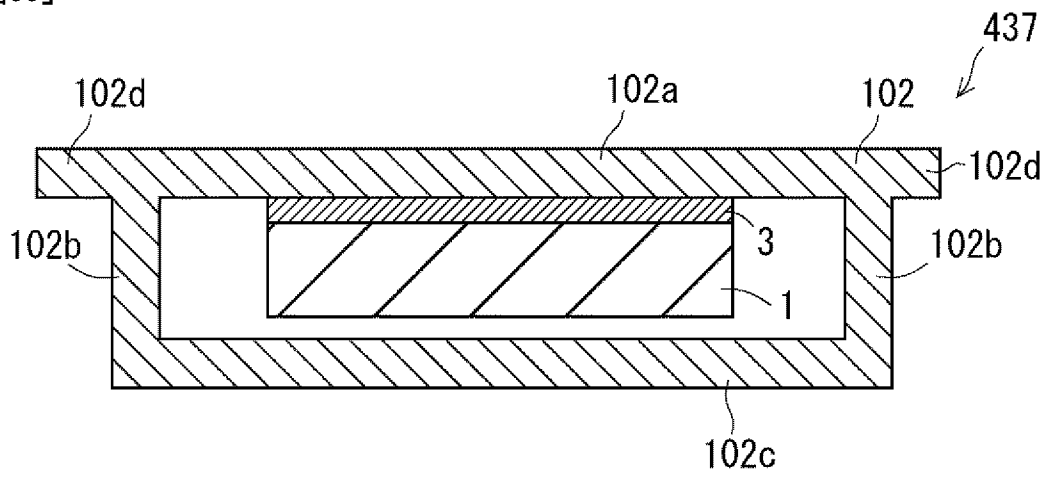
[図9A]



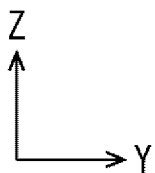
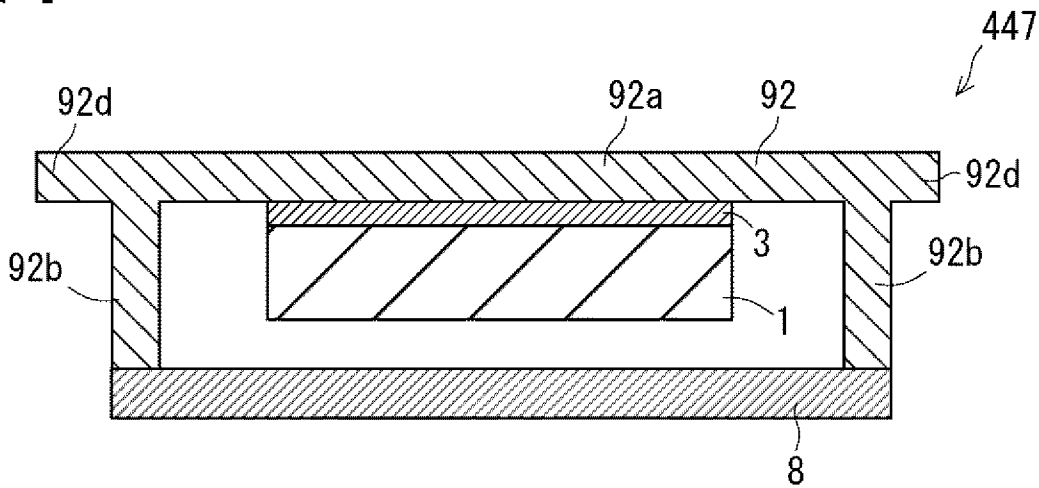
[図9B]



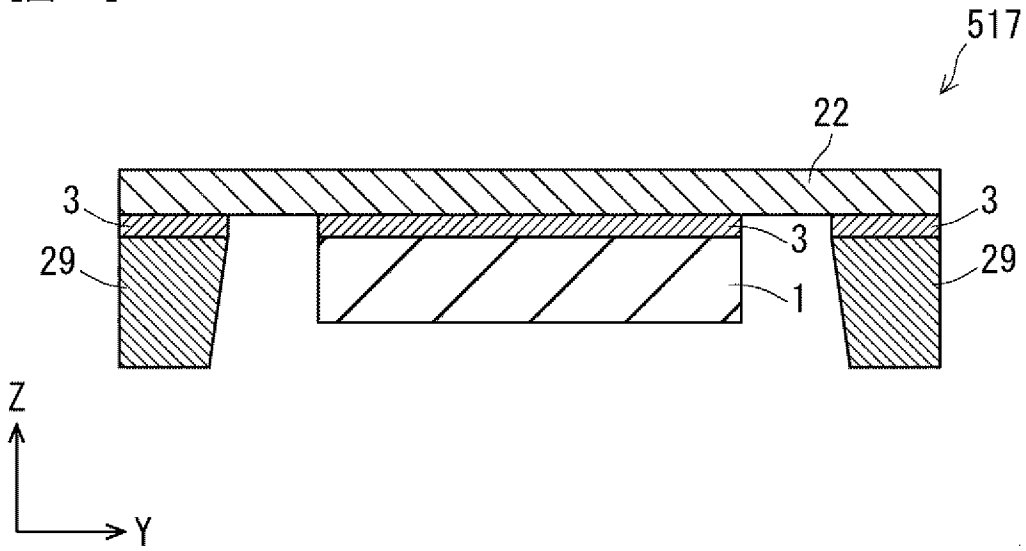
[図9C]



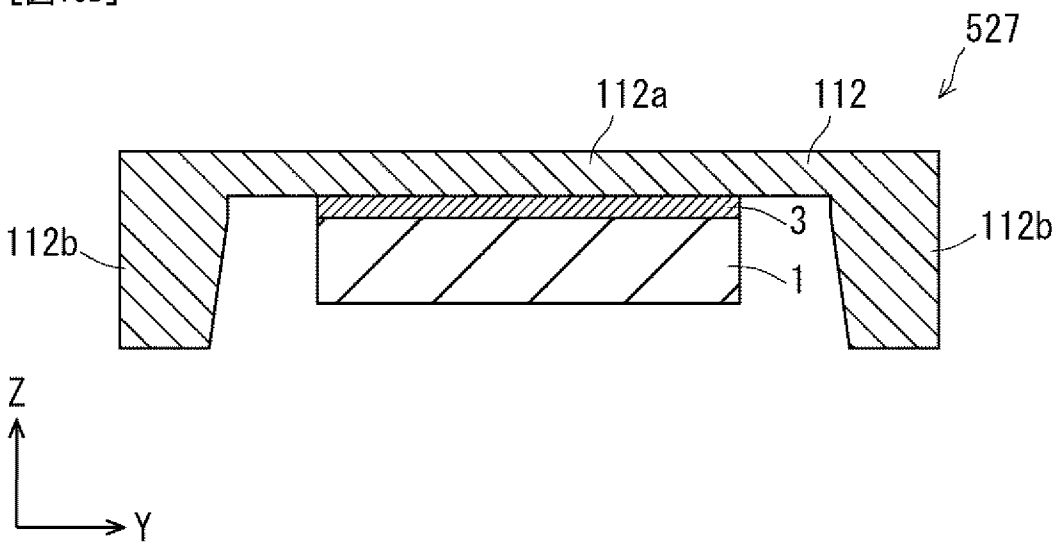
[図9D]



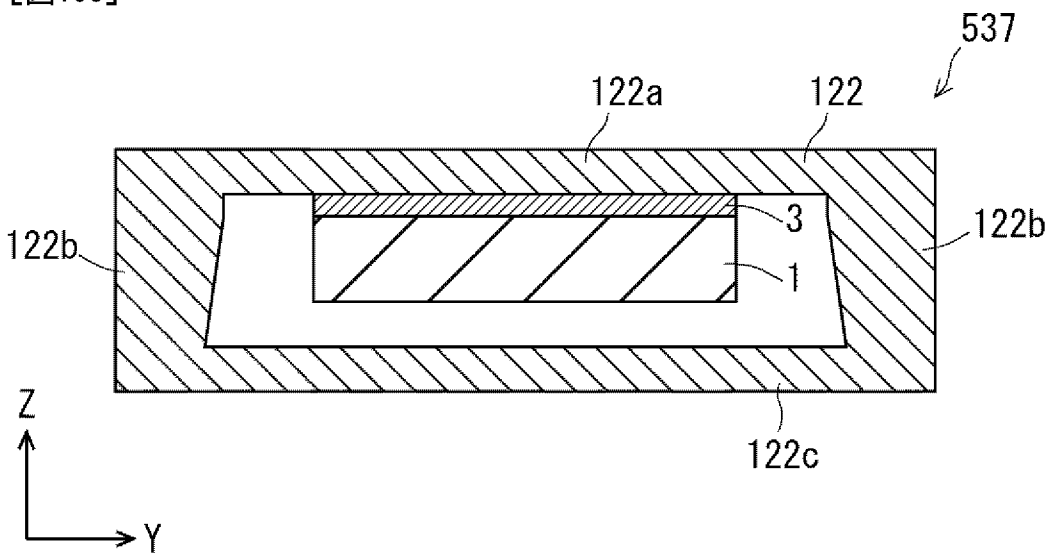
[図10A]



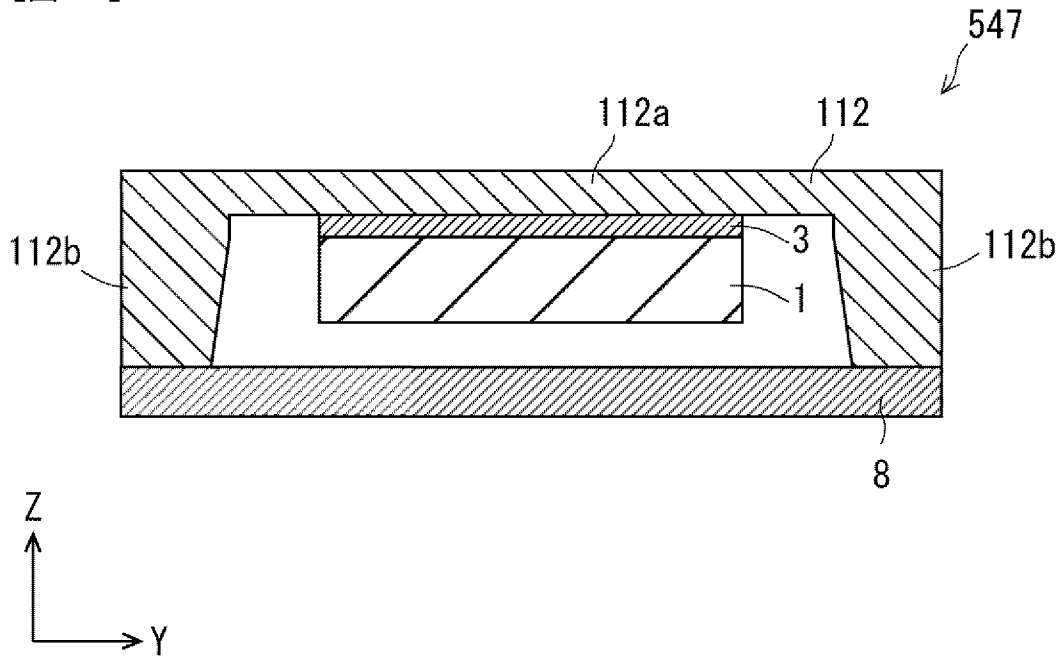
[図10B]



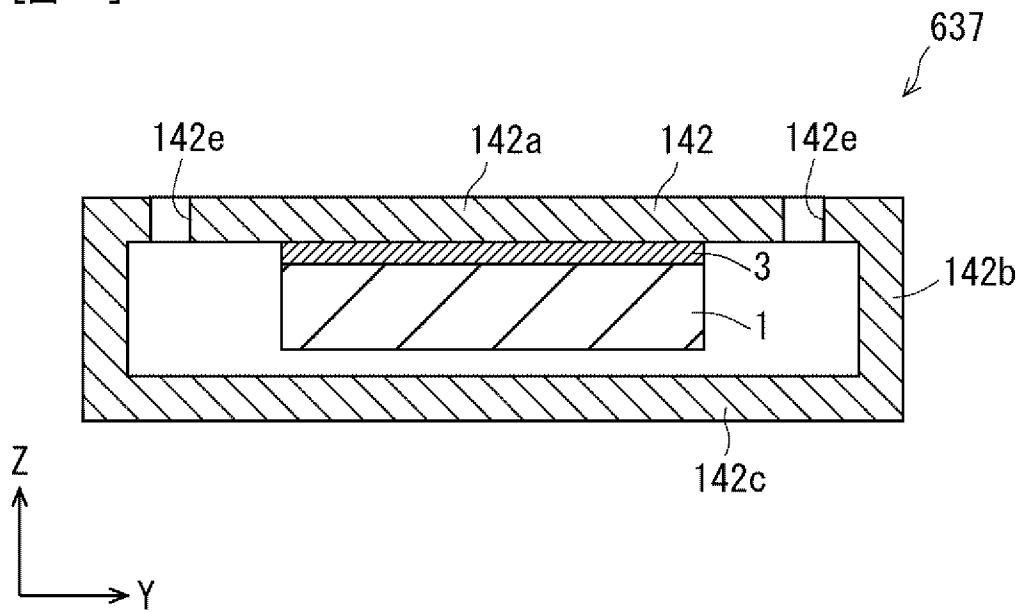
[図10C]



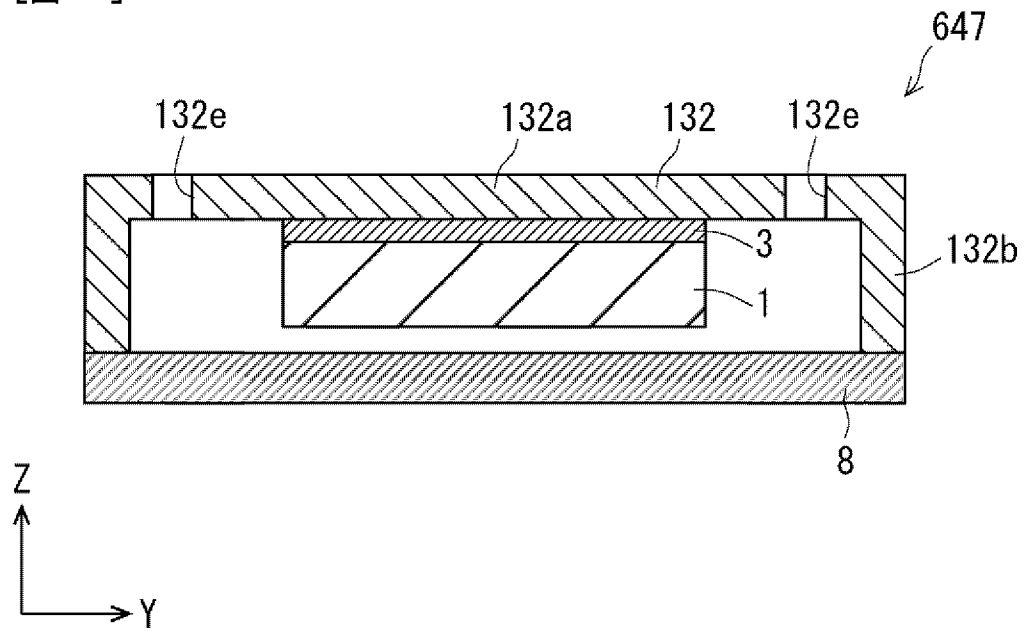
[図10D]



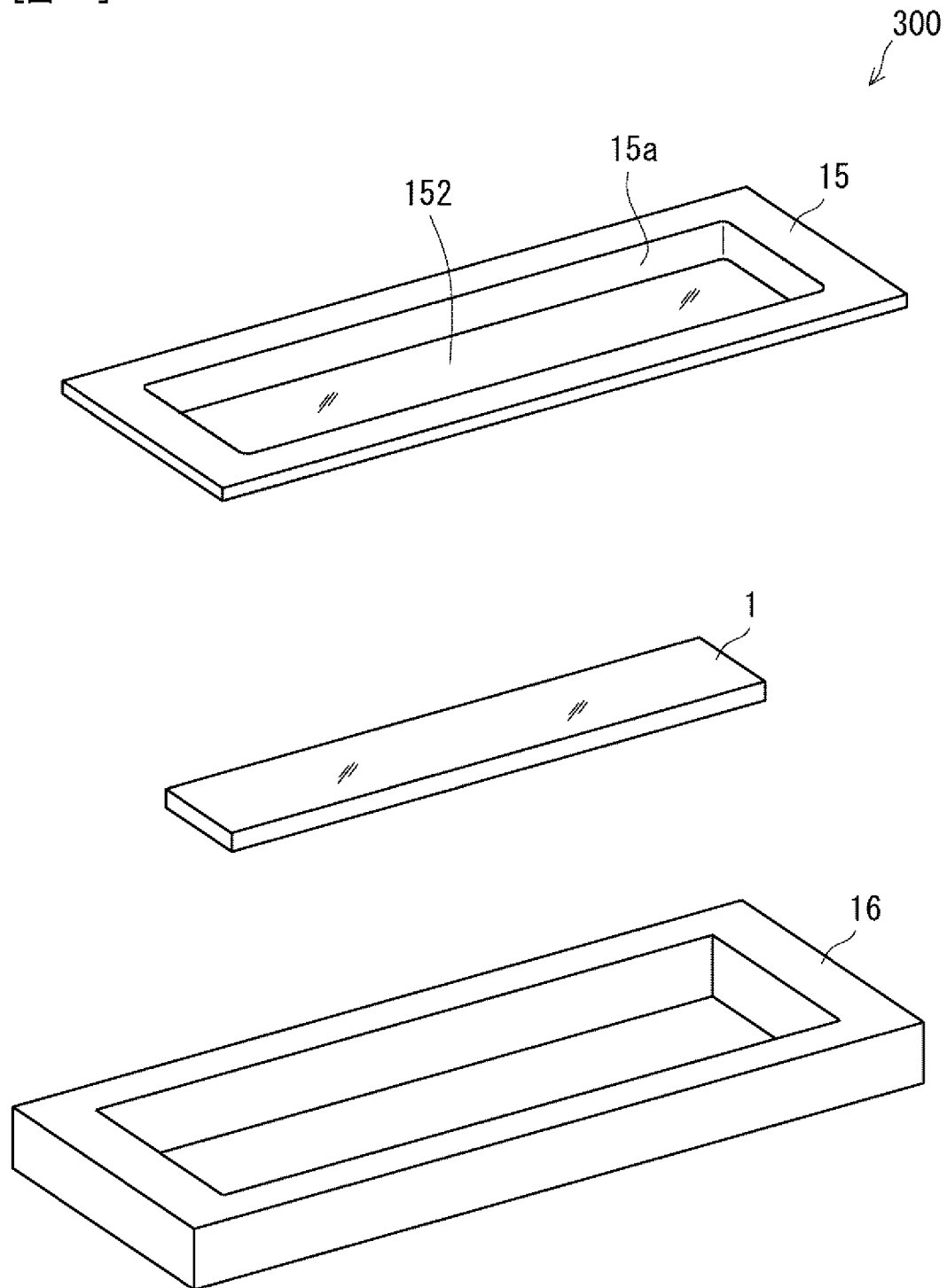
[図11A]



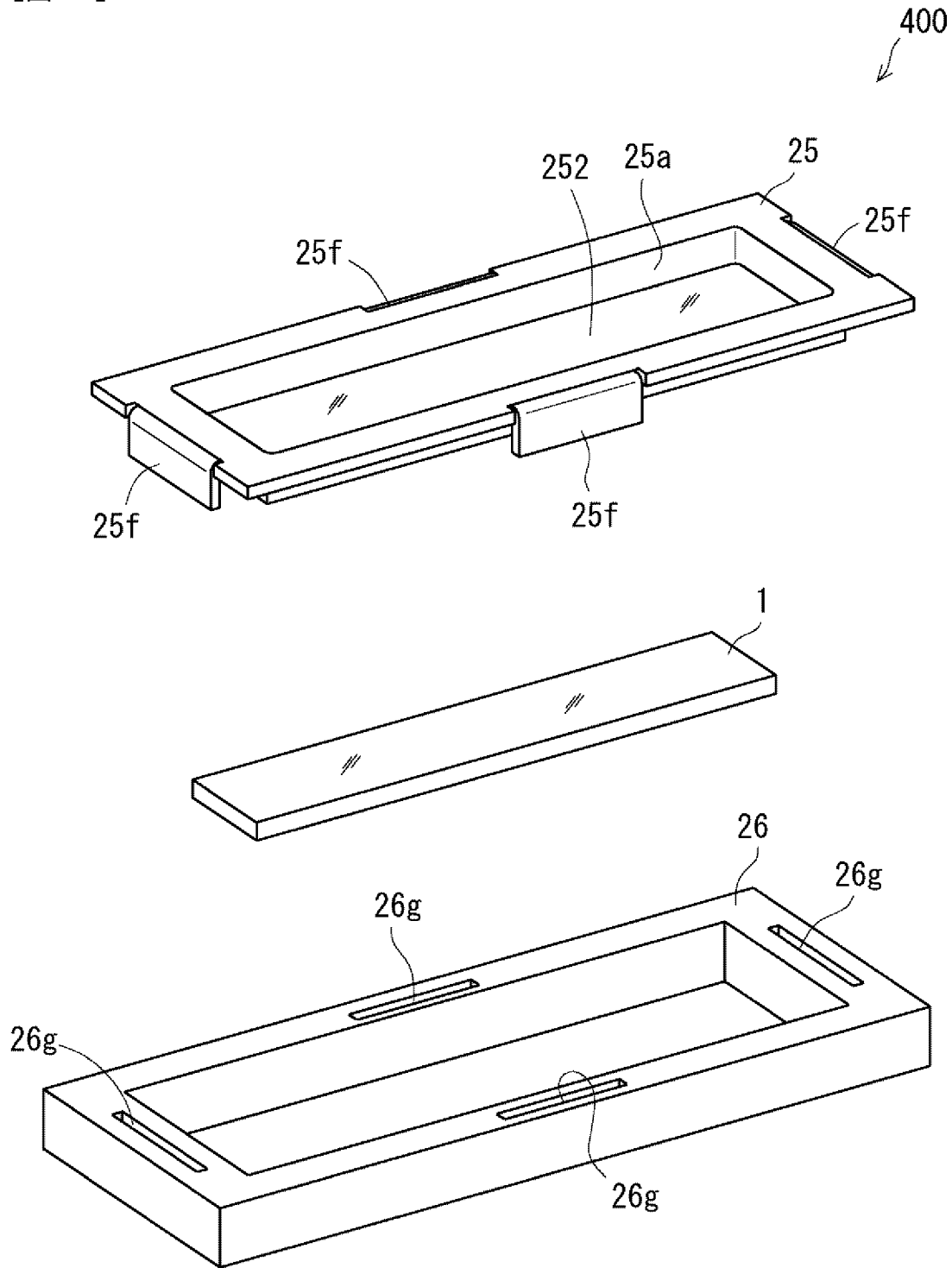
[図11B]



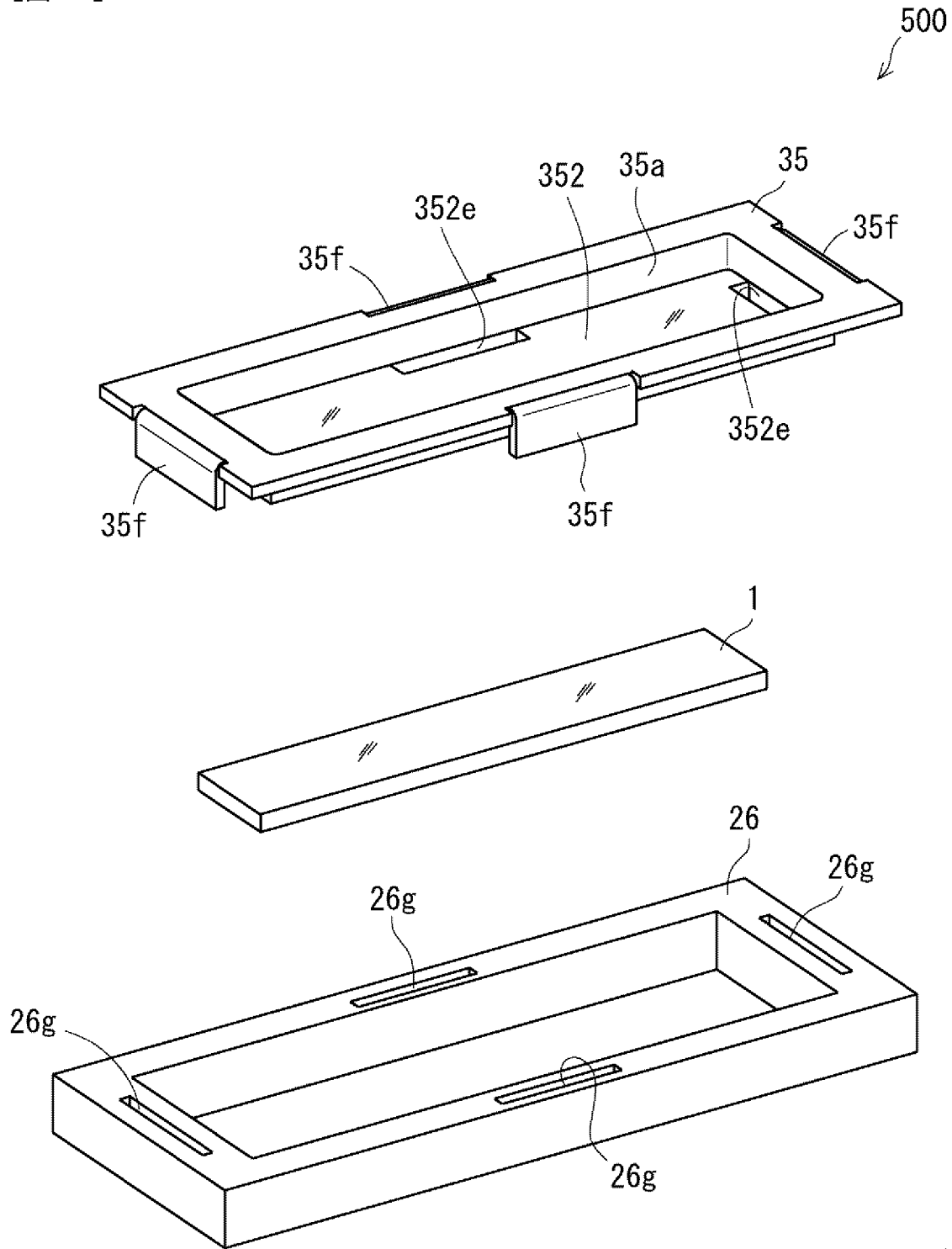
[図12A]



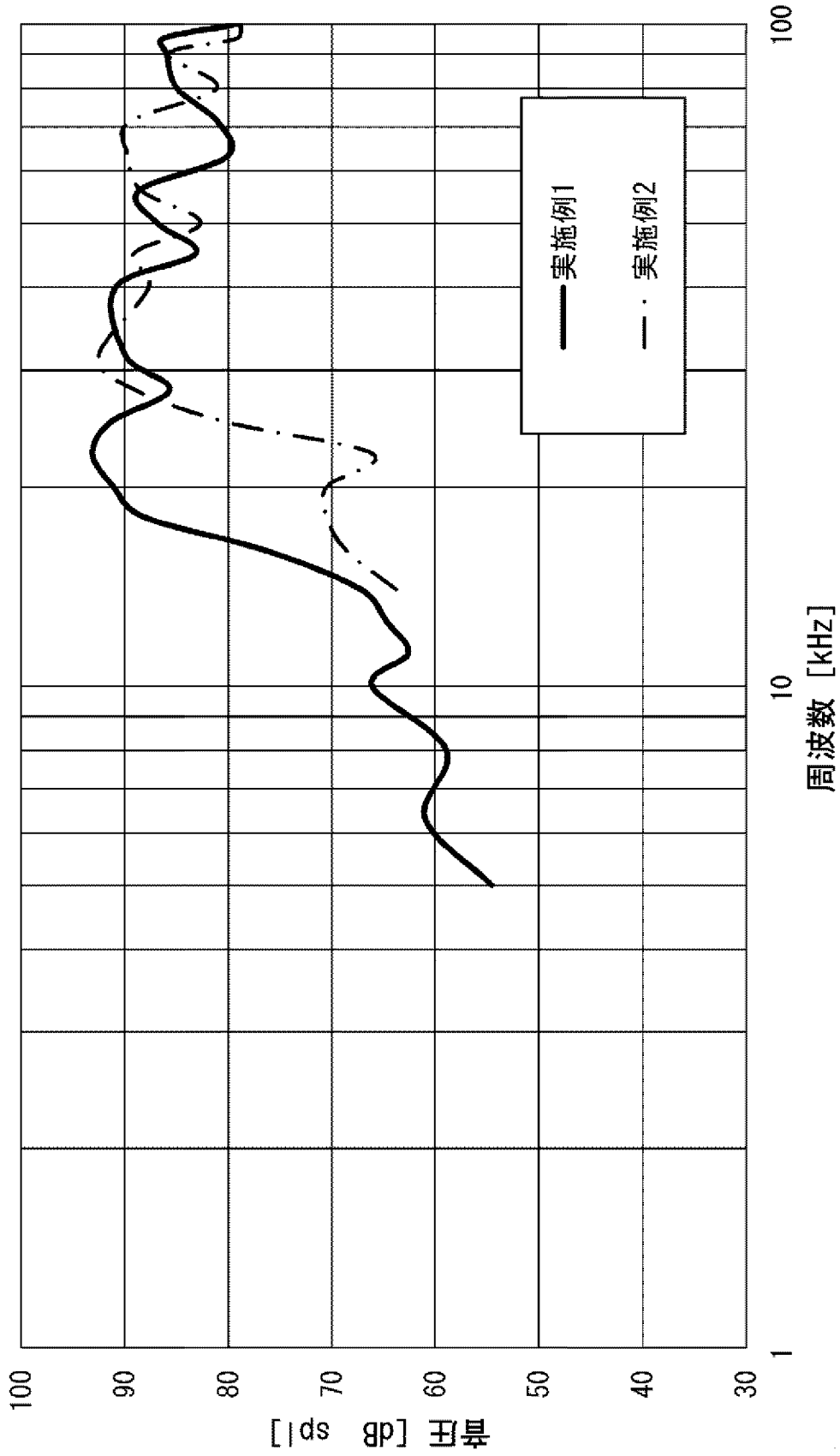
[図12B]



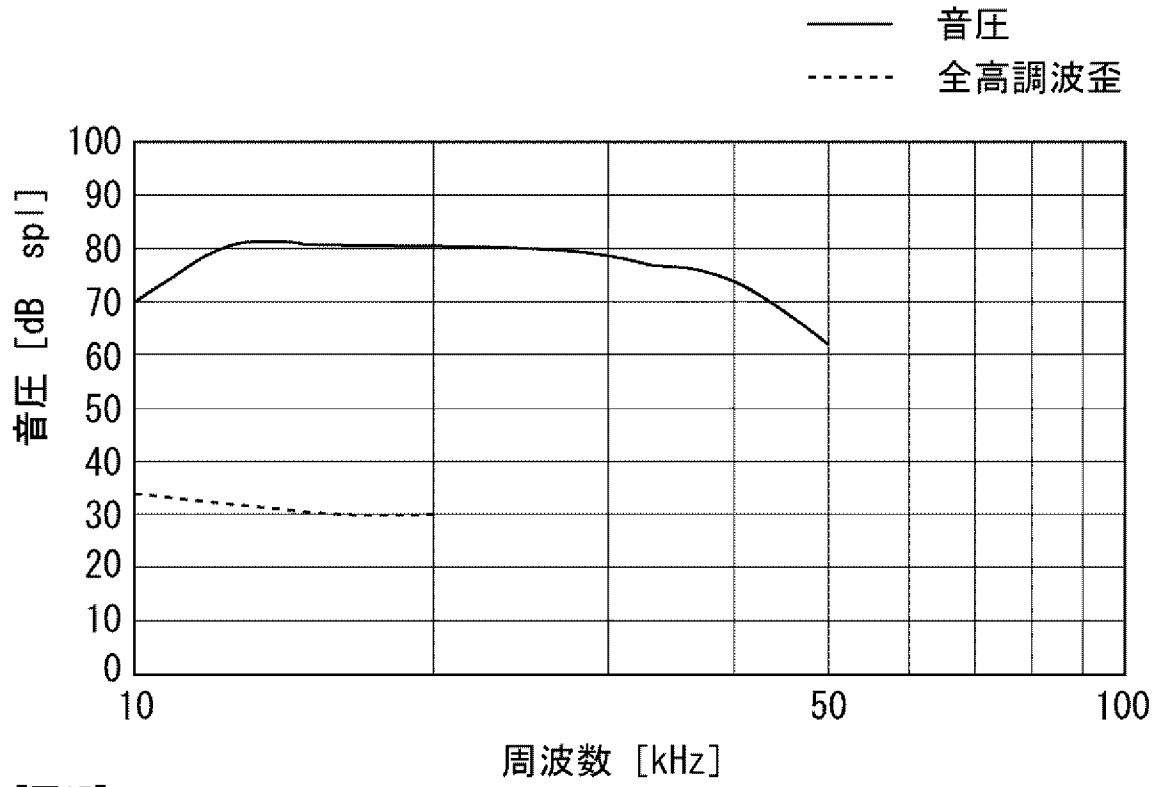
[図12C]



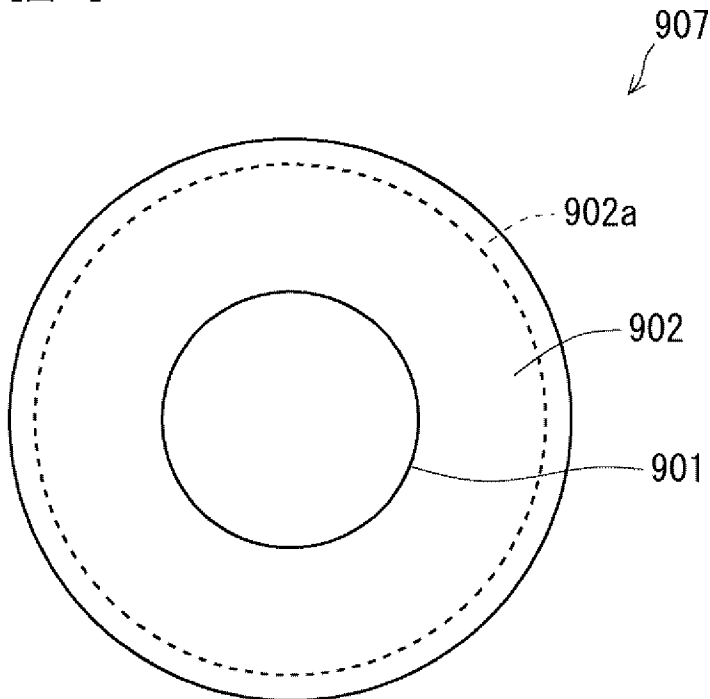
[図13]



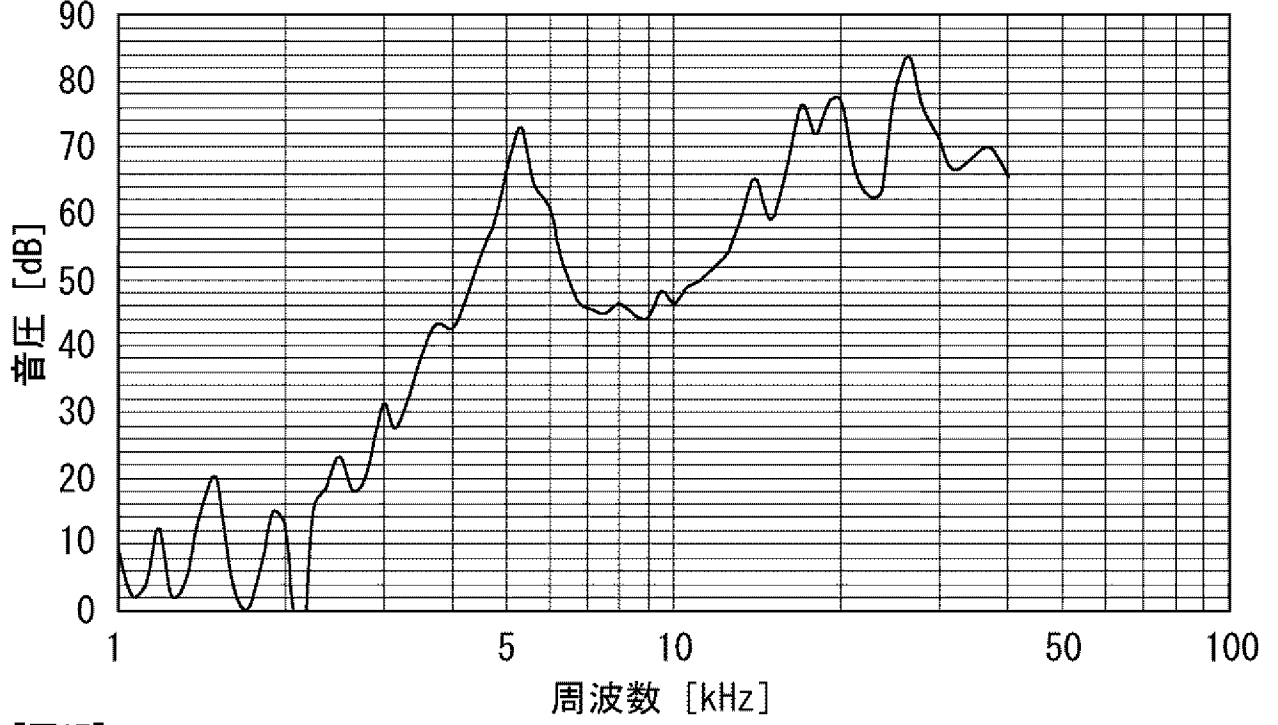
[図14]



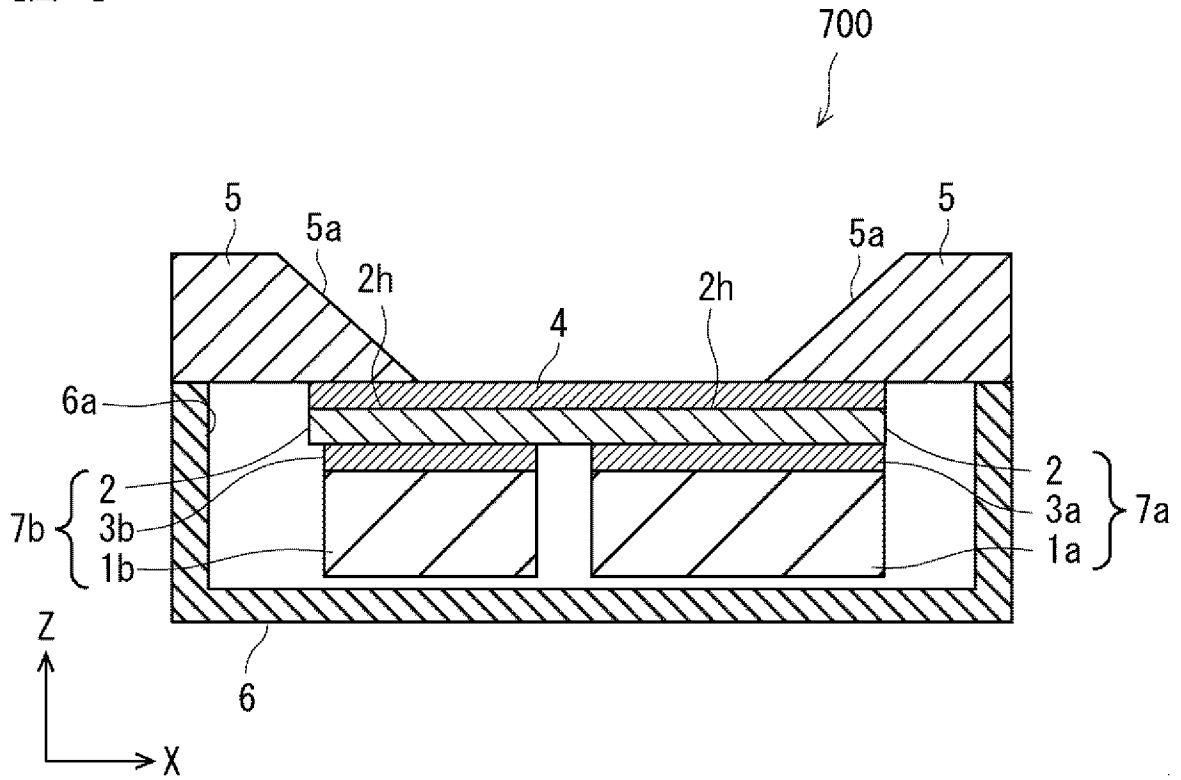
[図15]



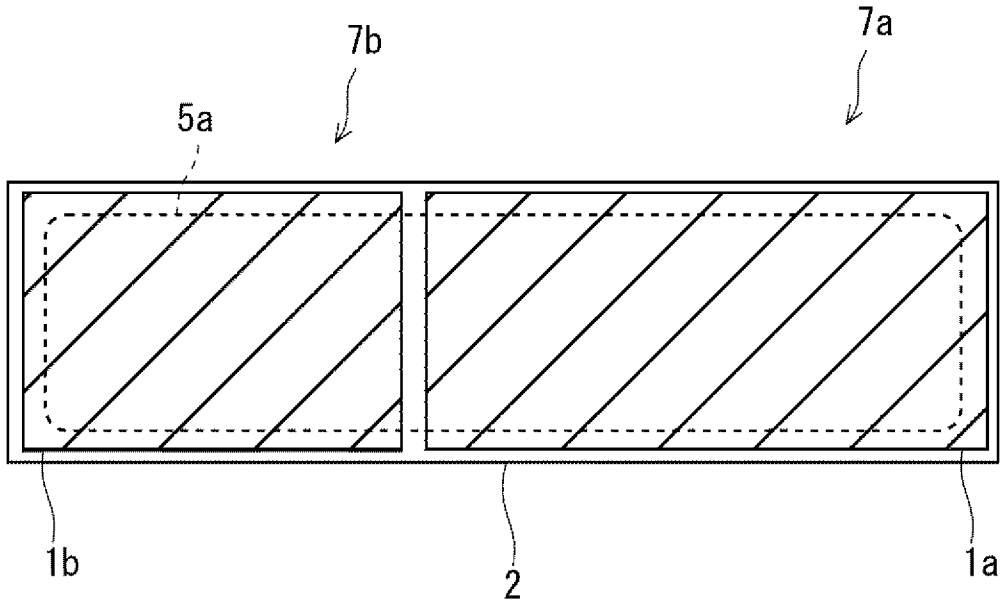
[図16]



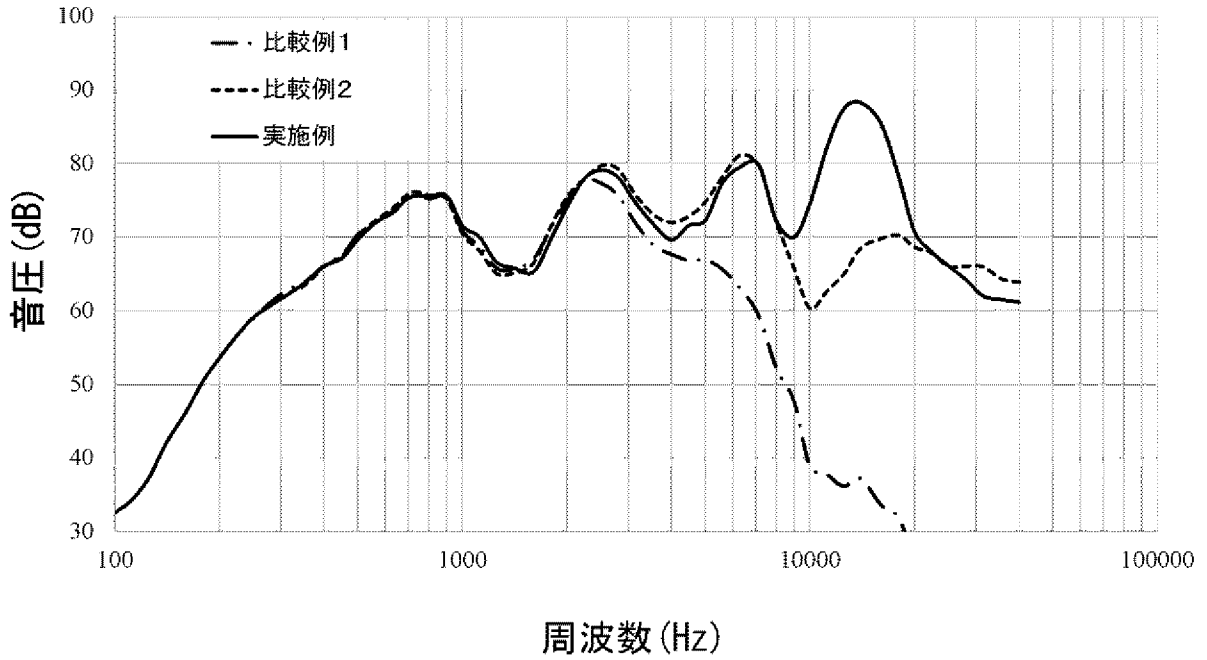
[図17]



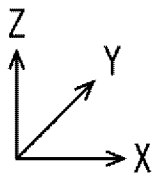
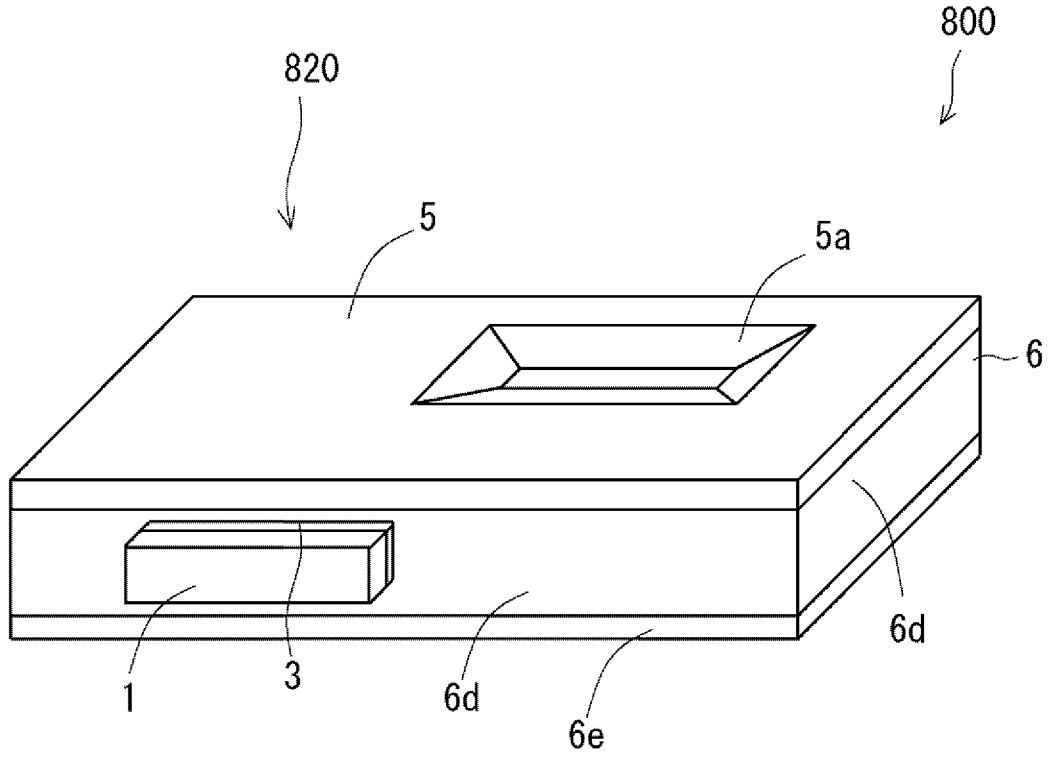
[図18]



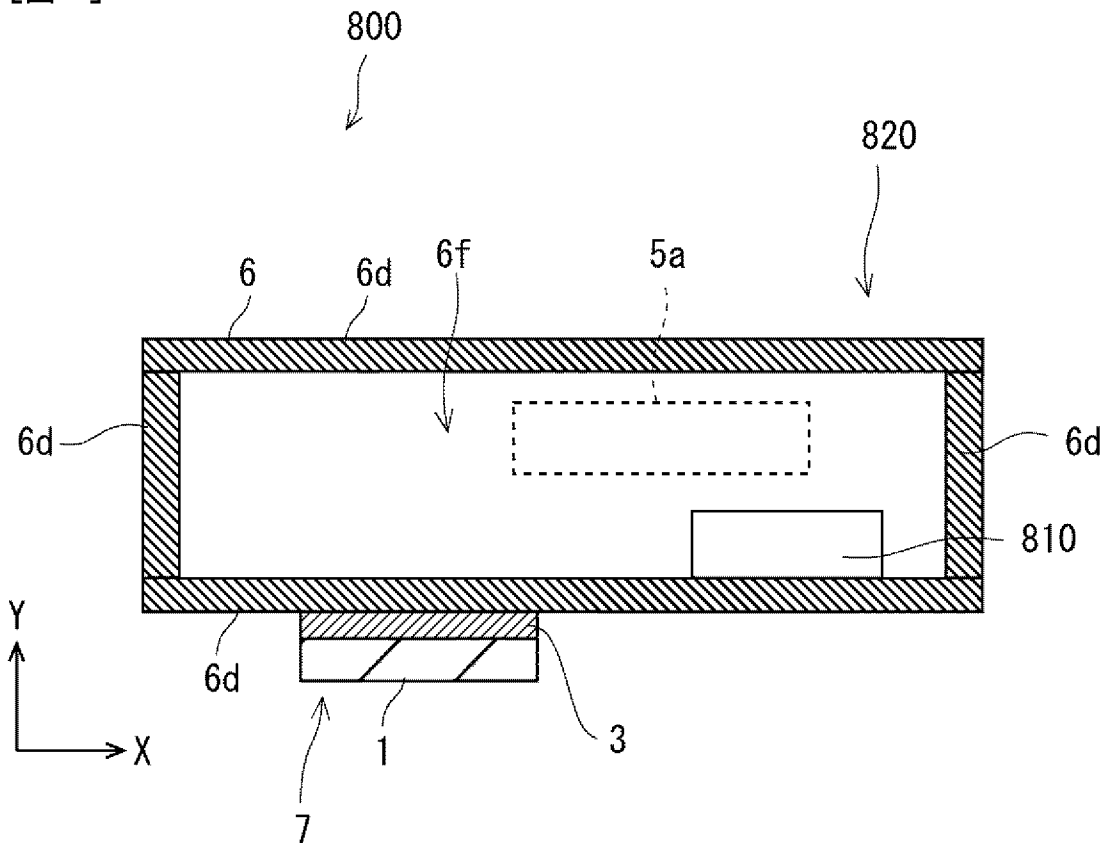
[図19]



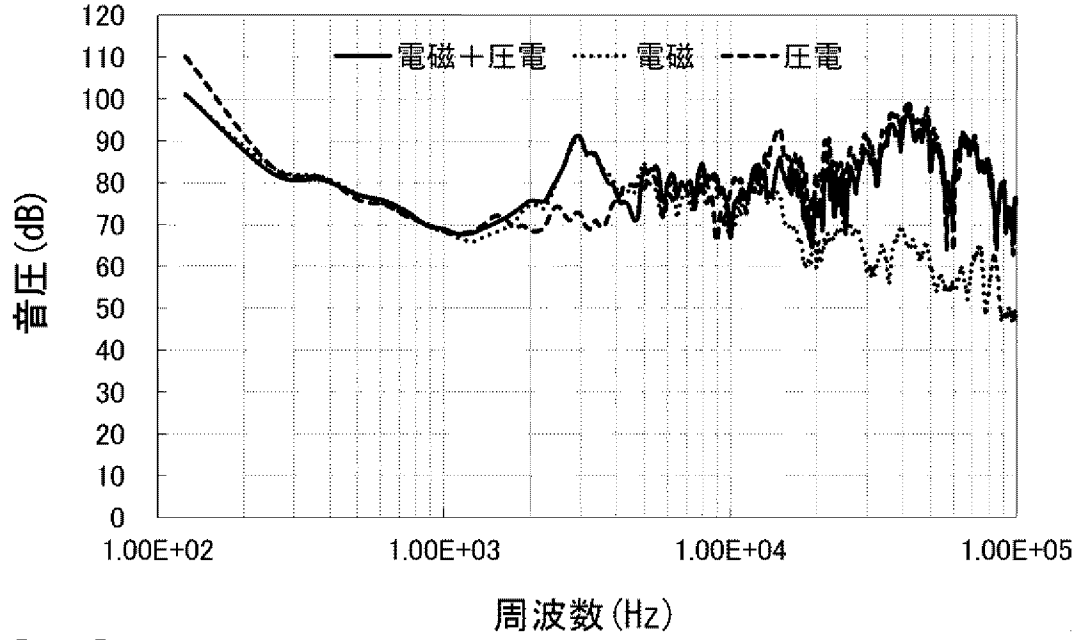
[図20]



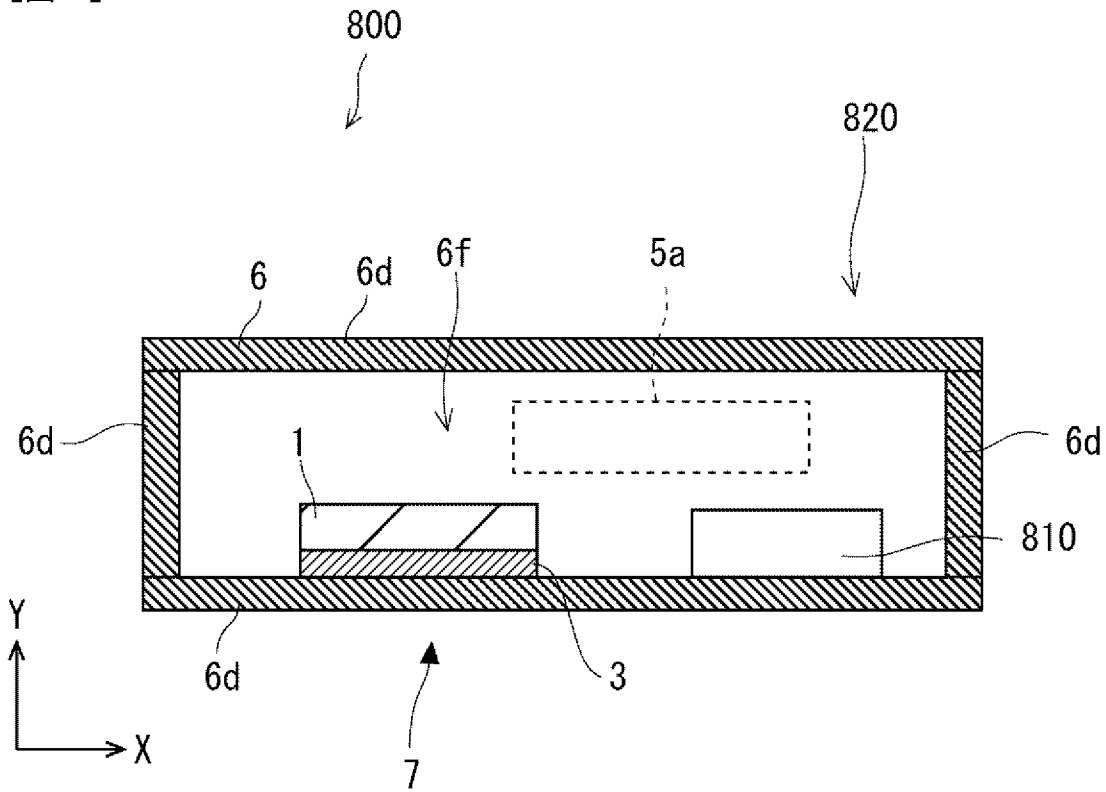
[図21]



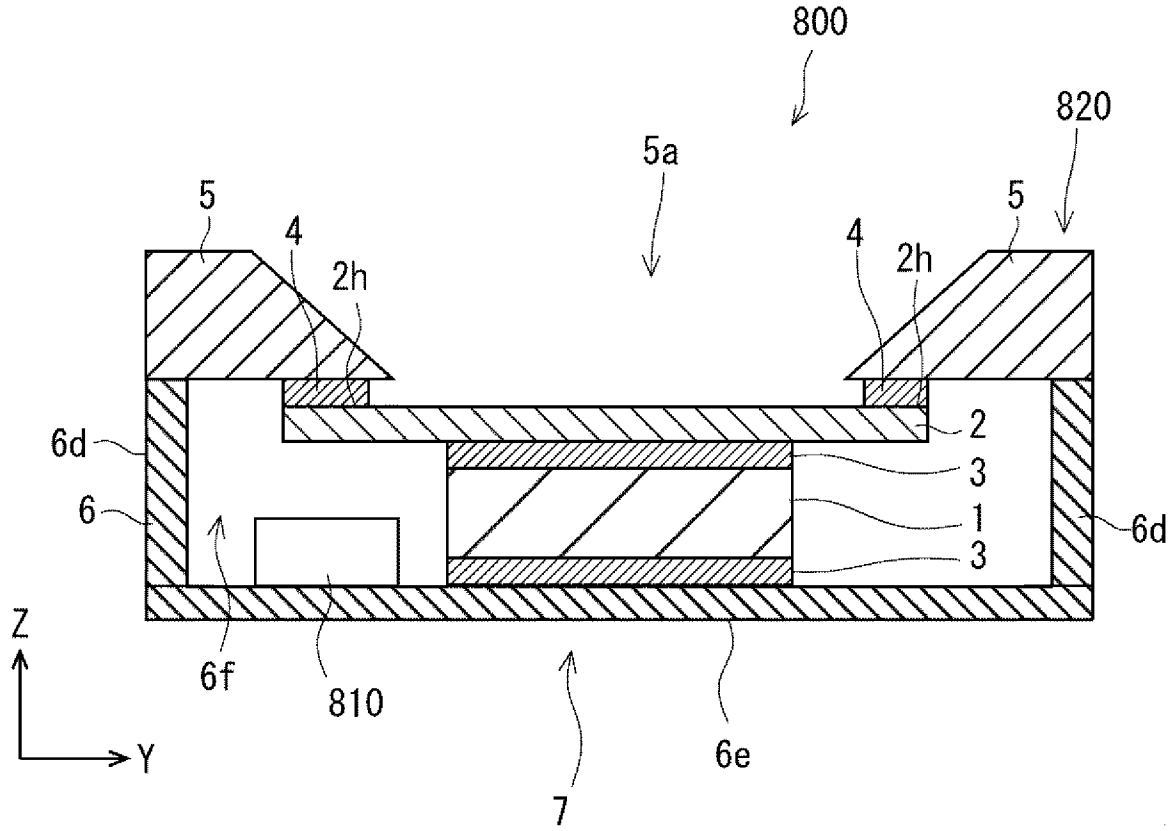
[図22]



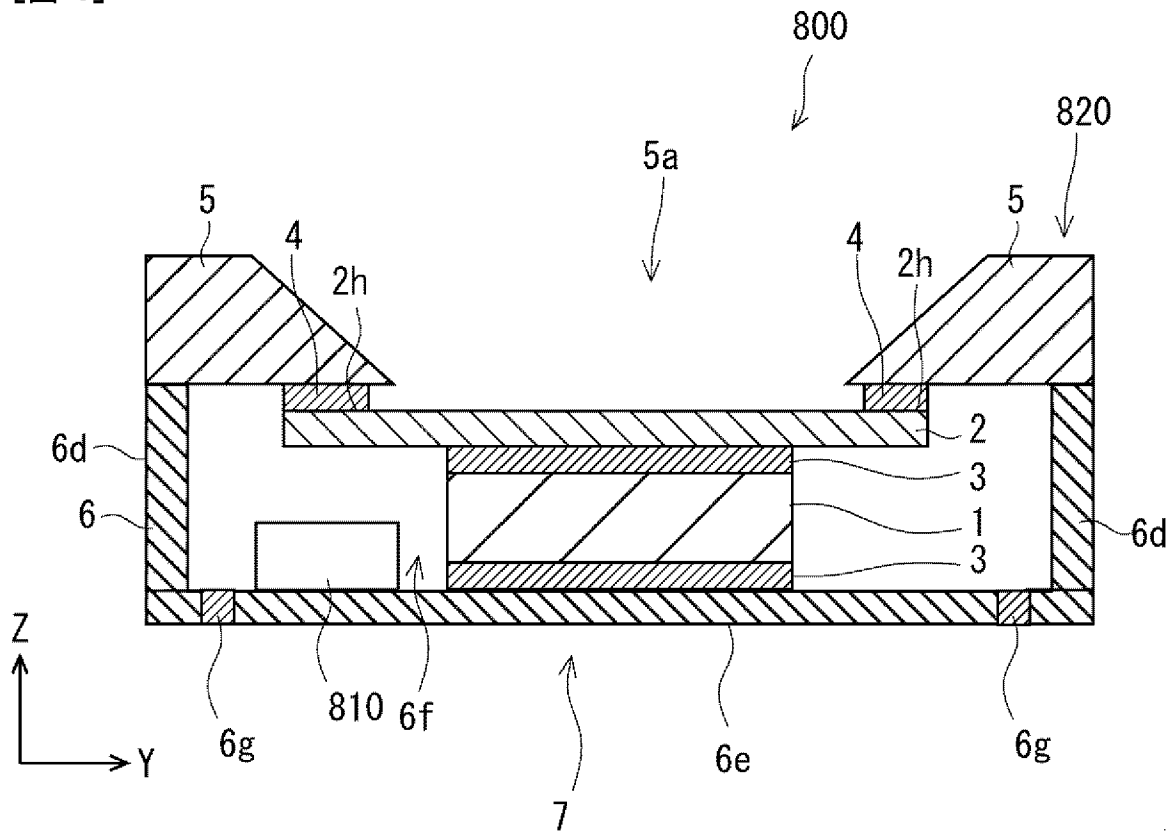
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000049

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H04R17/00</i> (2006.01) i, <i>H04R1/30</i> (2006.01) i, <i>H04R7/04</i> (2006.01) i, <i>H04R23/02</i> (2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>H04R17/00</i>, <i>H04R1/30</i>, <i>H04R7/04</i>, <i>H04R23/02</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X A</td> <td>JP 2014-60478 A (Kyocera Corp.), 03 April 2014 (03.04.2014), entire text; all drawings paragraphs [0016] to [0046], [0065], fig. 1 to 3, 6 (Family: none)</td> <td>1 2-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2014/103454 A1 (Kyocera Corp.), 03 July 2014 (03.07.2014), Paragraphs [0011] to [0037], fig. 1 to 3 & US 2015/0264489 A1 paragraphs [0017] to [0043], fig. 1 to 3 & CN 104756515 A</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2014-82792 A (Kyocera Corp.), 08 May 2014 (08.05.2014), paragraphs [0025] to [0031], fig. 3 (Family: none)</td> <td>1-27</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X A	JP 2014-60478 A (Kyocera Corp.), 03 April 2014 (03.04.2014), entire text; all drawings paragraphs [0016] to [0046], [0065], fig. 1 to 3, 6 (Family: none)	1 2-27	A	WO 2014/103454 A1 (Kyocera Corp.), 03 July 2014 (03.07.2014), Paragraphs [0011] to [0037], fig. 1 to 3 & US 2015/0264489 A1 paragraphs [0017] to [0043], fig. 1 to 3 & CN 104756515 A	1-27	A	JP 2014-82792 A (Kyocera Corp.), 08 May 2014 (08.05.2014), paragraphs [0025] to [0031], fig. 3 (Family: none)	1-27
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X A	JP 2014-60478 A (Kyocera Corp.), 03 April 2014 (03.04.2014), entire text; all drawings paragraphs [0016] to [0046], [0065], fig. 1 to 3, 6 (Family: none)	1 2-27												
A	WO 2014/103454 A1 (Kyocera Corp.), 03 July 2014 (03.07.2014), Paragraphs [0011] to [0037], fig. 1 to 3 & US 2015/0264489 A1 paragraphs [0017] to [0043], fig. 1 to 3 & CN 104756515 A	1-27												
A	JP 2014-82792 A (Kyocera Corp.), 08 May 2014 (08.05.2014), paragraphs [0025] to [0031], fig. 3 (Family: none)	1-27												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>“&” document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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	“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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	“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)	“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	“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family	“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed			
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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													
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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													
“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)	“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													
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family													
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
<p>Date of the actual completion of the international search 25 January 2016 (25.01.16)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 02 February 2016 (02.02.16)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>												

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)). Int.Cl. H04R17/00(2006.01)i, H04R1/30(2006.01)i, H04R7/04(2006.01)i, H04R23/02(2006.01)i</p>														
<p>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. H04R17/00, H04R1/30, H04R7/04, H04R23/02</p>														
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2016年													
日本国実用新案登録公報	1996-2016年													
日本国登録実用新案公報	1994-2016年													
<p>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)</p>														
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X A</td> <td>JP 2014-60478 A (京セラ株式会社) 2014.04.03, 段落[0016]-[0046], [0065], [図1]-[図3], [図6] (ファミリーなし)</td> <td>1 2-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2014/103454 A1 (京セラ株式会社) 2014.07.03, 段落[0011]-[0037], [図1]-[図3] & US 2015/0264489 A1:段落[0017]-[0043], FIG.1-FIG.3 & CN 104756515 A</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2014-82792 A (京セラ株式会社) 2014.05.08,</td> <td>1-27</td> </tr> </tbody> </table>			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	X A	JP 2014-60478 A (京セラ株式会社) 2014.04.03, 段落[0016]-[0046], [0065], [図1]-[図3], [図6] (ファミリーなし)	1 2-27	A	WO 2014/103454 A1 (京セラ株式会社) 2014.07.03, 段落[0011]-[0037], [図1]-[図3] & US 2015/0264489 A1:段落[0017]-[0043], FIG.1-FIG.3 & CN 104756515 A	1-27	A	JP 2014-82792 A (京セラ株式会社) 2014.05.08,	1-27
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												
X A	JP 2014-60478 A (京セラ株式会社) 2014.04.03, 段落[0016]-[0046], [0065], [図1]-[図3], [図6] (ファミリーなし)	1 2-27												
A	WO 2014/103454 A1 (京セラ株式会社) 2014.07.03, 段落[0011]-[0037], [図1]-[図3] & US 2015/0264489 A1:段落[0017]-[0043], FIG.1-FIG.3 & CN 104756515 A	1-27												
A	JP 2014-82792 A (京セラ株式会社) 2014.05.08,	1-27												
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>の日の後に公表された文献</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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)</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献	「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	「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	「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	「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	「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)	「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	「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献	「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献													
「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	「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													
「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	「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													
「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)	「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													
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献													
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願														
<p>国際調査を完了した日 08.02.2016</p>	<p>国際調査報告の発送日 02.02.2016</p>													
<p>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</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員) 菊池 充 電話番号 03-3581-1101 内線 3589</p>	<table border="1"> <tr> <td>52</td> <td>4545</td> </tr> </table>	52	4545										
52	4545													

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
	段落[0025]-[0031], [図 3] (ファミリーなし)	