

(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
2020年6月4日(04.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/110756 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 1/10 (2006.01) *H04R 7/24* (2006.01)
H04R 1/28 (2006.01) *H04R 17/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044725
- (22) 国際出願日: 2019年11月14日(14.11.2019)
- (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 2018-223180 2018年11月29日(29.11.2018) JP
- (71) 出願人: ヤマハ株式会社 (YAMAHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 土橋 優 (TSUCHIHASHI, Yu); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 宮田 智矢 (MIYATA, Tomoya); 〒4308650 静

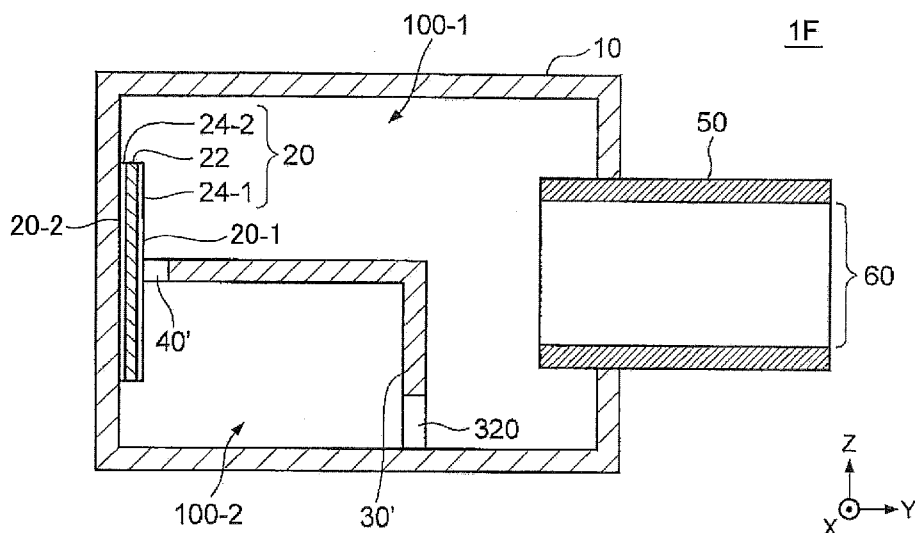
岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人中部国際特許事務所 (CHUBU PATENT OFFICE); 〒4500003 愛知県名古屋市中村区名駅南1丁目24番30号 名古屋三井ビルディング本館10階 Aichi (JP).

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

(54) Title: ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER

(54) 発明の名称: 電気音響変換器



(57) Abstract: An electroacoustic transducer for outputting a sound wave that corresponds to a sound signal applied from the outside, wherein it is made possible to realize a consistent acoustic characteristic from a low sound range to a high sound range. Provided are earphones 1F comprising: a housing 10; a bulkhead 30' for dividing the inside space of the housing 10 into a first space 100-1 and a second space 100-2 differing in volume from the first space 100-1; a vibrator 20 provided inside of the housing 10, one surface of which faces both the first space 100-1 and the second space 100-2; and a tube 50 for causing a sound wave radiation opening 60 to communicate with each of the first space 100-1 and the second space 100-2.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 外部から与えられる音信号に応じた音波を出力する電気音響変換器において、低音域から高音域まで一貫した音響特性を実現することを可能にする。筐体10と、筐体10の内側空間を、第1の空間100-1と第1の空間100-1とは容積の異なる第2の空間100-2に分割する隔壁30'と、筐体10内に設けられ、一方の面が第1の空間100-1および第2の空間100-2の両者に向かう振動体20と、第1の空間100-1および第2の空間100-2の各々と音波放射口60とを連通させる管50とを備えたイヤホン1Fを提供する。

明 細 書

発明の名称：電気音響変換器

技術分野

[0001] 本発明は、スピーカやイヤホン、ヘッドホンなどの電気音響変換器に関する。

背景技術

[0002] 外部から与えられる音信号（音波形を表す電気信号）に応じて振動体を振動させ、当該音信号に応じた音波を出力する電気音響変換器が一般に知られている。例えば、特許文献1には、圧電素子を備えた電磁方式のツイータ2と、ダイナミック方式のウーハ3とを有し、ツイータ2およびウーハ3の各々から出力される音同じ放音部から出力するイヤホンが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018-7220号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示のイヤホンのように各々異なる周波数帯域を主担当とする複数種のドライバユニットを用いると、低音域から高音域まで一貫した音響特性が得られないという問題があった。具体的には、各ドライバユニット本来の振動特性が異なるため、各ドライバユニットの担当帯域が交差するクロスオーバー帯域で不自然さが生じる（例えば、低音域と高音域のドライバユニットの素材が異なる場合は低音域と高音域の音の余韻が一致しないなど）といった問題である。

[0005] 本発明は以上に説明した課題に鑑みて為されたものであり、外部から与えられる音信号に応じた音波を出力する電気音響変換器において、低音域から高音域まで一貫した音響特性を実現することを可能にする技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために本発明は、筐体と、前記筐体の内側空間を、少なくとも1つの空間の容積が他の空間の容積とは異なる複数の空間に分割する1または複数の隔壁と、前記筐体内に設けられ、一方の面が前記複数の空間に向かう振動板と、前記筐体の外側空間に開口する音波放射口と前記複数の空間の各々とを連通させる管と、を備えた電気音響変換器、を提供する。

[0007] 別の好ましい電気音響変換器では、前記振動板の前記一方の面である第1面とは反対の面である第2面が、前記筐体の内壁に固定されていることを特徴とする。

また、別の好ましい電気音響変換器では、前記1または複数の隔壁の各々には、切り欠きが形成されることを特徴とする。

また、別の好ましい電気音響変換器では、前記振動板の前記一方の面である第1面と前記1または複数の隔壁の各々の端部とを接続し、前記第1面と前記端部の間の隙間を塞ぐ弾性部材を、さらに備えることを特徴とする。

また、別の好ましい電気音響変換器では、前記1または複数の隔壁の各々は、断面形状が略L字形に形成され、略L字形の断面における、前記1または複数の隔壁の各々の端部と前記振動板の前記一方の面である第1面との間に配置され、前記端部と前記第1面とを接続する弾性部材を、さらに備えることを特徴とする。

また、別の好ましい電気音響変換器では、前記弾性部材は、前記略L字形の断面における、前記1または複数の隔壁の各々の前記端部である第1端と前記振動板の前記第1面との間において、前記第1端と前記第1面とを接続するものであり、略L字形の断面における、前記1または複数の隔壁の各々の端部である第2端に切欠きが形成されることを特徴とする。

また、別の好ましい電気音響変換器では、前記弾性部材は、前記複数の隔壁のうちの少なくとも1つの隔壁の一部として、前記筐体の前記内側空間を分割するものであることを特徴とする。

また、別の好ましい電気音響変換器では、前記筐体内の前記複数の空間は

、少なくとも第 1 空間及び第 2 空間を含み、前記振動板の前記第 1 面は、前記第 1 空間に露出する第 1 領域と、前記第 1 領域とは異なる領域であって、前記第 2 空間に露出する第 2 領域と、を有することを特徴とする。

また、別の好ましい電気音響変換器では、前記振動板の前記第 1 面は、前記第 1 面上の部位であって、前記弾性部材が接続する部位である接続部によって、前記第 1 領域と前記第 2 領域に分割されることを特徴とする。

また、別の好ましい電気音響変換器では、前記第 1 領域は、前記第 2 空間に露出せずに前記第 1 空間に露出し、前記第 2 領域は、前記第 1 空間に露出せずに前記第 2 空間に露出することを特徴とする。

より好ましい態様の電気音響変換器では、前記複数の空間の各々から前記音波放射口へ至る音の伝播経路の少なくとも 1 つの途中に吸音材が設けられていることを特徴とする。

[0008] 別の好ましい態様の電気音響変換器では、前記振動板は多孔質膜と前記多孔質膜を挟む一对の電極とを有する圧電素子であることを特徴とする。

[0009] 別の好ましい態様の電気音響変換器では、前記振動板を複数有することを特徴とする。

また、別の好ましい態様の電気音響変換器では、前記第 1 の空間および前記第 2 の空間の容積比が可変であることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第 1 実施形態によるイヤホン 1 A の構成例を示す断面図である。

[図2]同イヤホン 1 A の構成例を示す断面図である。

[図3]同イヤホン 1 A の構成例を示す断面図である。

[図4]本発明の第 2 実施形態によるイヤホン 1 B の構成例を示す断面図である。

[図5]本発明の第 2 実施形態によるイヤホン 1 C の構成例を示す断面図である。

[図6]本発明の第 3 実施形態によるイヤホン 1 D の構成例を示す断面図である。

。

[図7]本発明の第3実施形態によるイヤホン1 Eの構成例を示す断面図である

。

[図8]本発明の第4実施形態によるイヤホン1 Fの構成例を示す断面図である

。

[図9]本発明の第4実施形態によるイヤホン1 Gの構成例を示す断面図である

。

[図10]本発明の第4実施形態によるイヤホン1 Hの構成例を示す断面図である。

[図11]本発明の第4実施形態によるイヤホン1 Iの構成例を示す断面図である。

[図12]変形例(3)によるイヤホン1 Jの構成例を示す断面図である。

[図13]変形例(3)によるイヤホン1 Kの構成例を示す断面図である。

[図14]変形例(4)によるイヤホンの構成例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態を説明する。(第1実施形態)

図1～図3は、本発明の電気音響変換器の第1実施形態によるイヤホン1 Aの構成例を示す断面図である。図2は図1におけるZZ'線に沿った平面による断面図であり、図3は図1におけるYY'線に沿った平面による断面図である。図1～図3に示すように、イヤホン1 Aは、筐体10、振動体20、隔壁30、および管50を有する。

[0012] 筐体10は、樹脂により中空円筒状に形成された部材である。筐体10の円形の2つの端面のうち的一方には、管50が装着される貫通孔が設けられている。管50は、筐体10とユーザの耳孔に挿入されるイヤピースとを接続する部材である。管50は、筐体10と同様に樹脂により形成されている。なお、図1では、イヤピースの図示は省略されている。以下、他の図面においてもイヤピースの図示は省略されている。

[0013] 振動体20は、外部から与えられる音信号に応じて振動する圧電素子であ

る。図1および図3に示すように、振動体20は、筐体10の内径よりも小さい直径の扁平な円盤状に形成されている。振動体20は、図1に示すように、多孔質膜22と多孔質膜22を挟む一对の電極24-1および24-2と、を有する。以下では、電極24-1および24-2の一方から他方に向かう方向を多孔質膜22の厚さ方向と呼ぶ。図1～図3では、Z方向が多孔質膜22の厚さ方向となっている。なお、振動体20の平面形状、すなわち、Z方向から見た形状は、円形には限定されず、楕円形であってもよく、また、四角形や五角形などの多角形であってもよい。

[0014] 多孔質膜22は、圧電材料で構成されている。電極24-1および24-2の一方は接地されており、他方には音信号に応じた電圧が印加される。多孔質膜22は、電極24-1および24-2間に与えられる電圧に応じて厚さ方向に膨張または収縮する。より具体的には、電極24-1および24-2間に挟まれた多孔質膜22の領域は、電24-1および24-2間に与えられる電圧に応じて、厚さ方向の中心から電極24-1および24-2側に向かう方向に膨張し、或いは電極24-1および24-2側から厚さ方向の中心に向かう方向に収縮する。これにより、振動体20が振動し、電極24-1および24-2の外側の空間に音波が放射される。

[0015] 多孔質膜22を構成する圧電材料は、例えばポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリプロピレン（PP）、ポリエチレン（PE）、ポリエチレンテレフタレート（PET）等に多数の扁平な気孔を形成し、例えばコロナ放電等によって扁平な気孔の対向面を分極して帯電させることによって圧電特性を付与したものである。多孔質膜22の平均厚さの下限としては、10 μ mが好ましく、50 μ mがより好ましい。一方、多孔質膜22の平均厚さの上限としては、500 μ mが好ましく、200 μ mがより好ましい。多孔質膜22の平均厚さが前記下限に満たない場合、多孔質膜22の強度が不十分となるおそれがある。逆に、多孔質膜22の平均厚さが前記上限を超える場合、多孔質膜22の変形幅が小さくなり、出力音圧が不十分となるおそれがある。

- [0016] 電極 24-1 および 24-2 は、多孔質膜 22 の両面に積層される。以下、電極 24-1 と電極 24-2 とを区別する必要がない場合には、「電極 24」と表記する。電極 24 の材質としては、導電性を有するものであればよく、例えばアルミニウム、銅、ニッケル等の金属や、カーボン等が挙げられる。電極 24 の平均厚さとしては、特に限定されず、積層方法にもよるが、例えば $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。電極 24 の平均厚さが前記下限に満たない場合、電極 24 の強度が不十分となるおそれがある。逆に、電極 24 の平均厚さが前記上限を超える場合、多孔質膜 22 の振動を阻害するおそれがある。電極 24 の多孔質膜 22 への積層方法としては、特に限定されず、例えば金属の蒸着、カーボン導電インクの印刷、銀ペーストの塗布乾燥等が挙げられる。
- [0017] 隔壁 30 は、図 1 に示すように、第 1 部材 32 と、第 2 部材 34 と、第 3 部材 36 とにより構成されている。第 1 部材 32 は、図 2 に示すように、筐体 10 の内径と同じ直径を有する扁平な円盤状に形成された部材である。第 2 部材 34 は、図 3 に示すように、X 方向の長さが筐体 10 の内径と同じ矩形状に形成された板状部材である。そして、第 3 部材は、平面形状が図 3 に示す形状に形成された板状部材である。第 1 部材 32、第 2 部材 34 および第 3 部材 36 の各々も、筐体 10 と同様に樹脂により形成されている。
- [0018] 第 1 部材 32 には、図 2 に示すように、直径方向の両端に略楕円形状の切り欠き 320 が設けられている。図 1～図 3 に示すように、第 1 部材 32 の略円形の 2 つの面の一方には、一方の切り欠き 320 から他方の切り欠き 320 に向かう方向（Z 方向）の中間に、当該方向と直交するように第 2 部材 34 が接着剤等により取り付けられている。また、第 1 部材の他方の面には Z 方向の中間に当該方向と直交するように、第 3 部材 36 が接着剤等により取り付けられている。なお、本実施形態では、第 1 部材 32、第 2 部材 34 および第 3 部材 36 を各々別個の部材として隔壁 30 を構成したが、これら 3 つの部材の全部または幾つかを一体成型して隔壁 30 を構成してもよい。
- [0019] 第 2 部材 34 には、振動体 20 を取り付けするための貫通孔が設けられおり

、図1および図3に示すように、振動体20はリング状の弾性部材40を介して第2部材34の上記貫通孔に取り付けられる。弾性部材40を介して第2部材34の貫通孔に振動体20を取り付けるのは、振動体20の厚さ方向の振動を阻害しないようにするためである。図1および図3に示すように、振動体20は、隔壁30に、より厳密には隔壁30の第2部材34に、取り付けられた状態で筐体10内に設けられる。

[0020] 筐体10の内側空間（振動体20の設けられた側の空間）は、振動体20の取り付けられた隔壁30により、空間100-1、100-2、100-3および100-4の4つの空間に分割される。空間100-2と空間100-4は、他方の切り欠き320を介して互いに連通する。以下では、一方の切り欠き320を介して互いに連通する空間100-1および100-3より成る空間を「第1の空間110-1」と呼び、他方の切り欠き320を介して互いに連通する空間100-2および100-4より成る空間を「第2の空間110-2」と呼ぶ。本実施形態では、第1の空間110-1と第2の空間110-2は略同一の形状を有し、かつ略同一の容積を有する。つまり、隔壁30は、図1に示すように、筐体10の内側空間を振動体20の一方の電極24-1側の第1の空間110-1と他方の電極24-2側の第2の空間110-2とに分離する。

[0021] 図1に示すように管50は、隔壁30の第3部材36によって、略同じ管長を有し、かつ略同一の断面積を有する第1の管50-1および第2の管50-2の2つの管に分割される。第1の管50-1は、外側空間に開口する音波放射口60と第1の空間110-1とを連通させる。第2の管50-2は、音波放射口60と第2の空間110-2とを連通させる。

[0022] 本実施形態のイヤホン1では、電極24-1および24-2の一方を接地し、他方に音信号に応じた電圧を与えると振動体20が振動し、電極24-1側の面と電極24-2側の面とから当該音信号に応じた同相の音波が放射される。振動体20の電極24-1側の面から放射される音波は第1の空間110-1および第1の管50-1を介して音波放射口60から外部空間へ

放射される。一方、振動体 20 の電極 24-2 側の面から放射される音波は第 2 の空間 110-2 および第 2 の管 50-2 を介して音波放射口 60 から外部空間へ放射される。

[0023] 振動体 20 の電極 24-1 側の面と電極 24-2 側の面から放射される各音波は同相であり、かつ両音波の伝搬する音響空間の形状は略同じであるから、振動体 20 の一方の面から放射されユーザの耳に至る音の周波数特性と、他方の面から放射されユーザの耳に至る音の周波数特性とは等しくなる。例えば、前者の周波数特性がピークやディップのない平坦な周波数特性であれば、後者の音の周波数特性も同様に平坦になる。本実施形態のイヤホン 1 では、両者の音が音波放射口 60 において重ね合わされることで、一方の面からの放射音を利用する従来のイヤホンに比較して出力（音量）が 2 倍の特性を得ることが可能となる。

[0024] 以上説明したように、本実施形態のイヤホン 1 A によれば、振動体 20 の両面から放射される音波を有効に利用し、一方の面からの放射音のみを利用する従来のイヤホンに比較して 2 倍の出力を得ることが可能になる。

[0025] （第 2 実施形態）

図 4～図 5 は、本発明の第 2 実施形態によるイヤホンの構成例を示す断面図である。図 4 および図 5 においては図 1 におけるものと同じ構成要素には図 1 におけるものと同じ符号が付されている。本実施形態のイヤホンでは、振動体 20 の一方の面と他方の面から放射される各音波の伝搬する 2 つの音響空間の形状が異なっており、この点が第 1 実施形態のイヤホン 1 A と異なる。

[0026] 具体的には、図 4 に示すイヤホン 1 B では、第 1 の管 50-1 の断面積に比較して第 2 の管 50-2 の断面積が小さくなるように第 3 部材 36 は Z 方向に偏らせて設けられている。これに対して、図 5 に示すイヤホン 1 C では、第 1 の管 50-1 の断面積と第 2 の管 50-2 の断面積は等しいものの、空間 100-1 の容積が空間 100-2 の容積よりも小さくなるように、すなわち、第 1 の空間 110-1 の容積が第 2 の空間 110-2 の容積よりも

小さくなるように、第2部材34はZ方向に偏らせて設けられている。このように、振動体20一方の面と他方の面から放射された音波が各々伝搬する2つの音響空間の形状を異ならせた理由は次の通りである。

[0027] イヤホンでは、再生対象の音信号やユーザの趣向によって、高低域を強調させたいなど、いくらかの調整が必要になることが多い。図4に示す構造とすることで、断面積を拡大させた第1の管50-1側では高域の反射が小さくなるため、より高域の特性が強調された放射音を放射することができる。これに対して、断面積を縮小させた第2の管50-2側では、高域の反射が強く、相対的に低域をより透過させる。このため、イヤホン1Bの音波放射口60では、第1実施形態のイヤホン1Aに比較して相対的に中域が低下し、より低域と高域を強調した特性を実現することができる。なお、第1の管50-1と第2の管50-2のうちの一方の断面積を第1実施形態における断面積から変化させること無く、他方の断面積を変化させることで、低域のみ、もしくは高域のみ強調することも可能である。

[0028] 図4示すイヤホン1Bでは、第1の管50-1の断面積と第2の管50-2の断面積の調整により、高域および低域の強調を実現した。これに対して、図5に示すイヤホン1Cでは、第1の空間110-1の容積と第2の空間110-2の容積の調整により、同様の音質調整が実現される。その理由は次の通りである。

[0029] 第1実施形態のイヤホン1Aでは、第1の空間110-1をキャビティとし、第1の管50-1をネックとするヘルムホルツ共鳴（以下、第1のヘルムホルツ共鳴）が発生するとともに、第2の空間110-2をキャビティとし、第2の管50-2をネックとするヘルムホルツ共鳴（以下、第2のヘルムホルツ共鳴）が発生する。前述したように、第1実施形態のイヤホン1Aでは、第1の空間110-1の容積と第2の空間110-2の容積は略等しく、第1の管50-1の断面積と第2の管50-2の断面積も略等しい。したがって第1実施形態にイヤホン1Aにおける第1のヘルムホルツ共鳴の共鳴周波数と第2のヘルムホルツ共鳴の共鳴周波数は略等しくなる。例えば、

第1の空間110-1および第2の空間110-2の各々の容積をV、第1の管50-1および第2の管50-2の各々の断面積をSとすると、上記第1および第2のヘルムホルツ共鳴の共鳴周波数 f_0 は以下の式(1)により表される。なお、以下の式(1)において l はネックの長さ、 c は音速、 δ は開口端補正值であり、ネックの開口の直径が d である場合、 $\delta \div 0.8 \times d$ となる。

[数1]

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{V(l+\delta)}} \quad \dots (1)$$

[0030] 図5に示すイヤホン1Cにおいても、同様に第1および第2のヘルムホルツ共鳴が発生する。但し、図5に示すイヤホン1Cでは、第1の空間110-1の容積がイヤホン1Aにおける第1の空間110-1の容積よりも小さくなっている。このため、イヤホン1Cにおける第1のヘルムホルツ共鳴の共鳴周波数は第1実施形態における共鳴周波数 f_0 よりも高域側にシフトする。一方、図5に示すイヤホン1Cでは、第2の空間110-2の容積がイヤホン1Aにおける第2の空間110-2の容積よりも大きくなっているため、イヤホン1Cにおける第2のヘルムホルツ共鳴の共鳴周波数は第1実施形態における共鳴周波数 f_0 よりも低域側にシフトする。このため、図5に示すイヤホン1Cによっても、イヤホン1Bと同様に、より低域と高域を強調した特性を実現することができる。

[0031] 以上説明したように、本実施形態によれば、振動体20の両面から放射される音波を有効に利用しつつ、特定の周波数帯域の音質調整が可能になる。

[0032] 加えて、本実施形態によれば、低音域から高音域に亙る広帯域で一貫した音響特性を実現することが可能になるといった効果も奏される。従来のイヤホンでは、周波数帯域毎に異なる種類のドライバユニットを用いることがあったが、各ドライバユニット本来の振動特性が異なるため、クロスオーバー帯

域で不自然さを生じる（例えば、低音域と高音域のドライバユニットの素材が異なる場合は低音域と高音域の音の余韻が一致しないなど）といった不具合があった。これに対して、本実施形態では、周波数帯域毎に異なる種類のドライバユニットを用いないため、低音域から高音域に亙る広帯域で一貫した音響特性を実現することが可能になる。また、本実施形態によれば、周波数帯域毎に異なる種類のドライバを用いないため、イヤホンの小型化および低コスト化が可能になる。

[0033] （第3実施形態）

図6～図7は、本発明の第3実施形態によるイヤホンの構成例を示す断面図である。図6および図7においても、図1におけるものと同じ構成要素には図1におけるものと同じ符号が付されている。図1と図6とを比較すれば明らかなように、図6に示すイヤホン1Dは、不織布等で形成された吸音材70が第1の管50-1に詰められている点が第1実施形態のイヤホン1Aと異なる。また、図7と図5とを比較すれば明らかなように、図7に示すイヤホン1Eは、第2の管50-2の断面積が第1の管50-1の断面積よりも小さくなるように構成されている点と、第2の管50-2に吸音材70が詰められている点が第2実施形態のイヤホン1Cと異なる。

[0034] 管50に吸音材を詰めることは、管50における断面積を小さくすることと等価である。したがって、本実施形態によれば、第1の管50-1と第2の管50-2の何れか一方に吸音材を詰めることで、特定の周波数帯域の音質を簡便に微調整することが可能になる。なお、本実施形態においても、振動体20の両面から放射される音波を有効に利用できることは第1実施形態と同様であり、周波数帯域毎に異なる種類のドライバを用いないため、低音域から高音域に亙る広帯域で一貫した音響特性を実現できること、およびイヤホンの小型化および低コスト化を図れることは第2実施形態と同様である。本実施形態では、第1の管50-1と第2の管50-2の何れか一方に吸音材70を詰める場合について説明したが、両方に詰めてもよい。

[0035] （第4実施形態）

図8～図11は、本発明の第4実施形態によるイヤホンの構成例を示す断面図である。図8に示すイヤホン1Fは、以下の3つの点が第1実施形態のイヤホン1Aと異なる。第1に、隔壁30に代えて隔壁30'を設けた点である。図8と図5とを対比すれば明らかなように、隔壁30'は、振動体20の嵌め込まれる貫通孔を有していない点と断面形状が略L字形に構成されている点とが隔壁30と異なる。本実施形態のイヤホン1Fでは、筐体10の内側空間は隔壁30'によって空間100-1と、空間100-1よりも容積の小さい空間100-2に分割される。

[0036] 第2の相違点は、振動体20の一方の面（具体的には、振動体20の電極24-1側の面）が空間100-1および空間100-2の各々に向かうように振動体20が設けられている点である。図8に示すように、板状の振動体20は、その厚さ方向において互いに向かい合う一対の面を有しており、一方の面20-1（第1面の一例）が筐体10の内部空間に露出し、一方の面20-1の反対の面である他方の面20-2（第2面の一例）が筐体10の内壁に固定されている。多孔質膜22の両面のそれぞれに電極24-1および24-2が積層される場合は、筐体10の内部空間に露出する、電極24-1の表面が一方の面20-1となり、筐体10の内壁に固定される、電極24-2の表面が他方の面20-2となる。なお、図8における弾性部材40'は、振動体20の厚さ方向の振動を阻害することなく、振動体20と隔壁30'の端部との隙間を塞ぐ部材である。すなわち、弾性部材40'は、隔壁30'の一部として、筐体10の内部空間を、空間100-1と空間100-2とに分割するものである。そして、第3の相違点は、管50が第1の管50-1と第2の管50-2とに分割されていない点である。管50は空間100-1を音波放射口60に連通させるとともに、空間100-2を音波放射口60に連通させる。

図8に示すように、断面形状が略L字形に形成された隔壁30'には、略L字形の断面における端部（隔壁の第2端の一例）において切り欠き320が形成されるとともに筐体10の内壁に固定され、略L字形の断面の端部（

隔壁の第1端の一例)において、当該端部と振動体20の一方の面20-1とを接続する弾性部材40'が設けられている。従って、弾性部材40'は、隔壁30'の略L字形の断面における端部と振動体20の一方の面20-1の間の隙間を塞ぐ部材である。

また、図8に示すように、弾性部材40'は、振動体20の一方の面20-1に接続し、一方の面20-1における部位であって、弾性部材40'が接続する部位を接続部とすると、一方の面20-1において、接続部よりも図8における上方に位置する領域(第1領域の一例)が空間100-1に露出し、且つ空間100-2には露出していない。一方の面20-1において、接続部よりも図8における下方に位置する領域(第2領域の一例)は、空間100-2に露出し、且つ空間100-1には露出していない。このように構成することにより、弾性部材40'は、振動体20の厚さ方向の振動を阻害することなく、隔壁30'の一部として、筐体10の内部空間を空間100-1と空間100-2に分割することが可能となる。

[0037] 図8に示す構成とすることで、イヤホン1Fにおける空間100-1側では高域の反射が小さく、高域の特性が強調された放射音を放射することができる。逆に、空間100-2側では、高域の反射が強く、相対的に低域をより透過させる。このため、両方の放射音が重ね合わされる音波放射口60では、第1実施形態のイヤホン1Aに比較して相対的に中域が低下し、より低域と高域を強調した特性を実現することができる。

[0038] また、本実施形態のイヤホン1Fにおいても、ヘルムホルツ共鳴が発生する。具体的には、イヤホン1Fでは、空間100-1をキャビティとし、管50をネックとする第1のヘルムホルツ共鳴が発生するとともに、空間100-2をキャビティとし、管50をネックとする第2のヘルムホルツ共鳴が発生する。前述したように、空間100-1の容積は、空間100-2の容積よりも大きいのであるから、第1のヘルムホルツ共鳴の共鳴周波数は第2のヘルムホルツ共鳴の共鳴周波数よりも低くなる。この観点から見ても、本実施形態のイヤホン1Fによれば、第2実施形態のイヤホン1Cと同様に、

特定の周波数帯域の音質調整が可能になる。加えて、本実施形態では、周波数帯域毎に異なる種類のドライバを用いないため、低音域から高音域に亙る広帯域で一貫した音響特性を実現することが可能になり、また、イヤホンの小型化および低コスト化を実現することができる。

[0039] 図9に示すイヤホン1Gは、空間100-1に向かう領域が空間100-2に向かう領域よりも広くなるように、振動体20をZ方向に偏らせて筐体10内に設置した点がイヤホン1Fと異なる。図9に示すイヤホン1Gによっても、イヤホン1Fと同様に、特定の周波数帯域の音質調整が可能になるといった効果、低音域から高音域に亙る広帯域で一貫した音響特性を実現するといった効果、イヤホンの小型化および低コスト化が可能になるといった効果が奏される。

[0040] 図10に示すイヤホン1Hは、板状の隔壁30'と吸音材70とにより、空間100-2が区画されている点がイヤホン1Fと異なり、図11に示すイヤホン1Iは、隔壁30'と吸音材70とにより空間100-2が区画されている点がイヤホン1Fと異なる。これらイヤホン1Hおよび1Iによっても、特定の周波数帯域の音質調整が可能になるといった効果、低音域から高音域に亙る広帯域で一貫した音響特性を実現するといった効果、イヤホンの小型化および低コスト化が可能になるといった効果が奏される。

[0041] (変形)

以上本発明の第1～第4実施形態について説明したが、これら実施形態に以下の変形を加えても勿論よい。(1)上記各実施形態では、イヤホンへの本発明の適用例を説明した。しかし、本発明の適用対象の電気音響変換機器はイヤホンには限られず、ヘッドホン型スピーカであってもよい。

[0042] (2)上記第4実施形態における振動体は、圧電材料として多孔質膜を用いた圧電素子には限定されず、圧電材料としてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)等を用いた圧電素子(すなわち、片面のみに出力可能な圧電素子)であってもよく、ボイスコイルにより駆動される振動板であってもよい。

[0043] (3)上記第4実施形態では、筐体の内側空間が1つの隔壁により2つの空

間に分割されていたが、2つ以上の隔壁により筐体の内側空間が3つ以上の空間に分割されてもよい。要は、筐体と前記筐体の内側空間を、少なくとも1つの空間の容積が他の空間の容積とは異なる複数の空間に分割する1または複数の隔壁と、前記筐体内に設けられ、一方の面が前記複数の空間に向かう振動板と、前記筐体の外側空間に開口する音波放射口と前記複数の空間の各々とを連通させる管と、を備えた電気音響変換器であればよい。少なくとも1つの空間の容積が異なっていれば、少なくとも2つの周波数帯域の音質調整が可能になるからである。

[0044] 例えば、図12に示すイヤホン1Jでは、筐体10内の空間が隔壁30'-1および30'-2により、各々容積の異なる空間100-1、空間100-2および空間100-3の3つの空間に分割されている。なお、図12における弾性部材40'-1は、振動体20の厚さ方向の振動を阻害することなく、振動体20と隔壁30'-1の端部との隙間を塞ぐ部材であり、弾性部材40'-2は、振動体20の厚さ方向の振動を阻害することなく、振動体20と隔壁30'-2の端部との隙間を塞ぐ部材である。図12に示すように、筐体10の内側空間を各々容積の異なる3つの空間に分割することで、3つの周波数帯域の音質を調整することが可能になる。

[0045] また、一方の面が上記複数の空間に向かう振動板は一枚である必要はなく、図13に示すように複数であってもよい。図13に示すイヤホン1Kでは、空間100-1に一方の面が向かう振動板として振動体20-3が、空間100-2に一方の面が向かう振動板として振動体20-4が、空間100-3に一方の面が向かう振動板として振動体20-5が、夫々設けられている。振動体20-3、振動体20-4および振動体20-5の各々では、筐体10の内壁面に取り付けられている面側の電極が接地されており、他方の電極に音信号に応じた電圧が与えられる。これにより、振動体20-3、振動体20-4および振動体20-5の各々から同相の音波が放射される。同様に、図8～図11に示すイヤホン1F～1Eの各々についても、空間100-1に向かう振動板と空間100-2に向かう振動板とが夫々別個の振動板

であってもよい。

[0046] (4) 各々がヘルムホルツ共鳴器におけるキャビティの役割を果たす複数の空間の容積比と各々がヘルムホルツ共鳴器におけるネックの役割を果たす複数の管の断面積比の少なくとも一方が可変になるように上記各実施形態のイヤホンを構成してもよい。このような態様のイヤホンであれば、当該イヤホンのユーザの趣向に応じて特定の周波数帯域の音質を当該ユーザに微調整させることが可能になる。

[0047] 例えば、第1実施形態のイヤホン1Aであれば、第1の管50-1と第2の管50-2の何れか一方に音波放射口60側から吸音材を詰め込むこと断面積を調整することができる。また、第4実施形態のイヤホン1Fであれば、図14に示すように、隔壁30'を第1部材32'と板状部材32'に対して垂直かつ図14のY方向に摺動可能に設けられた第2部材34'とで構成し、筐体10に設けられた貫通孔80を介して筐体10の外部へ突出する棒状部材90の一端を第2部材34'に接続し、棒状部材90の他端につまみ部材92を接続して構成しておけば、つまみ部材92を矢印Y'の方向に押し込む或いは矢印Yの方向に引き出すことで、空間100-2の容積を増減させることが可能になる。第1実施形態のイヤホン1Aについても同様に第1の空間110-1と第2の空間110-2の何れか一方の容積を可変に構成することが可能である。

符号の説明

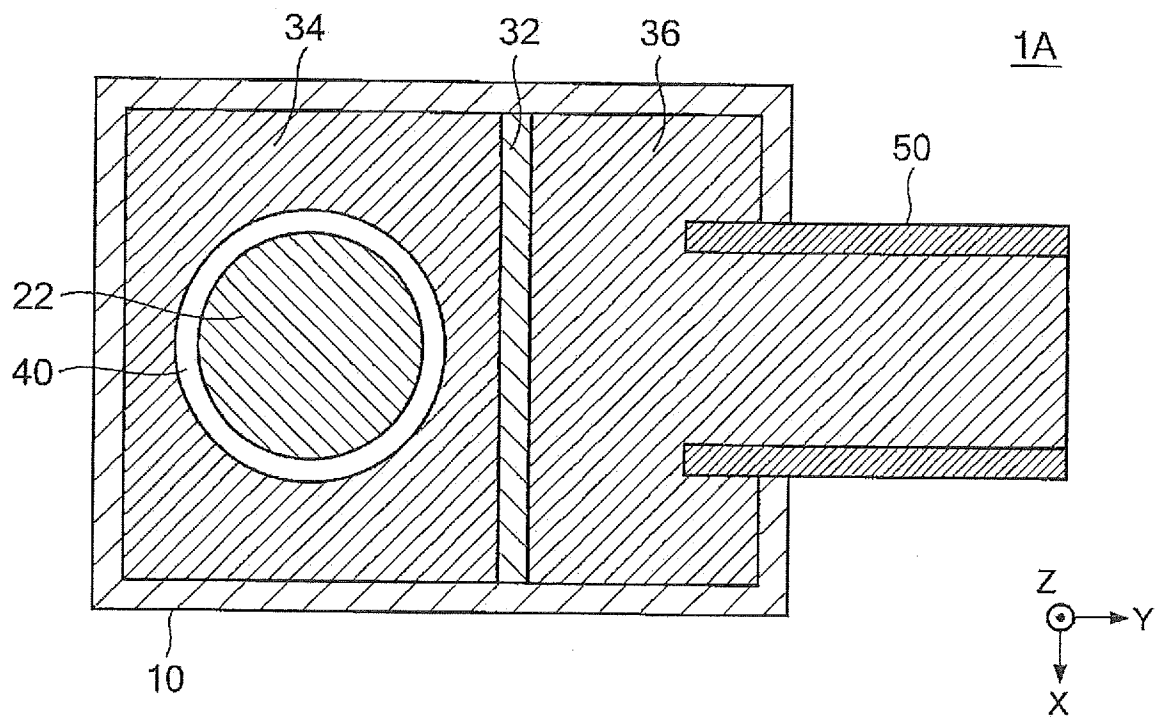
[0048] 1A～1K…イヤホン、10…筐体、20…振動体、22…多孔質膜、24, 24-1, 24-2…電極、30, 30'…隔壁、50…管、50-1…第1の管、50-2…第2の管、60…音波放射口、70…吸音材、100-1, 100-2, 100-3, 100-4…空間、110-1…第1の空間、110-2…第2の空間。

請求の範囲

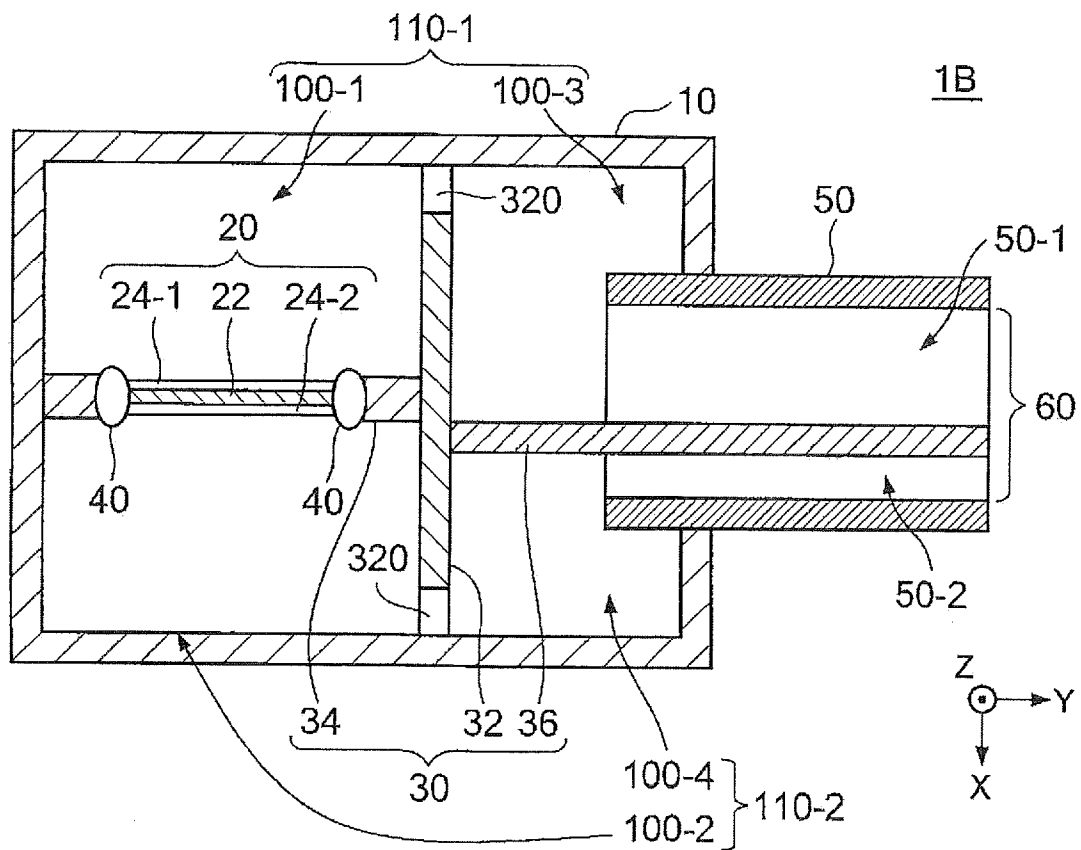
- [請求項1] 筐体と
- 前記筐体の内側空間を、少なくとも1つの空間の容積が他の空間の容積とは異なる複数の空間に分割する1または複数の隔壁と、
- 前記筐体内に設けられ、一方の面が前記複数の空間に向かう振動板と、
- 前記筐体の外側空間に開口する音波放射口と前記複数の空間の各々とを連通させる管と、を備えた電気音響変換器。
- [請求項2] 前記振動板の前記一方の面である第1面とは反対の面である第2面が、前記筐体の内壁に固定されている請求項1に記載の電気音響変換器。
- [請求項3] 前記1または複数の隔壁の各々には、切り欠きが形成される請求項1または2に記載の電気音響変換器。
- [請求項4] 前記振動板の前記一方の面である第1面と前記1または複数の隔壁の各々の端部とを接続し、前記第1面と前記端部の間の隙間を塞ぐ弾性部材を、さらに備える請求項1～3の何れか1項に記載の電気音響変換器。
- [請求項5] 前記1または複数の隔壁の各々は、断面形状が略L字形に形成され、
- 略L字形の断面における、前記1または複数の隔壁の各々の端部と前記振動板の前記一方の面である第1面との間に配置され、前記端部と前記第1面とを接続する弾性部材を、さらに備える請求項1または2に記載の電気音響変換器。
- [請求項6] 前記弾性部材は、前記略L字形の断面における、前記1または複数の隔壁の各々の前記端部である第1端と前記振動体の前記第1面との間において、前記第1端と前記第1面とを接続するものであり、
- 略L字形の断面における、前記1または複数の隔壁の各々の端部である第2端に切欠きが形成される請求項5に記載の電気音響変換器。

- [請求項7] 前記弾性部材は、前記複数の隔壁のうちの少なくとも1つの隔壁の一部として、前記筐体の前記内側空間を分割するものである請求項5または6に記載の電気音響変換器。
- [請求項8] 前記筐体内の前記複数の空間は、少なくとも第1空間及び第2空間を含み、
前記振動板の前記第1面は、前記第1空間に露出する第1領域と、前記第1領域とは異なる領域であって、前記第2空間に露出する第2領域と、を有する請求項2に記載の電気音響変換器。
- [請求項9] 前記振動板の前記第1面は、前記第1面上の部位であって、前記弾性部材が接続する部位である接続部によって、前記第1領域と前記第2領域に分割される請求項8に記載の電気音響変換器。
- [請求項10] 前記第1領域は、前記第2空間に露出せずに前記第1空間に露出し、前記第2領域は、前記第1空間に露出せずに前記第2空間に露出する請求項8又は9に記載の電気音響変換器。
- [請求項11] 前記複数の空間の各々から前記音波放射口へ至る音の伝播経路の少なくとも1つの途中に吸音材が設けられている請求項1～10の何れか1項に記載の電気音響変換器。
- [請求項12] 前記振動板は多孔質膜と前記多孔質膜を挟む一对の電極とを有する圧電素子である請求項1～11の何れか1項に記載の電気音響変換器。
- [請求項13] 前記振動板を複数有する請求項12に記載の電気音響変換器。
- [請求項14] 前記第1の空間および前記第2の空間の容積比が可変である請求項1～13の何れか1項に記載の電気音響変換器。

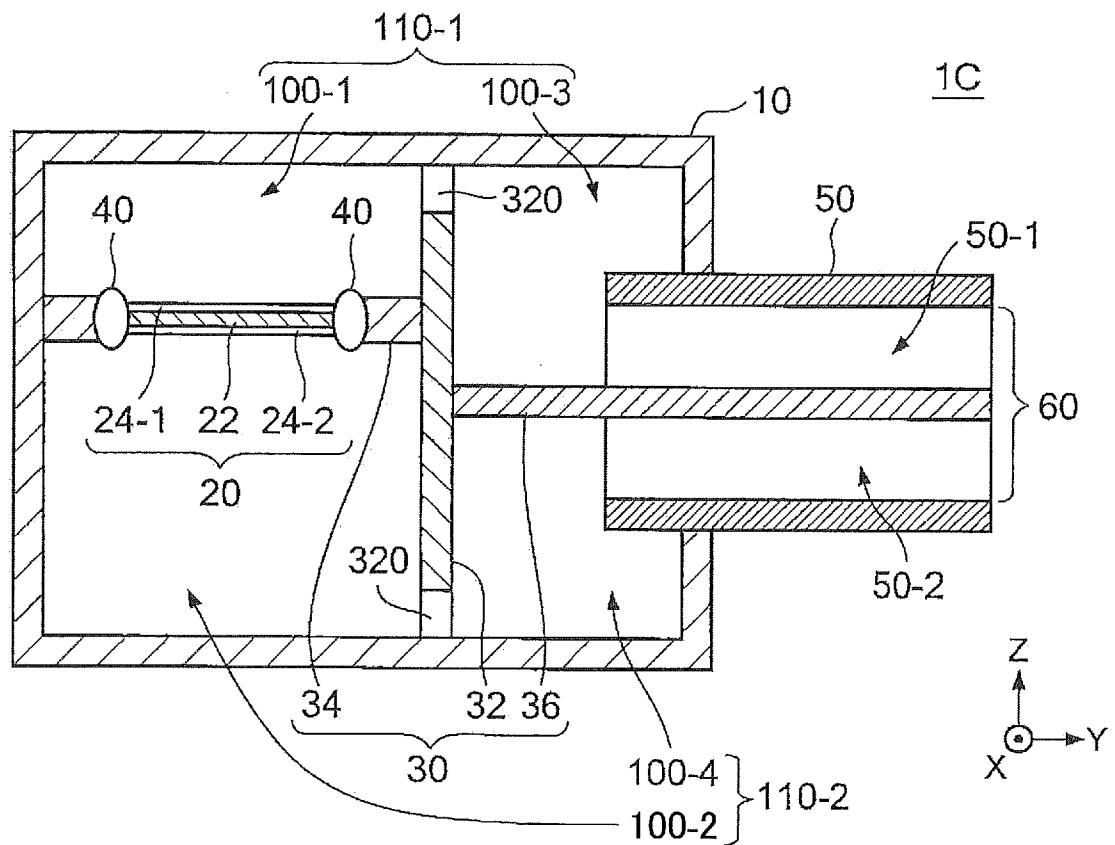
[図3]



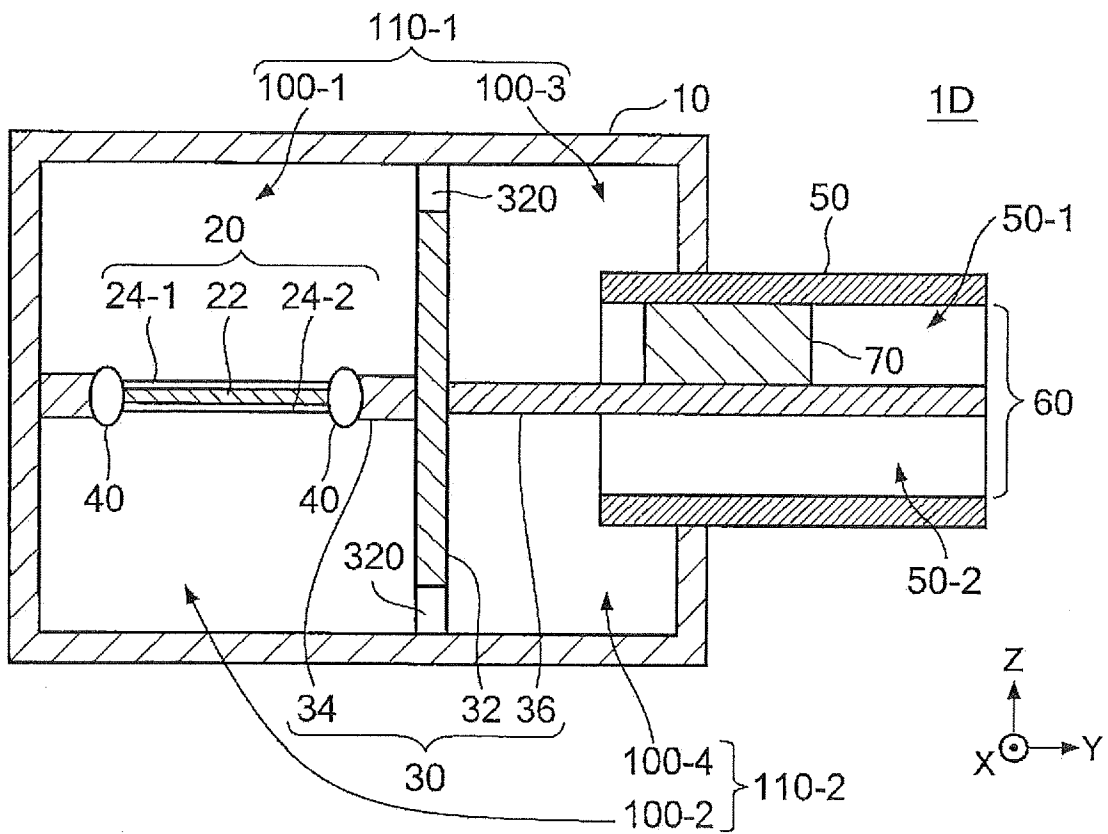
[図4]



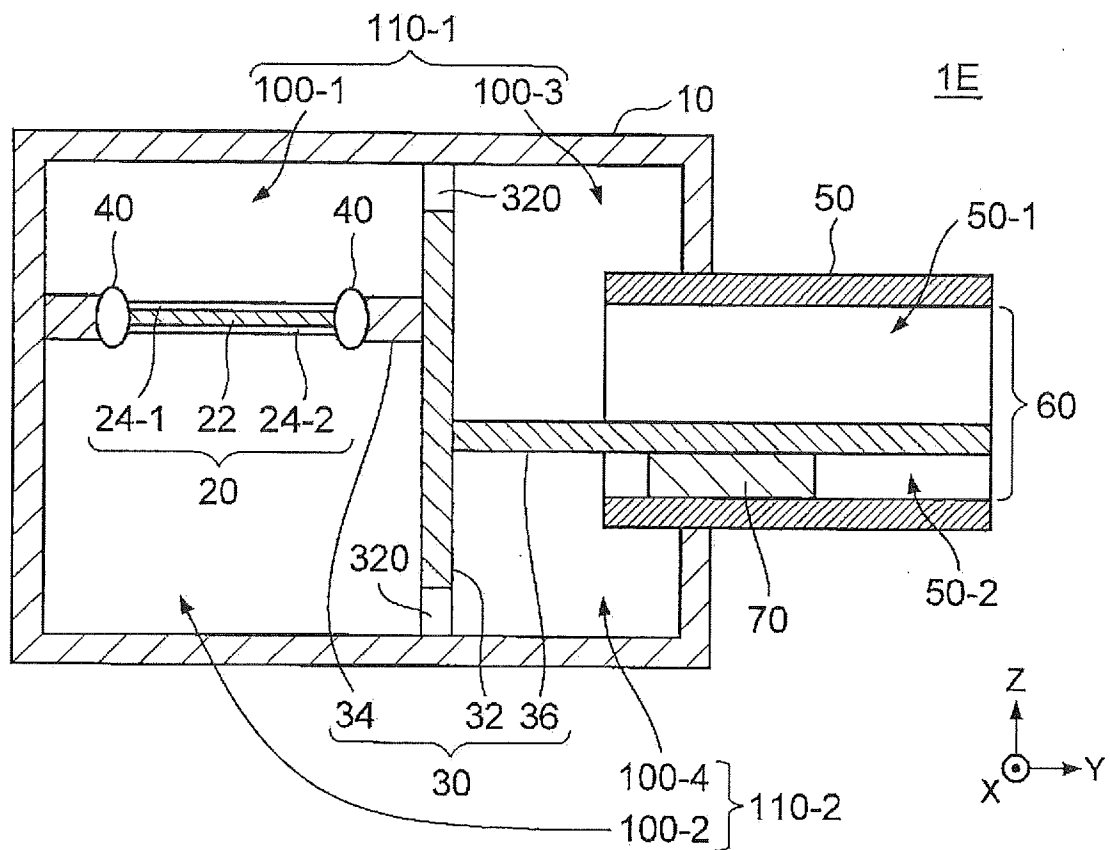
[図5]



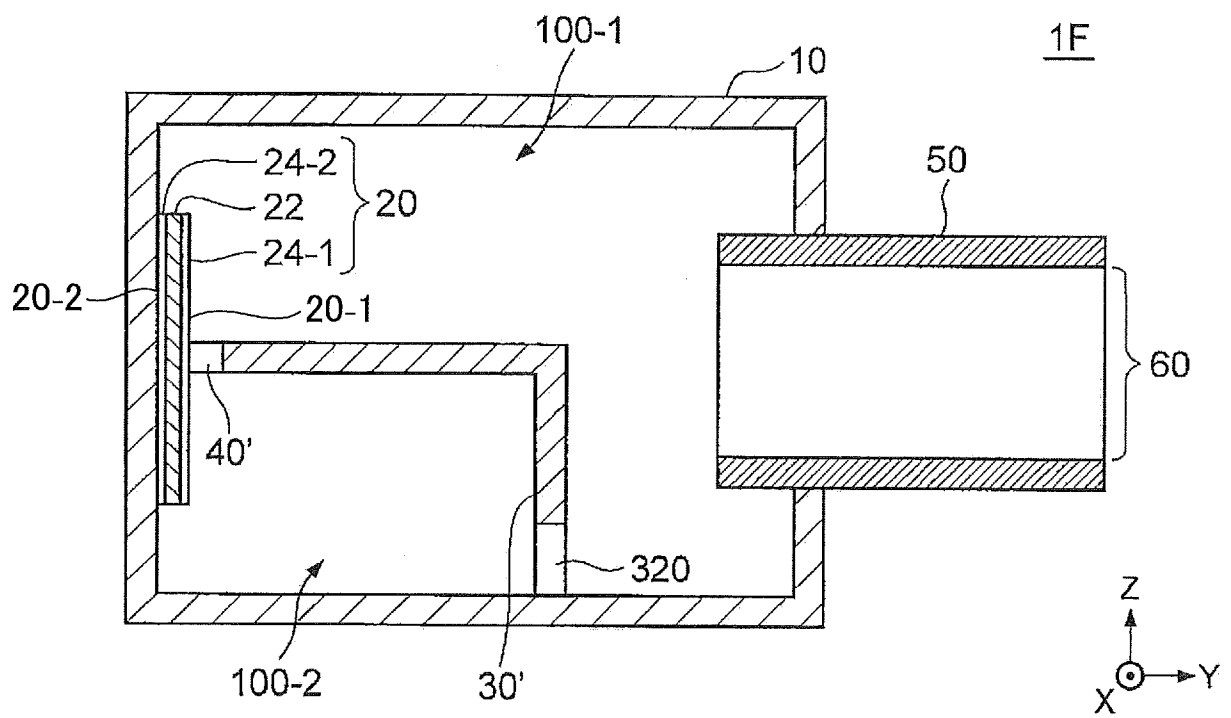
[図6]



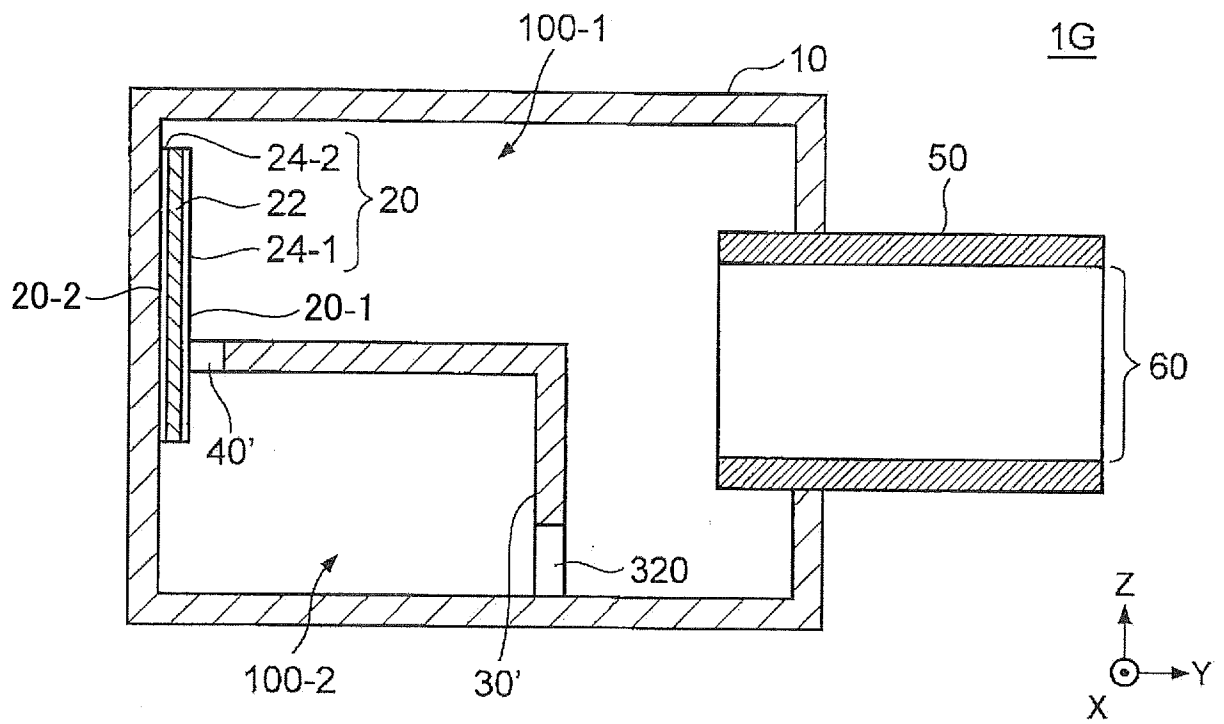
[図7]



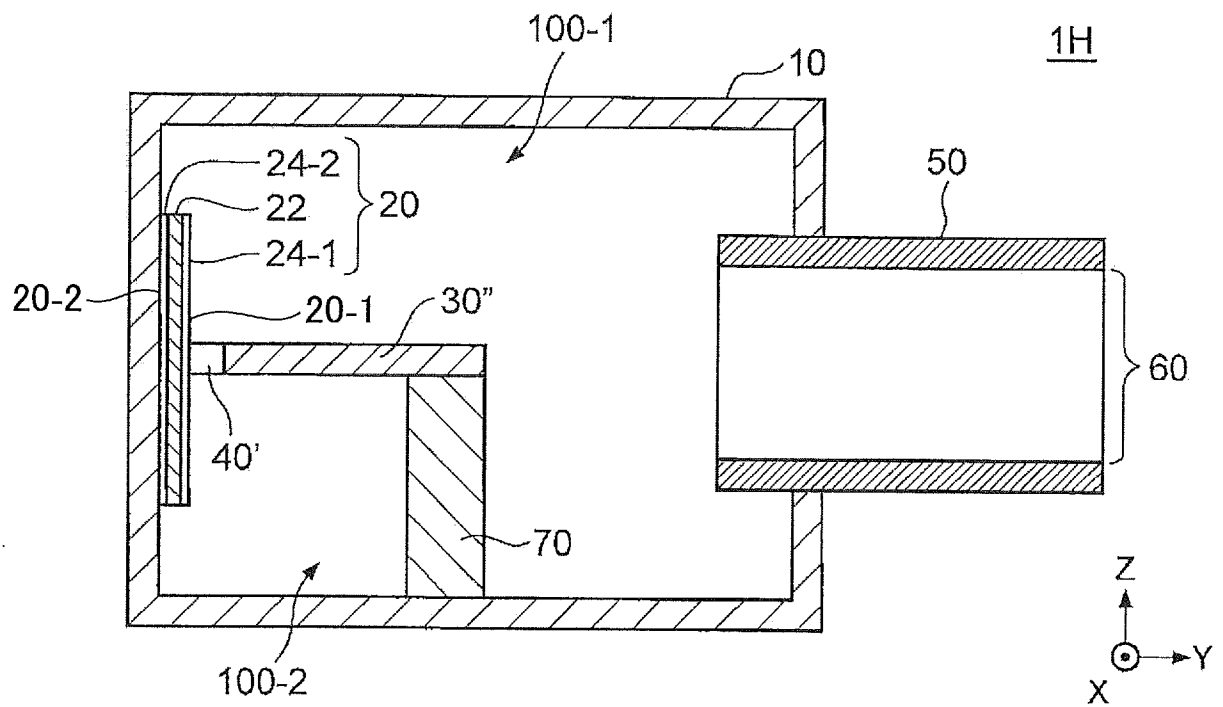
[図8]



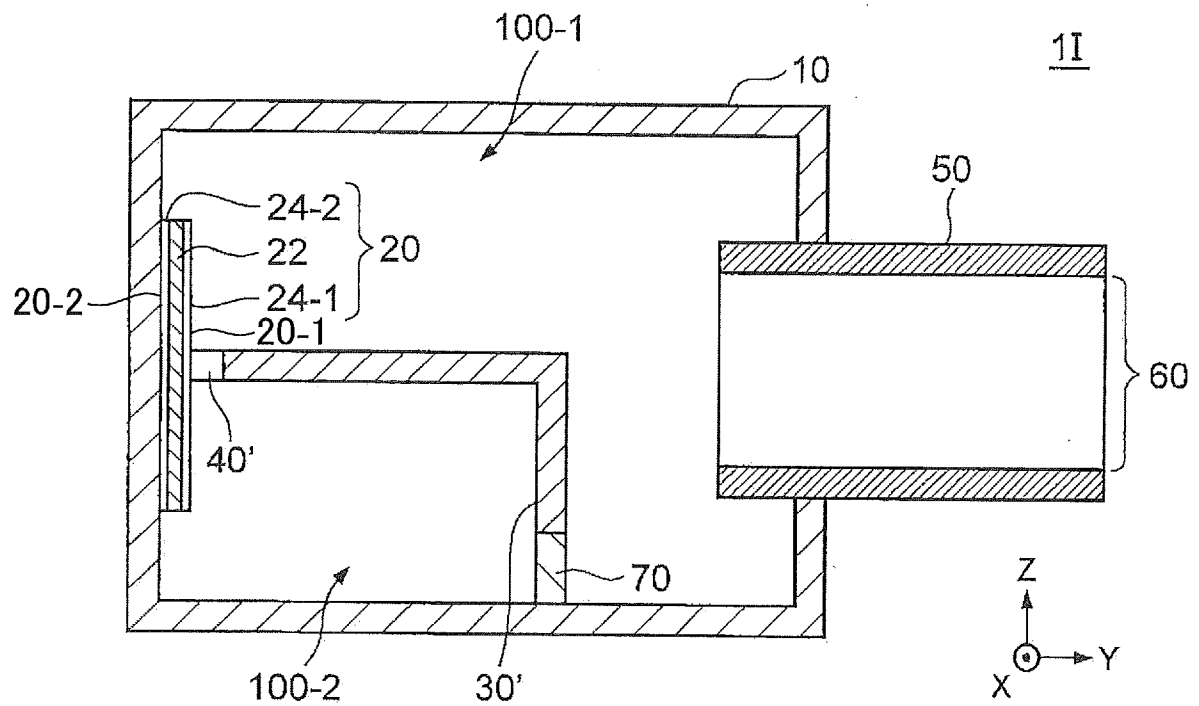
[図9]



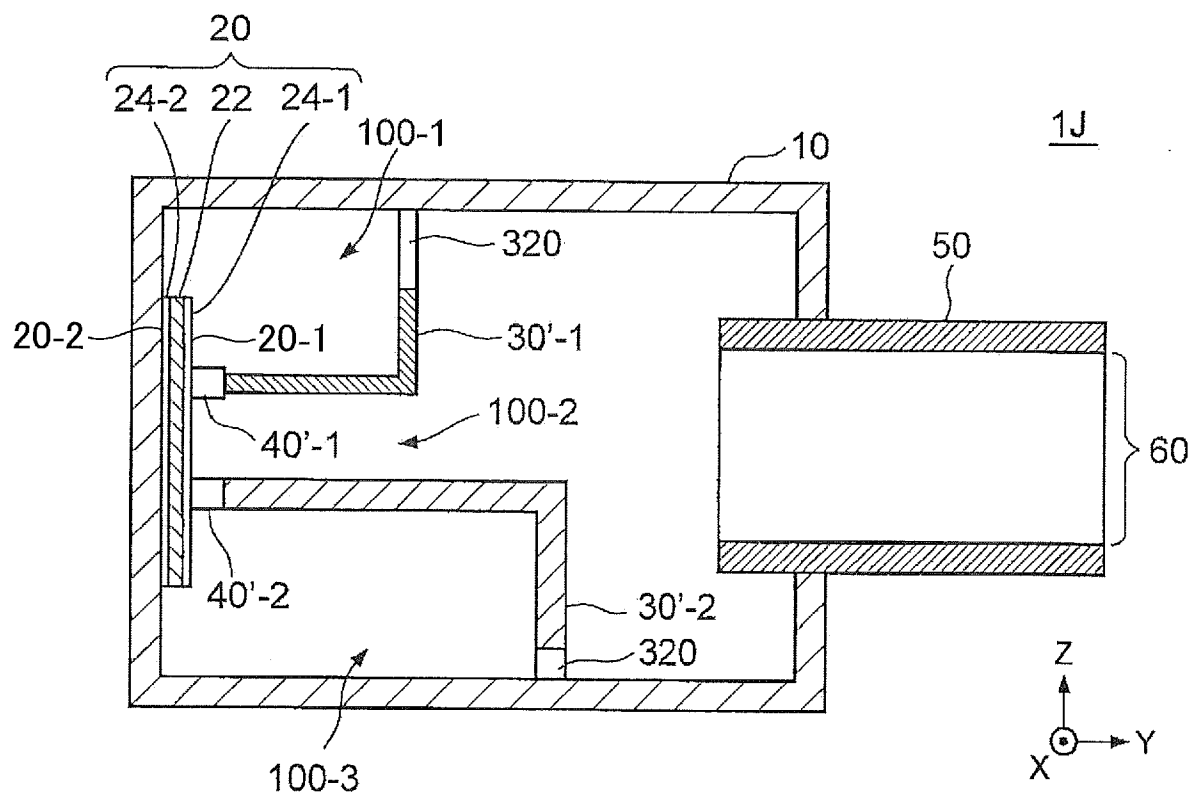
[図10]



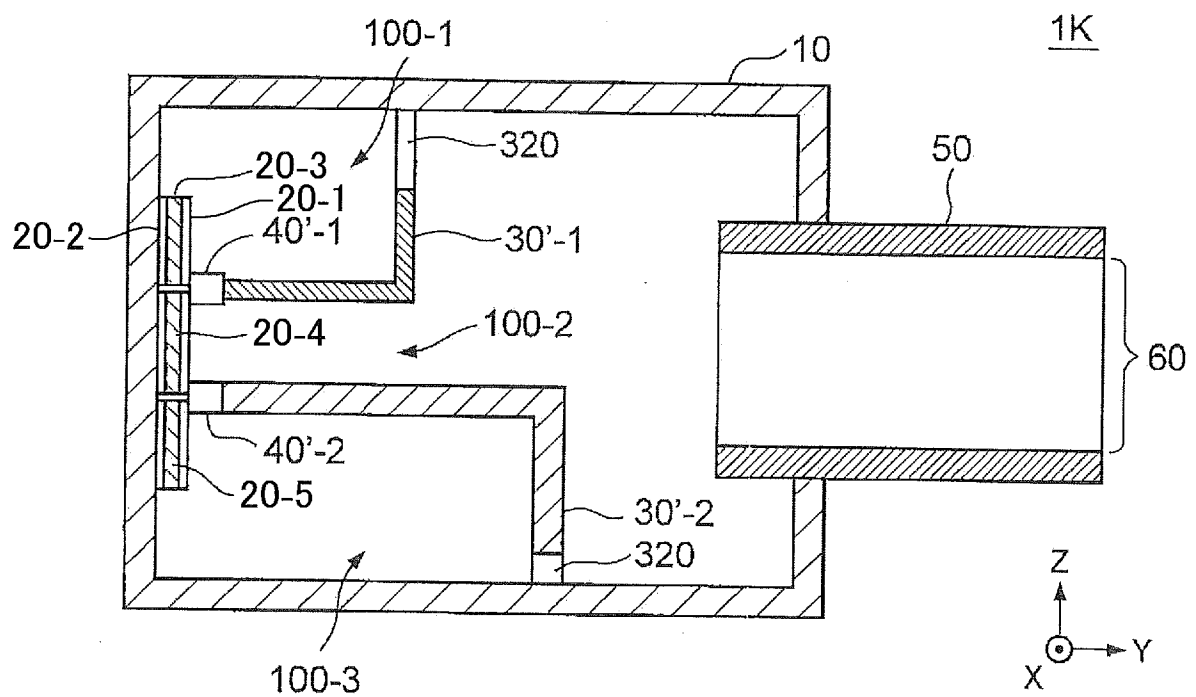
[図11]



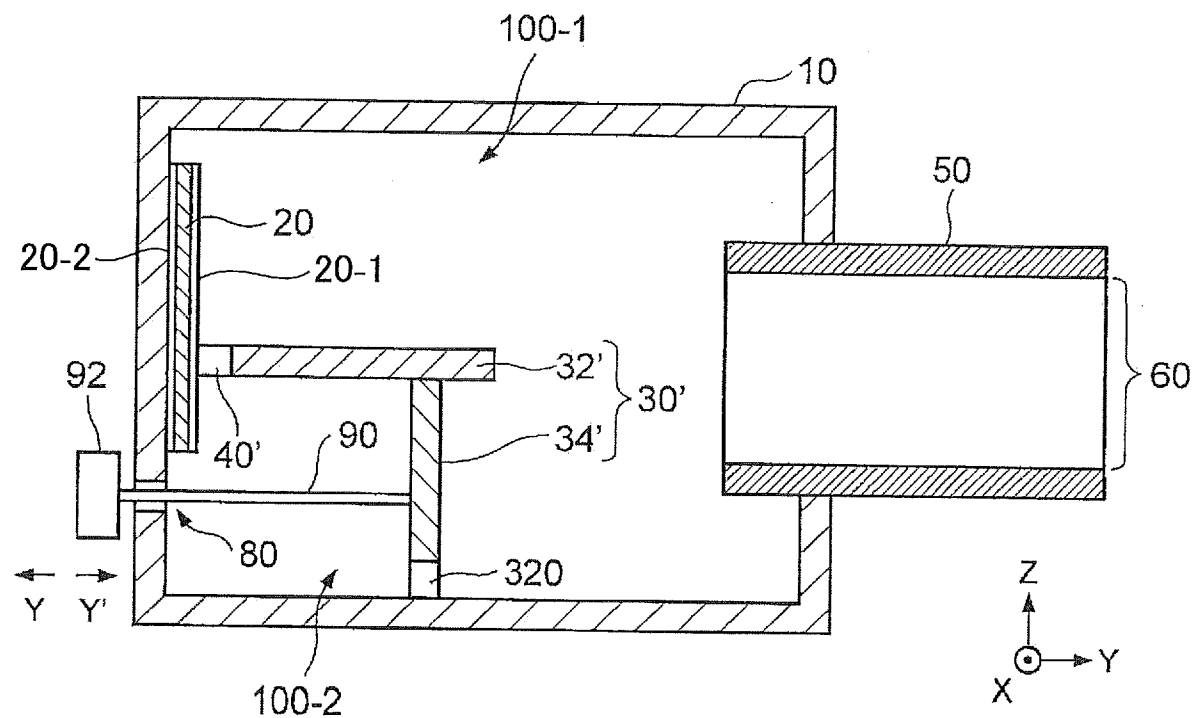
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044725

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04R1/10(2006.01)i, H04R1/28(2006.01)i, H04R7/24(2006.01)i,
H04R17/00(2006.01)

FI: H04R1/28310Z, H04R17/00, H04R1/10104Z, H04R7/24

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. H04R1/10, H04R1/28, H04R7/24, 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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	WO 2016/171250 A1 (NEC CORPORATION) 27 October 2016, paragraphs [0027], [0050]-[0067], fig. 10-18	1, 2, 8, 10, 12, 13 3-7, 9, 11, 14
Y A	JP 2015-521007 A (SHURE ACQUISITION HOLDINGS, INC.) 23 July 2015, fig. 7	1, 2, 8, 10, 12, 13 3-7, 9, 11, 14
Y A	KR 10-1539064 B1 (GOELBIO CO. LTD.) 23 July 2015, paragraph [0041], fig. 5, 6	1, 2, 8, 10, 12, 13 3-7, 9, 11, 14

☐ 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
14.01.2020

Date of mailing of the international search report
28.01.2020

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/044725

WO 2016/171250 A1	27 October 2016	(Family: none)
JP 2015-521007 A	23 July 2015	US 2013/0315431 A1 fig. 7 WO 2013/176840 A1 EP 2853099 A1 CN 104412615 A KR 10-2015-0021950 A
KR 10-1539064 B1	23 July 2015	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04R 1/10(2006.01)i; H04R 1/28(2006.01)i; H04R 7/24(2006.01)i; H04R 17/00(2006.01)i FI: H04R1/28 310Z; H04R17/00; H04R1/10 104Z; H04R7/24										
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）） H04R1/10; H04R1/28; H04R7/24; 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 <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 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020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 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 - 2020年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 A	WO 2016/171250 A1（日本電気株式会社）27.10.2016（2016 - 10 - 27） 段落 [0027]、[0050] - [0067]、図10 - 18	1, 2, 8, 10, 12, 13 3-7, 9, 11, 14								
Y A	JP 2015-521007 A（シュアー アクイジション ホールディングス インコーポレイテッド）23.07.2015（2015 - 07 - 23） 図7	1, 2, 8, 10, 12, 13 3-7, 9, 11, 14								
Y A	KR 10-1539064 B1（GOELBIO CO. LTD.）23.07.2015（2015 - 07 - 23） 段落 [0041]、図5、6	1, 2, 8, 10, 12, 13 3-7, 9, 11, 14								
☐ 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、一般的な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 14.01.2020		国際調査報告の発送日 28.01.2020								
名称及びあて先 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		権限のある職員（特許庁審査官） 篠田 享佑 5Z 5584 電話番号 03-3581-1101 内線 3591								

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/JP2019/044725

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2016/171250	A1	27.10.2016	(ファミリーなし)	
JP	2015-521007	A	23.07.2015	US 2013/0315431	A1
				図 7	
				WO 2013/176840	A1
				EP 2853099	A1
				CN 104412615	A
				KR 10-2015-0021950	A
KR	10-1539064	B1	23.07.2015	(ファミリーなし)	