

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4597105号
(P4597105)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4R 17/00	(2006.01)	HO4R 17/00
HO4R 3/00	(2006.01)	HO4R 3/00
HO4R 15/00	(2006.01)	HO4R 15/00

310

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2006-241595 (P2006-241595)
 (22) 出願日 平成18年9月6日 (2006.9.6)
 (65) 公開番号 特開2007-104650 (P2007-104650A)
 (43) 公開日 平成19年4月19日 (2007.4.19)
 審査請求日 平成20年5月19日 (2008.5.19)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-264010 (P2005-264010)
 (32) 優先日 平成17年9月12日 (2005.9.12)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004064
 日本碍子株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 (74) 代理人 110000213
 特許業務法人プロスペック特許事務所
 (72) 発明者 高橋 史武
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 日本碍子株式会社内

審査官 大野 弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スピーカ及び電力発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内側に内部空間を有する形状を呈した圧電 / 電歪素子と、
 外部に音波を放射するための振動板部と、
 少なくとも前記圧電 / 電歪素子の内部空間と、前記振動板部とで区画形成されたキャビティ内に封入され前記圧電 / 電歪素子の振動を前記振動板部に伝達するための媒体と、
 を備えたスピーカ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のスピーカにおいて、
 前記圧電 / 電歪素子の内部空間は、複数の空間に区画されていることを特徴とするスピーカ。 10

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のスピーカにおいて、
 前記媒体は液体であることを特徴とするスピーカ。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のスピーカにおいて、
 前記媒体はゲルであることを特徴とするスピーカ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一項に記載のスピーカにおいて、
 前記圧電 / 電歪素子には、駆動信号としてオーディオ信号で振幅変調した超音波信号が 20

供給されることを特徴とするスピーカ。

【請求項 6】

内側に内部空間を有する形状を呈した超磁歪材料を用いた超磁歪素子と、
外部に音波を放射するための振動板部と、
少なくとも前記超磁歪素子の内部空間と、前記振動板部とで区画形成されたキャビティ
内に封入され前記超磁歪素子の振動を前記振動板部に伝達するための媒体と、
を備えたスピーカ。

【請求項 7】

請求項 6に記載のスピーカにおいて、
前記超磁歪素子の内部空間は、複数の空間に区画されていることを特徴とするスピーカ 10
。

【請求項 8】

請求項 6 又は請求項 7に記載のスピーカにおいて、
前記媒体は液体であることを特徴とするスピーカ。

【請求項 9】

請求項 6 又は請求項 7に記載のスピーカにおいて、
前記媒体はゲルであることを特徴とするスピーカ。

【請求項 10】

請求項 6 乃至請求項 9 の何れか一項に記載のスピーカにおいて、
前記超磁歪素子には、駆動信号としてオーディオ信号で振幅変調した超音波信号が供給
されることを特徴とするスピーカ。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スピーカに関し、特に、アクチュエータが発生する振動を流体やゲルを用いて振動板部に伝達し音波を放射させるものであって、アクチュエータとして圧電 / 電歪素子、又は超磁歪素子が使用されるものに関する。また、本発明は、前記スピーカの構造と関連する構造を有する、圧力変動の媒体として流体やゲルを用いた電力発生装置に関する
。

【背景技術】 30

【0002】

この種のスピーカの一つとして、駆動板（振動板）の上に固定配置された圧電 / 電歪素子を駆動することで発生する駆動板の振動により音（音波、音圧）を発生するものがある。このようにアクチュエータとして圧電 / 電歪素子を使用するスピーカは、ボイスコイルや磁石が不要となるため、構造が簡単で小型軽量化に適している。従って、この種のスピーカは携帯電話機等に広く利用されている。

【0003】

下記特許文献 1 には、この種のスピーカのうち、スピーカ（筐体）内に液体（媒体）が封入され、駆動板がその液体に触れているものが開示されている。これにより、駆動板の共振周波数を低下させることができ、低音域での音圧を高めることができると記載されている。 40

【特許文献 1】特開 2002-247695 号公報

【0004】

ところで、上記文献に記載のスピーカでは、金属製の駆動板に圧電 / 電歪素子が接着されている。従って、係る接着が不十分な場合、圧電 / 電歪素子の変位が駆動板（ひいては、媒体）に正確、且つ十分に伝達されず、この結果、音の再現性の低下、音圧の低下等が発生し得るという問題がある。

【発明の開示】

【0005】

従って、本発明の目的は、内部に媒体が封入され、駆動板の上に固定配置された圧電 / 50

電歪素子を駆動することで音を発生するスピーカにおいて、音の再現性の低下、及び音圧の低下を抑制し得るものを探求することにある。加えて、低音域の再現性や指向性に優れたスピーカを探求することにある。なお、発明の開示の欄における「本発明に係る第2のスピーカ」は、本発明の対象となるスピーカである一方、発明の開示の欄における「本発明に係る第1のスピーカ」は、本発明に関連するスピーカではあるが本発明の対象となるスピーカではない。

【0006】

本発明に係る第1のスピーカは、駆動板部と、前記駆動板部の上に固定配置され同駆動板部を駆動する圧電／電歪素子と、外部に音波を放射するための振動板部と、前記駆動板部と前記振動板部とを支持する固定部と、少なくとも前記駆動板部と前記振動板部と前記固定部とで区画形成されたキャビティ内に封入され前記駆動板部の振動を前記振動板部に伝達するための媒体とを備えている。

10

【0007】

上記構成によれば、駆動信号としてのオーディオ信号が供給された圧電／電歪素子の駆動（変位）により駆動板部が振動し、その振動が媒体を介して振動板部に伝達される。これにより振動板部が振動し、その振動は音波として外部に放射される。この結果、オーディオ信号のパターンに応じた音が発生するようになっている。

【0008】

本発明に係る第1のスピーカの特徴は、少なくとも前記駆動板部がセラミックスからなり、前記駆動板部と前記圧電／電歪素子とが焼成により一体化されていることにある。これによれば、セラミックスからなる駆動板部と圧電／電歪素子とが焼成により確実に一体化される。換言すれば、駆動板部と圧電／電歪素子との境界面全域に亘って駆動板部と圧電／電歪素子とが接合（一体固定）され得る。この結果、圧電／電歪素子の変位が駆動板部（ひいては、媒体）に正確、且つ十分に伝達され得るから、音の再現性の低下、及び音圧の低下を抑制することができる。加えて、媒体を介して、駆動板部から発生した波（圧力波）が振動板部に一様に当たるため、振動板部から、（特に、低音域の）再現性が高く、且つ指向性の高い音を発生することができる。

20

【0009】

この場合、前記振動板部は、同振動板部の縁部の少なくとも一部が同振動板部の中央部よりも変形し易い構造を有していることが好適である。これによれば、振動板部の中央部が殆ど変形することなく振動板部の縁部の少なくとも一部のみが積極的に変形することで振動板部が振動する。換言すれば、振動板部が振動する際、振動板部の中央部の広い範囲が振動板部の平面に垂直方向に大きく変位し得る。従って、振動板部の振動により排除される空気の量を大きくすることができ、この結果、音圧を大きくすることができる。

30

【0010】

このように、振動板部の縁部の少なくとも一部がその中央部よりも変形し易い構造を得るためにには、例えば、前記振動板部の縁部の少なくとも一部の厚さを同振動板部の中央部よりも薄くすればよい。或いは、前記振動板部の縁部の少なくとも一部に襞状に屈曲加工を施してもよい。更には、前記振動板部の縁部の少なくとも一部を同振動板部の中央部よりもヤング率が小さい材質から構成すればよい。

40

【0011】

上記本発明に係る第1のスピーカにおいては、前記固定部は、同固定部における前記駆動板部を支持する部分である支持部分が他の部分よりも変形し易い構造を有していることが好適である。これによれば、駆動板部の共振周波数を低下させることができ、低音域での音圧を高めることができる。

【0012】

このように、固定部における支持部分が他の部分よりも変形し易い構造を得るためにには、例えば、前記固定部の前記支持部分における前記駆動板部の平面に沿った方向の断面積を同固定部における前記他の部分よりも小さくすればよい。或いは、前記固定部における前記支持部分を前記他の部分よりもヤング率が小さい材質から構成すればよい。これらの

50

構成により、支部部分のスティフネスが低減されて、駆動板部の共振周波数を低下させることができる。

【0013】

上記本発明に係る第1のスピーカにおいては、複数の前記駆動板部の上に前記圧電／電歪素子がそれぞれ固定配置されるとより好適である。これによれば、同一のパターンのオーディオ信号を複数の圧電／電歪素子のそれぞれに供給することで、媒体を介して振動板部に伝達される振動（の振幅）を大きくすることができる。従って、振動板部の振動（の振幅）が大きくなり、音圧を大きくすることができる。また、複数の圧電／電歪素子を備えることで、互いに異なる周波数の振動を同時に発生させることも可能である。

【0014】

また、上記本発明に係る第1のスピーカにおいては、前記駆動板部と前記振動板部とが1つの平面上に存在することが好ましい。これによれば、振動板部の振動により外部に放射される音波と駆動板部の振動により外部に放射される音波との向きと位相を一致させて使用することで、振動板部の振動により外部に放射される音波と駆動板部の振動により外部に放射される音波との干渉を防止するための干渉防止手段（筐体、エンクロージャ）が不要となる。

【0015】

また、上記本発明に係る第1のスピーカにおいては、前記固定部の全ての部分がセラミックスからなることが好適である。これによれば、セラミックスからなる固定部と駆動板部とを焼成により一体的に形成することができ、製造コストを安価とすることができる。更には、振動板部もセラミックスから構成してもよい。この場合、固定部と駆動板部のみならず振動板部をも焼成により一体的に形成することができ、製造コストをより安価とすることができる。

【0016】

本発明に係る第2のスピーカは、内側に内部空間を有する形状を呈した圧電／電歪素子と、外部に音波を放射するための振動板部と、少なくとも前記圧電／電歪素子の内部空間と、前記振動板部とで区画形成されたキャビティ内に封入され前記圧電／電歪素子の振動を前記振動板に伝達するための媒体とを備えたことに特徴がある。

【0017】

上記構成によれば、駆動信号としてのオーディオ信号が供給された圧電／電歪素子の振動（圧力波）が媒体に直接伝達されるとともに媒体を介して振動板部に伝達される。これにより振動板部が振動し、その振動は音波として外部に放射される。この結果、オーディオ信号のパターンに応じた音が発生するようになっている。

【0018】

これによれば、圧電／電歪素子の振動（変位）が媒体に正確、且つ十分に伝達され得るから、上述した本発明に係る第1のスピーカと同様、音の再現性の低下、及び音圧の低下を抑制することができる。

【0019】

この場合、前記圧電／電歪素子の内部空間は、複数の空間に区画されていると好ましい。これによれば、圧電／電歪素子の振動（圧力波）がより一層効率的に振動板部に伝達され得る。

【0020】

上記本発明に係るスピーカの何れかにおいては、前記媒体は流体であることが好ましく、流体の中でも液体が好ましい。液体は気体に比べ、音の減衰が小さい、伝達速度が速い、圧縮比が小さい等の特徴がある。従って、上記構成のように、媒体として液体を用いることで、駆動板部から発生する圧力波を振動板部が発生する音波に変換する効率を高めることができる。また、流体により振動板部全体を圧力波で押すため、圧電／電歪素子を振動板部に直接配置して振動板部を直接振動させる場合に比して指向性の高い音を発生することができる。

【0021】

また、上記本発明に係るスピーカの何れかにおいては、前記媒体はゲルであることが好ましい。ゲルは弾性固体と粘性液体の双方の特徴を備える高分子であり、固体と液体の双方の特徴を有することから、固体と比して抵抗（反力）が低く、気体と比して圧縮比が小さい。従って、上記構成のように、媒体としてゲルを用いることで、駆動板部から発生する圧力波を振動板部が発生する音波に変換する効率を高めることができる。また、キャビティにゲル前駆体を充填し、その後にゲル化させることも可能である。そのため、生産性を高めることができる。加えて、媒体が水等である場合に比して媒体の外部への漏れを防止するためのシール構造を簡易なものとすることができる。

【0022】

ここで、媒体として使用されるゲルとしては、流動性を有しているものが好ましい。ゲルの種類は、使用される周波数の特性により、架橋密度などゲルの構造を変化させることで適宜選択すればよい。例えば、ポリエチレン系、ポリウレタン系、シリコン系、PVA系等の高分子ゲルが適用できる。また、スピーカは一般に室温下で使用されるため、室温下でのゲルの流動性を高めるため、Tgを室温以下に下げるための可塑剤をゲルに加えてもよい。また、寒天、ゼラチン、ポリメタクリル酸ヒドロキシエチル（PHEMA）のような膨潤ゲルのように、水分（液体）を含ませたものでもよい。膨潤ゲルを用いることで、キャビティ内の充填率を高めることができる。

10

【0023】

また、上記本発明に係るスピーカの何れかにおいては、前記圧電／電歪素子には、駆動信号としてオーディオ信号で振幅変調した超音波信号が供給されてもよい。これによれば、超音波信号の供給により発生する圧電／電歪素子の振動（変位）に起因して媒体を介して振動板部が受ける力の大きさが、変調成分（オーディオ信号成分）に応じて変化する。従って、この変調成分に応じた音波が振動板部から外部に向けて放射される。この結果、これによっても、オーディオ信号のパターンに応じた音が発生する。

20

【0024】

また、上記本発明に係るスピーカの何れかにおいては、前記圧電／電歪素子に代えて、超磁歪材料を用いた超磁歪素子を使用してもよい。超磁歪素子は、圧電／電歪素子に比してより大きい変位量を得ることが可能である。従って、これによれば、音圧をより大きくすることができる。

【0025】

30

また、上記本発明に係る第1のスピーカにおいて、前記駆動板部を出力板部に、前記振動板部を入力板部にそれぞれ置き換えることで、外部から力を受けて変形する入力板部と、出力板部と、前記出力板部の上に固定配置され同出力板部の変形に応じた電力を発生する圧電／電歪素子と、前記入力板部と前記出力板部とを支持する固定部と、少なくとも前記入力板部と、前記出力板部と、前記固定部とで区画形成されたキャビティ内に封入され前記入力板部の変形に基づく圧力を前記出力板部に伝達して同出力板部を変形させるための媒体とを備えた電力発生装置であって、少なくとも前記出力板部がセラミックスからなり、前記出力板部と前記圧電／電歪素子とが焼成により一体化されていることを特徴とする電力発生装置が提供され得る。

【0026】

40

即ち、入力板部に外部から力（圧力）を与えると、この力の大きさに応じて入力板部が変形する。入力板部が変形すると、この入力板部の変形に応じて媒体の圧力が発生する。この媒体の圧力に応じて出力板部が変形する。出力板部が変形すると、この出力板部の変形に応じて圧電／電歪素子が電力を発生する。以上より、入力板部に外部から力（圧力）を与えると、圧電／電歪素子はこの力の大きさに応じた電力を発生する。従って、この電力発生装置は、例えば、入力板部に与えられた力（圧力）の大きさをアナログ的に検出するセンサとして機能する。

【0027】

また、この電力発生装置では、入力板部と出力板部とが離隔しているため、出力板部が破損し難い。加えて、このセンサは、キャビティ内に液体、ゲル等の媒体を封入するだけ

50

で簡便に作製され得る。

【0028】

この電力発生装置では、入力板部の大きさ、個数を自由に変えることができる。好ましくは、この電力発生装置では、複数の前記入力板部が備えられ、前記媒体は、液体、又はゲルであることが好ましい。

【0029】

この電力発生装置の用途としては、上述した力（圧力）センサに加えて、3次元センサ（マイク）、指紋センサ、流量センサや、液量センサ、粘度センサ等の流体センサ等が挙げられる。また、この電力発生装置は、携帯電話等の電子携帯機器、マウス等のパーソナルコンピュータ用入力機器にも使用され得る。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、図面を参照しながら本発明によるスピーカの各実施形態について説明する。

【0031】

（第1実施形態）

本発明の第1実施形態に係るスピーカ100は、その平面図を表す図1、及び図1の1-1線に沿った平面にてスピーカ100を切断した断面図である図2に示すように、エンクロージャ110と、スピーカ本体120とから構成されている。

【0032】

エンクロージャ110は、底面がX-Y平面に沿った円形でありZ軸正方向に立設した有底円筒形状を有している。エンクロージャ110の上面（Z軸正方向のX-Y平面に沿った平面）には長方形の開口部111が設けられている。

20

【0033】

スピーカ本体120は、各辺が互いに直交するX、Y、Z軸に平行に延びる略直方体形状を有している。スピーカ本体120は、後述する振動板142（図3等を参照）に対応する上面（Z軸正方向のX-Y平面に沿った平面）のみが開口部111から外部に露呈するように、且つエンクロージャ110内の空気が密閉されるように、エンクロージャ110内に埋設されている。

【0034】

これにより、スピーカ本体120の振動板142から放射される音波と、スピーカ本体120の下面（Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面）に対応する後述する駆動板部132から放射される音波との干渉が防止されるとともに、振動板142から放射される音波が音として開口部111を通して外部に伝達されるようになっている。

30

【0035】

以下、スピーカ本体120について詳細に説明する。なお、以下にこの説明にて使用する図では、説明の便宜上、図1、図2に示す状態からX軸周りに180°回転させた状態（上下を逆にした状態）のスピーカ本体120が示されている（第2実施形態以降の実施形態でも同様）。

【0036】

スピーカ本体120は、その斜視図を表す図3、図3の平面p1（スピーカ本体120のY軸方向中央位置に対応するX-Z平面に沿った平面）にてスピーカ本体120を切断した断面図である図4、その平面図を表す図5、及びその下面図を表す図6に示すように、各辺が互いに直交するX、Y、Z軸に平行に延びる略直方体形状を有しているセラミックスからなる基体部130と、基体部130の上面（Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面）の所定位置に固定配置された圧電/電歪素子141と、基体部130の下面（Z軸正方向のX-Y平面に沿った平面）に同下面全域を覆うように固定配置された金属製の振動板142とを備えている。

40

【0037】

基体部130には、下方（Z軸正方向）に向けて開口する直方体形状の凹部131が形成されている。これにより、基体部130には、凹部131の底板を構成する駆動板部1

50

32と、凹部131の側面を構成するとともに基体部130の側面を構成する固定部133とが形成されている。この結果、駆動板部132と振動板142は、固定部133に支持されるようになっている。

【0038】

固定部133における駆動板部132を支持する部分である支持部133aには、駆動板部132の平面(X-Y平面)に沿った方向に窪んだ左右一対の溝134, 134が形成されている。これにより、固定部133における支持部133aは固定部133における他の部分よりも駆動板部132の平面(X-Y平面)に沿った方向の断面積が小さくなっている。

【0039】

圧電/電歪素子141は、複数の層状電極と複数の圧電/電歪層(本例では、4つの圧電/電歪層)を有し、層状の電極と圧電/電歪層とが交互に上下方向(Z軸方向)に積層された積層体であり、各辺が互いに直交するX, Y, Z軸に平行に延びる略直方体形状を有している。圧電/電歪素子141は、その中央部が駆動板部132の上面(Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面)における凹部131に対応する部分に固定配置されていて、その左右両端部(X軸方向両端部)が駆動板部132の上面における支持部133aに対応する部分にまで延びている。

【0040】

振動板142は、前記振動板部を構成している。振動板142における凹部131に対応する部分における左右両端部(X軸方向の両端部。振動板部の縁部の少なくとも一部)の下面(Z軸正方向のX-Y平面に沿った平面)には、Y軸方向に延びた断面円弧状の一対の溝142a, 142aが設けられている。これにより、振動板142の溝142a, 142aに対応する部分(振動板部の縁部の少なくとも一部)は振動板142の中央部よりも厚さが薄くなっている。

【0041】

基体部130の凹部131は、振動板142により塞がれている。この結果、駆動板部132の下面と、振動板142(振動板部)の上面と、固定部133の側面とでキャビティ135が区画形成されている。固定部133には、キャビティ135内と外部とを連通する媒体注入用の通路136, 137が形成されていて、通路136, 137はそれぞれ、封止栓143, 144にて封がなされている。これにより、キャビティ135は密閉空間を構成していて、このキャビティ135内には所定の成分からなる媒体(本例では、ゲル)が封入されている。

【0042】

次に、スピーカ本体120の製造方法について説明する。スピーカ本体120におけるセラミックスからなる基体部130(即ち、駆動板部132及び固定部133)は、セラミックグリーンシート積層法を用いて製造されることが好ましい。セラミックグリーンシート積層法によれば、複雑な形状を有する基体部130を一体的に成形することが可能であり、且つ、各シート間の接合部の経時的な状態変化がほとんど生じないため接合部位の信頼性を高くすることができ、剛性を確保することができるからである。従って、本例では、基体部130をセラミックグリーンシート積層法を用いて製造する。

【0043】

先ず、ジルコニア、アルミナ、窒化珪素、窒化アルミニウム、チタニア、マグネシア、ムライト等のセラミック粉末にバインダ、溶剤、分散剤、可塑剤等を添加混合してスラリーを作製し、これを脱泡処理後、リバースロールコーラー法、ドクターブレード法等の方法により、所定の厚みを有する長方形のセラミックグリーンシートを作製する。ここで、ジルコニア、特に安定化ジルコニアを主成分とする材料と部分安定化ジルコニアを主成分とする材料は、機械的強度や韌性が高い点において基体部130(即ち、駆動板部132及び固定部133)の材料として好ましい。

【0044】

次に、図7に示したように、必要に応じて金型を用いた打抜加工やレーザ加工等の方法

10

20

30

40

50

によりセラミックグリーンシートを種々の形状に加工し、複数枚のセラミックグリーンシート 151～156を得る。なお、セラミックグリーンシート 151～156の平面の各辺の長さ（長方形の平面の縦横の辺の長さ）は、積層後に切断により規定されてもよい。これにより、積層時においては、長方形の同じ外形を有するセラミックグリーンシートを使用することができ、加工精度を高めることができる。

【0045】

図7に示した例においては、セラミックグリーンシート 152～156に対して、後にキャビティ 135を構成する長方形の窓 Wd1～Wd5をそれぞれ形成する。窓 Wd1～Wd5は同一形状である。セラミックグリーンシート 152には、後に溝 134, 134を構成する切欠き K1, K2を形成する。セラミックグリーンシート 154, 155には、後に通路 136, 137を構成する溝 G1, G2をそれぞれ形成する。なお、セラミックグリーンシートの枚数は、あくまでも一例である。また、図示された例では、セラミックグリーンシート 153, 156は、所定の厚みを有する一枚のグリーンシートでもよく、或いは、同所定の厚みを得るために複数枚のセラミックグリーンシートを積層する又は積層したものであってもよい。

【0046】

その後、図8に示したように、セラミックグリーンシート 151～156を積層・圧着してセラミックグリーンシート積層体 160を形成する。次いで、そのセラミックグリーンシート積層体を焼成して図9に示したセラミック積層体 170を形成する。

【0047】

次に、図10に示すように、セラミック積層体 170の上面（Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面）、即ち、積層されたセラミックグリーンシート 151の焼成後の表面に圧電/電歪層積層体 180を形成する。ここで、各圧電/電歪層の上下面には必要に応じ電極が配設される。圧電/電歪層としては、例えば、ジルコン酸チタン酸鉛（PZT）やチタン酸バリウム、ニオブ酸カリウムナトリウムが適用できる。また、電極としては金、銀、白金等が必要に応じ使用される。圧電/電歪層積層体 180及び電極の形成法としては、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、及び電気泳動法等の厚膜形成法や、イオンビーム法、スパッタリング法、真空蒸着、イオンプレーティング法、化学気相成長法（CVD）、及びめっき等の薄膜形成法を用いることができる。

【0048】

次に、圧電/電歪層積層体 180が形成されたセラミック積層体 170を一体で焼成することで圧電/電歪素子 141が形成された基体部 130を形成する。これにより、基体部 130の駆動板部 132と圧電/電歪素子 141とが一体化される。このように、膜形成法（特に、厚膜形成法）を用いて圧電/電歪層積層体 180を形成することにより、接着剤を用いることなく、圧電/電歪層積層体 180とセラミック積層体 170（従って、圧電/電歪素子 141と基体部 130）とを一体的に接合（配設）することができる。

【0049】

なお、セラミックグリーンシート積層体 160の上面（Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面）、即ち、積層されたセラミックグリーンシート 151の焼成前の表面に圧電/電歪層積層体 180を形成しておき、そのセラミックグリーンシート積層体 160と圧電/電歪層積層体 180とを同時に焼成してもよい。

【0050】

また、「圧電/電歪素子 141が形成された基体部 130」の製造にあたっては、図9のセラミック積層体を縦横に複数個並べたものと同等の1枚のシートを準備し、このシートの表面に後に圧電/電歪素子 141となる圧電/電歪層積層体 180（図10を参照。）を所定の部位に複数個分だけ連続させたものを形成し、このシートを切断することで、同一工程で多数個の「圧電/電歪素子 141が形成された基体部 130」を製造することが望ましい。

【0051】

次いで、図11に示すように、基体部 130の下面（Z軸正方向のX-Y平面に沿った

10

20

30

40

50

平面)、即ち、積層されたセラミックグリーンシート156の焼成後の表面に、予め作製してある金属製の振動板142を接着剤にて接着固定する。

【0052】

そして、振動板142が接着された基体部130の通路136, 137を利用して基体部130内のキャビティ135内にゲルを注入し、最後に、通路136, 137に封止栓143, 144をそれぞれ嵌めることでゲルをキャビティ135内に封入する。このようにして、スピーカ本体120が製造される。

【0053】

次に、このように製造・構成される本発明の第1実施形態に係る、スピーカ本体120が埋設されたスピーカ100の作動について説明する。圧電/電歪素子141に電気的に接続されている図示しない駆動回路から駆動信号としてのオーディオ信号が圧電/電歪素子141に供給されると、圧電/電歪素子141は、オーディオ信号に応じてX軸方向に沿って伸縮変位する。

【0054】

これにより、圧電/電歪素子141と一体化されている駆動板部132が振動し、その振動がキャビティ135内に封入されているゲルを介して振動板142に伝達される。これにより振動板142が振動する。この振動板142の振動は、エンクロージャ110の開口部111を通して音波として外部に放射される。この結果、オーディオ信号のパターンに応じた音がスピーカ100から発生する。

【0055】

ところで、この第1実施形態では、上述したように、セラミックスからなる駆動板部132と圧電/電歪素子141とが焼成により確実に一体化されていて、駆動板部132と圧電/電歪素子141との境界面全域に亘って駆動板部132と圧電/電歪素子141とが接合され得る。この結果、圧電/電歪素子141の伸縮変位が駆動板部132(ひいては、キャビティ135内のゲル)に正確、且つ十分に伝達され得る。従って、音の再現性の低下、及び音圧の低下を抑制することができる。

【0056】

また、第1実施形態では、左右一対の溝134, 134の形成により、上述したように、固定部133における駆動板部132を支持する部分である支持部133aは、固定部133における他の部分よりも駆動板部132の平面(X-Y平面)に沿った方向の断面積が小さくなっている。これにより、固定部133は、支持部133aが他の部分よりも変形し易い構造となっている。この結果、駆動板部132の共振周波数を低下させることができ、低音域での音圧を高めることができる。

【0057】

また、第1実施形態では、左右一対の溝142a, 142aの形成により、上述したように、振動板142の溝142a, 142aに対応する部分(振動板部の縁部の少なくとも一部)は振動板142の中央部よりも厚さが薄くなっている。これにより、振動板142は、振動板部の縁部の少なくとも一部が振動板142の中央部よりも変形し易い構造となっている。これにより、振動板142の中央部が殆ど変形することなく振動板部の縁部の少なくとも一部のみが積極的に変形することで振動板142が振動する。換言すれば、振動板142が振動する際、振動板142の中央部の広い範囲が振動板142の平面に垂直方向に大きく変位し得る。従って、振動板142の振動により排除される空気の量を大きくすることができ、この結果、音圧を大きくすることができる。また、振動板142の中央部の広い範囲が振動板142の平面に垂直方向に大きく変位することで指向性の高い音を発することができる。

【0058】

また、第1実施形態では、振動板142の平面がエンクロージャ110の上面よりも所定高さだけ低い位置(図2においてZ軸負方向の位置)になるようにスピーカ本体120がエンクロージャ110内に埋設されている。これにより、指向性を高くすることができ、且つ、音圧を大きくすることができる。

10

20

30

40

50

【0059】

また、第1実施形態では、キャビティ内に封入される媒体としてゲルが使用されている。これにより、基体部130と振動板142との接合面における、媒体の外部への漏れを防止するためのシール構造を簡易とすることができます。

【0060】

以上、説明したように、本発明の第1実施形態に係るスピーカ100によれば、音の再現性の低下、及び音圧の低下を抑制し得るものを提供することができる。

【0061】

本発明は上記第1実施形態に限らず、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記第1実施形態においては、振動板部の縁部の少なくとも一部が振動板142の中央部よりも変形し易い構造を得るために、振動板部として、左右一対の溝142a, 142aが形成された振動板142を使用しているが、図12に示すように、振動板部として、左右一対の溝142a, 142aに対応する部分の材質のみを金属よりもヤング率の小さい材質（例えば、ゴム等）に変更した金属製の振動板142'を使用してもよい。なお、ヤング率の小さい材料は、使用される周波数による特性（例えば、共振周波数等）に着目して適宜選択すればよい。また、キャビティ内に充填されるゲルと同種の材料を用いてもよい。

10

【0062】

また、上記第1実施形態においては、駆動板部132におけるキャビティ135と接する部分の面積と、振動板142におけるキャビティ135と接する部分の面積とが等しいが、図13に示すように、振動板142に近づくにつれて振動板142の平面に沿った方向の断面積が小さくなるキャビティ135'を有する基体部130'を使用することで、振動板142におけるキャビティ135'と接する部分の面積を、駆動板部132'におけるキャビティ135'と接する部分の面積よりも小さくしてもよい。このような、基体部130'は、セラミックグリーンシートの枚数、形状等を変更することで形成され得る。これにより、振動板142の（Z軸方向の）振幅を大きくすることができ、音圧の増大が期待できる。

20

【0063】

また、上記第1実施形態においては、振動板部として、金属製の振動板142が使用されているが、振動板部として、基体部130を構成するセラミックスよりも変形し易い（ヤング率が小さい）他の材質（例えば、樹脂フィルム等）からなる振動板を使用してもよい。また、セラミックグリーンシート積層法を用いて基体部と振動板部とを一体的に成形してもよい。

30

【0064】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係るスピーカ200について説明する。このスピーカ200は、固定部における駆動板部を支持する支持部が固定部における他の部分よりも変形し易い構造を得るために、セラミックスからなる固定部における支持部に対応する部分の材質のみをセラミックスよりもヤング率の小さい材質（本例では、ゴム）に変更した点のみが第1実施形態に係るスピーカ100と異なる。

40

【0065】

即ち、スピーカ200は、図1、図2に示したエンクロージャ110と、第1実施形態のスピーカ本体120と同形であってスピーカ本体120と同様にエンクロージャ110内に埋設された第2実施形態用のスピーカ本体220とから構成されている。

【0066】

以下、スピーカ本体220について、その斜視図を表す図14、図14の平面p2（スピーカ本体220のY軸方向中央位置に対応するX-Z平面に沿った平面）にてスピーカ本体220を切断した断面図である図15、その平面図を表す図16、及びその下面図を表す図17を参照しながら説明する。第2実施形態用のスピーカ本体220における各部材、部位等に付される符号として、第1実施形態用のスピーカ本体120における対応す

50

る各部材、部位等の符号に対して百の位のみが異なるものをそれぞれ使用することで、スピーカ本体 220 における各部材、部位等の説明に代える（後述する第 3 実施形態以降の実施形態でも同様）。

【0067】

図 14～図 17 に示すように、スピーカ本体 220 では、セラミックスからなる固定部 233 における第 1 実施形態の支持部 133a 及び溝 134 に対応する部分に、ゴムからなる支持部 233a が設けられている。換言すれば、駆動板部 232 は、ゴムからなる支持部 233a に支持されている。

【0068】

以下、スピーカ本体 220 の製造方法について説明する。先ず、第 1 実施形態と同様、ドクターブレード法等の方法により、所定の厚みを有する長方形のセラミックグリーンシートを作製する。

【0069】

次に、図 18 に示したように、必要に応じて金型を用いた打抜加工やレーザ加工等の方法によりセラミックグリーンシートを種々の形状に加工し、複数枚のセラミックグリーンシート 251～256 を得る。

【0070】

図 18 に示した例においては、セラミックグリーンシート 253～256 に対して、後にキャビティ 235 を構成する長方形の窓 Wd11～Wd14 をそれぞれ形成する。窓 Wd11～Wd14 は同一形状である。セラミックグリーンシート 251 には、支持部 233a を構成するゴムを後述するように流し込むための窓 Wd15 を形成する。セラミックグリーンシート 252 には、後にキャビティ 235 を構成するとともに、支持部 233a に対応する部分に上記流し込まれたゴムを保持するための空間を確保するための窓 Wd16 を形成する。換言すれば、窓 Wd16 は、窓 Wd11～Wd14 に対して、上記流し込まれたゴムを保持するための空間に対応する分だけ左右方向に広い形状を有している。

【0071】

セラミックグリーンシート 254, 255 には、後に通路 236, 237 を構成する溝 G11, G12 をそれぞれ形成する。なお、セラミックグリーンシートの枚数は、あくまでも一例である。また、図示された例では、セラミックグリーンシート 253, 256 は、所定の厚みを有する一枚のグリーンシートでもよく、或いは、同所定の厚みを得るために複数枚のセラミックグリーンシートを積層する又は積層したものであってもよい。

【0072】

その後、図 19 に示したように、セラミックグリーンシート 251～256 を積層・圧着してセラミックグリーンシート積層体 260 を形成する。次いで、そのセラミックグリーンシート積層体を焼成して図 20 に示したセラミック積層体 270 を形成する。

【0073】

次に、図 21 に示すように、セラミック積層体 270 の上面（Z 軸負方向の X-Y 平面に沿った平面）、即ち、積層されたセラミックグリーンシート 251 の焼成後の表面に圧電 / 電歪層積層体 280 を形成する。圧電 / 電歪層積層体 280 の形成法としては、第 1 実施形態と同様、スクリーン印刷法等を用いることができる。

【0074】

次いで、圧電 / 電歪層積層体 280 が形成されたセラミック積層体 270 を一体で焼成することで圧電 / 電歪素子 241 を形成する。これにより、第 1 実施形態と同様、接着剤を用いることなく、圧電 / 電歪層積層体 280 とセラミック積層体 270 とを一体的に接合（配設）することができる。

【0075】

続いて、この「圧電 / 電歪素子 241 が形成されたセラミック積層体 270」の上面にある上記窓 Wd15 に対応する一対の窓から高温の液体ゴム（ゴム前駆体）を流し込む。その際、液体ゴムが後にキャビティ 235 を構成する空間内に流入することを防止するため、キャビティ 235 と同形の凸部を有する治具を準備し、この治具の凸部を後にキャビ

10

20

30

40

50

ティ 2 3 5 を構成する空間内に嵌めこんだ状態で液体ゴムを流し込むことが好ましい。これにより、後に支持部 2 3 3 a を構成する部分に液体ゴムが確実に保持・充填される。

【 0 0 7 6 】

次に、所定時間に亘る常温放置により液体ゴムを固化させた後、図 2 1 に示した切断線 C 1 , C 2 に沿ってセラミック積層体 2 7 0 を切断して基体部 2 3 0 を形成する。これにより、図 2 2 に示すように、「圧電 / 電歪素子 2 4 1 が形成された基体部 2 3 0 」が形成される。

【 0 0 7 7 】

次いで、図 2 3 に示すように、基体部 2 3 0 の下面 (Z 軸正方向の X - Y 平面に沿った平面)、即ち、積層されたセラミックグリーンシート 2 5 6 の焼成後の表面に、予め作製してある金属製の振動板 2 4 2 を接着剤にて接着固定する。

10

【 0 0 7 8 】

そして、振動板 2 4 2 が接着された基体部 2 3 0 の通路 2 3 6 , 2 3 7 を利用して基体部 2 3 0 内のキャビティ 2 3 5 内にゲルを注入し、最後に、通路 2 3 6 , 2 3 7 に封止栓 2 4 3 , 2 4 4 をそれぞれ嵌めることでゲルをキャビティ 2 3 5 内に封入する。このようにして、スピーカ本体 2 2 0 が製造される。

【 0 0 7 9 】

このように、第 2 実施形態では、セラミックスからなる固定部 2 3 3 において、駆動板部 2 3 2 を支持する支持部 2 3 3 a のみがゴムから構成されている。これにより、第 1 実施形態と同様、固定部 2 3 3 は、支持部 2 3 3 a が他の部分よりも変形し易い構造となっている。この結果、駆動板部 2 3 2 の共振周波数を低下させることができ、低音域での音圧を高めることができる。

20

【 0 0 8 0 】

本発明は上記第 2 実施形態に限らず、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記第 2 実施形態においては、第 1 実施形態と同様、振動板部の縁部の少なくとも一部が振動板 2 4 2 の中央部よりも変形し易い構造を得るために、振動板部として、左右一対の溝 2 4 2 a , 2 4 2 a が形成された振動板 2 4 2 を使用しているが、上述した図 1 2 に示すように、振動板部として、左右一対の溝 2 4 2 a , 2 4 2 a に対応する部分の材質のみを金属よりもヤング率の小さい材質（例えば、ゴム等）に変更した金属製の振動板を使用してもよい。

30

【 0 0 8 1 】

また、上記第 2 実施形態においては、振動板部として、金属製の振動板 2 4 2 が使用されているが、第 1 実施形態と同様、振動板部として、基体部 2 3 0 を構成するセラミックスよりも変形し易い（ヤング率が小さい）他の材質（例えば、樹脂フィルム等）からなる振動板を使用してもよい。また、セラミックグリーンシート積層法を用いて基体部と振動板部とを一体的に成形してもよい。

【 0 0 8 2 】

(第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態に係るスピーカ 3 0 0 について説明する。このスピーカ 3 0 0 は、駆動板部が複数（3 つ）設けられていて、それぞれの駆動板部の上に圧電 / 電歪素子がそれぞれ固定配置されている点が第 1 実施形態に係るスピーカ 1 0 0 と主として異なる。

40

【 0 0 8 3 】

即ち、スピーカ 3 0 0 は、図 1 、図 2 に示したエンクロージャ 1 1 0 と、エンクロージャ 1 1 0 内に埋設された第 3 実施形態用のスピーカ本体 3 2 0 とから構成されている。

【 0 0 8 4 】

以下、スピーカ本体 3 2 0 について、その斜視図を表す図 2 4 、図 2 4 の平面 p 3 (スピーカ本体 3 2 0 の Y 軸方向中央位置に対応する X - Z 平面に沿った平面) にてスピーカ本体 3 2 0 を切断した断面図である図 2 5 、その平面図を表す図 2 6 、及びその下面図を表す図 2 7 を参照しながら説明する。なお、媒体注入用の通路、及び封止栓は図示省略さ

50

れている（後述する第4実施形態以降の実施形態でも同様）。

【0085】

図24～図27に示すスピーカ本体320の基体部330は、第1、第2実施形態と同様、セラミックグリーンシート積層法により形成されている。基体部330内におけるゲルが封入されたキャビティは、キャビティ335aと、キャビティ335bと、キャビティ335cと、キャビティ335dと、の4つに区画されている。これらの4つのキャビティは、連通孔338a, 338b, 338cにより互いに連通している。

【0086】

キャビティ335a、キャビティ335b、キャビティ335cのそれぞれの上部（Z軸負方向）に対応する位置には、駆動板部332a, 332b, 332cが設けられている。駆動板部332a, 332b, 332cの上面（Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面）には、圧電/電歪素子341a, 341b, 341cがそれぞれ焼成により形成・一体化されている。

【0087】

前記振動板部を構成する金属製の振動板342は、基体部330の下面（Z軸正方向のX-Y平面に沿った平面）に接着固定されている。振動板342におけるキャビティ335dに対応する部分における左右両端部（X軸方向の両端部。振動板部の縁部の少なくとも一部）の下面（Z軸正方向のX-Y平面に沿った平面）には、Y軸方向に延びた襞状の一対の屈曲部342a, 342bが設けられている。

【0088】

このように、第3実施形態では、複数（3つ）の駆動板部の上に圧電/電歪素子がそれぞれ固定配置されている。これにより、同一のパターンのオーディオ信号を複数の圧電/電歪素子のそれぞれに供給することで、1つの駆動板部の上に1つの圧電/電歪素子が固定配置される場合に比して、圧電/電歪素子の伸縮変位による駆動板部の変形量の総和を大きくすることができる。従って、媒体（ゲル）を介して振動板342に伝達される振動（の振幅）を大きくすることができる。従って、振動板342の振動（の振幅）が大きくなり、音圧を大きくすることができる。

【0089】

また、第3実施形態では、左右一対の襞状の屈曲部342a, 342bの形成により、振動板342は、振動板部の縁部の少なくとも一部が振動板342の中央部よりも変形し易い構造となっている。これにより、振動板342の中央部が殆ど変形することなく振動板部の縁部の少なくとも一部のみが積極的に変形することで振動板342が振動する。従って、振動板342の振動により排除される空気の量を大きくすることができ、この結果、音圧を大きくすることができる。

【0090】

（第4実施形態）

次に、本発明の第4実施形態に係るスピーカ400について説明する。このスピーカ400は、駆動板部と振動板部とが同一平面上に存在する点が第3実施形態に係るスピーカ300と主として異なる。

【0091】

また、これにより、振動板部の振動により外部に放射される音波と駆動板部の振動により外部に放射される音波との向きと位相を一致させて使用することで、振動板部の振動により外部に放射される音波と駆動板部の振動により外部に放射される音波との干渉を防止するためのエンクロージャが不要となる。即ち、スピーカ400は、第4実施形態用のスピーカ本体420のみから構成されている。

【0092】

以下、スピーカ本体420について、その斜視図を表す図28、図28の平面p4（スピーカ本体420のY軸方向中央位置に対応するX-Z平面に沿った平面）にてスピーカ本体420を切断した断面図である図29、その平面図を表す図30、及びその下面図を表す図31を参照しながら説明する。

10

20

30

40

50

【0093】

図28～図31に示すスピーカ本体420の基体部430は、第1～第3実施形態と同様、セラミックグリーンシート積層法により形成されている。基体部430内におけるゲルが封入されたキャビティは、キャビティ335aと、キャビティ335bと、キャビティ335cと、の3つに区画されている。これらの3つのキャビティは、連通孔438により互いに連通している。

【0094】

キャビティ335a、キャビティ335b、キャビティ335cのそれぞれの上部(Z軸負方向)に対応する位置には、振動板部442a、駆動板部432、振動板部442bが設けられている。即ち、本例では、固定部433と駆動板部432のみならず、振動板部442a、442bもがセラミックグリーンシート積層法により一体成形されている。駆動板部432と振動板部442a、442bとは、同一平面上(基体部430の上面)に存在している。駆動板部432の上面(Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面)には、圧電/電歪素子441が焼成により形成・一体化されている。

10

【0095】

以上のように、この第4実施形態のスピーカ本体420は、第3実施形態のスピーカ本体320(図25を参照)に対して、キャビティ335d、金属製の振動板342、及び圧電/電歪素子341a、341cを除去し、且つ、駆動板部332a、332cを振動板部として機能させたものに相当する。

【0096】

20

このように、第4実施形態では、駆動板部432と振動板部442a、442bとが同一平面上(基体部430の上面)に存在しているからエンクロージャが不要となる。従って、スピーカ400全体をコンパクトにすることができる。特に、スピーカ400における音(音波)が放射される方向(Z軸方向)における長さを短くすることができる。

【0097】

(第5実施形態)

最後に、本発明の第5実施形態に係るスピーカ500について説明する。このスピーカ500は、駆動板部を省略し、内側に内部空間を有する圧電/電歪素子の同内部空間をキャビティの一部として使用する点が第1実施形態に係るスピーカ100と主として異なる。

30

【0098】

即ち、スピーカ500は、図1、図2に示したエンクロージャ110と、エンクロージャ110内に埋設された第5実施形態用のスピーカ本体520とから構成されている。

【0099】

以下、スピーカ本体520について、その斜視図を表す図32、図32の平面p5(スピーカ本体520のY軸方向中央位置に対応するX-Z平面に沿った平面)にてスピーカ本体520を切断した断面図である図33、その平面図を表す図34、及びその下面図を表す図35を参照しながら説明する。

【0100】

図32～図35に示すように、スピーカ本体520は、圧電/電歪素子541と、固定部533と、第1実施形態の振動板142と同じ振動板542とから構成されている。圧電/電歪素子541は、下方(Z軸正方向)に向けて開口する直方体形状の内部空間541aを有する略直方体形状を有している。この圧電/電歪素子541は、複数(例えば、4つ)の圧電/電歪層と、各圧電/電歪層の上下面にそれぞれ配設される電極とから構成される複数の圧電/電歪素子を順に(Z軸方向に)積層してなる多数の圧電/電歪層から構成されている。

40

【0101】

固定部533は、樹脂(プラスチック)からなり、その中央部に内部空間541aに対応する窓が形成された直方体形状を有している。固定部533は、圧電/電歪素子541の下面(Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面)に接着固定されている。

50

【0102】

振動板542は、固定部の下面（Z軸負方向のX-Y平面に沿った平面）に接着固定されている。これにより、圧電/電歪素子541の内部空間541aと、固定部533の窓に対応する空間とから密閉空間であるキャビティ535が形成されている。このキャビティ535内には、所定の媒体（ゲル）が封入されている。

【0103】

次に、このように構成される第5実施形態に係るスピーカ本体520が埋設されたスピーカ500の作動について説明する。圧電/電歪素子541に電気的に接続されている図示しない駆動回路から駆動信号としてのオーディオ信号が圧電/電歪素子541に供給されると、圧電/電歪素子541は、オーディオ信号に応じてX軸方向に沿って伸縮変位する。

10

【0104】

これにより、圧電/電歪素子541そのものが振動し、その振動がキャビティ535内に封入されているゲルに直接伝達されるとともにゲルを介して振動板542に伝達される。これにより振動板542が振動する。この振動板542の振動は、エンクロージャ110の開口部111を通して音波として外部に放射される。この結果、オーディオ信号のパターンに応じた音がスピーカ500から発生する。

【0105】

この結果、圧電/電歪素子541の伸縮変位がキャビティ535内のゲルに正確、且つ十分に伝達され得る。従って、音の再現性の低下、及び音圧の低下を抑制することができる。

20

【0106】

以上、説明したように、本発明の各実施形態に係るスピーカによれば、圧電/電歪素子の伸縮変位がキャビティ内の媒体（ひいては、振動板部）に正確、且つ十分に伝達され得る。従って、音の再現性の低下、及び音圧の低下を抑制することができる。

【0107】

本発明は上記各実施形態に限らず、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記各実施形態においては、キャビティ内に封入される媒体としてゲルが使用されているが、粘性液体や水等の液体が使用されてもよい。また、ヘリウムガス等の気体であってもよい。

30

【0108】

また、上記各実施形態においては、キャビティ内において媒体が直接封入されているが、キャビティ内において高分子フィルム等の薄膜で包まれた媒体を封入してもよい。この場合、キャビティ内に、先ず、薄膜の前駆体である液体を注入し、キャビティの内壁面の全ての部分に接触するように袋状の薄膜を形成しておく。その後、キャビティ内において袋状の薄膜の内部空間内に媒体を注入する。これにより、薄膜で包まれた媒体をキャビティ内に封入することができる。また、高分子フィルム等の薄膜を準備することなく、ゲルの内部に流動性をもたせるように、ゲルの外周部（表面部）のみを固化させてもよい。

【0109】

また、上記第5実施形態においては、圧電/電歪素子として、1つの内部空間を有するものが使用されているが、内部空間が複数の空間に区画されているものが使用されてもよい。この場合、具体的には、例えば、内部空間がZ軸方向を長手方向とする細長い直方体状の多数の空間に区画されたものが考えられる。このような形状の圧電/電歪素子は、例えば、圧電/電歪素子の圧電/電歪層を、その前駆体（スラリー）を格子状のスリットから押し出して成形する（詳細は、例えば、特開平2-251406号公報を参照）。その後、必要に応じて目封じを行い、圧電/電歪層を焼成により形成する。そして、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、及び電気泳動法等の厚膜形成法や、イオンビーム法、スパッタリング法、真空蒸着、イオンプレーティング法、化学気相成長法（CVD）、及びめっき等の薄膜形成法により、圧電/電歪素子の電極を上記形成された圧電/電歪層の所定の表面上に形成する。これにより、このような形状の圧電/電歪素子が作製され得

40

50

る。これによれば、圧電 / 電歪素子の振動（圧力波）がより一層効率的に振動板部に伝達され得る。

【0110】

また、上記第1～第5実施形態、及び上述した種々の変形例においては、圧電 / 電歪素子に代えて、超磁歪材料を用いた超磁歪素子が使用されてもよい。超磁歪素子は圧電 / 電歪素子に比してより大きい変位量を得ることが可能であるから、これにより、音圧をより大きくすることができる。なお、超磁歪材料とは、磁歪材料のうち磁歪が数千 ppm であるものを指し、例えば、Tb - Dy - Fe系合金などをいう。

【0111】

ここで、上記第1～第4実施形態、及びそれらの変形例において圧電 / 電歪素子に代えて超磁歪材料を用いた超磁歪素子が使用される場合、超磁歪素子は、駆動板部の上に固定配置される。この場合、超磁歪素子を駆動板部の上に、焼成で一体化させてもよいし、無機接着剤、熱圧着、陽極接合、拡散接合等で固着させてもよい。また、駆動板部としては、セラミックスの他、ガラス基板やシリコン基板のような半導体基板を用いてもよい。

10

【0112】

また、上記第1～第5実施形態、及び上述した種々の変形例において圧電 / 電歪素子に代えて超磁歪材料を用いた超磁歪素子が使用される場合、超磁歪素子を駆動する磁界を形成するために必要となる磁石やコイルは、超磁歪素子の周囲（側面）に直接一体的に配置してもよいし、エンクロージャの内壁面上に配置することで超磁歪素子の周囲（側面）と所定のギャップをもって対向させるように配置してもよい。

20

【0113】

また、上記各実施形態においては、圧電 / 電歪素子に電気的に接続されている図示しない駆動回路から駆動信号としてオーディオ信号が圧電 / 電歪素子に供給されているが、駆動信号としてオーディオ信号で振幅変調した超音波信号が圧電 / 電歪素子に供給されてもよい。これによると、超音波信号の供給により発生する圧電 / 電歪素子の振動（変位）に起因して媒体を介して振動板部が受ける力の大きさが、変調成分（オーディオ信号成分）に応じて変化する。従って、この変調成分に応じた音波が振動板部から外部に向けて放射される。従って、これによっても、オーディオ信号のパターンに応じた音が発生する。

【0114】

加えて、上記第1～第5実施形態、及び上述した種々の変形例において圧電 / 電歪素子に代えて超磁歪材料を用いた超磁歪素子が使用される場合であっても、駆動信号としてオーディオ信号で振幅変調した超音波信号が超磁歪素子に供給されてもよい。この場合も、圧電 / 電歪素子の場合と同様、オーディオ信号のパターンに応じた音が発生する。

30

【0115】

また、上記各実施形態によるスピーカは、小型超音波発信機としても使用可能である。この小型超音波発信機は、指向性の高いイヤホンとしても使用され得る。

【0116】

更には、複数の上記小型超音波発信機を用いれば、デジタルなパルス波を発するイヤホンが作製可能である。ここで、デジタルなパルス波とは、アナログ信号、或いはデジタル信号を、パルス間隔が波長となるように変調したパルス波（縦波）を意味する。この場合、音量は、各発信機の稼動率、或いは振幅で制御され得る。

40

【0117】

ところで、例えば、図3～図6に示したスピーカ本体120において、駆動板部132を出力板部として使用し、振動板142を入力板として使用することで、センサが提供され得る。

【0118】

より具体的に述べると、入力板に外部から力（圧力）を与えると、この力の大きさに応じて入力板が変形する。入力板が変形すると、この入力板の変形に応じてキャビティ135内の媒体（ゲル）の圧力が発生する。この媒体の圧力に応じて出力板部が変形する。出力板部が変形すると、この出力板部の変形に応じて圧電 / 電歪素子141が電力を発生す

50

る。

【0119】

以上より、入力板（例えば、ボタン等として機能する板）に外部から力（圧力）を与えると、圧電／電歪素子141はこの力の大きさに応じた電力（電圧）を発生する。従って、圧電／電歪素子141が発生する電力（電圧）を検出することで、このセンサは、例えば、入力板（例えば、ボタン）に与えられた力（圧力）の大きさをアナログ的に検出する力（圧力）センサとなり得る。

【0120】

このセンサの利用形態としては、例えば、携帯電話のダイヤルボタンを上記入力板として機能させる形態が考えられる。この場合、ダイヤルボタンに与えられた力の大きさをアナログ的に検出できるから、例えば、携帯電話端末を用いたカーゲームにおいて、ダイヤルボタンをアクセル操作部材として使用することができる。

10

【0121】

このセンサの他の利用形態としては、例えば、パーソナルコンピュータ用のマウスのボタンを上記入力板として機能させる形態が考えられる。この場合、マウスのボタンに与えられた力の大きさをアナログ的に検出できるから、例えば、マウスのボタンを押す力の大きさに応じてディスプレーに映し出されたポインタの移動速度を変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【0122】

【図1】本発明の第1実施形態に係るスピーカの平面図である。

20

【図2】図1の1-1線に沿った平面にてスピーカを切断した断面図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係るスピーカ本体を示した斜視図である。

【図4】図3の平面p1にてスピーカ本体を切断した断面図である。

【図5】図3に示したスピーカ本体の平面図である。

【図6】図3に示したスピーカ本体の下面図である。

【図7】図3に示したスピーカ本体の製造過程において積層されるセラミックグリーンシートの斜視図である。

【図8】図7に示したセラミックグリーンシートを積層・圧着したセラミックグリーンシート積層体の斜視図である。

【図9】図8に示したセラミックグリーンシート積層体が焼成されて形成されたセラミック積層体の斜視図である。

30

【図10】圧電／電歪層積層体が形成された図9に示したセラミック積層体の斜視図である。

【図11】振動板が接着固定された図10に示したセラミック積層体の斜視図である。

【図12】本発明の第1実施形態の変形例に係るスピーカ本体の断面図である。

【図13】本発明の第1実施形態の他の変形例に係るスピーカ本体の断面図である。

【図14】本発明の第2実施形態に係るスピーカ本体を示した斜視図である。

【図15】図14の平面p2にてスピーカ本体を切断した断面図である。

【図16】図14に示したスピーカ本体の平面図である。

【図17】図14に示したスピーカ本体の下面図である。

40

【図18】図14に示したスピーカ本体の製造過程において積層されるセラミックグリーンシートの斜視図である。

【図19】図18に示したセラミックグリーンシートを積層・圧着したセラミックグリーンシート積層体の斜視図である。

【図20】図19に示したセラミックグリーンシート積層体が焼成されて形成されたセラミック積層体の斜視図である。

【図21】圧電／電歪層積層体が形成された図20に示したセラミック積層体の斜視図である。

【図22】切断加工後の図21に示したセラミック積層体の斜視図である。

【図23】振動板が接着固定された図22に示したセラミック積層体の斜視図である。

50

【図24】本発明の第3実施形態に係るスピーカ本体を示した斜視図である。

【図25】図24の平面p3にてスピーカ本体を切断した断面図である。

【図26】図24に示したスピーカ本体の平面図である。

【図27】図24に示したスピーカ本体の下面図である。

【図28】本発明の第4実施形態に係るスピーカ本体を示した斜視図である。

【図29】図28の平面p4にてスピーカ本体を切断した断面図である。

【図30】図28に示したスピーカ本体の平面図である。

【図31】図28に示したスピーカ本体の下面図である。

【図32】本発明の第5実施形態に係るスピーカ本体を示した斜視図である。

【図33】図32の平面p5にてスピーカ本体を切断した断面図である。

【図34】図32に示したスピーカ本体の平面図である。

【図35】図32に示したスピーカ本体の下面図である。

【符号の説明】

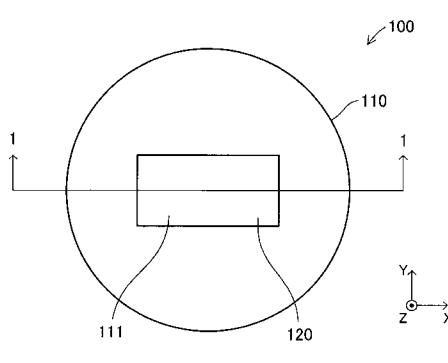
【0123】

110...エンクロージャ、120, 220, 320, 420, 520...スピーカ本体、
 132, 232, 332a, 332b, 332c, 432...駆動板部、141, 241,
 341a, 341b, 341c, 441, 541...圧電/電歪素子、142, 242, 3
 42, 442a, 442b, 542...振動板(振動板部)、133, 233, 333, 4
 33, 533...固定部、135, 235, 335a, 335b, 335c, 335d, 4
 35a, 435b, 435c, 535...キャビティ

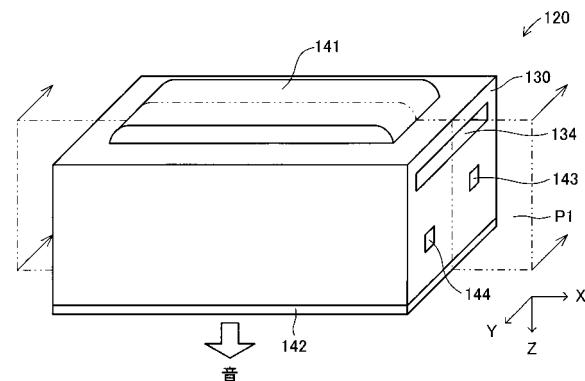
10

20

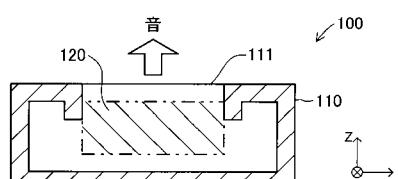
【図1】



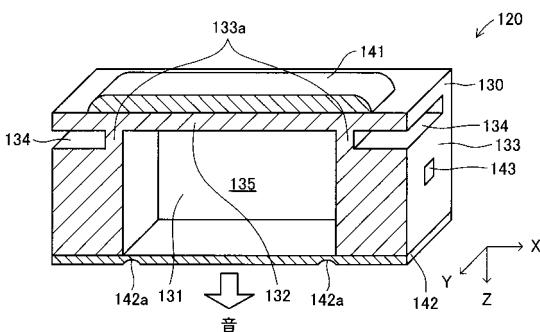
【図3】



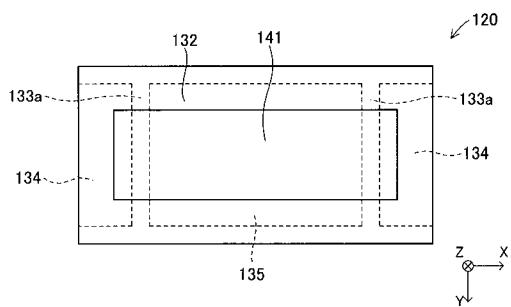
【図2】



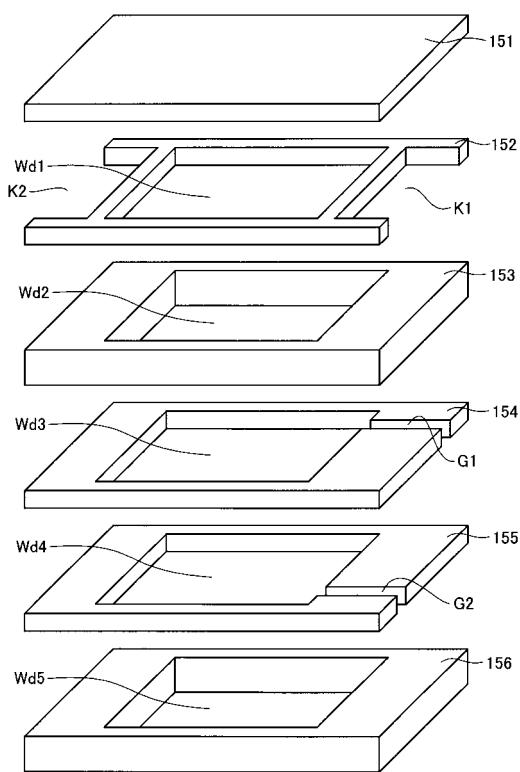
【図4】



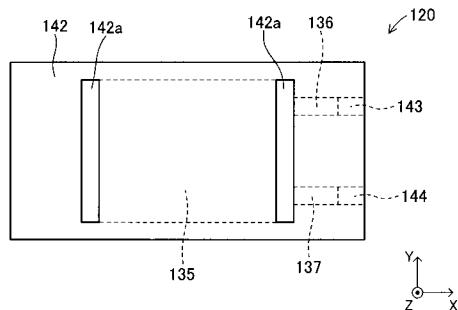
【図5】



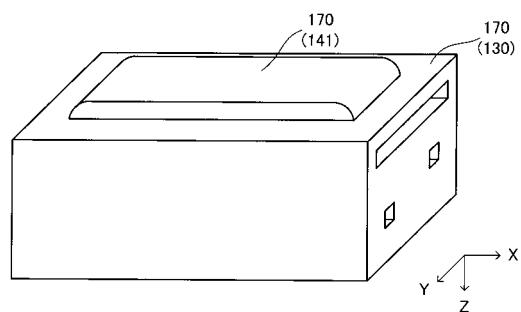
【図7】



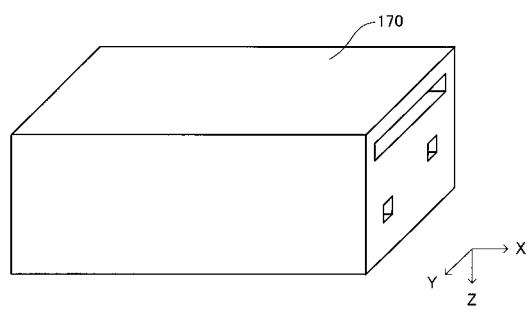
【図6】



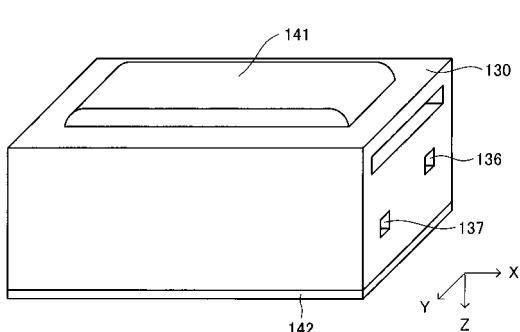
【図10】



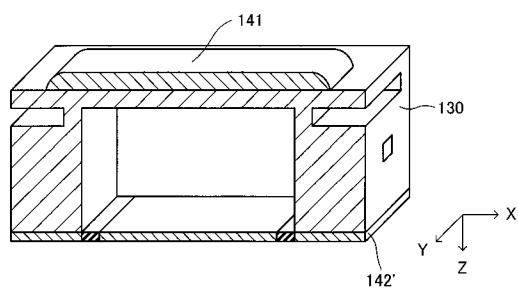
【図9】



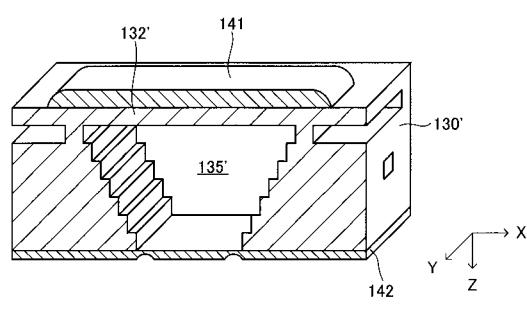
【図11】



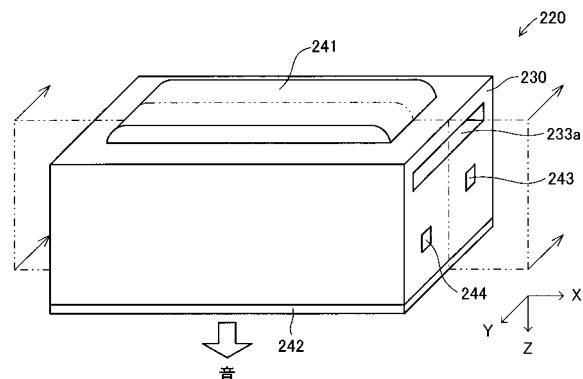
【図12】



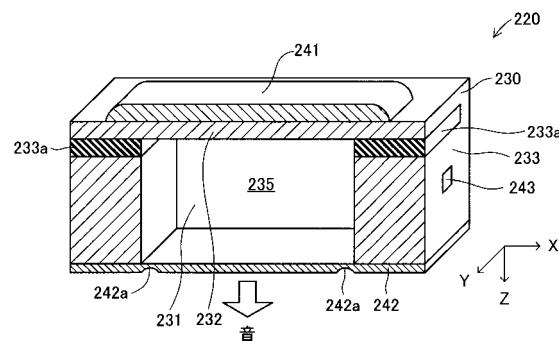
【図13】



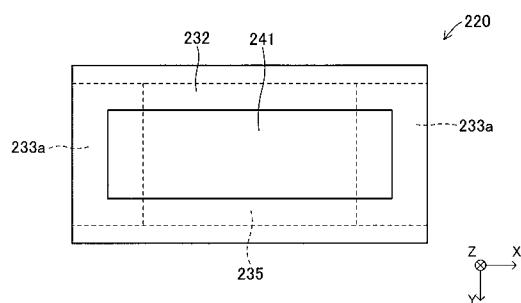
【図14】



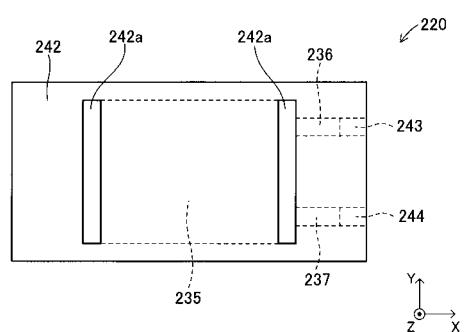
【図15】



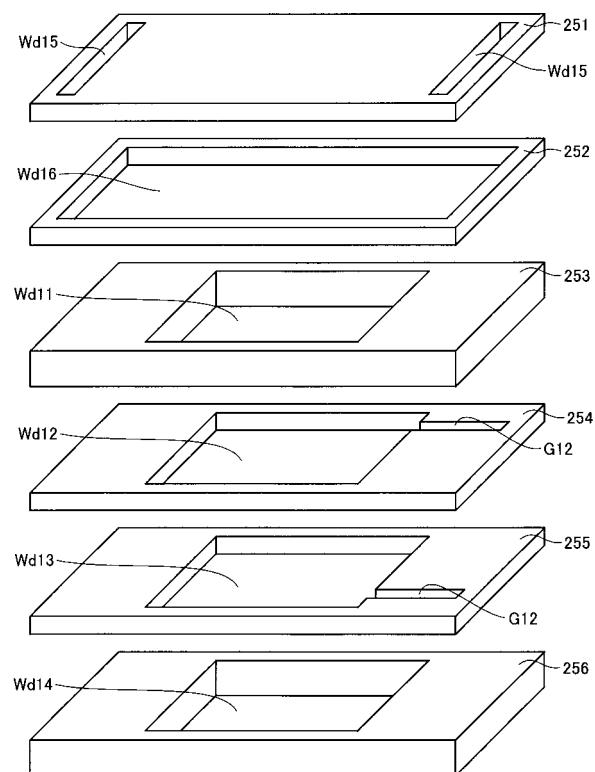
【図16】



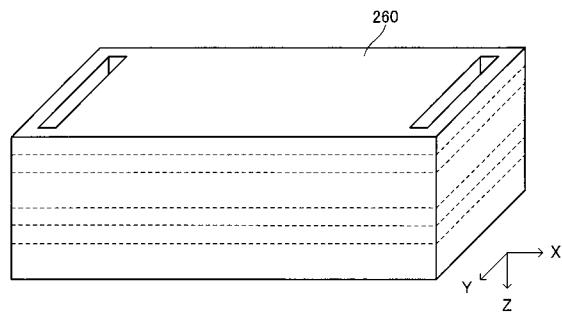
【図17】



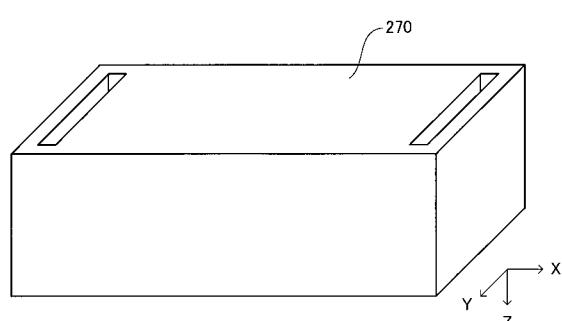
【図18】



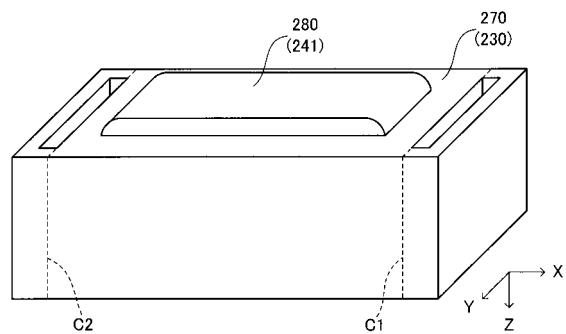
【図19】



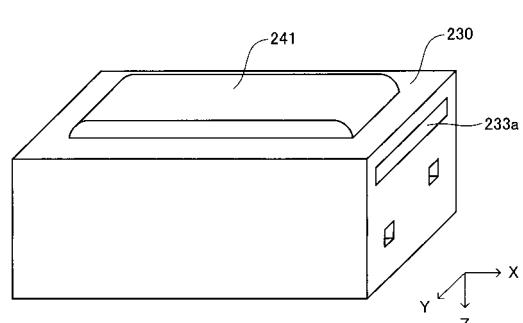
【図20】



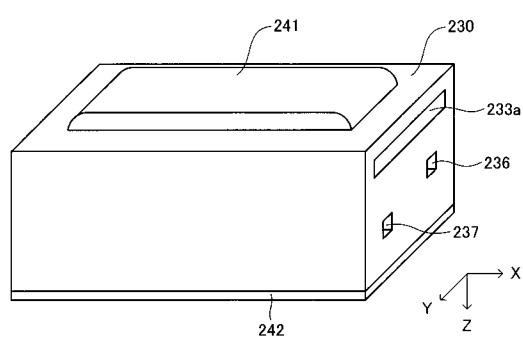
【図21】



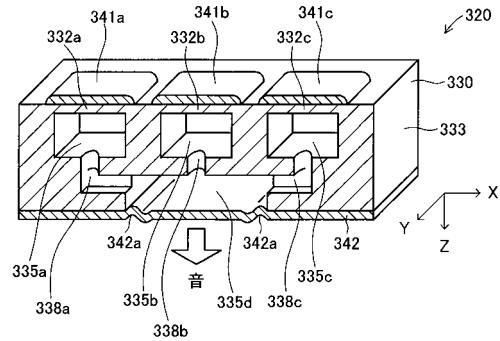
【図22】



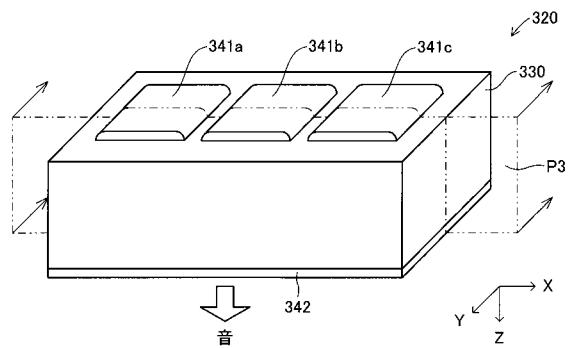
【図23】



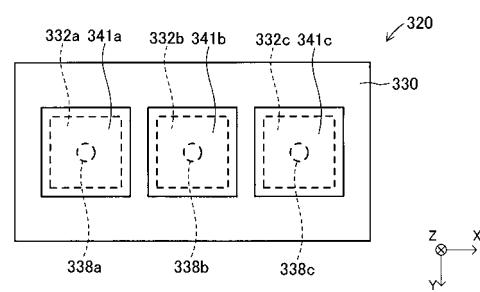
【図25】



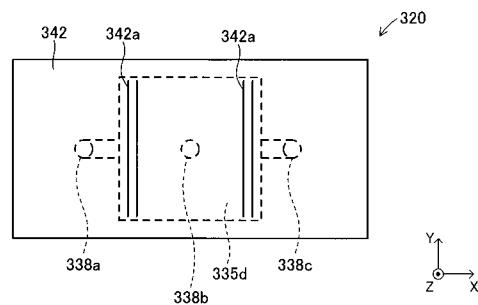
【図24】



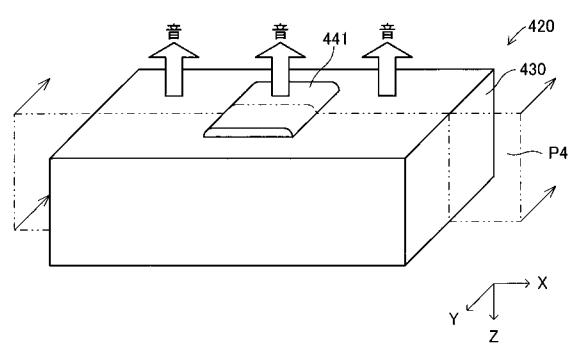
【図26】



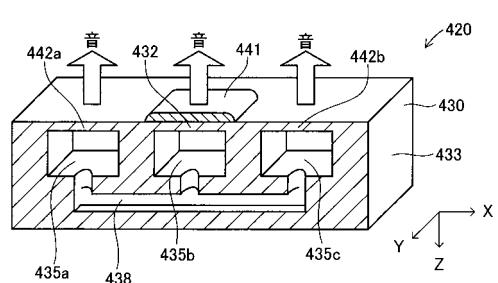
【図27】



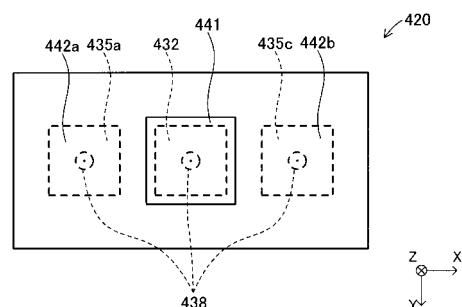
【図28】



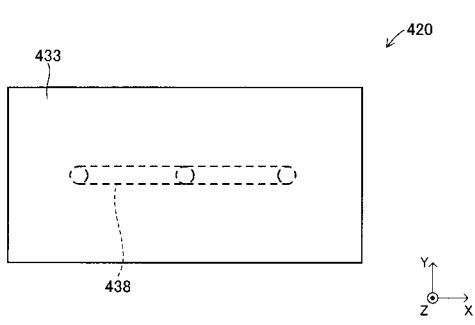
【図29】



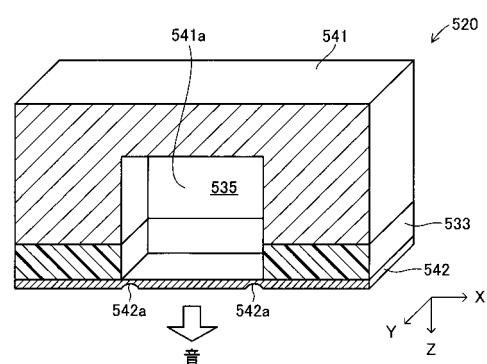
【図30】



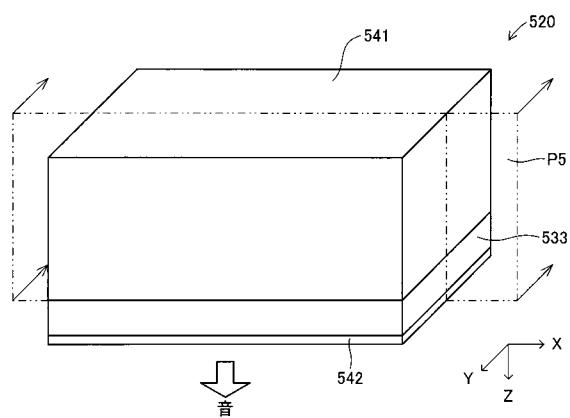
【図31】



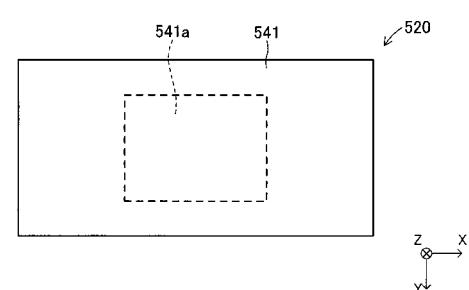
【図33】



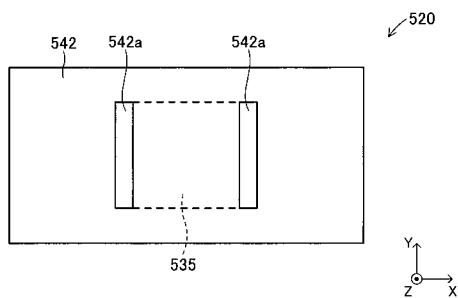
【図32】



【図34】



【図35】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-013893(JP,A)
特開平06-350155(JP,A)
特開2004-064045(JP,A)
特開2003-158787(JP,A)
特開平04-003698(JP,A)
実開平04-092899(JP,U)
特開昭57-025794(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00
H04R 3/00
H04R 15/00