

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-29442

(P2014-29442A)

(43) 公開日 平成26年2月13日(2014.2.13)

(51) Int.Cl.
G10K 11/16 (2006.01)

F1
G10K 11/16 C

テーマコード(参考)
5D061

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-170553 (P2012-170553)
(22) 出願日 平成24年7月31日 (2012.7.31)

(71) 出願人 00004075
ヤマハ株式会社
静岡県浜松市中区中沢町10番1号
(74) 代理人 100111763
弁理士 松本 隆
(72) 発明者 加藤 信一
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマ
ハ株式会社内
(72) 発明者 本地 由和
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマ
ハ株式会社内
Fターム(参考) 5D061 AA06 AA16 CC04

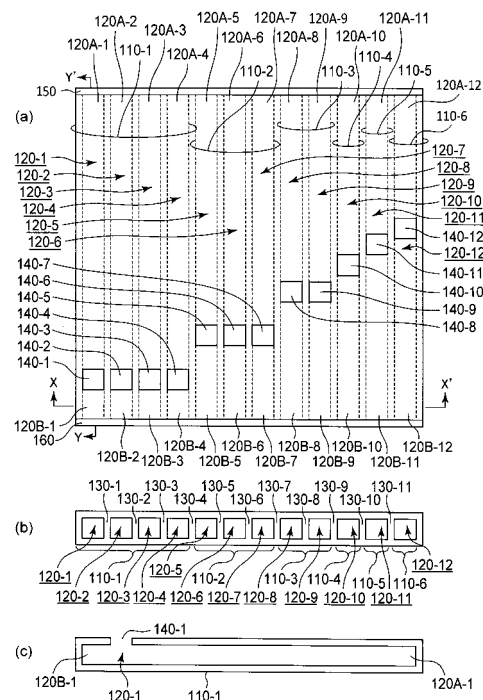
(54) 【発明の名称】 音響構造体

(57) 【要約】

【課題】 音響空間における音響障害を防止し、音響空間の音響を聴き心地の良い音響に調音する音響構造体であって、音響構造体の開口部近傍において発生する散乱効果および吸音効果を大きくし、かつ、安価にその効果を達成することができる音響構造体を提供する。

【解決手段】 管110-1は、管の長手方向に沿った4個の空洞120-m (m=1~4)を内包しており、それぞれの空洞120-m (m=1~4)は、管110-1の幅方向に並んでおり、仕切り130-i (i=1~3)によって分割されている。また、管110-1の正面側には、管110-1が有している空洞120-m (m=1~4)を、管110-1の外側の空間(音響空間)に各々連通させるための開口部140-j (j=1~4)がそれぞれ設けられている。この開口部140-j (j=1~4)は、管110-1の長手方向の同じ位置に設けられている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内包する空洞を外部に連通させる開口部を各々の途中に備え、当該開口部を同一方向に向けるとともに、長手方向を同一方向にして並んだ複数の管を有し、

前記複数の管のうち少なくとも一部の管は、仕切りにより分割され、長手方向に延びた複数の空洞を内包するとともに、前記複数の空洞を外部に連通させる複数の開口部を当該管の長手方向における位置が同じである各位置に有することを特徴とする音響構造体。

【請求項 2】

前記複数の管のうち少なくとも一部の管は、管の長手方向に垂直な断面において、仕切りにより分割された各々の空洞の断面積が同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の音響構造体。

10

【請求項 3】

前記複数の管のうち少なくとも一部の管は、前記音響構造体の幅方向に並んだ複数の空洞を内包することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の音響構造体。

【請求項 4】

前記複数の管のうち少なくとも一部の管は、前記音響構造体の幅方向に並んだ複数本の空洞からなる空洞列を前記音響構造体の厚さ方向に積層させた複数層の空洞列を内包し、前記複数層の空洞列を内包する管は、前記複数層の空洞列のうち最上層の空洞列の各空洞を外部に連通させる複数の開口部を各々有し、隣り合った各層の空洞列を分割する仕切りは、隣り合った各層のうちの下層の空洞列の各空洞を上層の空洞列の各空洞に連通させる複数の貫通穴を各々有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の音響構造体。

20

【請求項 5】

前記複数の管において、管の長手方向両端から開口部までの管長のうちどちらか一方の管長が長い管ほど、管が内包する空洞の本数が多いかまたは同数であることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の音響構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、音響空間における音響障害を防止し、音響空間内の音響を聴き心地の良い音響に調音する音響構造体に関する。

30

【背景技術】

【0002】

壁に囲まれた室内などの音響空間では、平行対面する壁面間で音が繰り返し反射することによりブーミングやフラッターエコーなどの音響障害が発生する。この種の音響障害を防止する技術として特許文献 1 が開示されている。図 17 は、特許文献 1 に開示された音響構造体を説明する図である。図 17 に示す音響構造体は、板 18、19、20、21、11-i (i = 1 ~ 7) で構成された空洞 22-i (i = 1 ~ 6) を内部に有しており、正面の板 18 に開口部 21-i (i = 1 ~ 6) が設けられている。この音響構造体は、開口部 21-i (i = 1 ~ 6) を音響空間の内側に向けた状態で音響空間の内壁や天井などに設置される。音響空間から音響構造体に音が入射すると、音響構造体の各空洞 22-i (i = 1 ~ 6) は、音響空間から各開口部 21-i (i = 1 ~ 6) に入射する音のうち特定の共鳴周波数の音に共鳴する。そして、共鳴した音が空洞 22-i (i = 1 ~ 6) から開口部 21-i (i = 1 ~ 6) を介して音響空間に放射されることにより、開口部 21-i (i = 1 ~ 6) の近傍において散乱効果および吸音効果が発生する。この結果、ブーミングやフラッターエコーなどの音響障害を防止することができる。

40

【0003】

ここで、特許文献 1 に開示された音響構造体は、図 17 に示すように、正面の板 18 に吸音素材 30-i (i = 1 ~ 7) を貼り付けることにより、開口部の近傍において発生する散乱効果および吸音効果を大きくしている。また、特許文献 1 では、音響構造体の正面

50

の板 18 に吸音素材を貼り付ける他、空洞 22 - i (i = 1 ~ 6) 内部に吸音素材を装填する態様も例示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 3226 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、音響空間への設置の容易さ等を考慮すると、音響構造体をなるべく薄くすることが求められる。しかし、音響構造体を薄くすると、音響構造体の空洞 22 - i (i = 1 ~ 6) の断面積が小さくなるため、十分な散乱効果および吸音効果が得られなくなる問題が発生する。そこで、音響構造体の空洞 22 - i (i = 1 ~ 6) の厚みを減らす代わりに幅を増やすことにより空洞 22 - i (i = 1 ~ 6) の断面積を同じ大きさに維持する方法が考えられる。しかし、空洞 22 - i (i = 1 ~ 6) の厚みを減らして幅を増やすと、音響構造体の強度が低下し、音響特性が劣化する問題が生じる。そこで、特許文献 1 に開示されているように、音響構造体に吸音素材を付加することが考えられる。しかし、この場合、音響構造体に吸音素材を付加する工程が必要となるため製造コストが高くなる、といった問題がある。

10

【0006】

この発明は以上のような事情に鑑みてなされたものであり、音響構造体の開口部近傍において発生する散乱効果および吸音効果を大きくし、かつ、安価にその効果を達成することができる音響構造体を提供することを目的としている。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明は、内包する空洞を外部に連通させる開口部を各々の途中に備え、当該開口部を同一方向に向けるとともに、長手方向を同一方向にして並んだ複数の管を有し、前記複数の管のうち少なくとも一部の管は、仕切りにより分割され、長手方向に延びた複数の空洞を内包するとともに、前記複数の空洞を外部に連通させる複数の開口部を当該管の長手方向における位置が同じである各位置に有することを特徴とする音響構造体を提供する。

30

【0008】

この発明によれば、管に内包された複数の空洞が同一の共鳴周波数に対応する共鳴管群として機能するため、管に内包された複数の空洞の総断面積に応じて散乱効果および吸音効果を大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】この発明の一実施形態である音響構造体の構成を示す正面図および断面図である。

【図 2】音響空間に円管状の管共鳴器を設置し、音源から試験音を発生させたときの受音点における音圧レベルの周波数特性を測定する実験について説明する図である。

40

【図 3】管共鳴器 CP を図 2 に示す音響空間に設置するときの管共鳴器 CP の設置面を示す断面図である。

【図 4】管共鳴器の空洞の断面積の大きさが音響空間の音響特性に与える影響を示した図である。

【図 5】管共鳴器の本数が音響空間の音響特性に与える影響を示した図である。

【図 6】音響空間に設置する管共鳴器において、管共鳴器が内包する空洞を複数に分割しないときと複数に分割したときの管共鳴器が音響空間に及ぼす影響を確認する実験について説明する図である。

【図 7】管共鳴器 AP を図 6 に示す音響空間に設置するときの管共鳴器 AP の設置面を示す断面図である。

50

【図 8】管の空洞を複数の空洞に分割しないときの空洞の断面積と、管の空洞を複数の空洞に分割したときの空洞の総断面積とを同一としたときの音響空間の音響特性を示す図である。

【図 9】管共鳴器に放音される音の各周波数帯に対して、管共鳴器の空洞の断面積が音響空間の音響特性に与える影響を示す図である。

【図 10】長手軸波 1 次モードの周波数帯における、管共鳴器が音響空間へ影響を及ぼすのに必要な管共鳴器の空洞の総断面積を示す図である。

【図 11】長手軸波 2 次モードの周波数帯における、管共鳴器が音響空間へ影響を及ぼすのに必要な管共鳴器の空洞の総断面積を示す図である。

【図 12】長手軸波 3 次モードの周波数帯における、管共鳴器が音響空間へ影響を及ぼすのに必要な管共鳴器の空洞の総断面積を示す図である。

【図 13】長手軸波の周波数に対する、音圧ピークを管共鳴器 A P を設置しないときから約 5 dB 低減させるのに必要な 1 辺 15 mm の正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器 A P の本数の関係を示す図である。

【図 14】同実施形態の変形例 1 である音響構造体の構成を示す正面図および断面図である。

【図 15】同実施形態の変形例 2 である音響構造体の構成を示す正面図である。

【図 16】同実施形態の変形例 3 である音響構造体の構成を示す正面図および斜視図である。

【図 17】特許文献 1 に開示された音響構造体の構成を示す左側面図、正面図および右側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照し、この発明の実施形態について説明する。

<実施形態>

図 1 (a) は、この発明の一実施形態による音響構造体を示す正面図であり、図 1 (b) は、同音響構造体の X - X' 線断面図であり、図 1 (c) は、同音響構造体の Y - Y' 線断面図である。この音響構造体は、n 本 (n は複数) の管 110 - n (n = 1 ~ 6) が並列に並べられてパネル状に結合されている。本実施形態による音響構造体は、管 110 - n (n = 1 ~ 6) の厚みを小さくするとともに、幅を大きくすることにより、十分な散乱効果および吸音効果の得られる管の断面積を確保する一方、幅の広い管の中に管を幅方向に分割する仕切りを設けて、音響構造体の強度を補ったものである。

【0011】

図 1 (a) ~ (c) において、管 110 - 1 は、管 110 - 1 の長手方向 (管の長さ方向) に沿った 4 個の空洞 120 - m (m = 1 ~ 4) を内包しており、それぞれの空洞 120 - m (m = 1 ~ 4) は、管 110 - 1 の幅方向に並んでおり、仕切り 130 - i (i = 1 ~ 3) によって分割されている。管 110 - 2 は、管 110 - 2 の長手方向に沿った 3 個の空洞 120 - m (m = 5 ~ 7) を内包しており、それぞれの空洞 120 - m (m = 5 ~ 7) は、管 110 - 2 の幅方向に並んでおり、仕切り 130 - i (i = 5 および 6) によって分割されている。管 110 - 3 は、管 110 - 3 の長手方向に沿った 2 個の空洞 120 - m (m = 8 および 9) を内包しており、それぞれの空洞 120 - m (m = 8 および 9) は、管 110 - 3 の幅方向に並んでおり、仕切り 130 - 8 によって分割されている。管 110 - 4、管 110 - 5 および管 110 - 6 は、それぞれ 1 個の空洞 120 - 10、空洞 120 - 11 および空洞 120 - 12 を各々内包している。また、管 110 - 1、110 - 2 および 110 - 3 は、管の長手方向に対して垂直な断面において、それぞれが内包する複数の空洞 120 - m (m = 1 ~ 4)、120 - m (m = 5 ~ 7) および 120 - m (m = 8 および 9) の断面積が各々同じとなるように分割されている。管 110 - n (n = 1 ~ 6) は、例えば合成樹脂などを押出成形したものである。なお、管 110 - n (n = 1 ~ 6) は、個別に成形しても良いし、パネル状に一体として成形しても良い。そして、管 110 - n (n = 1 ~ 6) の長手方向両端は、板 150 および 160 により塞が

10

20

30

40

50

れている。

【0012】

管110-1の正面側には、管110-1が有している空洞120-m ($m = 1 \sim 4$)を、管110-1の外側の空間(すなわち音響空間)に各々連通させるための開口部140-j ($j = 1 \sim 4$)がそれぞれ設けられている。これにより、空洞120-1では、開口部140-1を開口端とし板150を閉口端とする共鳴管120A-1と、開口部140-1を開口端とし板160を閉口端とする共鳴管120B-1がそれぞれ形成されている。同様に、空洞120-2では共鳴管120A-2および120B-2が、空洞120-3では共鳴管120A-3および120B-3が、空洞120-4では共鳴管120A-4および120B-4がそれぞれ形成されている。

10

【0013】

また、開口部140-j ($j = 1 \sim 4$)は、管110-1の長手方向の同じ位置に設けられている。開口部140-j ($j = 1 \sim 4$)が管の長手方向の同じ位置に設けられていることにより、共鳴管120A-1~120A-4のそれぞれの長さは同じとなり、共鳴管120B-1~120B-4のそれぞれの長さは同じとなる。これにより、共鳴管120A-1~120A-4の共鳴周波数が同じとなり、共鳴管120B-1~120B-4の共鳴周波数が同じとなる。すなわち、管110-1は、例えば空洞120-1内に形成された共鳴管120A-1および120B-1と同じ共鳴周波数を有し、かつ、断面積が共鳴管120A-1および120B-1の4倍の共鳴管を内包したものとなる。

20

【0014】

また、管110-2の正面側には、管110-2が有している空洞120-m ($m = 5 \sim 7$)を、管110-2の外側の空間(すなわち音響空間)に各々連通させるための開口部140-j ($j = 5 \sim 7$)がそれぞれ設けられている。これにより、空洞120-5では、開口部140-5を開口端とし板150を閉口端とする共鳴管120A-5と、開口部140-5を開口端とし板160を閉口端とする共鳴管120B-5がそれぞれ形成されている。同様に、空洞120-6では共鳴管120A-6および120B-6が、空洞120-7では共鳴管120A-7および120B-7がそれぞれ形成されている。

30

【0015】

また、開口部140-j ($j = 5 \sim 7$)は、管110-2の長手方向の同じ位置に設けられている。開口部140-j ($j = 5 \sim 7$)が管の長手方向の同じ位置に設けられていることにより、共鳴管120A-5~120A-7のそれぞれの長さは同じとなり、共鳴管120B-5~120B-7のそれぞれの長さは同じとなる。これにより、共鳴管120A-5~120A-7の共鳴周波数が同じとなり、共鳴管120B-5~120B-7の共鳴周波数が同じとなる。すなわち、管110-2は、例えば空洞120-5内に形成された共鳴管120A-5および120B-5と同じ共鳴周波数を有し、かつ、断面積が共鳴管120A-5および120B-5の3倍の共鳴管を内包したものとなる。

40

【0016】

また、管110-3の正面側には、管110-3が有している空洞120-m ($m = 8 \sim 9$)を、管110-3の外側の空間(すなわち音響空間)に各々連通させるための開口部140-j ($j = 8 \sim 9$)がそれぞれ設けられている。これにより、空洞120-8では、開口部140-8を開口端とし板150を閉口端とする共鳴管120A-8と、開口部140-8を開口端とし板160を閉口端とする共鳴管120B-8がそれぞれ形成されている。同様に、空洞120-9では共鳴管120A-9および120B-9が形成されている。

40

【0017】

また、開口部140-j ($j = 8$ および9)は、管110-3の長手方向の同じ位置に設けられている。開口部140-j ($j = 8$ および9)が管の長手方向の同じ位置に設けられていることにより、共鳴管120A-8および120A-9の長さは同じとなり、共鳴管120B-8および120B-9の長さは同じとなる。これにより、共鳴管120A-8および120A-9の共鳴周波数が同じとなり、共鳴管120B-8および120B

50

- 9の共鳴周波数が同じとなる。すなわち、管110-3は、例えば空洞120-8内に形成された共鳴管120A-8および120B-8と同じ共鳴周波数を有し、かつ、断面積が共鳴管120A-8および120B-8の2倍の共鳴管を内包したものとなる。

【0018】

また、管110-4の正面側には、管110-4が有している空洞120-10を、管110-4の外側の空間（すなわち音響空間）に連通させるための開口部140-10が、管110-5の正面側には、管110-5が有している空洞120-11を、管110-5外側の空間（すなわち音響空間）に連通させるための開口部140-11が、管110-6の正面側には、管110-6が有している空洞120-12を、管110-6の外側の空間（すなわち音響空間）に連通させるための開口部140-12が、それぞれ設けられている。これにより、空洞120-10では、開口部140-10を開口端とし板150を閉口端とする共鳴管120A-10と、開口部140-10を開口端とし板160を閉口端とする共鳴管120B-10が、空洞120-11では、開口部140-11を開口端とし板150を閉口端とする共鳴管120A-11と、開口部140-11を開口端とし板160を閉口端とする共鳴管120B-11が、空洞120-12では、開口部140-12を開口端とし板150を閉口端とする共鳴管120A-12と、開口部140-12を開口端とし板160を閉口端とする共鳴管120B-12が、それぞれ形成されている。

10

【0019】

ここで、共鳴管120A-1~120A-4の共鳴周波数を f_1 、共鳴管120A-5~120A-7の共鳴周波数を f_2 、共鳴管120A-8および120A-9の共鳴周波数を f_3 、共鳴管120A-10、120A-11、120A-12の各共鳴周波数を f_4 、 f_5 、 f_6 とすると、 $f_1 < f_2 < f_3 < f_4 < f_5 < f_6$ という関係がある。このように本実施形態では、共鳴周波数の低い共鳴管ほど、幅方向に並列化する共鳴管の本数を増やし、同一共鳴周波数に対応した共鳴管群全体としての総断面積を大きくしている。

20

以上が本実施形態による音響構造体の構成である。

【0020】

本実施形態による音響構造体は、開口部140-j（ $j = 1 \sim 12$ ）を有する正面側を音響空間の内側に向けた状態で音響空間の内壁や天井に設置される。このように設置されると、音響構造体は、音響空間から音響構造体に向かって放射される音のエネルギーを音響構造体の開口部140-j（ $j = 1 \sim 12$ ）近傍で散乱および吸音させる。

30

【0021】

より詳細に説明すると、音響構造体の管110-1の部分では、音響空間から管110-1に向かって音のエネルギーが放射されると、開口部140-1~140-4を介して音のエネルギーの一部が空洞120-1~120-4に入射される。空洞120-1に入射された音のエネルギーは共鳴管120A-1および120B-1の共鳴周波数において共鳴し、開口部140-1を介して音響空間に放射される。また、同様に、空洞120-2、120-3、120-4に入射された音のエネルギーは共鳴管120A-2および120B-2、120A-3および120B-3、120A-4および120B-4のそれぞれの共鳴周波数において共鳴し、開口部140-2、140-3、140-4を介して音響空間に放射される。これにより、開口部140-1~140-4近傍では、散乱効果および吸音効果が発生する。ここで、開口部140-1~140-4は管110-1の長手方向の同一の位置に密集して配置されている。これにより、共鳴管120A-1~120A-4の共鳴周波数が同じで共鳴管120B-1~120B-4の共鳴周波数が同じとなるため、開口部140-1~140-4のそれぞれの近傍で発生する散乱効果および吸音効果は同一特性を有する。また、その開口部140-1~140-4のそれぞれの近傍で発生する散乱効果および吸音効果は密集して発生する。これにより、開口部140-1~140-4（空洞120-1~120-4）を有する管110-1は、開口部140-1~140-4（空洞120-1~120-4）を総合したひとつの開口部（空洞）を有する管と同様な機能を果たすとみなすことができる。そして、管110-1の開口部14

40

50

0 - 1 ~ 1 4 0 - 4 近傍で発生する散乱効果および吸音効果は、開口部の数（空洞の数）を多くするに従って大きくなる。

【0022】

音響構造体の管 1 1 0 - 2 の部分においても、管 1 1 0 - 1 と同様に、共鳴管 1 2 0 A - 5 ~ 1 2 0 A - 7 の共鳴周波数が同じであり共鳴管 1 2 0 B - 5 ~ 1 2 0 B - 7 の共鳴周波数が同じであり、開口部 1 4 0 - 5 ~ 1 4 0 - 7 が管 1 1 0 - 2 の長手方向の同一の位置に密集して配置されているため、同一特性を有する散乱効果および吸音効果が密集して発生する。これにより、開口部 1 4 0 - 5 ~ 1 4 0 - 7（空洞 1 2 0 - 5 ~ 1 2 0 - 7）を有する管 1 1 0 - 2 は、開口部 1 4 0 - 5 ~ 1 4 0 - 7（空洞 1 2 0 - 5 ~ 1 2 0 - 7）を総合したひとつの開口部（空洞）を有する管と同様な機能を果たすとみなすことができる。また、管 1 1 0 - 3 の部分においても同様に、共鳴管 1 2 0 A - 8 および 1 2 0 A - 9 の共鳴周波数が同じであり共鳴管 1 2 0 B - 8 および 1 2 0 B - 9 の共鳴周波数が同じであり、開口部 1 4 0 - 8 および 1 4 0 - 9 が管 1 1 0 - 3 の長手方向の同一の位置に密集して配置されているため、同一特性を有する散乱効果および吸音効果が密集して発生する。これにより、開口部 1 4 0 - 8 および 1 4 0 - 9（空洞 1 2 0 - 8 および 1 2 0 - 9）を有する管 1 1 0 - 3 は、開口部 1 4 0 - 8 および 1 4 0 - 9（空洞 1 2 0 - 8 および 1 2 0 - 9）を総合したひとつの開口部（空洞）を有する管と同様な機能を果たすとみなすことができる。そして、管 1 1 0 - 2 の開口部 1 4 0 - 5 ~ 1 4 0 - 7 および管 1 1 0 - 3 の開口部 1 4 0 - 8 および 1 4 0 - 9 近傍で発生する散乱効果および吸音効果も、開口部の数（空洞の数）に従って大きくなる。

10

20

【0023】

このように、本実施形態による音響構造体は、同一の共鳴周波数を示す共鳴管として機能する空洞を複数形成し、その開口部を密集して配置することで、その開口部の近傍において発生する散乱効果および吸音効果を大きくすることができる。

【0024】

また、本実施形態による音響構造体は、管内の空洞を複数の空洞に分割することで管壁の曲げ剛性の減少を防止することができる。より詳細に説明する。管の断面の厚さ方向の寸法に対して管壁の寸法の比率が大きい管の場合、管壁の曲げ剛性が小さくなる。管壁の曲げ剛性が小さくなると、音響空間から音響構造体に放射される音のエネルギーにより管が大きく振動することとなる。この振動により、管は管の共鳴周波数に対応する音を管内に留めることができなくなる。管の開口部の近傍において発生する散乱効果および吸音効果は、管内に入射された音のエネルギーを一度管内に留めて共鳴させた後に開口部を介して放射することにより発生するため、管壁の曲げ剛性が小さくなるとその散乱効果および吸音効果は減少する。また、低い共鳴周波数に対応する管ほどその低い共鳴周波数の音を管内に留めるために大きな曲げ剛性が必要となる。ここで、管内の空洞を複数の空洞に分割した場合と分割しない場合とで管の外寸を同じとしたとき、管を分割しない場合は管壁の曲げ剛性は小さいが、管内の空洞を複数の空洞に分割した場合は、管内に仕切りがあるため、この仕切りが梁の役割を果たし応力を支えることにより、管壁の曲げ剛性は小さくならない。

30

【0025】

このように、本実施形態による音響構造体は、管内の空洞を仕切りにより複数に分割することで、管壁の曲げ剛性の減少を防止し、管壁の曲げ剛性の減少による管の開口部の近傍において発生する散乱効果および吸音効果の減少を防止することができる。そして、低い共鳴周波数に対応する管ほどその効果は大きい。

40

【0026】

次に、発明者は、音響空間に円管状の管共鳴器を設置し、音源から試験音を発生させたときの受音点における音圧レベルの周波数特性を測定した。図 2 は、このときの実験系を説明する図である。板 R 1 ~ R 6 に囲まれた音響空間は既知の音場である。この音響空間の板 R 3 の中央下方であり板 R 3 に近接する位置に音源 S S 1 を設置する。また、板 R 3 の上方左隅であり板 R 3 に近接する位置にマイクを設置し受音点 S R 1 とする。音源 S S

50

1 および受音点 S R 1 を定めた板 R 3 から 2 m 離れて対向している板 R 1 の下方右隅に円管状の管共鳴器 C P を設置する。管共鳴器 C P の一端は開口しており、他端は閉口している。管共鳴器 C P の開口端は、板 R 1 に接続され、管共鳴器 C P が内包する空洞は、管共鳴器 C P の開口端を介して音響空間に連通している。そして、音源 S S 1 から周波数を変化させた試験音を発生させるとともに、受音点 S R 1 においてこの試験音の音圧レベルを測定する。

【 0 0 2 7 】

この実験系において、まず、音響空間に管共鳴器 C P を設置しないときの音圧レベルを測定する。次に、音響空間に内径 1 3 mm の円管状の管共鳴器 C P を 1 本、内径 3 0 mm の円管状の管共鳴器 C P を 1 本、内径 5 0 mm の円管状の管共鳴器 C P を 1 本、それぞれ設置したときの音圧レベルを測定する。このとき、管共鳴器 C P の管長はそれぞれ約 9 6 0 mm 程度とし、音響空間の長手（板 R 3 から R 1 の方向）モード周波数に合わせて微調整する。図 4 は、この測定結果である音響空間の長手軸波 1 次モードの音圧ピークを示す図である。図 4 の横軸は音の周波数であり、縦軸は音圧レベルを示す。図 4 では、管共鳴器 C P を設置しないときの音圧レベルの測定結果を P A 1 として示し、内径 1 3 mm、3 0 mm および 5 0 mm のそれぞれの管共鳴器 C P を設置したときの音圧レベルの測定結果をそれぞれ P A 2、P A 3 および P A 4 として示している。

10

【 0 0 2 8 】

図 4 に示すように、管共鳴器 C P を設置しないときは約 8 8 H z で長手軸波 1 次モードの音圧ピークを示している。そして、管共鳴器 C P の内径が 1 3 mm、3 0 mm、5 0 mm と大きくなるに従って約 8 8 H z の周波数の音圧ピークは減少している。これは、音響空間に設置する管共鳴器 C P の内径を大きくする（すなわち管共鳴器 C P の空洞の断面積を大きくする）に従って、管共鳴器 C P が音響空間へ及ぼす影響（すなわち管共鳴器 C P の開口端近傍で発生する散乱効果および吸音効果）が大きくなることを示す。

20

【 0 0 2 9 】

次に、図 2 に示す実験系において、複数の管共鳴器 C P を密集して設置した場合について音圧レベルを測定する。より詳細に説明すると、音響空間の板 R 1 に内径 1 3 mm の円管状の管共鳴器 C P を 1 本、図 3 (a) に示す設置断面となるように設置したとき、内径 1 3 mm の円管状の管共鳴器 C P を 4 本、図 3 (b) に示す設置断面となるように密集して設置したとき、内径 1 3 mm の円管状の管共鳴器 C P を 7 本、図 3 (c) に示す設置断面となるように密集して設置したときのそれぞれについて音圧レベルを測定する。図 5 は、この測定結果である音響空間の長手軸波 1 次モードのピークを示す図である。図 5 の横軸は音の周波数であり、縦軸は音圧レベルを示す。図 5 では、内径 1 3 mm の管共鳴器 C P を 1 本設置したとき、4 本設置したとき、7 本設置したときのそれぞれの音圧レベルの測定結果を P A 2、P A 5、P A 6 として示している。なお、図 5 では、管共鳴器 C P を設置しないときの音圧レベルの測定結果 P A 1 および内径 3 0 mm の管共鳴器 C P を 1 本設置したときの音圧レベルの測定結果 P A 3 も併記している。

30

【 0 0 3 0 】

図 5 に示すように、管共鳴器 C P を設置しないときの長手軸波 1 次モードの音圧ピークを示している約 8 8 H z の周波数では、内径 1 3 mm の管共鳴器 C P の設置本数が、1 本、4 本、7 本と増えるに従って、その音圧ピークが減少している。これは、音響空間に設置する管共鳴器 C P の本数を多くする（すなわち管共鳴器 C P の空洞の総断面積を大きくする）に従って、管共鳴器 C P が音響空間へ及ぼす影響（すなわち管共鳴器 C P の開口端近傍で発生する散乱効果および吸音効果）が大きくなることを示す。

40

【 0 0 3 1 】

また、図 4 において、管共鳴器 C P の内径が小さい（すなわち管共鳴器 C P の空洞の断面積が小さい）と音響空間への影響は小さいことが示されたが、図 5 に示すように、管共鳴器 C P の内径（空洞の断面積）が小さい管であっても複数密集して設置することで、管共鳴器 C P が音響空間へ及ぼす影響を大きくすることができる。

【 0 0 3 2 】

50

次に、発明者は、音響空間に設置する管共鳴器において、管共鳴器が内包する空洞を複数に分割しないときと複数に分割したときの管共鳴器が音響空間に及ぼす影響を確認した。より詳細に説明すると、図7(a)に示す1辺45mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器1本を音響空間に設置したときの音圧レベルの周波数特性と、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器9本を図7(b)に示すように密集して音響空間に設置したときの音圧レベルの周波数特性を測定する。1辺45mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器の空洞断面積と、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器9本の空洞総断面積とは同一である。そして、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器9本を密集することにより、1辺45mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器内を1辺15mmの正方形の空洞断面を有する空洞9個に分割したときと同様の状態を再現する。このようにして、空洞を複数に分割したときの管共鳴器が音響空間に及ぼす影響を確認する。

10

【0033】

図6は、本実験における実験系を説明する図である。板R11~R16に囲まれた音響空間は既知の音場である。この音響空間の板R13の中央であり板R3に近接する位置に音源SS2を設置する。また、板R3の上方左隅であり板R3に近接する位置にマイクを設置し受音点SR2とする。音源SS2および受音点SR2を定めた板R13から2m離れて対向している板R11の中央に角管状の管共鳴器APを設置する。管共鳴器APの一端は開口しており、他端は閉口している。管共鳴器APの開口端は、板R11に接続され、管共鳴器APが内包する空洞は、管共鳴器APの開口端を介して音響空間に連通している。そして、音源SS2から周波数を変化させた試験音を発生させるとともに、受音点SR2においてこの試験音の音圧レベルを測定する。

20

【0034】

この実験系において、まず、管共鳴器APを設置しないときの音圧レベルを測定する。次いで、音響空間に1辺45mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを1本設置して音圧レベルを測定する。次いで、1辺45mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APに代えて、音響空間に1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを9本設置して音圧レベルを測定する。図8は、この測定結果である音響空間の長手軸波1次モードの音圧ピークを示す図である。図8の横軸は音の周波数であり、縦軸は音圧レベルを示す。図8では、管共鳴器APを設置しないときの音圧レベルの測定結果をPB1として示し、1辺45mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを1本設置したときおよび1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを9本設置したときの音圧レベルの測定結果をそれぞれPB2およびPB3として示している。

30

【0035】

図8に示すように、1辺45mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを1本設置したときの音圧レベルは、管共鳴器APを設置しないときの音響空間の長手軸波1次モードの音圧ピークを示す約85Hzの周波数において、約10dB低減している。しかし、この音圧ピークを示す約85Hzの周波数の近傍である約84Hzおよび約86Hzの周波数においてそれぞれ音圧ピークが残留している。このため、管共鳴器APを設置しないときの音圧ピーク(約85Hz)からこの残留する音圧ピーク(約84Hzおよび約86Hz)までの音圧ピーク低減量は、約3dBである。これに対し、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを9本設置したときの音圧レベルは、管共鳴器APを設置しないときの音圧ピークの近傍の周波数(約84Hz~約86Hz)に互って音圧ピークが残留しておらず、この音圧ピークの近傍の周波数において、約5dB低減している。これは、分割しないときの空洞の断面積と分割したときの複数の空洞の総断面積とが同一である場合、空洞を複数に分割したときの方が分割しないときと比べ音圧ピーク低減効果が大きくなることを示す。すなわち、管共鳴器APの空洞を分割したときの方が分割しないときと比べ、管共鳴器APが音響空間へ及ぼす影響が大きく、管共鳴器の開口端近傍で発生する散乱効果および吸音効果が大きくなる。

40

50

【0036】

このような図4、図5および図8に示す結果より、本実施形態による音響構造体は、管の空洞を複数に分割することで空洞1個あたりの断面積が小さくなったとしても、その複数の空洞の開口部を密集して配置しているため開口部近傍の散乱効果および吸音効果を大きくすることができる。そして、管の空洞を分割しないときの空洞の断面積と管の空洞を複数に分割したときの空洞の総断面積が同一となるように分割すると、管の空洞を分割しないときに比べ管の空洞を複数に分割したときの散乱効果および吸音効果を大きくすることができる。

【0037】

次に、発明者は、管共鳴器に放音される音の各周波数帯に対して、管共鳴器の空洞の断面積が音響空間の音響特性に与える影響について実験により確認した。先に行った図2に示す実験においては、音響空間の長手軸波1次モードの音圧レベルを測定した。本実験では、図2に示す実験系と同一の実験系により、音響空間の長手軸波1次モードに加え、長手軸波2次モードおよび3次モードの周波数帯における音圧レベルを測定する。より詳細に説明すると、図2に示す実験系において、管共鳴器CPを設置しないとき、および内径13mmの円管状の管共鳴器CPを1本、内径20mmの円管状の管共鳴器CPを1本、内径30mmの円管状の管共鳴器CPを1本、それぞれ音響空間に設置したときの、音響空間の長手軸波1次モード(約88Hz)、2次モード(約175Hz)、3次モード(約265Hz)のそれぞれの周波数帯における音圧レベルを測定する。図9(a)は、この実験の1次モードにおける測定結果を示す図であり、図9(b)は、2次モードにおける測定結果を示す図であり、図9(c)は、3次モードにおける測定結果を示す図である。図9(a)~(c)のそれぞれの横軸は音の周波数を示し、縦軸は音圧レベルを示す。図9(a)~(c)では、管共鳴器CPを設置しないときの測定結果をPC1として示し、内径13mm、20mm、30mmのそれぞれの管共鳴器CPを設置したときの測定結果を、PC2、PC3、PC4として示している。

10

20

【0038】

図9(a)~(c)において、内径30mmの管共鳴器CPを設置したときの測定結果PC4に着目する。図9(a)に示すように、管共鳴器CPを設置しない場合の長手軸波1次モード(約88Hz)の音圧ピークは約137dBであり、内径30mmの管共鳴器CPの長手軸波1次モード(約88Hz)の音圧ピークは約135dBである。これにより、内径30mmの管共鳴器CPを設置したときの長手軸波1次モード(約88Hz)の音圧ピーク低減量は、約2dBである。また、図9(b)に示すように、管共鳴器CPを設置しない場合の長手軸波2次モード(約175Hz)の音圧ピークは約138dBであり、内径30mmの管共鳴器CPの長手軸波2次モード(約175Hz)の音圧ピークは約135dBである。これにより、内径30mmの管共鳴器CPを設置したときの長手軸波2次モード(約175Hz)の音圧ピーク低減量は、約3dBである。また、図9(c)に示すように、管共鳴器CPを設置しない場合の長手軸波3次モード(約265Hz)の音圧ピークは約136dBであり、内径30mmの管共鳴器CPの長手軸波3次モード(約265Hz)の音圧ピークは約131.5dBである。これにより、内径30mmの管共鳴器CPを設置したときの長手軸波3次モード(約265Hz)の音圧ピーク低減量は、約4.5dBである。

30

40

【0039】

このように、音響空間に設置する管共鳴器CPの内径(すなわち空洞の断面積)が同一の場合、音響空間の長手軸波のモードが高くなるほど(すなわち高周波数の音になるほど)音圧ピーク低減量が大きくなる。換言すると、高周波数の音が管共鳴器CPに放音されるほど、管共鳴器CPが音響空間へ及ぼす影響(すなわち管共鳴器CPの開口端近傍で発生する散乱効果および吸音効果)が大きくなる。

【0040】

次に、発明者は、管共鳴器に放音される音の各周波数帯に対して、管共鳴器が音響空間へ影響を及ぼすのに必要な管共鳴器の空洞の総断面積の関係について確認した。本実験で

50

は、図6に示す実験系と同一の実験系とし、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APの本数を変えてそれぞれ音響空間に設置し、音響空間の長手軸波1次モード(85Hz)、2次モード(171Hz)および3次モード(257Hz)の周波数帯における音圧レベルを測定する。図10は、この実験の1次モードにおける測定結果を示す図であり、図11は、2次モードにおける測定結果を示す図であり、図12は、3次モードにおける測定結果を示す図である。図10~図12のそれぞれの横軸は音の周波数を示し、縦軸は音圧レベルを示す。図10~図12では、管共鳴器APを設置しないときの測定結果をPD0として示し、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APの設置本数を9本、6本、5本、3本として音圧レベルを測定した結果を、PD9、PD6、PD5、PD3として示している。

10

【0041】

図10に示すように、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを図7(b)のように9本密集して設置したときの、管共鳴器APを設置しないときの音圧ピークに対する長手軸波1次モードの音圧ピーク低減量は、約5dBである。また、図11に示すように、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを図7(c)のように6本密集して設置したときの、管共鳴器APを設置しないときの音圧ピークに対する長手軸波2次モードの音圧ピーク低減量は、約5dBである。また、図12に示すように、1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APを図7(d)のように3本密集して設置したときの、管共鳴器APを設置しないときの音圧ピークに対する長手軸波3次モードの音圧ピーク低減量は、約5dBである。

20

【0042】

このように、長手軸波の1次モード(85Hz)、2次モード(171Hz)および3次モード(257Hz)において、それぞれ音圧ピーク低減量が約5dBとなるときの1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APの必要本数は9本、6本および3本である。図13は、長手軸波のモード(周波数)に対する、音圧ピークを管共鳴器APを設置しないときから約5dB低減させるのに必要な1辺15mmの正方形の空洞断面を持つ角管状の管共鳴器APの本数(すなわち管共鳴器APの空洞の必要総断面積)の関係を示す図である。図13に示すように、音の周波数と管共鳴器APの本数はほぼ比例している。これにより、音の複数の周波数帯に対して同一の音圧ピーク低減量を得るためには、高周波数(高モード)の音に対しては空洞総断面積が小さくて良いが、低周波数(低モード)の音に対しては大きな空洞総断面積が必要である。すなわち、音の複数の周波数帯に対して同一の散乱効果および吸音効果を得るためには、高周波数の音に対しては空洞の総断面積が小さな管共鳴器が良いが、低周波数の音に対しては空洞の総断面積が大きな管共鳴器にする必要がある。

30

【0043】

本実施形態による音響構造体では、最も低い低周波数の音に共鳴する管である管110-1の空洞および開口部は4個であり、その次に低い周波数の音に共鳴する管である管110-2の空洞および開口部は3個であり、その次に低い周波数の音に共鳴する管である管110-3の空洞および開口部は2個であり、高周波数の音に共鳴する管である110-4~110-6の空洞および開口部は1個である。このように、本実施形態による音響構造体では、低い周波数の音に共鳴する管ほど、その管の空洞および開口部の数を多くし、その管の空洞が有する総断面積を大きくしている。これにより、低い周波数の音に共鳴する管の開口部近傍の散乱効果および吸音効果を減少させないようにしている。

40

【0044】

また、本実施形態による音響構造体は、管の空洞の数とその空洞の断面積および開口部の位置をそれぞれ設計することにより、その開口部近傍で発生する散乱効果および吸音効果を多様に制御することができる。すなわち、本実施形態による音響構造体は、図1に示すような空洞の数、空洞の断面積、開口部の位置に限られない。

【0045】

また、本実施形態による音響構造体は、その音響構造体の薄型化を狙う設計において最

50

良の効果を得ることができる。音響構造体の各管を単純に薄くした場合、各管の剛性が低下する問題と空洞の断面積が減少する問題が生じる。管の剛性の低下および空洞の断面積の減少はともに開口部の近傍における散乱効果および吸音効果の減少につながる。管の剛性の低下を防ぐために管の肉厚を厚くするとさらに空洞の断面積が減少し、空洞の断面積を確保したまま肉厚を厚くすると薄型化に反することになる。また、空洞の断面積の減少を防ぐために断面厚さ方向の寸法を小さくし断面幅方向の寸法を大きくするとさらに管の剛性が低下することになる。

【0046】

これに対し、本実施形態による音響構造体は、管内の空洞を分割して複数の空洞を有する構造であるため管の剛性を低下させることなく空洞の総断面積を確保することができる。すなわち、管内の空洞に仕切りを設けることにより薄型化したときに生じる剛性の低下を防ぐことができ、さらに、空洞の断面幅方向に空洞の数を増やすことで剛性を低下させることなく複数の空洞の総断面積を薄型化する前の断面積以上にすることができる。また、管内に複数の空洞を形成したことにより空洞のひとつひとつの断面積が減少しても、この管内のそれぞれの空洞に対応する開口部を管の長手方向の同一の位置に密集して配置することで、発生する散乱効果および吸音効果を増大させることができる。これらより、本実施形態による音響構造体は、管の開口部の近傍において発生する散乱効果および吸音効果を減少させることなく音響構造体を薄くすることができる。

10

【0047】

このように、本実施形態による音響構造体は、管内に複数の空洞を形成し、この空洞に対応する開口部を管の長手方向に同一の位置に設ける構造とすることにより、これら複数の空洞の開口部が密集するため、管の開口部の近傍における散乱効果および吸音効果を大きくすることができる。これは、吸音素材を付加することにより管の開口部の近傍における散乱効果および吸音効果を大きくする従来技術と比べ、吸音素材を付加する工程がないため製造コストを低減することができる。また、管内に複数の空洞を形成した管は、合成樹脂などを押出成形することで容易に製造することができるため、製造コストの増加にはつながらない。さらに、従来の音響構造体と同様な散乱効果および吸音効果を得つつ音響構造体の厚さを薄くすることができる。

20

【0048】

<他の実施形態>

以上、この発明の一実施形態について説明したが、この発明には他にも実施形態が考えられる。例えば次の通りである。

30

【0049】

(1) 上記実施形態では、管内の空洞を断面幅方向にのみ空洞が並ぶように分割した。しかし、管内の空洞の分割はこれに限られない。例えば、管内の空洞を管の断面幅方向および断面厚さ方向にマトリクス状となるように立体的に分割しても良い。

【0050】

図14(a)は、上記実施形態の変形例1による音響構造体の構成を示す正面図であり、図14(b)は、同音響構造体のX-X'線断面図であり、図14(c)は、同音響構造体のY-Y'線断面図である。図14では、管210-1が内包する空洞および管210-2が内包する空洞がそれぞれ立体的に分割されている。

40

【0051】

管210-1は、管210-1の長手方向に沿った6個の空洞220-m(m=1~6)を内包し、それぞれの空洞は管210-1の断面幅方向および断面厚さ方向に2行3列のマトリクス状となるように、断面厚さ方向の仕切り230-i(i=1~2)および断面幅方向の仕切り230-3によって分割されている。管210-2は、管210-2の長手方向に沿った4個の空洞220-m(m=7~10)を内包し、それぞれの空洞は管210-2の断面幅方向および断面厚さ方向に2行2列のマトリクス状となるように、断面厚さ方向の仕切り230-4および断面幅方向の仕切り230-5によって分割されている。

50

【0052】

また、管210-1の正面側には、管210-1が有している空洞220-m (m = 1 ~ 6) を、管210-1の外側の空間(すなわち音響空間)に連通させるための開口部240-1が設けられている。同様に、管210-2の正面側には、管210-2が有している空洞220-m (m = 7 ~ 10) を、管210-1の外側の空間(すなわち音響空間)に連通させるための開口部240-2が設けられている。

【0053】

管210-1の空洞220-m (m = 1 ~ 6) の部分は、開口部240-1を開口端とし板250を閉口端とした共鳴管220A-1 ~ 220A-6と、開口部240-1を閉口端とし板260を閉口端とした共鳴管220B-1 ~ 220B-6をそれぞれ構成する。これにより、管210-1は、共鳴周波数が同じ共鳴管を6本立体的に集合した構造と同様である。同様に、管210-2の空洞220-m (m = 7 ~ 10) の部分は、開口部240-2を開口端とし板250を閉口端とした共鳴管220A-7 ~ 220A-10と、開口部240-2を閉口端とし板260を閉口端とした共鳴管220B-7 ~ 220B-10をそれぞれ構成する。これにより、管210-2は、共鳴周波数が同じ共鳴管を4本立体的に集合した構造と同様である。

【0054】

このように、管内の空洞を立体的に分割した場合においても、上記実施形態と同様に、管の開口部の近傍における散乱効果および吸音効果を大きくすることができる。

【0055】

(2) 上記実施形態による音響構造体は、図1に示すように、正面向かって左側が低い共鳴周波数に対応する管であり正面向かって右側に向かうに従って高い共鳴周波数に対応する管となるように配置していた。しかし、正面向かって右側が高い共鳴周波数に対応する管であり正面向かって左側に向かうに従って高い共鳴周波数に対応する管となるように配置しても良い。さらに、正面向かって左側から正面向かって右側に向かうに従って任意の共鳴周波数に対応する管となるように配置しても良い。このとき、同一の共鳴周波数に対応した共鳴管群として機能する空洞群は維持する。この一例を図15に示す。図15に示す音響構造体は、正面向かって左側から正面向かって右側に向かうに従って、開口部340-1に対応する空洞320-1と開口部340-2に対応する空洞320-2の2つの空洞を内包する管310-1、開口部340-3に対応する空洞320-3を内包する管310-2、開口部340-4に対応する空洞320-4、開口部340-5に対応する空洞320-5、開口部340-6に対応する空洞320-6および開口部340-7に対応する空洞320-7の4つの空洞を内包する管310-3、開口部340-8に対応する空洞320-8を内包する管310-4、開口部340-9に対応する空洞320-9を内包する管310-5、開口部340-10に対応する空洞320-10、開口部340-11に対応する空洞320-11および開口部340-12に対応する空洞320-12の3つの空洞を内包する管310-6という具合に配置されている。

【0056】

(3) 上記実施形態による音響構造体は、管の長手方向に直線的な管から構成されていた。しかし、音響構造体を構成する管は、管の長手方向に直線的な管に限られない。すなわち、管が内包する分割された複数の空洞が同一の共鳴周波数に対応した共鳴管群として機能可能であれば良いため、例えば、管は、管の長手方向に対して湾曲していても良く、また、屈曲していても良い。図16(a)は、管の長手方向に対して湾曲している管から構成された音響構造体の例を示した正面図である。図16(a)に示す音響構造体は、音響構造体の幅方向に湾曲している。しかし、管410-1が内包する空洞420-1 ~ 420-4において形成される共鳴管群は同一であるため、上記実施形態と同様に、開口部440-1 ~ 440-4近傍において発生する散乱効果および吸音効果を大きくすることができる。また、図16(b)は、管の長手方向に対して屈曲している管から構成された音響構造体の例を示した斜視図である。図16(b)に示す音響構造体は、管の長手方向の途中において音響構造体の厚さ方向に屈曲している。しかし、この音響構造体においても

上記実施形態と同様に、管 5 1 0 - 1 が内包する空洞 5 2 0 - 1 ~ 5 2 0 - 4 において形成される共鳴管群は同一であるため、開口部 5 4 0 - 1 ~ 5 4 0 - 4 近傍において発生する散乱効果および吸音効果を大きくすることができる。また、音響構造体を管の長手方向に対して湾曲または屈曲している管から構成することにより、様々な位置に音響構造体を設置することができる。例えば、図 1 6 (b) に示す音響構造体では、音響構造体の屈曲部分を音響空間の天井と内壁が接する角部に対応させて設置することができる。

【 0 0 5 7 】

(4) 上記実施形態による音響構造体は、管の長手方向に垂直な断面における空洞の断面積がそれぞれ同じとなるように管内の空洞が分割されていた。しかし、管によって空洞の断面積が異なるようにしても良い。例えば、音響構造体を構成する管のうち、管長が長い (または管内に形成される共鳴管の長さが長い) 管は、それよりも管長が短い (または管内に形成される共鳴管の長さが短い) 管に比べ、内包する空洞の各々の断面積を小さくし、より細かく分割しても良い。管内をより細かく分割することで、応力を支える仕切りが多くなるため、管壁の剛性をより大きくすることができる。管長が長い管ほど管内の空洞をより細かく分割したのは、低周波数に対応する管 (すなわち管長が長い管) ほど管壁の剛性の減少による散乱効果および吸音効果の減少が大きいいため、低周波数に対応する管ほど管壁の剛性を大きくする必要があるのである。

10

【 0 0 5 8 】

(5) 上記実施形態による音響構造体を構成する管は、合成樹脂を押し出成形したものであった。しかし、この管は合成樹脂に限られず、例えば、木製、金属製など様々な材料から製造されても良いし、様々な成形方法によって製造されても良い。

20

【 0 0 5 9 】

(6) 上記実施形態による音響構造体は、それぞれ 6 本の管 1 1 0 - n (n = 1 ~ 6) から構成されていた。しかし、これは説明のために 6 本として示したにすぎず、音響構造体を構成する管の本数はこれに限られない。

【 0 0 6 0 】

(7) 上記実施形態による音響構造体において図示した管内の空洞の断面形状は、概四角であった。しかし、管内の空洞の断面形状はこれに限られなく、任意の形状として良い。

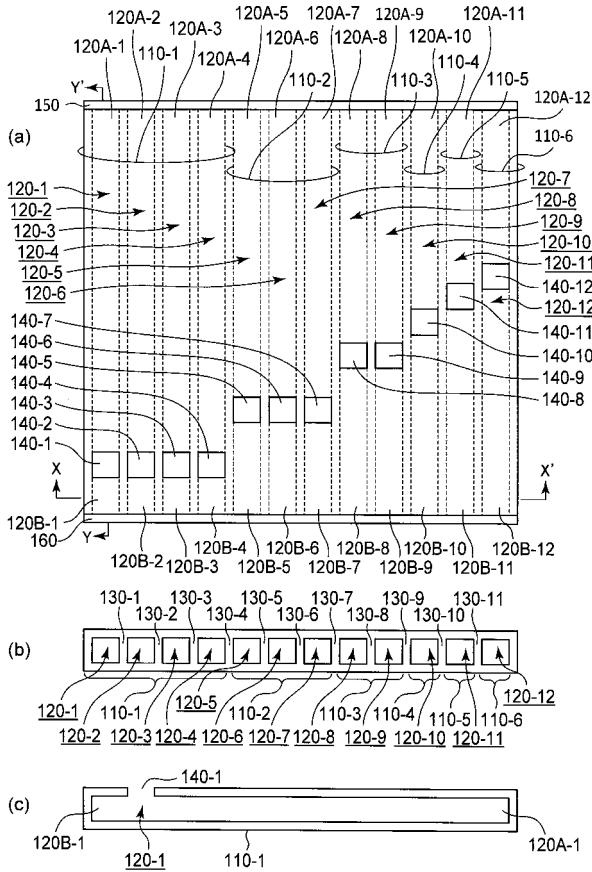
【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

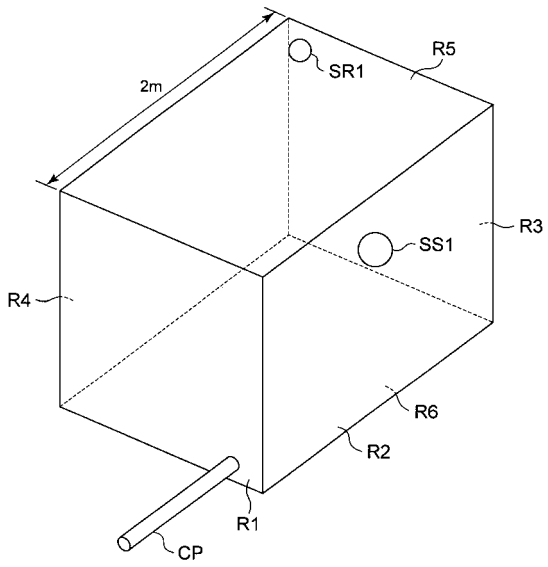
1 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0 , 4 1 0 , 5 1 0 ... 管、 1 2 0 , 2 2 0 , 3 2 0 , 4 2 0 , 5 2 0 ... 空洞、 1 2 0 A , 1 2 0 B ... 共鳴管、 1 3 0 , 2 3 0 ... 仕切り、 1 4 0 , 2 4 0 , 3 4 0 , 4 4 0 , 5 4 0 ... 開口部、 1 5 0 , 1 6 0 , 2 5 0 , 2 6 0 , 3 5 0 , 3 6 0 , R 1 , R 2 , R 3 , R 4 , R 5 , R 6 , R 1 1 , R 1 2 , R 1 3 , R 1 4 , R 1 5 , R 1 6 ... 板、 S S 1 , S S 2 ... 音源、 S R 1 , S R 2 ... 受音点、 C P , A P ... 管共鳴器。

30

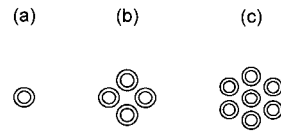
【 図 1 】



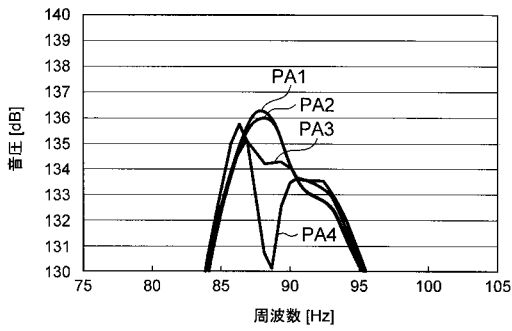
【 図 2 】



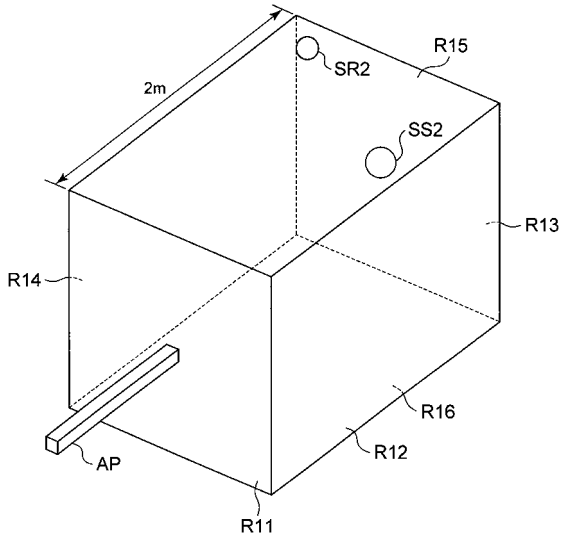
【 図 3 】



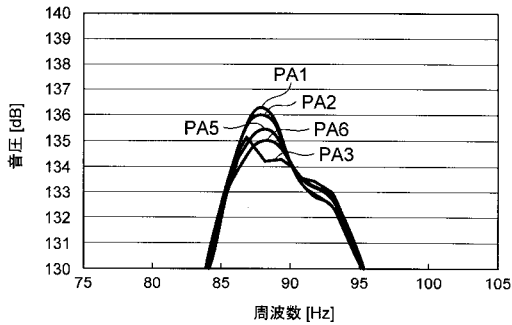
【 図 4 】



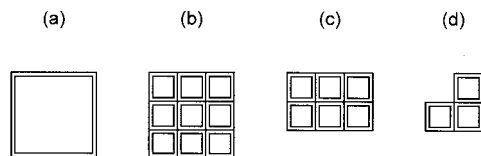
【 図 6 】



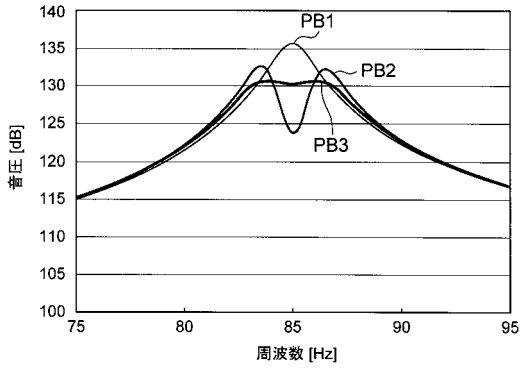
【 図 5 】



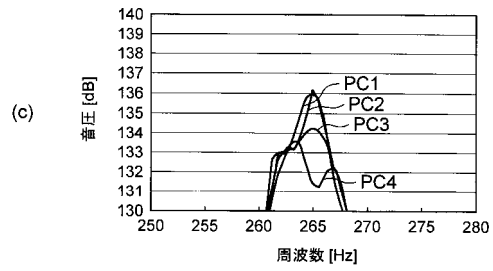
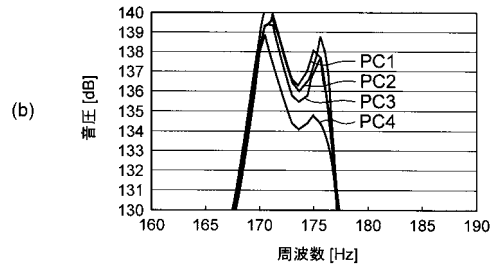
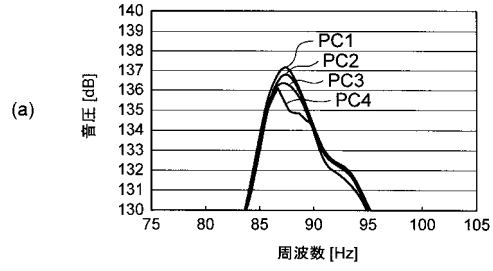
【 図 7 】



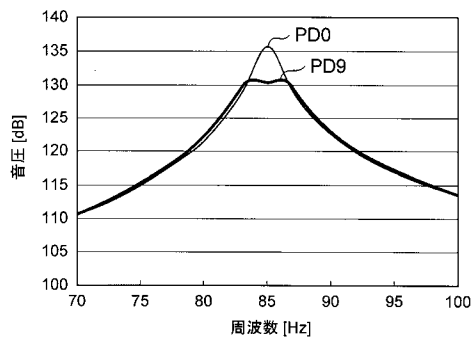
【 図 8 】



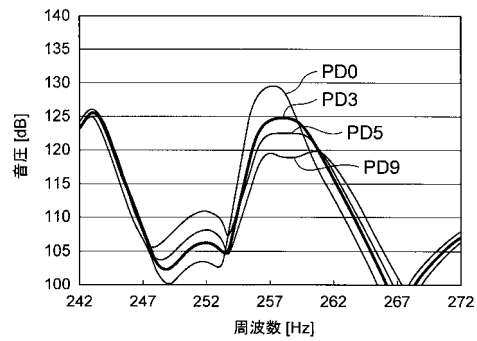
【 図 9 】



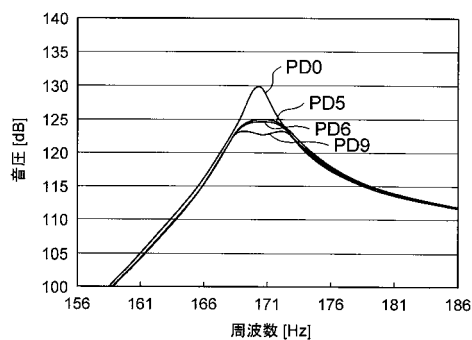
【 図 1 0 】



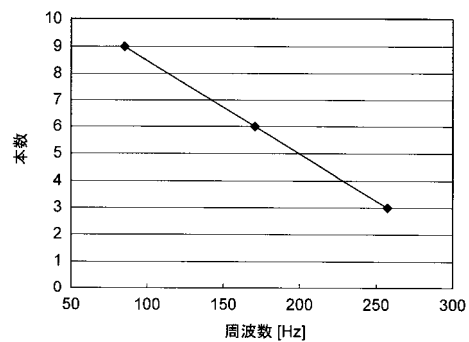
【 図 1 2 】



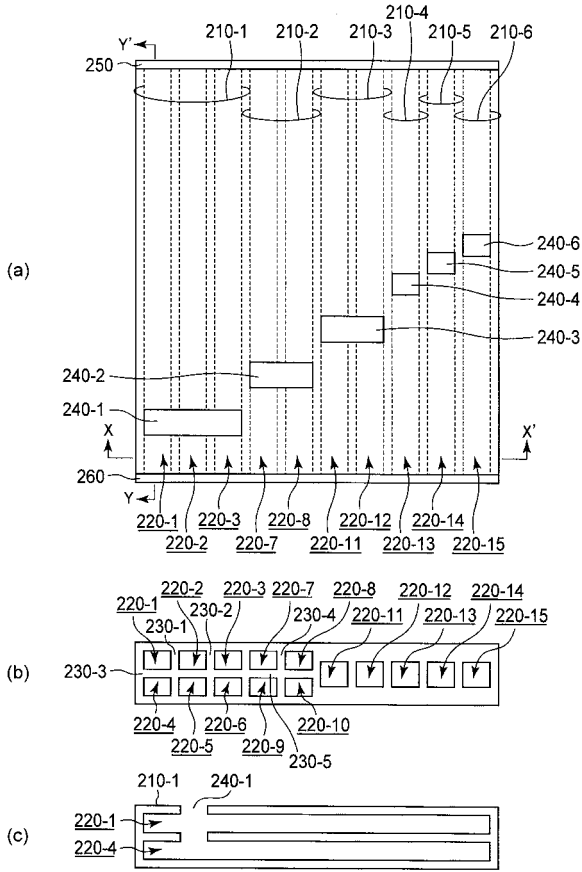
【 図 1 1 】



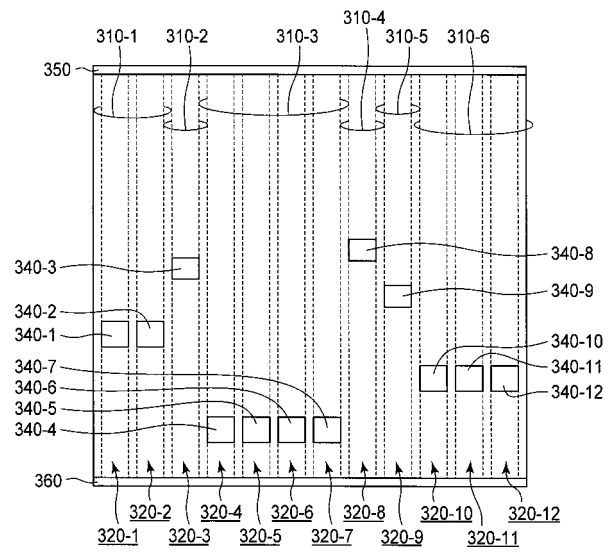
【 図 1 3 】



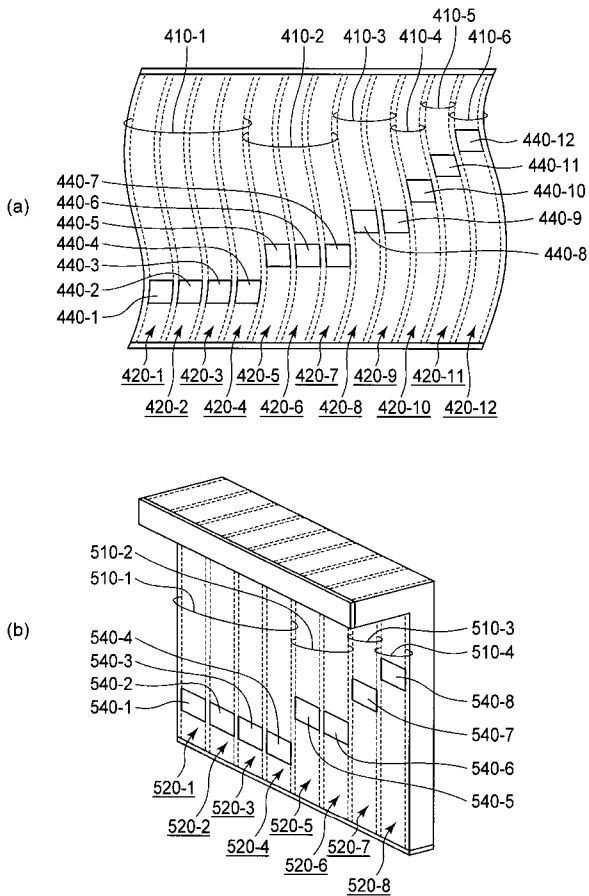
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

