

(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2015-200909

(P2015-200909A)

(43) 公開日 平成27年11月12日(2015.11.12)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>G 1 O D</b>	<b>9/06</b>	<b>(2006.01)</b>	G 1 O D	9/06
<b>G 1 O D</b>	<b>7/10</b>	<b>(2006.01)</b>	G 1 O D	7/10

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-129492 (P2015-129492)	(71) 出願人	000004075 ヤマハ株式会社 静岡県浜松市中区中沢町10番1号
(22) 出願日	平成27年6月29日 (2015.6.29)	(74) 代理人	110000660 Knowledge Partners 特許業務法人
(62) 分割の表示	特願2013-25093 (P2013-25093) の分割	(74) 代理人	100117466 弁理士 岩上 渉
原出願日	平成25年2月13日 (2013.2.13)	(72) 発明者	末永 雄一朗 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマ ハ株式会社内

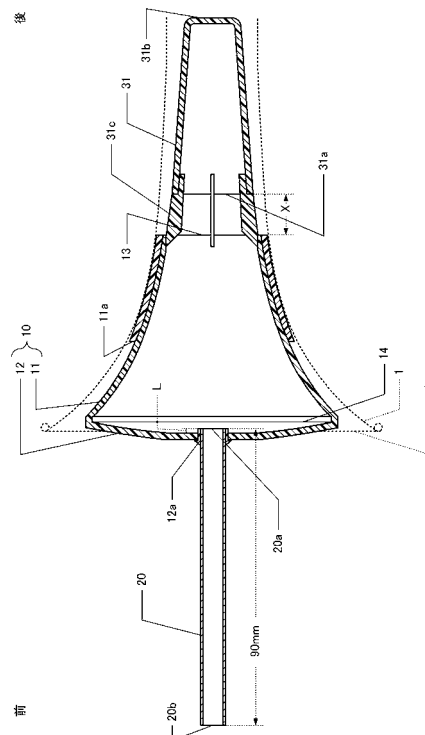
(54) 【発明の名称】 消音器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】高性能の消音器を提供する。

【解決手段】外周面が金管楽器のベル1の内周面に接するように取り付けられる筒状部11と筒状部11の一方の端部14を閉塞する閉塞部12とを備える本体10と、閉塞部12から本体10の外側に延びるとともに、本体10の内側の閉塞部12の近傍で第1の端部20aが開口し、本体10の外側で第2の端部20bが開口する性能調整パイプ20と、を備える。性能調整パイプ20が、金管楽器の実用音域内の最高音の半波長より短い。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

外周面が金管楽器のベルの内周面に接するように取り付けられる筒状部と前記筒状部の一方の端部を閉塞する閉塞部とを備える本体と、

前記閉塞部から前記本体の外側に延びるとともに、前記本体の内側の前記閉塞部の近傍で第 1 の端部が開口し、前記本体の外側で第 2 の端部が開口する性能調整パイプと、を備え、

前記性能調整パイプは、前記金管楽器の実用音域内の最高音の半波長より短い、消音器。

**【請求項 2】**

前記性能調整パイプは、前記金管楽器の各実用音の半波長とは異なる長さである、請求項 1 に記載の消音器。

**【請求項 3】**

前記性能調整パイプは、前記本体の外側において曲げられていることにより、前記ベルの端面よりも演奏者側の空間で前記第 2 の端部が開口する、

請求項 1 乃至 2 のいずれかに記載の消音器。

**【請求項 4】**

前記本体は端子を備え、

前記端子にはマイクから延びる信号線が接続される、

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の消音器。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は消音器に関する。

**【背景技術】****【0002】**

金管楽器に使用される消音器として、従来、消音器の外周面が金管楽器のベルの内周面に接するように取り付けられる消音器が知られている。例えば、特許文献 1 においては、椀状の底部と胴部からなる内部空間を有する消音器において、内部空間に連通して呼気を外部空間に排出する所定の長さを有する呼気排出通路部が設けられた構成が開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特許第 4 1 1 4 1 7 1 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

従来技術において、呼気排出通路部は椀状の底部の端面近傍で開口している。しかし、このような開口部から消音器本体の外側に出力される音は、消音器本体の外壁面や金管楽器のベルの内壁面等で反射され、主に前方（演奏者から見た前方）への音の放射効率が良くなり、消音性能を向上させることが困難であった。

本発明は、前記課題に鑑みてなされたもので、高性能の消音器（弱音器を含む）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】****【0005】**

前記目的を達成するため、本発明においては、外周面が金管楽器のベルの内周面に接するように取り付けられる筒状部と筒状部の一方の端部を閉塞する閉塞部を備える本体と、閉塞部から本体の外側に延びるとともに、本体の内側の閉塞部の近傍で第 1 の端部が開口し、本体の外側で第 2 の端部が開口する性能調整パイプと、を構成した。

10

20

30

40

50

## 【0006】

すなわち、消音器を構成する筒状部の外周面が金管楽器のベルの内周面に接するように取り付けられることにより、消音器の外周面とベルの内周面との間からは演奏者の呼気が漏れないように構成されている。このため、演奏者の呼気を排出する必要があり、筒状部と閉塞部とによって消音器の本体が中空となるように構成され、当該筒状部の閉塞部が存在しない側の端部が開口することによって演奏者の呼気が金管楽器から消音器の本体内に導入されるように構成されている。さらに、性能調整パイプの第1の端部が本体の内側で開口し、第2の端部が本体の外側に開口しているため、演奏者の呼気は第1の端部から性能調整パイプ内に導入され、第2の端部から本体の外側に排出されるように構成されている。

10

## 【0007】

このような消音器を構成する性能調整パイプは、閉塞部から本体の外側に延びることによって、その端部の一つである第2の端部が本体の外側で開口するように消音器本体に取り付けられている。すなわち、第2の端部が閉塞部から離れた位置に存在し、当該閉塞部から離れた位置において開口した第2の端部から音が出力されるように構成されている。従って、消音器を金管楽器に装着した状態で演奏者が金管楽器を演奏すると、第2の端部から出力される音は球状に広がる。このため、特定の方向への音の放射効率が突出することがなく、消音性能が高い高性能の消音器を提供することが可能である。

## 【0008】

ここで、消音器の本体を構成する筒状部は、当該筒状部の外周面が金管楽器のベルの内周面に接するように取り付けられることで、消音器の外周面とベルの内周面との間からは演奏者の呼気が漏れないように構成されていけばよい。従って、筒状部の外周面にベルの内周面との接触性を高める部材が取り付けられていてもよいし、外周面が金管楽器のベルの形状に沿ってベルの形状よりも緩やかに変化するように（例えば、外側に向けてベルよりも緩やかに外周の径が徐々に大きくなるように）構成されていても良い。また、筒状部は、薄い板状の壁面が軸の周囲に存在することで軸方向の両端が開口するように構成された部材であれば良く、素材や外周径、内周径は限定されない。

20

## 【0009】

閉塞部は、筒状部の一方の端部を閉塞する壁面を構成すれば良く、例えば、薄い板状の部材が筒状部の一方の端部に取り付けられる構成等を採用可能である。すなわち、閉塞部が取り付けられた筒状部の端部（一方の端部）と逆側の端部を金管楽器に挿入するとともに、筒状部の外周面を金管楽器のベルの内周面に接触させることによって本体を金管楽器に取り付けるように構成されている。この結果、閉塞部が金管楽器の外側に露出し、筒状部における閉塞部と逆側の端部が金管楽器の内側に隠れた状態、例えば、トランペットであれば、閉塞部が演奏者と反対側に配置され、筒状部における閉塞部と逆側の端部が演奏者側に配置された状態となる。むしろ、閉塞部と筒状部とは一体的に形成されてもよいし、別体であった閉塞部と筒状部とが連結される構成であっても良い。なお、消音器を構成する筒状部の外周面が金管楽器のベルの内周面に接するように取り付けられ、当該筒状部の端部（一方の端部）が閉塞部によって閉塞されている構成の消音器において、当該閉塞部は金管楽器によって出力される音の反射面となる。そして、この構成においては、消音器が金管楽器に取り付けられる位置が調整されることにより、消音器を使用した場合に金管楽器から出力される音の音程と消音器を使用しない場合に金管楽器から出力される音の音程との変動を抑制することができる。

30

40

## 【0010】

性能調整パイプは、本体の内側で第1の端部が開口するとともに本体の外側に第2の端部が開口するように両端が開口したパイプであり、閉塞部から本体の外側に延びるように構成されていけば良い。すなわち、閉塞部から離れた位置において第2の端部が開口するように性能調整パイプが構成されていけばよく、性能調整パイプの少なくとも一部が本体の外側に露出するように、当該性能調整パイプが閉塞部に対して取り付けられる。むしろ、性能調整パイプは、閉塞部から直線状に延びてもよいし、少なくとも一部が曲げられて

50

いても良い。

【0011】

第1の端部は、本体の内側で開口していれば良いが、本体の内側において第1の端部が開口している位置を調整すれば、消音器の性能を向上させることができる。例えば、閉塞部は、金管楽器によって出力される音の反射面となり、消音器の内側においては、閉塞部に向かって進行する直接音の音波と閉塞部で反射されて演奏者に向かって進行する反射音の音波とが併存する状態となる。従って、消音器の内側で開口する性能調整パイプの第1の端部の付近においても、直接音の音波と反射波の音波とが併存する。このため、第1の端部と閉塞部との距離の2倍（直接音と反射音との経路差）が音波の半波長の奇数倍あるいは波長の整数倍である場合、直接音の音波と反射波の音波とが干渉し、当該音波が過度に小さくあるいは大きくなる。この結果、第1の端部と閉塞部との距離に応じた特定の周波数でディップやピークのある音波が性能調整パイプから出力される。

10

【0012】

そこで、第1の端部を閉塞部の近傍に配置すれば、可聴域の音において当該ディップやピークが発生しないように構成することができる。すなわち、消音器の本体の内側に性能調整パイプの第1の端部を配置する際に、第1の端部を閉塞部の近傍に配置した状態で性能調整パイプが本体に取り付けられるように構成することができる。そして、第1の端部を閉塞部の近傍に配置すれば、ディップやピークとなる周波数（第1の端部と閉塞部との距離に応じた特定の周波数）を可聴域外の周波数とすることができる。

20

【0013】

具体的には、第1の端部と閉塞部の内壁との距離を数mm程度に設定すれば、第1の端部と閉塞部の内壁との距離を可聴域の音での干渉が生じない距離とすることができる。すなわち、経路差（第1の端部と閉塞部の内壁との距離の2倍）が波長/2となるようにするためには、第1の端部と閉塞部の内壁との距離を波長/4とすればよい。そこで、可聴域の音の上限周波数を5kHzとすれば、音速を340m/sとした場合に波長は0.068m（=340/5000）であり、第1の端部と閉塞部の内壁との距離を波長/4である17mmより小さくすれば、可聴域の音波でディップやピークのある音波が性能調整パイプから出力されなくなる。また、可聴域の音の上限周波数を20kHzとすれば、音速を340m/sとした場合に波長は0.017m（=340/20000）であり、第1の端部と閉塞部の内壁との距離を波長/4である4.25mmより小さくすることで、可聴域の音波でディップやピークのある音波が性能調整パイプから出力されなくなる。従って、高性能の消音器を提供することができる。

30

【0014】

さらに、消音器を使用した演奏を行う際に、演奏者は、マウスピースと消音器との間に存在する気体を振動させることによって音を出力させるが、性能調整パイプが備えられた消音器においては性能調整パイプの長さが長いほど気体の振動の発生自由度を容易に抑制することができる。従って、性能調整パイプの長さを長くするほど消音器内に生成される音波が安定化させやすくなる。

【0015】

一方、過度に性能調整パイプの長さを長くすると、消音器の性能が悪くなることが判明している。すなわち、金管楽器には実際の演奏に使用される実用音が存在し、過度に性能調整パイプの長さを長くすると、性能調整パイプの長さが実用音で共鳴し得る長さとなる。このような場合、金管楽器の演奏中に、演奏者が気体に与えたエネルギーが共鳴に消費され、本来の演奏音を出力するためのエネルギーが損失するため、吹奏感が悪くなってしまふ。そこで、性能調整パイプの長さを、金管楽器の各実用音で共鳴しない長さとするれば、エネルギー損失が発生せずに快適に演奏可能な消音器を提供することが可能になる。

40

【0016】

このように、性能調整パイプを金管楽器の各実用音で共鳴しない長さにするためには、金管楽器で使用される音の周波数が離散的（CとCの間には周波数の隔たりがある等）であることを利用し、離散的な周波数の間の周波数の音波と性能調整パイプとが共鳴し得

50

るように性能調整パイプの長さを設定してもよい。すなわち、性能調整パイプの長さが金管楽器の各実用音の半波長と異なる長さとなるように構成してもよい。

【0017】

さらに、性能調整パイプを金管楽器の実用音で共鳴しない長さにするために、性能調整パイプを金管楽器の実用音域内の最高音の半波長より短くしてもよい。すなわち、この長さであれば、金管楽器の実用音域内の音の全ての音に対して実質的に共鳴しないように性能調整パイプを構成することができる。例えば、トランペットの実用音域の最高音を920 Hz程度と見なし、音速を340 m/sとした場合、実用音域の最高音の波長の1/2は185 mm程度となる( $185 = (340 / 920 / 2) \times 1000$ )。従って、性能調整パイプの長さを185 mmより短くすれば、性能調整パイプをトランペットの実用音域内の最高音の半波長より短くすることができる。

10

【0018】

むしろ、実用音域の最高音は演奏者や演奏目的によって変動させることが可能であり、例えば、ジャズ演奏の場合に実用音域の最高音が1050 Hzである場合に、性能調整パイプの長さを162 mm( $162 = (340 / 1050 / 2) \times 1000$ )より短くする構成等を採用してもよい。

【0019】

さらに、第2の端部は、当該第2の端部の開口部から出力される音が球状に、すなわち、前方のみの半球状ではなく、後方を含む放射方向に放射されるように、配置されていれば良く、その位置は種々の位置を採用可能である。その例として、消音器の本体の外側において曲げられていることにより、ベルの端面よりも演奏者側の空間で第2の端部が開口するように性能調整パイプが構成されていても良い。この構成によれば、主な音の出力方向が後方になるため、演奏者の前方に進行する音波を相対的に減らすことができ演奏者の前方における消音性能を向上させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】は消音器の断面図である。

【図2】(2A)(2B)は閉塞部と音源位置との関係が音の周波数特性に与える影響を説明するための図である。

【図3】消音器の断面図である。

30

【図4】消音器の断面図である。

【図5】消音器の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

ここでは、下記の順序に従って本発明の実施の形態について説明する。

(1) 消音器の構成：

(2) 性能調整パイプの長さ：

(3) 他の実施形態：

【0022】

(1) 消音器の構成：

40

図1は、本発明の一実施形態にかかる消音器を示す図である。図1はトランペットのベル1に装着された消音器をトランペットの管の軸に沿って切断した場合の断面図である。本実施形態にかかる消音器は筒状部11と閉塞部12とからなる本体10を備えており、閉塞部12には性能調整パイプ20が取り付けられている。また、本体10には音程調整のための音程調整部材31が取り付けられている。

【0023】

筒状部11は板状の部材で構成されており、軸に沿って内径及び外径が徐々に変化する形状である。すなわち、筒状部11は、略円錐台の形状であり、本実施形態において、円錐台の側面に相当する壁面は図1に示す断面において直線ではなく曲線であり、軸に沿って徐々に曲率が変わる。また、筒状部11における軸方向の一方の端部は他方の端部よ

50

りも内径が大きい。本実施形態においては、内径が大きい方の端部 1 4（下底に相当する端部）に閉塞部 1 2 が連結され、内径が小さい方の端部 1 3（上底に相当する端部）は開口している。従って、本体 1 0 は一端が開口した中空の部材である。

【0024】

閉塞部 1 2 は板状の部材で構成されており、本体 1 0 の外部に露出する閉塞部 1 2 の外面は略椀状の形状である。閉塞部 1 2 の中央（筒状部 1 1 の軸と閉塞部 1 2 との交点）には穴が形成されており、当該穴には円柱状の穴が形成されたボス 1 2 a が取り付けられている。

【0025】

音程調整部材 3 1 は、板状の部材で構成された略円錐台の形状の部材であり、本実施形態において、円錐台の側面は図 1 に示す断面において直線である。また、音程調整部材 3 1 の円錐台における内径が小さい方の端部 3 1 b（上底に相当する端部）は閉塞しており、内径が大きい方の端部 3 1 a（下底に相当する端部）は開口している。従って、音程調整部材 3 1 も一端が開口した中空の部材である。

10

【0026】

音程調整部材 3 1 の端部 3 1 a の内壁および筒状部 1 1 の端部 1 3 の内壁には複数の位置に連結部材 3 1 c が取り付けられている。連結部材 3 1 c は、薄い板状の部材であるとともに、音程調整部材 3 1 および筒状部 1 1 の軸の周りの所定角度方向（図 1 に示す例では 0°、90°、180°、270°）に当該薄い板状の部材の面が配向するように音程調整部材 3 1 および筒状部 1 1 に取り付けられている。すなわち、複数の箇所配置された連結部材 3 1 c により、筒状部 1 1 の端部 1 3 と音程調整部材 3 1 の端部 3 1 a とが所定距離（図 1 に示す X）だけ離れた状態で固定された状態となる。

20

【0027】

このため、トランペットの内側から音程調整部材 3 1 および筒状部 1 1 の方向に流れてくる演奏者の呼気は、筒状部 1 1 の端部 1 3 と音程調整部材 3 1 の端部 3 1 a との間を通過して筒状部 1 1 内に導入される。ここで、トランペットに装着されたマウスピースに演奏者が唇をつけて呼気を導入した場合、演奏者の唇の振動による音波が伝搬する。この音波によってトランペット内部に定在波が発生し、発生した定在波によってトランペットから出力される音の音程が定まる。よって、連結部材 3 1 c の大きさを調整することによって音程調整部材 3 1 と筒状部 1 1 との距離を調整すると、前述の音波が伝搬する経路の断面積を変化させることができ、トランペットから出力される音の音程を調整することが可能である。

30

【0028】

本実施形態にかかる筒状部 1 1 においては、外周に摩擦係数の大きい緩衝材（スポンジ等の樹脂）1 1 a が巻き付けられている。また、筒状部 1 1 における曲率は、本体 1 0 の装着対象となるトランペットのベル 1 の曲率よりも軸方向の単位距離あたりの変化が小さい。従って、本体 1 0 の端部 1 3 をベル 1 内に挿入して本体 1 0 をベル 1 内に移動させると、やがて、筒状部 1 1 の外周に取り付けられた緩衝材 1 1 a の外周がベル 1 の内周に密着する。この状態においてさらに本体 1 0 をベル 1 内に押し込むと、緩衝材 1 1 a が変形するとともに摩擦力によって本体 1 0 がベル 1 に固定された状態となる。

40

【0029】

本実施形態においては、緩衝材 1 1 a の厚さを所定の厚さとしており、緩衝材 1 1 a の変形量にある程度の幅があるため、本体 1 0 をベル 1 に固定する位置にある程度の幅がある。従って、本体 1 0 をベル 1 に固定する位置を調整することによって音程を調整することが可能である。

【0030】

性能調整パイプ 2 0 は、円筒部材であり、一方の端部から他方の端部までの軸が直線状である。性能調整パイプ 2 0 の外周は、ボス 1 2 a の円柱状の穴の内周よりもわずかに小さく、性能調整パイプ 2 0 をボス 1 2 a に挿入して固定することができる。性能調整パイプ 2 0 の両端（第 1 の端部 2 0 a および第 2 の端部 2 0 b）は開口しているため、第 1 の

50

端部 2 0 a をボス 1 2 a に挿入すると第 1 の端部 2 0 a は消音器の本体 1 0 の内側で開口し、第 2 の端部 2 0 b は消音器の本体 1 0 の外側で開口した状態となる。この結果、本実施形態においては、トランペットの内側から筒状部 1 1 の端部 1 3 と音程調整部材 3 1 の端部 3 1 a との間を通して筒状部 1 1 内に導入された演奏者の呼気は、さらに性能調整パイプ 2 0 の第 1 の端部 2 0 a に導入される。そして、性能調整パイプ 2 0 内の呼気は性能調整パイプ 2 0 の第 2 の端部 2 0 b から本体 1 0 の外側に排出される。

#### 【 0 0 3 1 】

以上の構成において、性能調整パイプ 2 0 は閉塞部 1 2 から本体 1 0 の外側に延びることによって、第 2 の端部 2 0 b が本体 1 0 の外側で開口するように閉塞部 1 2 に取り付けられている。このため、第 2 の端部 2 0 b が閉塞部 1 2 から離れた位置に存在し、消音器の本体 1 0 をトランペットに装着した状態で演奏者がトランペットを演奏すると、第 2 の端部 2 0 b から出力される音は球状に広がる。従って、特定の方向（例えば、前方）への音の放射効率が突出して特定の方向での消音性能が低下することはなく、消音性能が高い高性能の消音器を提供することが可能である。

10

#### 【 0 0 3 2 】

以下、性能調整パイプ 2 0 の第 2 の端部 2 0 b から音が出力されることによる効果を図とともに説明する。ここでは、無響室内に置かれた直径 6 mm（性能調整パイプ 2 0 の内径と同一）の音源から距離 1 m の位置における音圧の周波数特性を 3 種の条件について考察する。すなわち、音源の周囲に閉塞部 1 2 を模した部材（直径 8 0 mm の円盤）を配置しない状態における、音源から距離 1 m の位置での周波数特性を基準として想定する。当該周波数特性を基準条件下での周波数特性とよぶ。

20

#### 【 0 0 3 3 】

次に、閉塞部 1 2 を模した部材の中央に音源を配置した状態における、音源から距離 1 m の位置での周波数特性を比較条件下での周波数特性とよぶ。さらに、閉塞部 1 2 を模した部材の中央を通るとともに閉塞部 1 2 を模した部材に垂直な軸（本体 1 0 の中心軸と同等）上で、閉塞部 1 2 を模した部材から 9 0 mm の位置に音源を配置した状態を想定し、当該軸上における音源から距離 1 m の位置での周波数特性を実施条件下での周波数特性とよぶ。

#### 【 0 0 3 4 】

なお、比較条件下での周波数特性は、閉塞部 1 2 を模した部材の中央に形成された穴から出力される音を当該穴から距離 1 m の位置において測定した場合の周波数特性と同等であるため、図 1 に示す構成において閉塞部 1 2 性能調整パイプ 2 0 を取り外した状況と同等の周波数特性と見なすことができる。また、実施条件下での周波数特性は、閉塞部 1 2 を模した部材の前方 9 0 mm の位置から出力される音を当該穴から距離 1 m の位置において測定した場合の周波数特性と同等であるため、図 1 に示す構成における周波数特性と見なすことができる。

30

#### 【 0 0 3 5 】

図 2 A および図 2 B は、閉塞部 1 2 と音源位置との関係が音の周波数特性に与える影響を説明するための図であり、図 2 A においては、基準条件下での周波数特性を全周波数域に渡り 0 d B とした場合に対する比較条件下での周波数特性を実線で示し、基準条件下での周波数特性を全周波数域に渡り 0 d B とした場合に対する実施条件下での周波数特性を破線で示している。なお、比較条件下での周波数特性と実施条件下での周波数特性との間に有意な差が見られなかった 4 0 0 H z 未満と 2 0 k H z 超の周波数特性は省略している。

40

#### 【 0 0 3 6 】

図 2 A に基づいて比較条件下での周波数特性と実施条件下での周波数特性とを比較すると、ほぼ全周波数域に渡って、比較条件下での音圧の方が実施条件下での音圧よりも大きくなっている。従って、性能調整パイプ 2 0 が閉塞部 1 2 の前方に延びる本実施形態の消音器においては、性能調整パイプ 2 0 が取り付けられていない消音器よりもトランペットの前方における消音性能が高いことになる。なお、騒音レベル（d B A）は、比較条件下

50

での周波数特性が基準条件下での周波数特性よりも6 dBほど大きく、実施条件下での周波数特性が基準条件下での周波数特性よりも2 dBほど大きい。従って、性能調整パイプ20が閉塞部12の前方に延びる本実施形態の消音器においては、性能調整パイプ20が取り付けられていない消音器よりもトランペットの前方における消音性能が高いことになる。

#### 【0037】

図2Bにおいては、音源から距離1mの位置を図2Aにおける軸（閉塞部12を模した部材の中央を通るとともに閉塞部12を模した部材に垂直な軸）に対して45°傾けた位置における周波数特性を示している。すなわち、図2Bにおいては、音源から距離1mの位置を図2Aにおける軸に対して45°傾けた位置における周波数特性であって、基準条件下での周波数特性を全周波数域に渡り0 dBとした場合に対する比較条件下での周波数特性を実線で示し、基準条件下での周波数特性を全周波数に渡り0 dBとした場合に対する実施条件下での周波数特性を破線で示している。図2Bに基づいて比較条件下での周波数特性と実施条件下での周波数特性とを比較すると、ほぼ全周波数域に渡って、比較条件下での音圧の方が実施条件下での音圧よりも大きくなっている。従って、性能調整パイプ20が閉塞部12の前方に延びる本実施形態の消音器においては、性能調整パイプ20が取り付けられていない消音器よりもトランペットの前方における消音性能が高いことになる。

10

#### 【0038】

さらに、図2A、図2Bのいずれにおいても実施条件下での周波数特性には、音源からの直接音と閉塞部12を模した部材からの反射音との干渉に起因するディップ、ピークが現れている。しかし、図2Aと図2Bとを比較すると、図2Bにおける実施条件下での周波数特性の方がディップおよびピークの大きさが小さい。従って、図2Aに示す音源から距離1mの位置を上述の軸に対して45°傾けた位置の方が、高い消音性能となる。そこで、トランペットの前方における消音性能を向上させるためには、性能調整パイプ20が閉塞部12から延びる方向は、図1のように筒状部11の軸に平行とするのではなく、筒状部11の軸に対して傾斜させる構成としても良い。

20

#### 【0039】

さらに、本実施形態においては、第1の端部20aと閉塞部12の内壁との距離Lが4.25 mmより小さくなるように、性能調整パイプ20が閉塞部12に対して取り付けられている。すなわち、閉塞部12は、音波の反射面となるため、第1の端部20aと閉塞部12の内壁との距離Lの2倍が、半波長の奇数倍あるいは波長の整数倍と等しい音波においては、閉塞部12への進行波と反射波とで減衰あるいは共鳴が生じる。従って、他の波長の音波と比較してディップやピークが現れることになる。閉塞部12への進行波と反射波とで減衰あるいは共鳴が生じる条件の中で最も距離Lが短くなる条件は、 $2 \times L = \text{波長} / 2$ であるため、周波数 = 音速 / 波長の式を利用して距離Lを周波数fに変換すると、 $f = v / (4L)$ である（vは音速）。従って、音速を340 m/sとすると、距離L = 4.25 mmに対応する周波数は20000 Hz（ $= 340 / (4 \times (4.25 / 1000))$ ）である。このため、距離L = 4.25 mmは可聴域の上限の周波数で減衰あるいは共鳴が生じる長さであり、本実施形態においては、第1の端部20aと閉塞部12の内壁との距離Lが4.25 mmより小さくなるようにすることで可聴域の音波でディップやピークが生じないように構成されている。

30

40

#### 【0040】

##### （2）性能調整パイプの長さ：

消音器をトランペットに装着して演奏を行う場合、演奏者はマウスピースと消音器との間に存在する気体を振動させることによって音を出力させるが、性能調整パイプ20が備えられた消音器においては性能調整パイプ20の長さが長いほど気体の振動の発生自由度を容易に抑制することができる。従って、性能調整パイプ20の長さを長くするほど消音器内に生成される音波が安定化させやすくなる。そして、本実施形態においては、閉塞部12から消音器の本体10の外側（前方）に向けて性能調整パイプ20が延びているため

50



、性能調整パイプ20の長さを規制する構造的な制約は存在しない。従って、容易に性能調整パイプ20の長さをできるだけ長くすることができ、音波の安定化に伴って音程が安定化するため、性能の高い消音器を提供することができる。

【0041】

このように、音程の変化の抑制や音波の安定化のためには性能調整パイプができるだけ長い方が好ましいが、本実施形態においては他の視点から性能調整パイプの長さの上限も規定されている。すなわち、本実施形態においては、性能調整パイプ20の長さは、トランペットの実用音域内の最高音の半波長より短くなるように構成されている。この結果、トランペットの実用音で共鳴しないように構成されている。

【0042】

すなわち、音波の波長の1/2と性能調整パイプ20の長さとは等しい場合には、トランペットの演奏中に演奏者が気体に与えたエネルギーが性能調整パイプ20における共鳴に消費され、本来の演奏音を出力するためのエネルギーが損失すると考えられる。例えば、トランペットの実用音域の最高音を920Hz程度と見なし、音速を340m/sとした場合、実用音域の最高音の波長の1/2は185mm程度となる(185(340/920/2)×1000)。そこで、性能調整パイプ20の長さを185mmより短く(例えば、図1に示すように90mm)とすれば、エネルギー損失が発生せずに快適に演奏可能な消音器を提供することが可能になる。なお、図1において、閉塞部12の直径(軸に垂直な方向の長さ)は80mm、性能調整パイプ20の内径は6mmである。

【0043】

(3)他の実施形態：

本発明においては、消音器の本体に対して当該本体から外側に延びる性能調整パイプが取り付けられていればよく、他にも種々の構成を採用可能である。例えば、性能調整パイプの形状や延びる方向、本体10に対する取付位置は図1に示す構成に限定されないし、性能調整パイプ20が閉塞部12に対して着脱可能であっても良い。

【0044】

図3は、消音器の本体10に取り付けられた性能調整パイプ200が、本体10の外側において曲げられていることにより、トランペットのベル1の端面1aよりも演奏者側の空間(後方の空間)で第2の端部200bが開く実施形態を示す断面図である。図3において、図1と同様の構成については同一の符号で示している。本実施形態において、性能調整パイプ200は、直線状の部位P<sub>1</sub>と曲げられた部位P<sub>2</sub>とを備え、曲げられた部位P<sub>2</sub>の中心軸は半円形である。

【0045】

また、曲げられた部位P<sub>2</sub>の端部が第1の端部200aとなって閉塞部12の中央に形成されたボス12aに挿入され当該第1の端部200aが本体10の内部で開口する。一方、性能調整パイプ200を構成する直線状の部位P<sub>1</sub>の端部が第2の端部200bとなって本体10の外部で開口する。この構成によれば、主な音の出力方向が後方になるため、演奏者の前方に進行する音波を相対的に減らすことができ演奏者の前方における消音性能を向上させることができる。なお、この構成において、第2の端部200bの開口部に対して、一方の端部の開口径が他方の端部の開口径よりも大きいアタッチメント210を取り付け、第2の端部200bから出力される音の指向性を調整する構成としても良い。

【0046】

図4は、消音器の本体10に取り付けられた性能調整パイプ201の一部が本体10の内部に存在し、残りの部位が本体10の外部に存在する実施形態を示す断面図である。図4において、図1と同様の構成については同一の符号で示している。本実施形態においても性能調整パイプ201は、直線状の部位と曲げられた部位とを備え、曲げられた部位の中心軸は半円形である。また、曲げられた部位は本体10内に存在し、直線状の部位の大半は本体10の外部に存在する。この構成によれば、性能調整パイプ201の長さを長くしつつも、性能調整パイプ201が本体10の外部に突出する長さを抑制することができる。

10

20

30

40

50

【0047】

さらに、消音器によって消音を行いつつマイクによって集音し、集音された音を特定の者（演奏者等）が聞くことができるようにする構成を追加しても良い。図5は、消音器にマイクを取り付けることができる構成の例を示す図である。図5においては、図1に示す構成と同様の構成については同一の符号で示している。図5に示す構成例においては、音程調整部材31の端部31bにマイク320aが取り付けられている。また、閉塞部12には端子120aが取り付けられており、マイク320aおよび端子120aには信号線320bが接続されている。この構成にかかる消音器10を金管楽器のベルに取り付けた状態で端子120aにアンプ等への出力信号線を接続すれば、金管楽器からの出力音を消音しつつ、アンプ等によって演奏音を所望の大きさの音に変換し、特定の者に聞かせることが可能である。なお、マイク320aの位置は棒状部材32の端部に限定されるものではなく、消音器内で演奏音を検出できる場所であればどこでもよい。また、マイク320aの出力信号をアンプ等へ送る手段は有線通信に限定されるものではなく、無線通信でもよい。

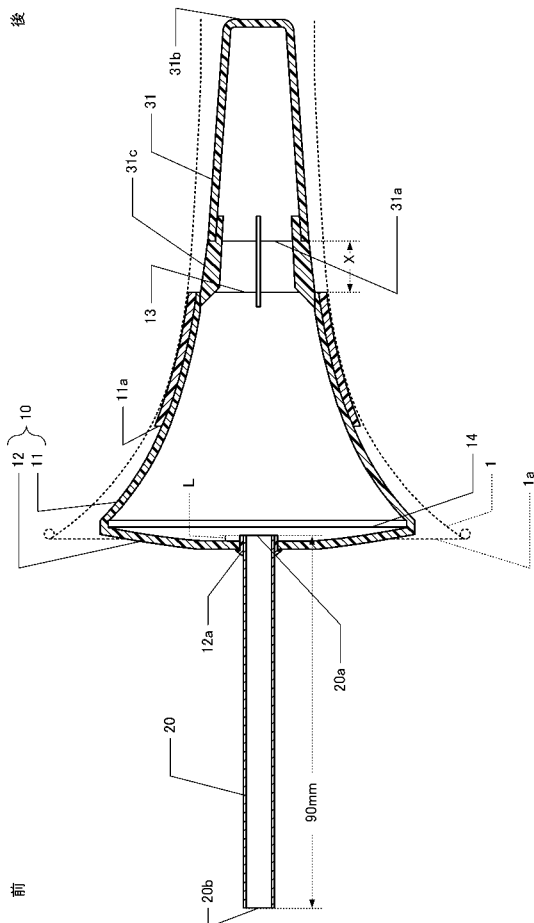
10

【符号の説明】

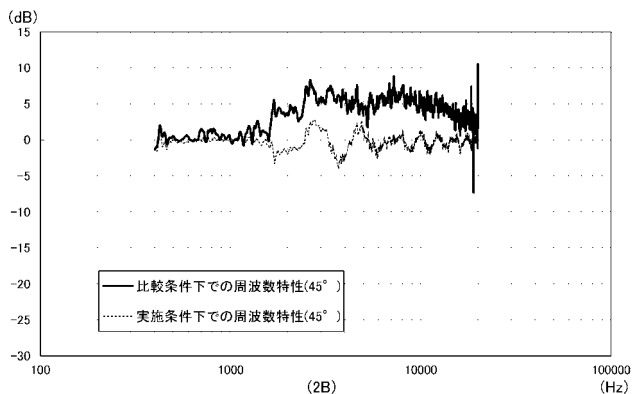
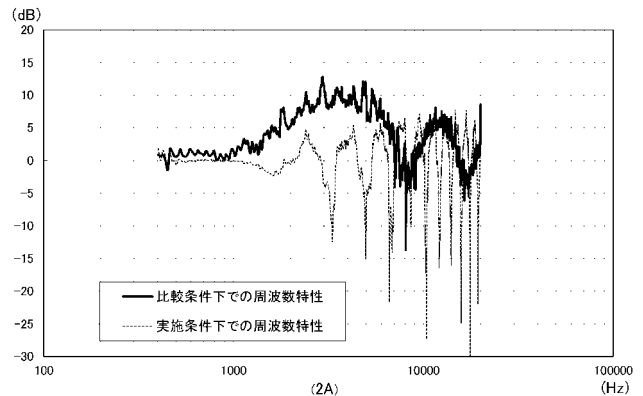
【0048】

1...ベル、1a...端面、10...本体、11...筒状部、11a...緩衝材、12...閉塞部、12a...ボス、13...端部、14...端部、20...性能調整パイプ、20a...端部、20b...端部、31...音程調整部材、31a...端部、31b...端部、31c...連結部材

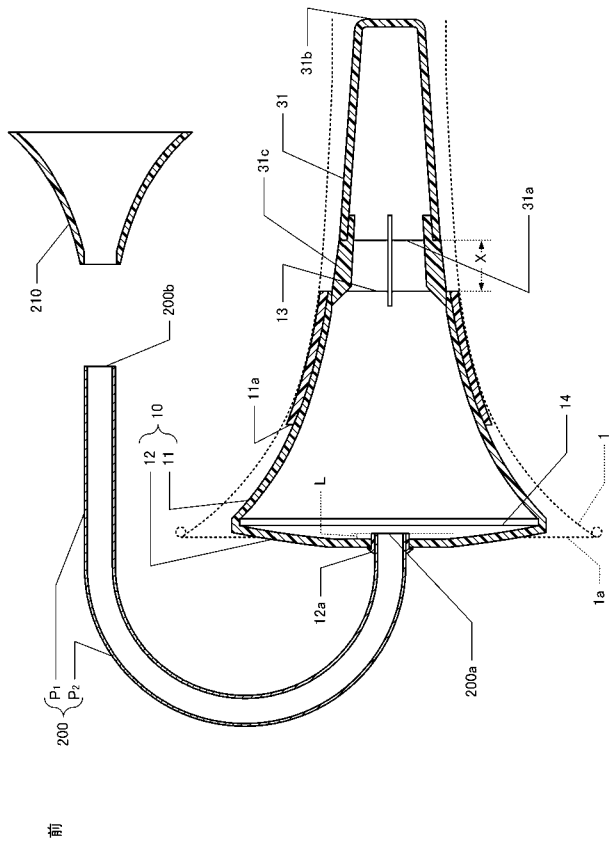
【図1】



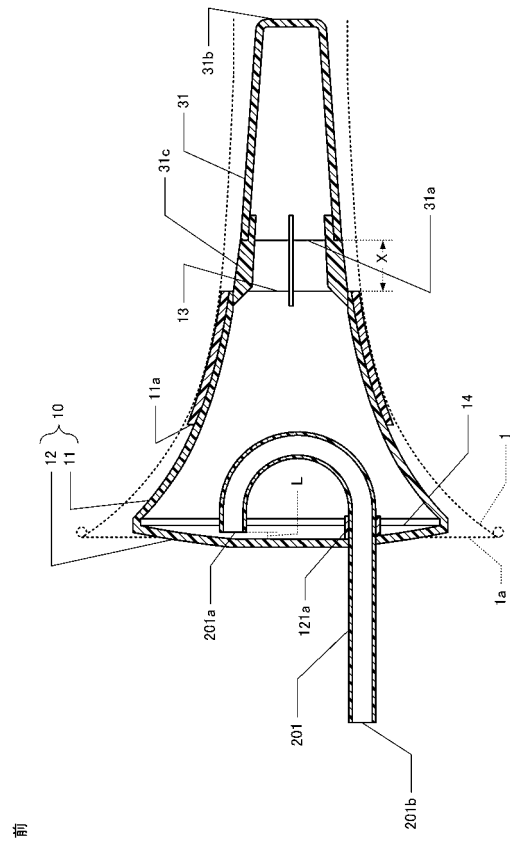
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

