

(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2010-85110

(P2010-85110A)

(43) 公開日 平成22年4月15日(2010.4.15)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 1 H 3/00 (2006.01) G 0 1 H 3/00 A 2 G 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-251394 (P2008-251394)	(71) 出願人	597145481
(22) 出願日	平成20年9月29日 (2008. 9. 29)		株式会社建設環境研究所
			東京都豊島区東池袋 2-2 3-2
		(71) 出願人	899000057
			学校法人日本大学
			東京都千代田区九段南四丁目8番2 4 号
		(74) 代理人	100098545
			弁理士 阿部 伸一
		(74) 代理人	100087745
			弁理士 清水 善廣
		(74) 代理人	100106611
			弁理士 辻田 幸史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】騒音計、および騒音計測用プログラム

(57) 【要約】

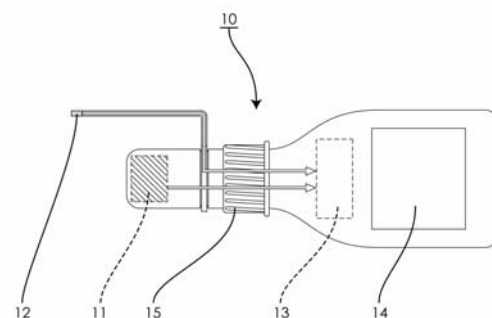
【課題】

気象条件に左右されない、特に風が吹いていても通常の使用態様で利用できる高精度の騒音計を提供する。

【解決手段】

測定対象音の音圧値を測定するマイクロホン11と、風速計12と、上記風速計12の出力信号から圧力値を求めるとともに、上記音圧値と上記圧力値とを処理する演算処理部13を備えた騒音計10である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定対象音の音圧値を測定するマイクロホンと、風速計と、上記風速計の出力信号から圧力値を求めるとともに、上記音圧値と上記圧力値とを処理する演算処理部を備えた騒音計。

【請求項 2】

演算部の処理は、音圧値の実効値から圧力値の実効値を減算することを特徴とする請求項 1 記載の騒音計。

【請求項 3】

風速計の出力信号を元に、演算処理部で、

10

【数 1】

$$C_w \frac{1}{2} \rho u^2$$

(C_w : 係数、 ρ : 空気密度、 u : 変動風速)

の演算を行うことにより圧力値 P_{wind} を求めることを特徴とする請求項 1 記載の騒音計。

【請求項 4】

風速計はマイクロホンよりも前方に位置することを特徴とする請求項 1 記載の騒音計。

【請求項 5】

20

風速計とマイクロホンの距離は、10～150mmであることを特徴とする請求項 1 記載の騒音計。

【請求項 6】

マイクロホンの出力 P_{out} を入力する段階と、風速計の出力 U を入力する段階と、上記風速計の出力 U から圧力値 P_{wind} を求める段階と、 P_{out} の実効値から P_{wind} の実効値を減算する段階とを備えた騒音計測用プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、屋外の騒音測定に用いることができる騒音計、および騒音計測用プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、良好な環境の中で快適な生活を送ることの重要性がより強く意識されるようになっている。特に、大気や水の汚染とともに騒音は、いわゆる公害として過去から様々な問題をもたらす原因として、その対策が広く講じられるべきものである。したがって、騒音源のあるところでは、その対策を練るにあたり、必ず騒音の評価を行う必要がある。例えば、恒常的な騒音としては、航空機や新幹線による騒音、高速道路などの高架橋からの騒音、ダムの放流に伴う放流音などがあり、また一時的な騒音としては工事現場での建設用機械による騒音や、コンサートホールや球場からの騒音などがある。

40

【0003】

これらの騒音を測定する計測機器として、騒音計が広く用いられている。図 8 は騒音を測定する従来の騒音計を示した模式図である。騒音計 1 は、マイクロホン 2 およびマイクロホン 2 からの出力を演算・評価する演算処理部 3、およびその演算・評価結果を表示する表示装置 4 からなる計測機器である。そして、マイクロホン 2 は、音源に起因する空気の振動、すなわち大気圧の圧力（音圧）変化を検出する振動膜 5、振動膜 5 の振動を伝達する伝達部材 6、伝達部材 6 により伝達された振動を電気信号に変換するセラミック振動子 7 とからなる。セラミック振動子 7 で発生した電気信号（電圧）は図示しないプリアンプで検出され、演算処理部 3 の演算に供されるものである。

50

騒音計 1 は、マイクロホン 2 を測定対象音源に向けて騒音を測定することができる。また、接続部 8 を介して本体部とマイクロホン 2 を分離することができ、マイクロホン 2 を三脚に固定して用いることもできる。この場合、騒音計 1 の本体とマイクロホンは、ケーブルで接続する必要がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、先に挙げた騒音に共通するのは、これらの騒音はすべて屋外での音響伝播であることである。従って、騒音計は多くの場合、屋外で使用する必要がある。

【0005】

しかし、屋外での騒音計の使用は、気象条件に影響されることになる。特に、低周波騒音の測定においては風の乱れ成分による圧力変動がマイクロホンに作用することが知られている。これは風雑音と呼ばれている。この場合、騒音計の計測値は、測定対象音に風雑音が加わった値となる。風雑音は、風速が弱い場合であっても相当程度発生する。そして、風速が 5 m/秒を超えると風雑音の影響は無視できないものとなり、ISO のレギュレーションによれば測定を中止しなければならない。従って、屋外での騒音計の使用は、風のない時期を選んで行う必要があり、騒音測定が気象条件によって左右され、季節によっては相当長期間測定ができないという問題があった。

【0006】

これらの問題を解決するため、マイクロホンの周りに防風部材を配置することにより風が直接マイクロホンに当たらないようにし、マイクロホンが風の影響を受けないようにする技術がある（特許文献 1）。

しかし、防風部材は完全に風の影響を除去することはできないという問題がある。さらに、防風部材は、測定対象音の一部も遮断してしまうことになるため、測定対象音の正確な測定の妨げになるという問題もある。

【0007】

また、風雑音が低周波成分を主に構成されることに着目し、ハイパスフィルターで風雑音成分を取り除く技術や、一对のマイクロホンに及ぼす風雑音の影響は相関性が低いことに着目し、これを利用して風雑音成分を取り除く技術がある（特許文献 2）。

しかし、これらの場合においても、風の影響そのものを評価しているのではなく、風雑音が影響した騒音測定結果に見られる特性や相関を利用したものであるため、測定対象音が除去されることを完全に防止できるものではない。

【特許文献 1】特開 2001-91351

【特許文献 2】特開 2001-124621

【0008】

そこで、本件特許発明は、気象条件に左右されない、つまり風が吹いていても通常の使用態様で使用する高精度の騒音計を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の請求項 1 記載の騒音計は、測定対象音の音圧値を測定するマイクロホンと、風速計と、上記風速計の出力信号から圧力値を求めるとともに、上記音圧値と上記圧力値とを処理する演算処理部を備えたことを特徴とする。

本発明の請求項 2 記載の騒音計は、請求項 1 記載の騒音計において、演算部の処理は、音圧値の実効値から圧力値の実効値を減算することを特徴とする。

本発明の請求項 3 記載の騒音計は、請求項 1 記載の騒音計において、風速計の出力信号を元に、演算処理部で、

【数 1】

$$C_w \frac{1}{2} \rho u^2$$

10

20

30

40

50

(Cw：係数、ρ：空気密度、u：変動風速)

の演算を行うことにより圧力値Pwindを求めることを特徴とする。

本発明の請求項4記載の騒音計は、請求項1記載の騒音計において、風速計はマイクロホンよりも前方に位置することを特徴とする。

本発明の請求項5記載の騒音計は、請求項1記載の騒音計において、マイクロホンと風速計の距離は、10～150mmであることを特徴とする。

本発明の請求項6記載の騒音測定用プログラムは、マイクロホンの出力Poutを入力する段階と、風速計の出力Uを入力する段階と、上記風速計の出力Uから圧力値Pwindを求める段階と、Poutの実効値からPwindの実効値を減算する段階とを備えたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0010】

請求項1記載の本発明によれば、風が吹いているときでも騒音の測定が可能となり、気象条件に左右されない騒音測定作業が可能であるという効果を発揮するものである。また、風の影響そのものをマイクロホンに作用する圧力値として評価しているので、より正確な対象音の測定が可能であるという効果を発揮するものである。

請求項2、3、6記載の本発明によれば、簡単な演算で測定対象音の正確な評価を行うことができるという効果を発揮するものである。

請求項4、5の記載の本発明によれば、マイクロホンと風速計が互いに干渉することなく、音圧および風速の測定が可能であるという効果を発揮するものである。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

まず、本発明の原理を説明する。

圧縮性の流れ場の支配方程式には、流体の移流拡散現象に加えて流体の弾性挙動も含まれるので、圧縮性ナビアーストークス方程式は音波の伝播現象も同時に表現しており、そこでは速度場と圧縮場は互に関係する物理量である

マイクロホンに作用する風圧（圧力値）と風速の関係は、(1)式のように表現できる。

【数2】

$$P_{wind} = C_w \frac{1}{2} \rho u^2$$

30

..... (1)

ここで、Pwindは風がマイクロホンに与える変動圧力値、ρは空気の密度、uは風速の変動成分である変動風速である。また変動風速uは、(2)式のように、風速計で測定された測定風速値Uから平均風速値u₀を減算して求めることができる。なお平均風速値u₀は一定時間の測定風速値Uを平均して算出することができる。

【数3】

$$u = U - u_0$$

..... (2)

このように、風速の変動成分により、圧力の変動成分を生じるものである。また補正係数Cwは、マイクロホンの形状や、マイクロホンの風に対する応答のメカニズム（マイクロホンの感度、マイクロホンの周囲の流れ場、風の入射角、風の周波数成分、風速）などに依存する係数である。

40

【0012】

一方、マイクロホンに作用する音圧（値）は、(3)式のように表現できる。

【数4】

$$P_{sound} = \rho c V$$

..... (3)

ここで、Vは流体粒子（空気）の振動速度、cは音速である。

【0013】

50

もし、音と風の位相がランダムであれば、暗騒音の補正と同様の考え方で、(4)式のように P_{sound} の実効値 (r. m. s.) と P_{wind} の実効値 (r. m. s.) を加算することができる。

【数 5】

$$[P_{out}]_{r.m.s.} = [P_{sound}]_{r.m.s.} + [P_{wind}]_{r.m.s.}$$

$$= [\rho c V]_{r.m.s.} + \left[C_w \frac{1}{2} \rho u^2 \right]_{r.m.s.}$$

10

..... (4)

ここで、 P_{out} は騒音計のマイクロホンで測定された音圧値 (実測値) である。

【0014】

もし、 C_w が既知であれば、 P_{out} と U を測定することにより、 P_{sound} を求めることができる。つまり、 C_w と U 、その他の C_w を構成する変数との関係を事前に風洞実験により求めておき、具体的な C_w の値を内蔵した騒音計を用いれば、屋外での騒音の実測値に対して、風による影響の補正をかけることができる。具体的には、屋外での騒音計 P_{out} を測定するとともに、風速計で風速 U を測定すれば、測定対象音の正確な音圧を求めることができるものである。

20

以下に、本発明の騒音計の実施例を示す。

【実施例】

【0015】

(実施例 1)

図 1 は本発明の実施例である騒音計の概略構成図である。図 1 において、10 は騒音計本体であり、騒音計 10 は、検出部としてマイクロホン 11 と風速計 12 とからなり、これらからの電気信号を受取り処理する演算処理部 13、および演算処理部 13 の演算結果を表示する表示装置 14 とからなる。また、マイクロホン 11 と風速計 12 は一体として構成されているが、風速計 12 はマイクロホン 11 の周りを回動可能に設けられている。しかも、風速計 12 はマイクロホン 11 より前方に突出して設けられている。そして、マイクロホン 11 および風速計 12 は、ねじで構成された接続部 15 で分離可能に構成されており、分離した際は、騒音計 10 とは図示しないケーブルで接続して使用するものである。

30

【0016】

マイクロホン 11 と風速計 12 は、互いの干渉を避けるために、10 mm 以上離して設置されている。また、マイクロホン付近の風速を測定するためには、風速計をマイクロホンから 150 mm 以内に設置するとよい。好ましくは、40 mm から 50 mm の範囲内に設置すると、お互い干渉が少なく、かつマイクロホン付近の風速を計測することが可能である。

40

【0017】

図 3 はマイクロホン 11 の要部断面を拡大した断面拡大図である。マイクロホン 11 は、従来の騒音計に搭載されるマイクロホンと同一の構成である。マイクロホン 11 は、音源に起因する空気の振動、すなわち大気圧の圧力 (音圧) 変化を検出する振動膜 21、振動膜 21 の振動を伝達する伝達部材 22、伝達部材 22 により伝達された振動を電気信号に変換するセラミック振動子 23 とからなる。セラミック振動子 23 で発生した電気信号 (電圧) は図示しないプリアンプで検出され、演算処理部 13 の演算に供されるものである。

【0018】

図 4 は風速計 12 の先端の要部を拡大した拡大図である。風速計 12 は、汎用的な熱線

50

流速計プローブを用いることができる。風速計 1 2 は、タングステン製のフィラメント 3 1 およびそれを支持する支持部材 3 2、保護部材 3 3 を有しており、フィラメント 3 1 は保護部材 3 3 の開口部 3 4 から突出して設けられている。支持部材 3 2 は導体で構成されており、フィラメント 3 1 は支持部材 3 2 を介して通電され加熱されている。

【0019】

かかる風速計 1 2 の動作原理を説明する。加熱されたフィラメント 3 1 に風が当たると、風によりフィラメント 3 1 は冷却される。フィラメント 3 1 を一定温度に保つには通電量を増やせばよいが、この電流量は風速値に依存するので、これらの関係をあらかじめ求めておき、フィラメント 3 1 を一定温度に保つ電流量を測定すれば、風速を求めることができる。

10

なお、図 4 のような一次元フィラメントである標準直線プローブのほか、様々な風向にも対応可能な X 型プローブ、その他三次元プローブを用いれば、風向に依存しないより正確な風速を求めることができる。

【0020】

図 5 は、演算処理部 1 3 のブロックダイアグラムである。マイクロホン 1 1 および風速計 1 2 の出力はプリアンプ 4 1 で増幅され、A/D コンバータ 4 2 でデジタル信号に変換され、CPU 4 3 に入力される。CPU 4 3 は記憶装置 4 4 に格納されたプログラムに従って演算を行い、結果を表示部 1 4 に出力する。

【0021】

CPU 4 3 で行われる演算は、後述するように、マイクロホン 1 1 で測定された結果から風雑音の影響を除去する演算を行うほか、この演算結果をオクターブ分析、1/3 オクターブ分析、FFT（高速フーリエ変換）分析を行い、この結果を表示部に出力したり、風速計 1 2 の出力から風速を演算によって求め、この風速を表示部に出力するといった役割も担っている。そのほか、騒音計の出力として、等価騒音レベル（Leq）、レベル最大値（Lmax）、時系列のレベル（LP）、低周波特性（LG）を求めるための演算や、風速計の出力として、平均風速、風の乱れ強度、最大風速、時系列波形を求めるための演算も行う。

20

【0022】

以上の構成を有する騒音計について、その使用方法を説明する。騒音計 1 0 本体は、持ち運びに便利なハンディタイプとなっており、測定者は測定対象音の方向にマイクロホン 1 1 および風速計 1 2 を向けて測定開始ボタンを押すことにより測定を開始することができる。また、図 2 で示すように、接続部 1 5 でマイクロホン 1 1 および風速計 1 2 を分離し、これを三脚などに固定して使用しても良い。その方が、手ぶれによるノイズを拾うことがないから、より精密な測定に適している。

30

【0023】

さらに、特に低周波騒音の場合は、音源が特定できなかったり、あるいは高速道路高架橋からの騒音のように、騒音がある一点から発生するものではない場合が多いので、指向性とその周囲で等しいマイクロホンを使用して図 2 のように鉛直方向にマイクロホン 1 1 および風速計 1 2 を設置すれば、あらゆる方向からの騒音を測定することができる。しかも、どの方向から風が吹いてきても、風に対するマイクロホン 1 1 の形状は一定であるので、風の影響は風向に依存せず、風洞実験によりあらかじめ求めて搭載される Cw の種類は少なく済む。よって、このような場合は、図 2 のようにマイクロホン 1 1 および風速計を鉛直方向に設置することが望ましい。

40

【0024】

図 2 のようにマイクロホン 1 1 および風速計 1 2 を鉛直方向に固定して使用する際、測定対象音源の方向からずらして風速計 1 2 を回動しておけば、測定対象音が風速計 1 2 の干渉を受けることを極力少なくすることができる。また風速計 1 2 はマイクロホン 1 1 より前方（この場合は上方）に突出して設けられているので、測定される風はマイクロホン 1 1 による干渉を受けることなく、風速計は正確な風速を測定することができる。

【0025】

50

次に、騒音計 10 の騒音測定時の動作を図 6 を用いて説明する。図 6 は騒音計の動作を図示したフローチャートである。かかる動作は、記憶装置 44 に格納されたプログラムを展開し、実行することにより実現する。

【0026】

本騒音計の使用者は、図 2 のようにマイクロホン 11 および風速計 12 を鉛直方向に向けて三脚で固定し、図示しない測定開始ボタンを押し、騒音測定を開始する (S1)。

【0027】

マイクロホン 11 で測定された測定対象音源の音圧 P_{out} は、電気信号に変換され、CPU 43 に入力される。ここで上述の通り、測定された音圧 P_{out} は、風の影響が乗った値となっているので、測定対象音源から発生した正確な音圧値ではない。一方風速計 12 で測定された風速 U も同様に電気信号に変換され、CPU 43 に入力される (S2)。

10

【0028】

CPU 43 は、入力された測定対象音源の音圧 P_{out} および測定した風速 U から、あらかじめ記憶装置 44 に格納されたプログラムを展開し、このプログラムにしたがって測定対象音源の正確な音圧を求める。

まず、(2) 式を用いて、測定した風速 U から、所定時間測定された U の平均値 (平均風速値) u_0 を減算して変動風速 u を求める。さらに、この u を用いて、風がマイクロホン 11 に対して与える影響を、(1) 式を用い、圧力値 P_{wind} として求める (S3)。ここで、 ρ はあらかじめ定数として記憶装置 44 に格納されている。また C_w も風洞実験によりあらかじめ求められた値が記憶装置 44 に格納されており、これを呼び出して用いる。

20

【0029】

次に、測定された測定対象音源の音圧 P_{out} の実効値、および P_{wind} の実効値から、(4) 式を用い、対象音源の正確な音圧 P_{sound} を求める (S4)。

【0030】

かかる計算結果から P_{sound} を求め、測定対象音の音圧を dB (デシベル) などの値に変換して表示装置 14 に表示する (S5)。さらに、測定者が入力した命令に従い、CPU 43 はあらかじめ記憶装置に格納されたプログラムにしたがって、等価騒音レベル (L_{eq})、レベル最大値 (L_{max})、時系列のレベル (L_P)、低周波特性 (L_G) を求めたり、オクターブ分析、 $1/3$ オクターブ分析、FFT (高速フーリエ変換) 分析を行い、分析結果を表示装置 14 に表示することもできる。

30

また、測定者の命令に従い、風速計 12 の出力から平均風速、風の乱れ強度、最大風速、時系列波形を求め、表示装置 14 に表示することもできる。

【0031】

なお、補正係数 C_w は、マイクロホンの形状や、マイクロホンの風に対する応答のメカニズム (マイクロホンの感度、マイクロホンの周囲の流れ場、風の入射角、風の周波数成分、風速) などに依存する係数であるので、これらの値を検出し対応する C_w を呼び出して用いてもよい。例えば、風の入射角を風向計で、風速や層流乱流の程度を風速計で測定し、これを元に対応する C_w を呼び出すことができる。

40

【0032】

本実施例では、 P_{out} の実効値から P_{wind} の実効値を減算した値をそのまま P_{sound} として用いたが、他の必要な演算をさらに行うことを排除するものではない。

【0033】

(実施例 2)

図 7 は第 2 の実施例の騒音計 70 の構成を示した構成図である。実施例 2 の騒音計は、実施例 1 の騒音計の構成に加えて風向計が備えられ、風の情報のチャンネルを風速、風向の 2 チャンネルに増やしたものである。すなわち、マイクロホン 71、風速計 72 に加えて、マイクロホン 71 が設けられた筐体に風向計 73 を取り付けられたものである。風向計 73 は、軸 74 で垂直方向に立てられた一枚の翼部 75 と、軸 74 のもう一端に設けられた

50

図示しない角度検出装置からなる。そして、風向に応じて翼部 7 5 が軸 7 4 を中心に回転し、その回転角を角度検出装置が検出するものである。

【0034】

以上の構成を有する騒音計について、その使用方法を説明する。図 7 のように、マイクロホン 1 1 および風速計 1 2 を分離し、マイクロホンが騒音の音源方向を向くように、三脚などに水平に固定して使用する。このような使用法は、工事現場や野球場のように、騒音源が特定されており、しかも騒音の発生方向も特定されている場合の騒音測定に適している。しかし、風向によって風に対するマイクロホン 7 1 の形状は一定ではなく、その結果風のマイクロホン 7 1 に対する影響は異なるので、風洞実験によりあらかじめ風の入射角と C w の関係を求めてこれを搭載しておく必要がある。そして、騒音測定の際、風速計 7 2 で風速を測定するとともに、風向計 7 3 で風向を測定することにより、これらの風速、風向に対応する C w を呼び出し、実施例 1 と同様の処理をもって対象音源の正確な音圧 P s o u n d を求める。

10

【0035】

なお、風速計 7 2 は実施例 1 のようにマイクロホン 7 1 の周りを回動可能に設けても良いが、回動可能でなく固定しておいてもよい。

【0036】

また、風向計は風向により翼部が回転する構成のものを用いているが、これに代えて風速計を X 型プローブや多次元プローブを用いることにより、風速計に風向計の機能も包含させることができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0037】

本発明の騒音計は、ハンディタイプ、固定タイプなどあらゆる形式の騒音計に用いることができる。また、測定対象音は騒音に限られることなく、野外コンサート会場での音響測定など、音の測定全般に用いることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図 1】 本発明の騒音計の構成図

【図 2】 本発明の騒音計の使用態様を表した説明図

【図 3】 本発明の騒音計が搭載するマイクロホンの要部断面図

30

【図 4】 本発明の騒音計が搭載する風速計の構成図

【図 5】 本発明の騒音計が搭載する演算処理部の構成図

【図 6】 本発明の騒音計の動作を表したフロー図

【図 7】 本発明の他の実施例である騒音計の構成図

【図 8】 従来騒音計の構成図

【符号の説明】

【0039】

1 0 騒音計

1 1 マイクロホン

1 2 風速計

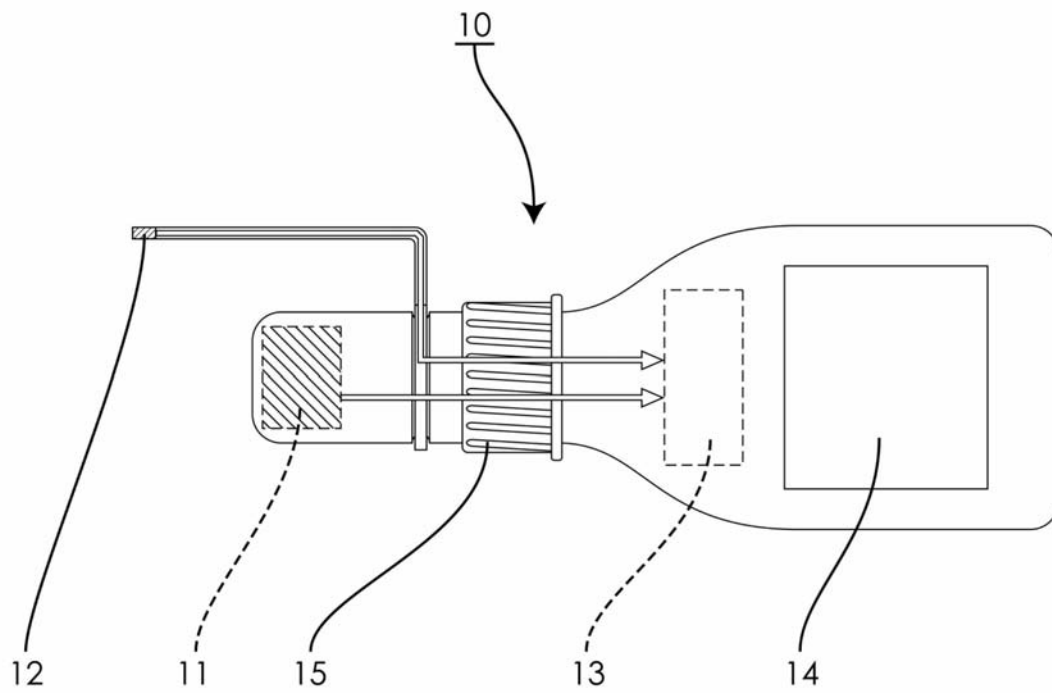
1 3 演算処理部

1 4 表示装置

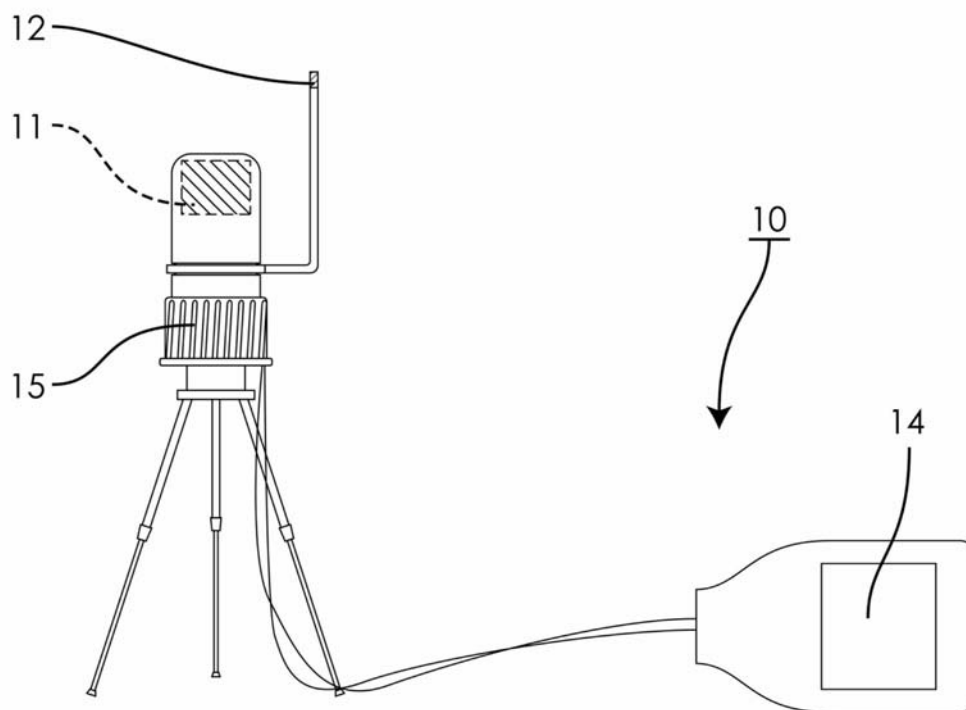
1 5 接続部

40

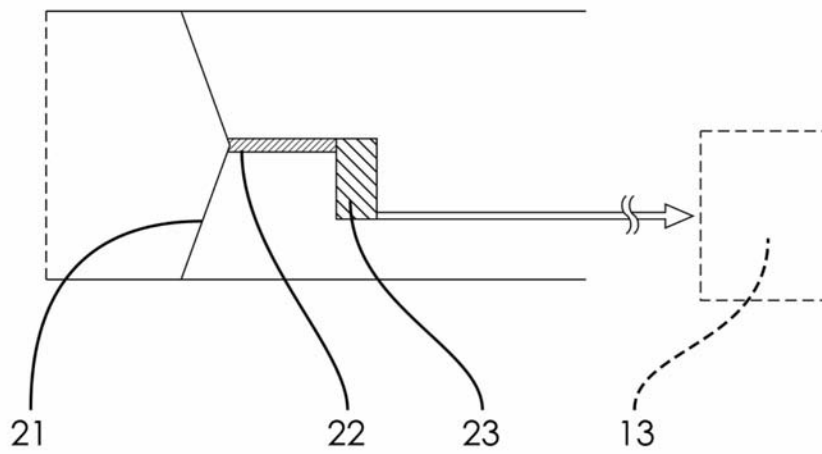
【図 1】



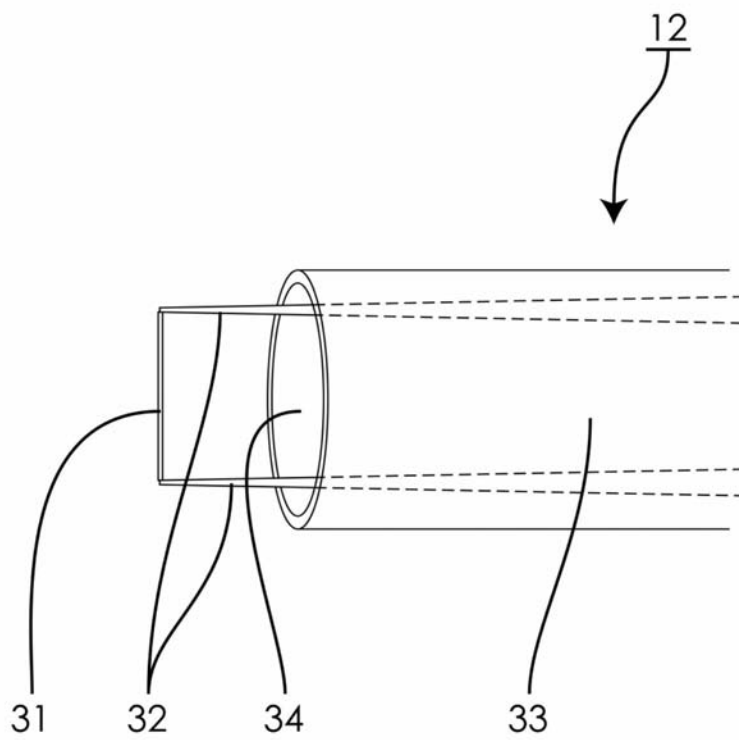
【図 2】



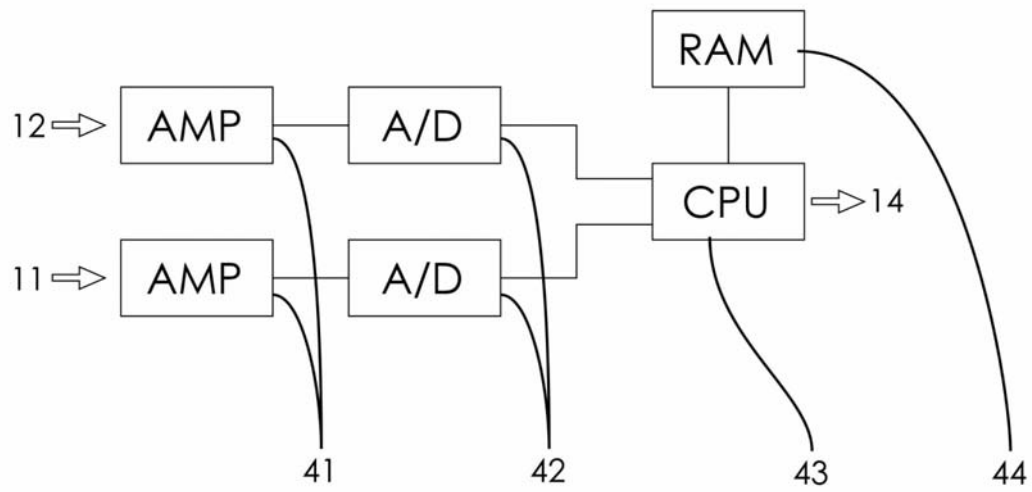
【図 3】



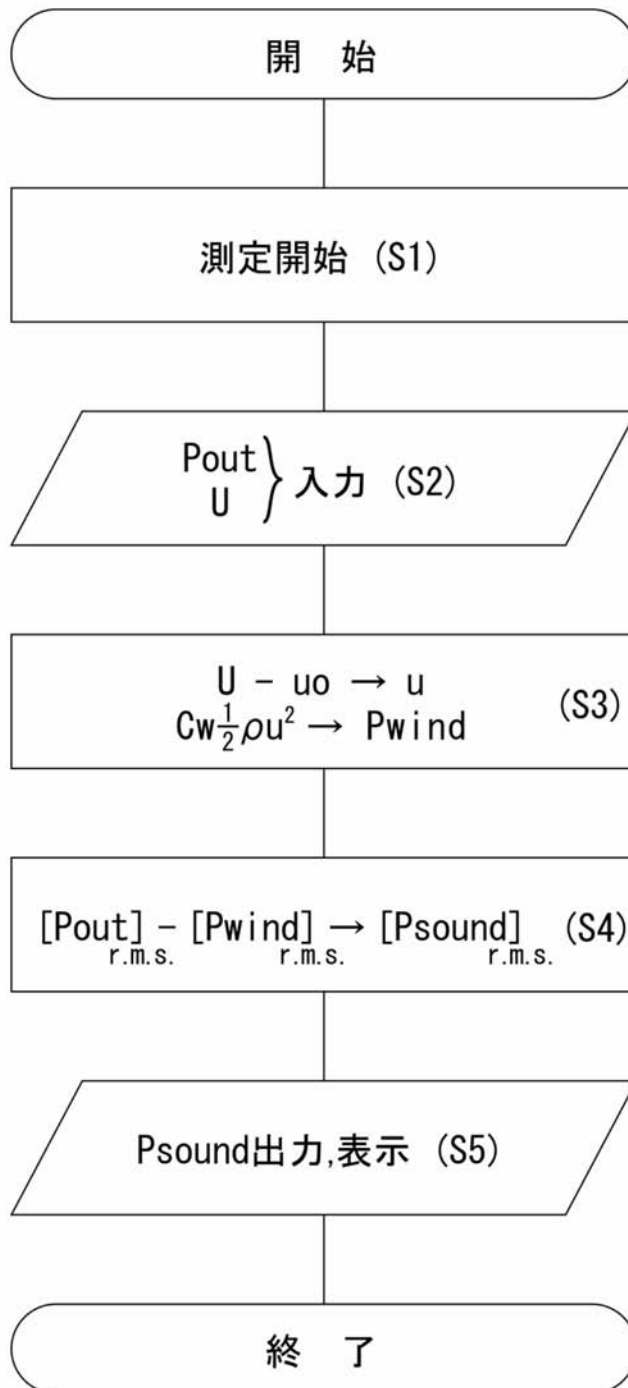
【図 4】



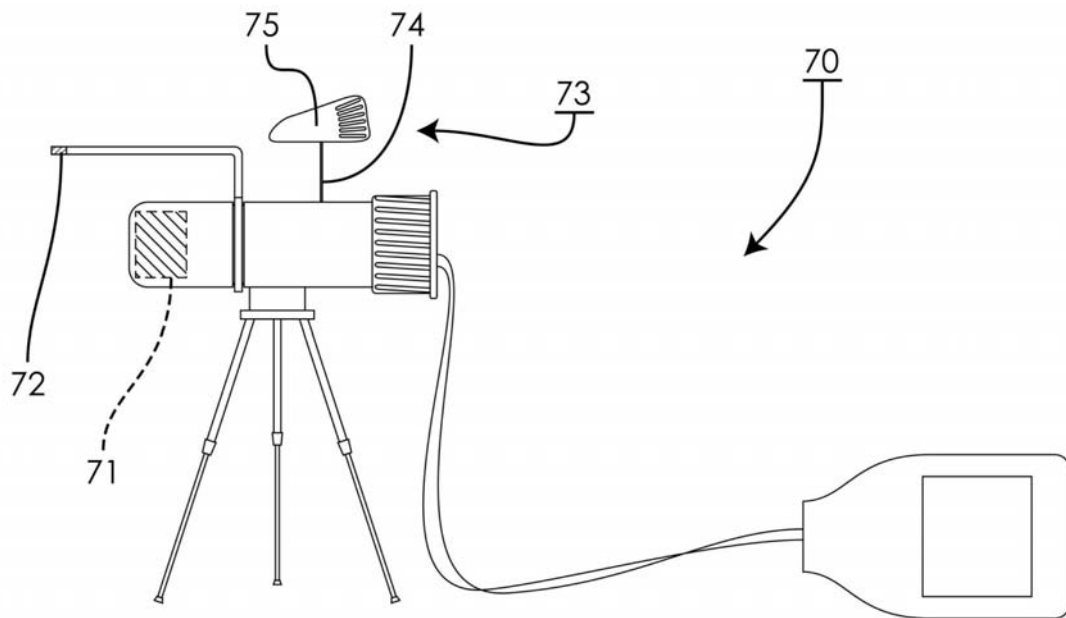
【図 5】



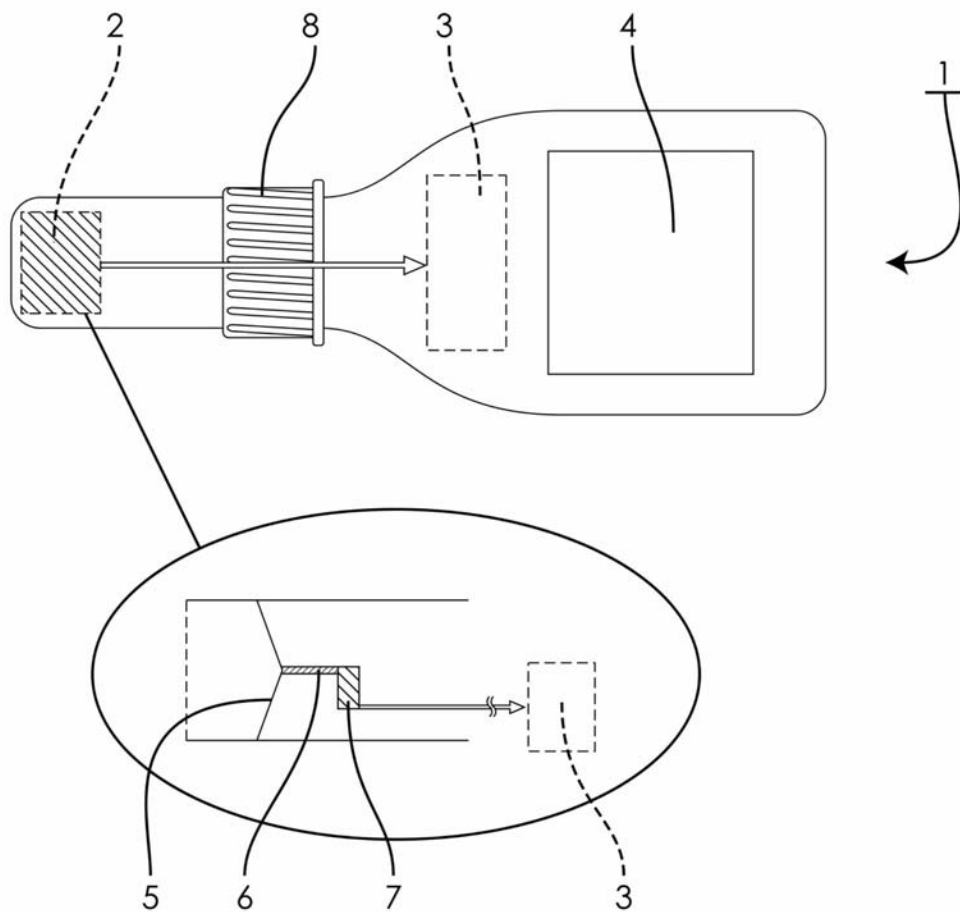
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 志村 正幸

東京都豊島区東池袋 2-2-3-2

株式会社建設環境研究所内

(72)発明者 野村 卓史

東京都千代田区九段南四丁目 8 番 2 4 号

学校法人日本大学内

Fターム(参考) 2G064 AB01 AB02 AB15 BA02 BA08 BA12 CC29 CC43