

(11) 特許出願公開番号

特開2020-41978

(P2020-41978A)

(43) 公開日 令和2年3月19日(2020.3.19)

(51) Int. Cl.
G01B 17/00

F I
GO 1 B 17/00

テーマコード (参考)
2F068

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2018-171616 (P2018-171616)
(22) 出願日 平成30年9月13日 (2018. 9. 13)

(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(74) 代理人 100109313
弁理士 机 昌彦

(74) 代理人 100124154
弁理士 下坂 直樹

(72) 発明者 小笠原 忠行
東京都港区芝五丁目7番1号
日本電気株式会社内

Fターム(参考) 2F068 AA06 DD02 DD03 DD04 FF12
FF28 QQ07 QQ10 QQ14 QQ21
QQ27 QQ41 RR01

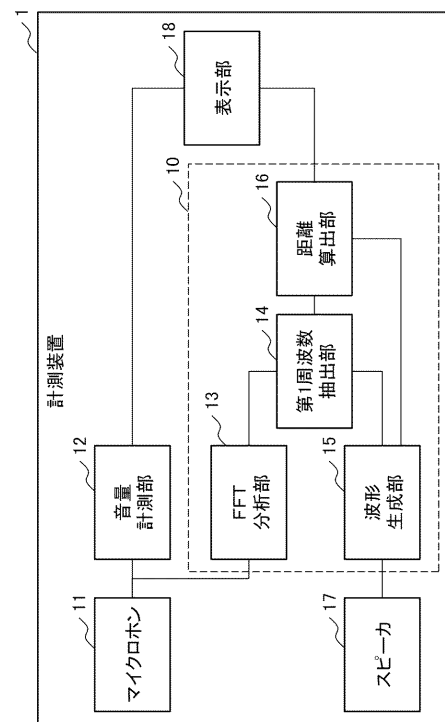
(54) 【発明の名称】 計測装置、計測方法、およびプログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】騒音環境下において、可聴領域の周波数帯の音波を用いた距離測定を可能とする距離計測装置を提供する。

【解決手段】一定時間サンプリングした可聴周波数帯域の音波を高速フーリエ変換処理で分析する分析部１３と、分析部による分析結果を用いて各周波数の音圧レベルの代表値を計算し、算出した代表値の値に基づいて計測周波数を抽出する周波数抽出部１４と、周波数抽出部によって抽出される計測周波数の音波の音波情報を生成し、生成した計測周波数の音波の音波情報をスピーカ１７に出力する波形生成部１５と、波形生成部によって生成される計測周波数の音波の音波情報を取得するとともに、スピーカから出力された計測周波数の音波の反射波の音波情報を取得し、取得した計測周波数の音波の反射波の音波情報と計測周波数の音波の音波情報とを用いて測定対象物との距離を算出する距離算出部１６とを備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定対象物に向けてスピーカから出力される音波の反射波をマイクロホンで集音して前記測定対象物との距離を計測する距離計測装置であって、

前記マイクロホンによって集音される可聴周波数帯域の音波を一定時間サンプリングし、サンプリングした音波を高速フーリエ変換処理を用いて分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成する分析手段と、

前記分析手段によって生成される前記周波数スペクトルの時系列データを用いて各周波数の音圧レベルの代表値を計算し、算出した前記代表値の値に基づいて計測周波数を抽出する周波数抽出手段と、

前記周波数抽出手段によって抽出される前記計測周波数の音波の音波情報を生成し、生成した前記計測周波数の音波の音波情報を前記スピーカに出力する波形生成手段と、

前記波形生成手段によって生成される前記計測周波数の音波の音波情報を取得するとともに、前記スピーカから出力された前記計測周波数の音波の反射波の音波情報を取得し、取得した前記計測周波数の音波の反射波の音波情報と前記計測周波数の音波の音波情報とを用いて測定対象物との距離を算出する距離算出手段とを備える計測装置。

【請求項 2】

前記周波数抽出手段は、

前記分析手段によって生成される前記周波数スペクトルの時系列データを用いて各周波数の音圧レベルの分散を前記代表値として計算し、距離計測の測定精度と前記スピーカの出力値とによって定まる所定値よりも分散が小さい第 1 周波数を前記計測周波数として抽出し、抽出した前記第 1 周波数を前記波形生成手段に出力し、

前記波形生成手段は、

前記周波数抽出手段によって抽出される前記第 1 周波数の音波の音圧レベルを含む音波情報を生成し、生成した前記第 1 周波数の音波の音波情報を前記スピーカに出力するとともに、前記スピーカから出力される前記第 1 周波数の音波の音圧レベルを前記距離算出手段に出力し、

前記距離算出手段は、

前記スピーカから出力される前記第 1 周波数の音波の音圧レベルを記録し、前記スピーカから出力された前記第 1 周波数の音波の反射波の音圧レベルを取得し、前記第 1 周波数の音波の反射波の音圧レベルを前記第 1 周波数の音波の音圧レベルで除算することによって減衰率を計算し、予め求めておいた前記減衰率と前記距離との相関関係を用いて前記測定対象物との距離を算出する請求項 1 に記載の計測装置。

【請求項 3】

前記周波数抽出手段は、

前記分析手段によって生成される前記周波数スペクトルの時系列データを用いて各周波数の音圧レベルの最大値を前記代表値として計算し、算出した最大値が所定値よりも小さい第 2 周波数を前記計測周波数として抽出し、抽出した前記第 2 周波数を前記波形生成手段に出力し、

前記波形生成手段は、

前記周波数抽出手段によって抽出される前記第 2 周波数の音波の音圧レベルを含む音波情報を生成し、生成した前記第 2 周波数の音波の音波情報を前記スピーカに出力するとともに、前記スピーカから前記第 2 周波数の音波の音圧レベルが出力された出力時刻を前記距離算出手段に出力し、

前記距離算出手段は、

前記スピーカから前記第 2 周波数の音波の音圧レベルが出力された前記出力時刻を記録し、前記スピーカから出力された前記第 2 周波数の音波の反射波が前記マイクロホンによって検出された検出時刻を取得し、前記検出時刻から前記出力時刻を減算した値と音速とを積算することによって前記測定対象物との距離を算出する請求項 1 に記載の計測装置。

【請求項 4】

前記周波数抽出手段は、

前記スピーカの出力値と、前記マイクロホンが検出する音波の音圧レベルと、安全率とによって定まる値を前記所定値として用いる請求項 3 に記載の計測装置。

【請求項 5】

前記距離算出手段によって算出される距離を表示する表示手段を備える請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の計測装置。

【請求項 6】

前記マイクロホンによって集音される音波の音量を計測する音量計測手段を備える請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の計測装置。

【請求項 7】

前記マイクロホンによって集音される音波の音量を計測する音量計測手段と、
前記距離算出手段によって算出される距離と、前記音量計測手段によって計測される音量とを表示する表示手段を備える請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の計測装置。

【請求項 8】

可聴周波数帯域の音波を集音する前記マイクロホンと、
前記波形生成手段によって出力される前記計測周波数の音波の音波情報に基づいた音波を出力する前記スピーカとを備える請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の計測装置。

【請求項 9】

測定対象物に向けてスピーカから出力される音波の反射波をマイクロホンで集音して前記測定対象物との距離を計測する計測方法であって、

情報処理装置が、

前記マイクロホンによって集音される可聴周波数帯域の音波を一定時間サンプリングし

、
サンプリングした音波を高速フーリエ変換処理を用いて分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成し、

生成した前記周波数スペクトルの時系列データを用いて各周波数の音圧レベルの代表値を計算し、

算出した前記代表値の値に基づいて計測周波数を抽出し、

抽出した前記計測周波数の音波の音波情報を生成し、

生成した前記計測周波数の音波の音波情報を前記スピーカに出力し、

前記スピーカから出力された前記計測周波数の音波の反射波の音波情報を取得し、

取得した前記計測周波数の音波の反射波の音波情報と前記計測周波数の音波の音波情報とを用いて測定対象物との距離を算出する計測方法。

【請求項 10】

測定対象物に向けてスピーカから出力される音波の反射波をマイクロホンで集音して前記測定対象物との距離を計測するプログラムであって、

前記マイクロホンによって集音される可聴周波数帯域の音波を一定時間サンプリングする処理と、

サンプリングした音波を高速フーリエ変換処理を用いて分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成する処理と、

生成した前記周波数スペクトルの時系列データを用いて各周波数の音圧レベルの代表値を計算する処理と、

算出した前記代表値の値に基づいて計測周波数を抽出する処理と、

抽出した前記計測周波数の音波の音波情報を生成する処理と、

生成した前記計測周波数の音波の音波情報を前記スピーカに出力する処理と、

前記スピーカから出力された前記計測周波数の音波の反射波の音波情報を取得する処理と、

取得した前記計測周波数の音波の反射波の音波情報と前記計測周波数の音波の音波情報とを用いて測定対象物との距離を算出する処理とをコンピュータに実行させるプログラム

。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定対象物との距離を計測する計測装置、計測方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

送水ポンプや排気ファンなどのファシリティ設備の点検においては、点検員が設置場所を巡回し、稼働音を聴覚で聞き分けて異音の有無を検出し、設備における劣化の有無を判断する。しかしながら、点検員の聴覚に依存する点検作業は、点検員のスキルや体調により判断結果が異なる可能性があった。

10

【0003】

設備の稼働音を定量的に捉える方法としては、音源から発せられた音の音圧レベルを測定し、測定された音圧レベルを数値化する方法がある。

【0004】

特許文献1には、暗騒音の影響を除いて、騒音源による騒音の音圧レベルを測定する技術について開示されている。特許文献1の手法では、騒音の周波数スペクトルの各周波数成分のうち暗騒音の音圧レベルの低い周波数成分を検出し、測定対象となる騒音源による騒音のうち検出した周波数の成分を測定する。

【0005】

20

騒音を測定する際には、騒音源と騒音計との距離が変わると、計測される騒音値に影響が及ぶ。そのため、騒音源と騒音計との距離を一定に保って音圧レベルを測定したり、騒音源と騒音計との距離を測定しながら音圧レベルを測定したりすることが求められる。一般的な測距方法では、マイクロ波やミリ波などの電磁波や、超音波を対象物に向けて出力し、戻ってきた音波の減衰具合や遅延時間から距離を算出する。そのような測距方法では、電磁波や超音波の発生源が必要となるため、装置の持ち運びなどの利便性の低下や、コスト増加といった問題点があった。

【0006】

特許文献2には、可聴音と超音波を出力することができるスピーカと、可聴音と超音波を收音することができるマイクとを用いて、スピーカとマイクとの間の距離を測定する距離測定装置について開示されている。

30

【0007】

特許文献3には、被測定対象物を画像として撮像し、被測定対象物までの距離を光学的に測距し、付近の音を集音するセンサ部を備える騒音・距離測定装置について開示されている。特許文献3の装置は、外部からの操作に応じてセンサ部の姿勢を制御し、被測定対象物を画像として捕らえることができる位置にセンサ部の姿勢を調整する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2001-159559号公報

40

【特許文献2】特許第4960838号公報

【特許文献3】特開平07-190848号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1の技術によれば、暗騒音に影響されずに測定対象となる騒音源による騒音の音圧レベルを測定することができる。しかしながら、特許文献1の技術には、可聴領域の周波数の音波では環境ノイズと干渉して音波の変化の検出が困難になるという問題点があった。

【0010】

50

特許文献2の装置によれば、送信信号と受信信号からインパルス応答を求め、その結果からスピーカとマイクの距離を求めるので、一般的なスピーカとマイクでも高精度に距離を測定できる。しかしながら、特許文献2の手法では、環境ノイズの周波数よりも高い周波数領域の超音波を利用するため、超音波を扱うための特別な機構を追加する必要があるという問題点があった。

【0011】

特許文献3の装置によれば、被測定対象物までの距離を非接触で計測することができ、その計測距離の測距点付近の騒音レベルを計測することができる。しかしながら、特許文献3の手法では、撮像手段が必要であるため、装置の持ち運びなどの利便性の低下や、コスト増加といった問題点があった。

10

【0012】

本発明の目的は、上述した課題を解決し、騒音環境下において、可聴領域の周波数帯の音波を用いた距離測定を可能とする距離計測装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一態様の計測装置は、測定対象物に向けてスピーカから出力される音波の反射波をマイクロホンで集音して測定対象物との距離を計測する距離計測装置であって、マイクロホンによって集音される可聴周波数帯域の音波を一定時間サンプリングし、サンプリングした音波を高速フーリエ変換処理を用いて分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成する分析部と、分析部によって生成される周波数スペクトルの時系列データをを用いて各周波数の音圧レベルの代表値を計算し、算出した代表値の値に基づいて計測周波数を抽出する周波数抽出部と、周波数抽出部によって抽出される計測周波数の音波の音波情報を生成し、生成した計測周波数の音波の音波情報をスピーカに出力する波形生成部と、波形生成部によって生成される計測周波数の音波の音波情報を取得するとともに、スピーカから出力された計測周波数の音波の反射波の音波情報を取得し、取得した計測周波数の音波の反射波の音波情報と計測周波数の音波の音波情報とを用いて測定対象物との距離を算出する距離算出部とを備える。

20

【0014】

本発明の一態様の計測方法は、測定対象物に向けてスピーカから出力される音波の反射波をマイクロホンで集音して測定対象物との距離を計測する計測方法であって、情報処理装置が、マイクロホンによって集音される可聴周波数帯域の音波を一定時間サンプリングし、サンプリングした音波を高速フーリエ変換処理を用いて分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成し、生成した周波数スペクトルの時系列データをを用いて各周波数の音圧レベルの代表値を計算し、算出した代表値の値に基づいて計測周波数を抽出し、抽出した計測周波数の音波の音波情報を生成し、生成した計測周波数の音波の音波情報をスピーカに出力し、スピーカから出力された計測周波数の音波の反射波の音波情報を取得し、取得した計測周波数の音波の反射波の音波情報と計測周波数の音波の音波情報とを用いて測定対象物との距離を算出する。

30

【0015】

本発明の一態様のプログラムは、測定対象物に向けてスピーカから出力される音波の反射波をマイクロホンで集音して測定対象物との距離を計測するプログラムであって、マイクロホンによって集音される可聴周波数帯域の音波を一定時間サンプリングする処理と、サンプリングした音波を高速フーリエ変換処理を用いて分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成する処理と、生成した周波数スペクトルの時系列データをを用いて各周波数の音圧レベルの代表値を計算する処理と、算出した代表値の値に基づいて計測周波数を抽出する処理と、抽出した計測周波数の音波の音波情報を生成する処理と、生成した計測周波数の音波の音波情報をスピーカに出力する処理と、スピーカから出力された計測周波数の音波の反射波の音波情報を取得する処理と、取得した計測周波数の音波の反射波の音波情報と計測周波数の音波の音波情報とを用いて測定対象物との距離を算出する処理とをコンピュータに実行させる。

40

50

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、騒音環境下において、可聴領域の周波数帯の音波を用いた距離測定を可能とする距離計測装置を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る計測装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る計測装置が収集するサンプリングデータの一例を示す概念図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る計測装置が抽出する第1周波数 f_1 について説明するための概念図である。

10

【図4】本発明の第1の実施形態に係る計測装置が距離計測に用いる相関表の一例である。

【図5】本発明の第1の実施形態に係る計測装置が表示する表示情報の一例を示す概念図である。

【図6】本発明の第1の実施形態に係る計測装置の動作の概要について説明するためのフローチャートである。

【図7】本発明の第1の実施形態に係る計測装置の波形生成処理について説明するためのフローチャートである。

【図8】本発明の第1の実施形態に係る計測装置の距離計測処理について説明するためのフローチャートである。

20

【図9】本発明の第1の実施形態に係る計測装置の騒音値計測処理について説明するためのフローチャートである。

【図10】本発明の第2の実施形態に係る計測装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図11】本発明の第2の実施形態に係る計測装置の波形生成処理について説明するためのフローチャートである。

【図12】本発明の第2の実施形態に係る計測装置の距離計測処理について説明するためのフローチャートである。

【図13】本発明の第3の実施形態に係る距離計測装置の構成の一例を示すブロック図である。

30

【図14】本発明の各実施形態に係る計測装置の距離計測装置を実現するハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、本発明を実施するための形態について図面を用いて説明する。ただし、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい限定がされているが、発明の範囲を以下に限定するものではない。なお、以下の実施形態の説明に用いる全図においては、特に理由がない限り、同様箇所には同一符号を付す。また、以下の実施形態において、同様の構成・動作に関しては繰り返しの説明を省略する場合がある。

40

【0019】

(第1の実施形態)

まず、本発明の第1の実施形態に係る計測装置について図面を参照しながら説明する。本実施形態の計測装置は、騒音測定対象物（測定対象物とも呼ぶ）の方向から集音される音波をサンプリングし、サンプリングしたデータの分析結果に基づいて特定周波数の音波を生成する（波形生成段階とも呼ぶ）。本実施形態の計測装置は、生成した特定周波数の音波を測定対象物に向けて出力し、測定対象物の方向から集音される特定周波数の音波を集音し、特定周波数の音波の減衰率に基づいて測定対象物との距離を計測する（距離計算段階とも呼ぶ）。

【0020】

50

(構成)

図 1 は、本実施形態の計測装置 1 の構成の一例を示すブロック図である。図 1 のように、計測装置 1 は、マイクロホン 1 1、音量計測部 1 2、FFT 分析部 1 3、第 1 周波数抽出部 1 4、波形生成部 1 5、距離算出部 1 6、スピーカ 1 7、および表示部 1 8 を備える。FFT 分析部 1 3、第 1 周波数抽出部 1 4、波形生成部 1 5、および距離算出部 1 6 は、距離計測装置 1 0 (計測装置とも呼ぶ) を構成する。距離計測装置 1 0 は、マイクロホン 1 1、音量計測部 1 2、スピーカ 1 7、および表示部 1 8 と接続されてさえいれば、それらの構成とは独立した構成としてもよい。

【0021】

マイクロホン 1 1 は、可聴周波数帯域の音波を集音する。マイクロホン 1 1 は、指向性を有することが好ましい。マイクロホン 1 1 は、集音した可聴周波数帯域の音波を音量計測部 1 2 および FFT 分析部 1 3 に出力する。

【0022】

音量計測部 1 2 は、可聴周波数帯域の音波をマイクロホン 1 1 から取得する。音量計測部 1 2 は、マイクロホン 1 1 から取得した音波の音量を計算する。例えば、音量計測部 1 2 は、集音した音波の音圧レベルを計算する。音量計測部 1 2 は、算出した音量を表示部 1 8 に出力する。

【0023】

具体的には、音量計測部 1 2 は、マイクロホン 1 1 が集音した音波の音圧レベル L_p を音量として算出する。音圧レベル L_p は、音圧 p を用いて以下の式 1 のように定義される。ただし、式 1 において、基準値 p_0 ($= 20$ マイクロパスカル) は、健康な人間の最小可聴音圧である。

$$L_p = 10 \times \log_{10} (p^2 / p_0^2) = 20 \times \log_{10} (p / p_0) \cdots (1)$$

FFT 分析部 1 3 は、可聴周波数帯域の音波をマイクロホン 1 1 から一定時間サンプリングする。FFT 分析部 1 3 は、サンプリングした音波を高速フーリエ変換 (FFT: Fast Fourier transform) 分析する。FFT 分析部 1 3 は、サンプリングした音波を FFT 分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成する。FFT 分析部 1 3 は、生成した周波数スペクトルの時系列データを FFT 分析結果として第 1 周波数抽出部 1 4 に出力する。

【0024】

図 2 は、FFT 分析部 1 3 が FFT 分析によって生成する時系列スペクトルの一例を示す図である。図 2 の時系列スペクトルは、時刻 t と周波数 f と音圧レベル L_p との関係を表 3 次元的に表現したものである。例えば、FFT 分析部 1 3 は、マイクロホン 1 1 から音波を一定時間サンプリングし、サンプリングしたデータを等間隔で分割し、分割したデータごとに FFT 処理を行って図 2 のような周波数スペクトルの時系列データを生成する。

【0025】

第 1 周波数抽出部 1 4 は、FFT 分析部 1 3 から FFT 分析結果を取得する。第 1 周波数抽出部 1 4 は、FFT 分析部 1 3 から取得した FFT 分析結果に基づいて、各周波数の音圧レベルの分散を計算する。第 1 周波数抽出部 1 4 は、各周波数の音圧レベルの分散が所定値よりも小さい周波数 (以下、第 1 周波数 f_1) を抽出する。音波の減衰率から距離を求める場合は、分散が小さいほど精度がよくなる。そのため、本実施形態において、第 1 周波数抽出部 1 4 は、分散の一番小さい周波数を抽出する。

【0026】

分散に対する所定値は、求める距離の測定精度とスピーカの出力値とによって決まる。例えば、10% の測定精度を求める場合は、スピーカの出力値で分散を除算した値が測定精度以下になればよい。そのため、所定値は、以下の式 2 によって計算できる。

$$(\text{所定値}) = 0.10 \times (\text{出力値}) \cdots (2)$$

図 3 は、第 1 周波数抽出部 1 4 が抽出する第 1 周波数 f_1 について説明するための概念図である。図 3 の例では、第 1 周波数抽出部 1 4 は、周波数 f と分散 V_L との相関関係を用いて、分散 V_L が最小となる第 1 周波数 f_1 を抽出する。

【0027】

第1周波数抽出部14は、少なくとも波形生成段階において、抽出した第1周波数 f_1 を波形生成部15に出力する。なお、第1周波数抽出部14は、必要であれば、距離計算段階において第1周波数 f_1 を波形生成部15に出力してもよい。

【0028】

また、第1周波数抽出部14は、少なくとも距離計算段階において、第1周波数 f_1 の音波の音圧レベルを距離算出部16に出力する。

【0029】

波形生成部15は、第1周波数抽出部14から第1周波数 f_1 を取得する。波形生成部15は、第1周波数抽出部14から取得した第1周波数 f_1 の音波情報を生成する。波形生成部15が生成する第1周波数 f_1 の音波情報には、スピーカ17から出力する音波の音圧レベルを含む。波形生成部15は、生成した第1周波数 f_1 の音波情報をスピーカ17および距離算出部16に出力する。

10

【0030】

距離算出部16は、波形計算段階において、波形生成部15から第1周波数 f_1 の音波情報を取得する。また、距離算出部16は、距離計算段階において、第1周波数抽出部14から第1周波数 f_1 の音波の音波情報を取得する。距離算出部16は、第1周波数抽出部14から取得した第1周波数 f_1 の音波の音波情報に含まれる音圧レベルを、波形生成部15から取得した第1周波数 f_1 の音波情報に含まれる音圧レベルで除算することによって、第1周波数 f_1 の音波の減衰率を計算する。距離算出部16は、第1周波数 f_1 の音波の減衰率に基づいて、測定対象物と計測装置1との距離を算出する。距離算出部16は、算出した測定対象物と計測装置1との距離を表示部18に出力する。

20

【0031】

図4は、音波の減衰率と距離との相関関係をまとめた相関表160の一例である。距離算出部16は、算出した音波の減衰率を相関表160に当てはめて距離を算出する。なお、音波の減衰率と距離との相関関係は予め求めておく。また、音波の減衰率と距離との相関関係を示す関数を用いて距離を算出するように構成してもよい。

【0032】

スピーカ17は、波形生成部15から第1周波数 f_1 の音波情報を取得する。スピーカ17は、波形生成部15から取得した音波情報に基づいて、第1周波数 f_1 の音波を含む可聴周波数帯域の音波を出力する。スピーカ17は、指向性を有することが好ましい。マイクロホン11とスピーカ17とは、指向性の方向が平行になるように設置される。例えば、マイクロホン11とスピーカ17とは、計測装置1の筐体の同じ面上に設置される。

30

【0033】

表示部18は、音量計測部12が計測した音量の測定結果を取得する。また、表示部18は、距離算出部16が算出した測定対象物との距離を取得する。表示部18は、取得した音量の測定結果や、測定対象物との距離を表示する。表示部18は、一般的なモニタによって実現される。

【0034】

図5は、表示部18に表示させる表示情報の一例を示す概念図である。図5の例では、基準測定距離表示部181には、騒音値を計測する基準となる基準測定距離を表示させる。実測距離表示部182には、距離算出部16が算出した計測距離を表示させる。また、騒音値表示部183には、音量計測部12が計測した音圧レベルを騒音値(dB:デシベル)として表示させる。

40

【0035】

計測装置1のユーザは、表示部18を見ることによって、測定対象物と計測装置1との距離を認識し、基準測定距離に合わせて計測装置1の位置を設定できる。また、計測装置1のユーザは、表示部18を見ることによって、基準測定距離で計測された騒音値を認識できる。

【0036】

50

以上が、本実施形態の計測装置 1 の構成についての説明である。なお、図 1 に示す計測装置 1 は一例であって、本実施形態の計測装置 1 の構成を限定するものではない。

【0037】

(動作)

次に、計測装置 1 の動作について図面を参照しながら説明する。以下においては、計測装置 1 の動作の概略について説明してから、いくつかの動作の詳細について説明する。

【0038】

図 6 は、計測装置 1 の動作の概略について説明するためのフローチャートである。

【0039】

図 6 において、まず、計測装置 1 は、測定対象物との基準測定距離を表示部 18 に表示する (ステップ S 11)。ここで、ユーザは、表示部 18 に表示された基準測定距離に合わせて、マイクロホン 11 およびスピーカ 17 が測定対象物に向くように計測装置 1 を配置する。

【0040】

次に、計測装置 1 は、測定対象物との距離を計測するためのサンプリングデータを収集する (ステップ S 12)。

【0041】

次に、計測装置 1 は、収集したサンプリングデータを用いて測定対象物と自装置との距離を計測する (ステップ S 13)。

【0042】

ここで、計測装置 1 は、計測された距離と基準測定距離とに基づいて、距離合わせが完了したか否かを判定する (ステップ S 14)。

【0043】

距離合わせが完了していない場合 (ステップ S 14 で No)、計測装置 1 は、計測距離を表示部 18 に表示する (ステップ S 15)。ここで、ユーザは、表示部 18 に表示された計測距離と基準測定距離と合わせるように計測装置 1 の位置を調節する。

【0044】

一方、距離合わせが完了した場合 (ステップ S 14 で Yes)、計測装置 1 は、騒音値計測を行う (ステップ S 16)。例えば、計測装置 1 は、測定距離が測定基準距離の 10 % 以内になったら、距離合わせが完了したことを表示部 18 に表示し、騒音値計測を行う。

【0045】

以上が、本実施形態の計測装置 1 の動作の概略についての説明である。なお、図 6 のフローチャートに沿った処理は一例であって、本実施形態の計測装置 1 の動作を限定するものではない。

【0046】

次に、計測装置 1 の動作の詳細について図面を参照しながら説明する。以下においては、サンプリングデータを収集する処理 (図 6 のステップ S 12)、測定対象物との距離を計測する処理 (図 6 のステップ S 13)、および騒音値を計測する処理 (図 6 のステップ S 16) について順番に説明する。

【0047】

〔波形生成処理〕

図 7 は、距離計測に用いる音波を生成する波形生成処理 (図 6 のステップ S 12) について説明するためのフローチャートである。

【0048】

図 7 において、まず、計測装置 1 は、マイクロホン 11 で音波を集音する (ステップ S 121)。

【0049】

次に、計測装置 1 は、集音した音波を FFT 分析し、周波数ごとの音圧レベルを求める (ステップ S 122)。

10

20

30

40

50

【0050】

ここで、全ての周波数帯のサンプリングデータが揃っていない場合（ステップS123でNo）、ステップS121に戻る。計測装置1は、各周波数帯のサンプリングデータが揃うまでステップS121～S123の処理を繰り返す。

【0051】

一方、全ての周波数帯のサンプリングデータが揃った場合（ステップS123でYes）、計測装置1は、各周波数帯のサンプリングデータを分析し、分散が最小の周波数（以下、第1周波数 f_1 と呼ぶ）を抽出する（ステップS124）。

【0052】

次に、計測装置1は、第1周波数 f_1 の音波の波形を生成する（ステップS125）。
10
以上で、図7のフローチャートに沿った処理は終了となる。

【0053】

以上が、計測装置1の波形生成処理についての説明である。なお、図7の処理は、一例であって、計測装置1による波形生成処理を限定するものではない。

【0054】

〔距離計測処理〕

図8は、測定対象物との距離を計測する距離計測処理（図6のステップS13）について説明するためのフローチャートである。

【0055】

図8において、まず、計測装置1は、測定対象物に向けて第1周波数 f_1 の音波を出力する（ステップS131）。
20

【0056】

次に、計測装置1は、測定対象物の方から戻ってくる第1周波数 f_1 の音波を集音する（ステップS132）。

【0057】

次に、計測装置1は、第1周波数 f_1 の音波の音圧レベルの減衰率を算出する（ステップS133）。

【0058】

次に、計測装置1は、予め求めておいた減衰率と距離との相関関係に基づいて、測定対象物と自装置との距離を算出する（ステップS134）。例えば、計測装置1は、予め求めておいた減衰率と距離との相関関係を相関表として取得しておく。
30

【0059】

そして、計測装置1は、算出した距離を表示する（ステップS135）。

【0060】

以上が、本実施形態の計測装置1による距離計測処理についての説明である。なお、図8の処理は、一例であって、本実施形態の計測装置1による距離計測処理を限定するものではない。

【0061】

〔騒音値計測処理〕

図9は、騒音値を計測する騒音値計測処理（図6のステップS16）について説明するためのフローチャートである。
40

【0062】

図9において、まず、計測装置1は、マイクロホン11で騒音を集音する（ステップS161）。

【0063】

次に、計測装置1は、集音した騒音の騒音値を算出する（ステップS162）。

【0064】

そして、計測装置1は、算出した騒音値を表示部18に表示する（ステップS163）。
。

【0065】

以上が、計測装置 1 の騒音値計測処理についての説明である。なお、図 8 の処理は、一例であって、計測装置 1 による騒音値計測処理を限定するものではない。

【0066】

以上のように、本実施形態の計測装置は、マイクロホン、音量計測部、FFT 分析部、第 1 周波数抽出部、波形生成部、スピーカ、および表示部を備える。マイクロホンは、少なくとも可聴周波数帯域の音波を集音する。FFT 分析部は、マイクロホンが集音した音波を FFT 分析する。第 1 周波数抽出部は、FFT 分析部が FFT 分析した結果を用いて各周波数の音圧レベルの分散を計算し、分散が所定値より小さい周波数（第 1 周波数 f_1 ）を抽出する。波形生成部は、第 1 周波数抽出部が抽出した第 1 周波数 f_1 の音波情報を生成する。スピーカは、少なくとも可聴周波数帯域の音波を出力し、波形生成部が生成した音波情報に基づいて第 1 周波数 f_1 の音波を出力する。

10

【0067】

音量計測部、FFT 分析部、第 1 周波数抽出部、および波形生成部は、距離計測装置を構成する。距離計測装置は、少なくとも可聴周波数帯域の音波を集音するマイクロホンから入力した音波を FFT 分析し、分析結果を用いて各周波数の音圧レベルの分散を計算する。距離計測装置は、分散が所定値より小さい周波数（第 1 周波数 f_1 ）を抽出し、抽出した第 1 周波数 f_1 の音波情報を生成する。距離計測装置は、生成した第 1 周波数 f_1 の音波情報をスピーカに出力する。

【0068】

第 1 周波数抽出部は、FFT 分析部によって生成される周波数スペクトルの時系列データを用いて各周波数の音圧レベルの分散を代表値として計算する。第 1 周波数抽出部は、距離計測の測定精度とスピーカの出力値とによって定まる所定値よりも分散が小さい第 1 周波数を計測周波数として抽出し、抽出した第 1 周波数を波形生成部に出力する。

20

【0069】

波形生成部は、第 1 周波数抽出部によって抽出される第 1 周波数の音波の音圧レベルを含む音波情報を生成し、生成した第 1 周波数の音波の音波情報をスピーカに出力する。また、波形生成部は、スピーカから出力される第 1 周波数の音波の音圧レベルを距離算出部に出力する。

【0070】

距離算出部は、スピーカから出力される第 1 周波数の音波の音圧レベルを記録し、スピーカから出力された第 1 周波数の音波の反射波の音圧レベルを取得する。距離算出部は、第 1 周波数の音波の反射波の音圧レベルを第 1 周波数の音波の音圧レベルで除算することによって減衰率を計算し、予め求めておいた減衰率と距離との相関関係を用いて測定対象物との距離を算出する。

30

【0071】

また、本実施形態の計測装置は、マイクロホンによって集音される音波の音量を計測する音量計測部や、距離算出部によって算出される距離を表示する表示部を備える。例えば、表示部は、音量計測部によって計測される音量を表示する。

【0072】

また、本実施形態の計測装置は、可聴周波数帯域の音波を集音するマイクロホンと、波形生成手段によって出力される計測周波数の音波の音波情報に基づいた音波を出力するスピーカとを備える。

40

【0073】

本実施形態の計測装置は、設備が発する騒音環境下において、一定時間あたりの音圧レベルの分散が所定値より小さい第 1 周波数を抽出する。本実施形態の計測装置は、抽出した第 1 周波数の音波を測定対象物に向けて出力し、戻ってきた第 1 周波数の音波を集音する。本実施形態の計測装置は、出力時の第 1 周波数の音圧レベルと、集音時の第 1 周波数の音圧レベルとの差分から減衰率を求め、この減衰率に基づいて自装置と測定対象物との距離を算出する。

【0074】

50

本実施形態の計測装置によれば、環境ノイズの中で一定時間あたりの音圧レベルの変化量が所定値よりも小さい第1周波数の音波を抽出することによって、環境ノイズと計測対象の音波との干渉を最小限に抑えることができる。そのため、本実施形態の計測装置によれば、可聴領域の周波数帯の音波の変化を検出可能になる。

【0075】

本実施形態によれば、超音波を用いなくても、可聴周波数帯域の音波の集音が可能なマイクロホンに、可聴周波数帯域の音波の出力が可能なスピーカを追加することによって、騒音値計測装置に距離計測機能を追加することができる。そのため、本実施形態によれば、騒音値計測装置に距離計測機能を追加しても、持ち運びの利便性を失うことなく、コスト増加も抑えられる。

10

【0076】

本実施形態の計測装置は、ファシリティ設備の騒音点検時や異音点検時の測定対象物との距離の測定に用いることができる。本実施形態によれば、騒音値を計測する際の基準測定距離を物理的に計測せずに、測定対象物から基準測定距離の位置に計測装置を配置できるため、ファシリティ設備の騒音点検や異音点検のプロセスを簡略化できる。本実施形態の計測装置は、一般的な物体と測定器との距離測定に用いることもできる。

【0077】

（第2の実施形態）

次に、本発明の第2の実施形態に係る計測装置について図面を参照しながら説明する。本実施形態の計測装置は、設備が発する騒音環境下で一定時間あたりの音圧レベルの最大値が所定値より小さい周波数（第2周波数とも呼ぶ）を抽出する。本実施形態の計測装置は、抽出した第2周波数の音波を騒音測定対象物に向けて出力し、戻ってきた同周波数の音波を集音する。本実施形態の計測装置は、同周波数音波の出力時刻と検出時刻との差分から遅延時間を求め、その遅延時間から測定対象物と計測装置との距離を算出する。

20

【0078】

（構成）

図10は、本実施形態の計測装置2の構成の一例を示すブロック図である。図10のように、計測装置2は、マイクロホン21、音量計測部22、FFT分析部23、第2周波数抽出部24、波形生成部25、距離算出部26、スピーカ27、および表示部28を備える。FFT分析部23、第2周波数抽出部24、波形生成部25、および距離算出部26は、距離計測装置20（計測装置とも呼ぶ）を構成する。距離計測装置20は、マイクロホン21、音量計測部22、スピーカ27、および表示部28と接続されてさえいれば、それらの構成とは独立した構成としてもよい。マイクロホン21、音量計測部22、FFT分析部23、スピーカ27、および表示部28は、第1の実施形態の計測装置1の対応する構成と同様である。そのため、以下においては、第1の実施形態の計測装置1とは異なる第2周波数抽出部24、波形生成部25、および距離算出部26について主に説明する。

30

【0079】

第2周波数抽出部24は、FFT分析部23からFFT分析結果を取得する。第2周波数抽出部24は、FFT分析部23から取得したFFT分析結果に基づいて、音圧レベルの最大値が最小の周波数（以下、第2周波数 f_2 と呼ぶ）を抽出する。スピーカの出力特性が一定であれば、音圧レベルの最大値が小さいほど安全性が高くなる。そのため、本実施形態では、音圧レベルの最大値が一番小さい周波数（第2周波数 f_2 ）を抽出する。

40

【0080】

音圧レベルの最大値に対する所定値は、スピーカ27の出力値と、マイクロホン21で検出する音圧レベルと、安全率とによって決まる。例えば、スピーカ27の出力値の $1/2$ をマイクロホン21の検出レベルとし、安全率を3倍とすると、以下の式3が成り立つ。

$$(\text{最大値}) \leq (\text{検出レベル}) / (\text{安全率}) = (\text{出力値}) / 6 \cdots (3)$$

第2周波数抽出部24は、少なくとも波形生成段階において、抽出した第2周波数 f_2

50

を波形生成部 25 に出力する。なお、第 2 周波数抽出部 24 は、必要であれば、距離計算段階において第 2 周波数 f_2 を波形生成部 25 に出力してもよい。

【0081】

また、第 2 周波数抽出部 24 は、距離計算段階において、第 2 周波数 f_2 の音波がマイクロホン 21 で検出された検出時刻 T_2 を距離算出部 26 に出力する。

【0082】

波形生成部 25 は、第 2 周波数抽出部 24 から第 2 周波数 f_2 を取得する。波形生成部 25 は、第 2 周波数抽出部 24 から取得した第 2 周波数 f_2 の音波情報を生成する。波形生成部 25 が生成する第 2 周波数 f_2 の音波情報には、スピーカ 27 から出力する音波の音圧レベルや出力時刻 T_1 を含む。波形生成部 25 は、生成した第 2 周波数 f_2 の音波情報をスピーカ 27 および距離算出部 26 に出力する。なお、波形生成部 25 は、第 2 周波数 f_2 の音波情報に含まれる出力時刻 T_1 のみを距離算出部 26 に出力するように構成してもよい。

【0083】

距離算出部 26 は、波形生成段階において、第 2 周波数 f_2 の音波がスピーカ 27 から出力される出力時刻 T_1 を含む音波情報を波形生成部 25 から取得し、取得した出力時刻 T_1 を記録する。また、距離算出部 26 は、距離計算段階において、第 2 周波数 f_2 の音波がマイクロホン 21 で検出された検出時刻 T_2 を第 2 周波数抽出部 24 から取得し、取得した検出時刻 T_2 を記録する。

【0084】

距離算出部 26 は、以下の式 4 のように、第 2 周波数 f_2 の音波の検出時刻 T_2 から出力時刻 T_1 を減算した値と音速 v とを積算することによって測定対象物と計測装置 2 との距離 L を計測する。距離算出部 26 は、算出した測定対象物との距離を表示部 28 に出力する。

$$L = (T_2 - T_1) \times v \cdots (4)$$

以上が、本実施形態の計測装置 2 の構成についての説明である。なお、図 10 に示す計測装置 2 は一例であって、本実施形態の計測装置 2 の構成を限定するものではない。

【0085】

(動作)

次に、計測装置 2 の動作について図面を参照しながら説明する。計測装置 2 の動作の概略は、第 1 の実施形態の計測装置 1 の動作の概略 (図 6) と同様である。計測装置 2 の動作は、波形生成処理 (図 6 のステップ S 12) 距離計測処理 (図 6 のステップ S 13) の内容が第 1 の実施形態の計測装置 1 とは異なり、その他の動作については第 1 の実施形態と同様である。そのため、以下においては、波形生成処理および距離計測処理についての詳細を説明する。

【0086】

〔波形生成処理〕

図 11 は、距離計測に用いる音波を生成する波形生成処理 (図 6 のステップ S 12) について説明するためのフローチャートである。

【0087】

図 11 において、まず、計測装置 2 は、マイクロホン 21 で音波を集音する (ステップ S 221)。

【0088】

次に、計測装置 2 は、集音した音波を FFT 分析し、周波数ごとの音圧レベルを求める (ステップ S 222)。

【0089】

ここで、全ての周波数帯のサンプリングデータが揃っていない場合 (ステップ S 223 で No)、ステップ S 221 に戻る。計測装置 2 は、各周波数帯のサンプリングデータが揃うまでステップ S 221 ~ S 223 の処理を繰り返す。

【0090】

一方、全ての周波数帯のサンプリングデータが揃った場合（ステップS 2 2 3でYes）、計測装置2は、各周波数帯のサンプリングデータを分析し、音圧レベルの最大値が最小となる周波数（以下、第2周波数 f_2 と呼ぶ）を抽出する（ステップS 2 2 4）。

【0091】

次に、計測装置2は、第2周波数 f_2 の音波の波形を生成する（ステップS 2 2 5）。以上で、図11のフローチャートに沿った処理は終了となる。

【0092】

以上が、計測装置2の波形生成処理についての説明である。なお、図11の処理は、一例であって、計測装置2による波形生成処理を限定するものではない。

【0093】

10

〔距離計測処理〕

図12は、測定対象物との距離を計測する処理（図6のステップS 1 3に対応）について説明するためのフローチャートである。

【0094】

図12において、まず、計測装置2は、生成した矩形音波を測定対象物に向けて出力し、出力時刻 T_1 を記録する（ステップS 2 3 1）。

【0095】

次に、計測装置2は、測定対象物の方向から戻ってくる第2周波数 f_2 の音波を集音する（ステップS 2 3 2）。

【0096】

20

次に、計測装置2は、第2周波数 f_2 の音波の音圧レベルが検出レベルを超える検出時刻 T_2 を検出する（ステップS 2 3 3）。

【0097】

次に、計測装置2は、音波の遅延時間（ $T_2 - T_1$ ）を音速 v で除算し、測定対象物と自装置との距離を算出する（ステップS 2 3 4）。

【0098】

そして、計測装置2は、算出した距離を表示する（ステップS 2 3 5）。

【0099】

以上が、本実施形態の計測装置2による距離計測処理についての説明である。なお、図12の処理は、一例であって、本実施形態の計測装置2による距離計測処理を限定するものではない。

30

【0100】

以上のように、本実施形態の計測装置は、マイクロホン、音量計測部、FFT分析部、第2周波数抽出部、波形生成部、スピーカ、および表示部を備える。マイクロホンは、少なくとも可聴周波数帯域の音波を集音する。FFT分析部は、マイクロホンが集音した音波をFFT分析する。第2周波数抽出部は、FFT分析部がFFT分析した結果を用いて各周波数の音圧レベルの最大値を計算し、最大値が所定値より小さい周波数（第2周波数 f_2 ）を抽出する。波形生成部は、第2周波数抽出部が抽出した第2周波数 f_2 の音波情報を生成する。スピーカは、少なくとも可聴周波数帯域の音波を出力し、波形生成部が生成した音波情報に基づいて第2周波数 f_2 の音波を出力する。

40

【0101】

音量計測部、FFT分析部、第2周波数抽出部、および波形生成部は、距離計測装置を構成する。距離計測装置は、少なくとも可聴周波数帯域の音波を集音するマイクロホンから入力した音波をFFT分析し、分析結果を用いて各周波数の音圧レベルの分散を計算する。距離計測装置は、分散が所定値より小さい周波数（第2周波数 f_2 ）を抽出し、抽出した第2周波数 f_2 の音波情報を生成する。距離計測装置は、生成した第2周波数 f_2 の音波情報をスピーカに出力する。

【0102】

第2周波数抽出部は、FFT分析部によって生成される周波数スペクトルの時系列データを用いて各周波数の音圧レベルの最大値を代表値として計算する。第2周波数抽出部は

50

、算出した最大値が所定値よりも小さい第2周波数を計測周波数として抽出し、抽出した第2周波数を波形生成部に出力する。例えば、周波数抽出部は、スピーカの出力値と、マイクロホンが検出する音波の音圧レベルと、安全率とによって定まる値を所定値として用いる。

【0103】

波形生成部は、周波数抽出部によって抽出される第2周波数の音波の音圧レベルを含む音波情報を生成する。波形生成部は、生成した第2周波数の音波の音波情報をスピーカに出力するとともに、スピーカから第2周波数の音波の音圧レベルが出力された出力時刻を距離算出部に出力する。

【0104】

距離算出部は、スピーカから第2周波数の音波の音圧レベルが出力された出力時刻を記録し、スピーカから出力された第2周波数の音波の反射波がマイクロホンによって検出された検出時刻を取得する。距離算出部は、検出時刻から出力時刻を減算した値と音速とを積算することによって測定対象物との距離を算出する。

【0105】

本実施形態の計測装置は、設備が発する騒音環境下において、一定時間あたりの音圧レベルの最大値が所定値よりも小さい第2周波数を抽出する。計測装置は、抽出した第2周波数の音波を測定対象物に向けて出力し、戻ってきた第2周波数の音波を集音する。計測装置は、第2周波数の音波の検出時刻と、第2周波数の音波の出力時刻との差分から遅延時間を算出し、この算出時間を音速で除算することによって計測装置と測定対象物との距離を算出する。

【0106】

本実施形態の計測装置によれば、環境ノイズの中で一定時間あたりの音圧レベルの最大値が所定値よりも小さい第2周波数の音波を抽出することによって、環境ノイズと計測対象の音波との干渉を最小限に抑えることができる。そのため、本実施形態の計測装置によれば、可聴領域の周波数帯の音波の変化を検出可能になる。

【0107】

本実施形態によれば、超音波を用いなくても、可聴周波数帯域の音波の集音が可能なマイクロホンに、可聴周波数帯域の音波の出力が可能なスピーカを追加することによって、騒音値計測装置に距離計測機能を追加することができる。そのため、本実施形態によれば、騒音値計測装置に距離計測機能を追加しても、持ち運びの利便性を失うことなく、コスト増加も抑えられる。

【0108】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態に係る距離計測装置(計測装置とも呼ぶ)について図面を参照しながら説明する。本実施形態の距離計測装置は、第1および第2の実施形態の計測装置が有する距離計測装置を上位概念化したものである。

【0109】

図13のように、本実施形態の距離計測装置30は、分析部33、周波数抽出部34、波形生成部35は、および距離算出部36を備える。距離計測装置30は、マイクロホン31、スピーカ37、および表示部38に接続される。マイクロホン31、スピーカ37、および表示部38は、第1の実施形態の対応する構成と同様である。

【0110】

分析部33は、可聴周波数帯域の音波をマイクロホン31から一定時間サンプリングする。分析部33は、サンプリングした音波をFFT分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成する。分析部33は、生成した周波数スペクトルの時系列データをFFT分析結果として周波数抽出部34に出力する。

【0111】

周波数抽出部34は、分析部33からFFT分析結果を取得する。周波数抽出部34は、分析部33から取得したFFT分析結果に基づいて、各周波数の音圧レベルの代表値を

10

20

30

40

50

計算する。例えば、周波数抽出部 34 は、音圧レベルの代表値として、分散や最大値を算出する。なお、周波数抽出部 34 が算出する音圧レベルの代表値は、分散や最大値に限定されない。周波数抽出部 34 は、各周波数の音圧レベルの代表値が所定値よりも小さい周波数（計測周波数とも呼ぶ）を抽出する。

【0112】

周波数抽出部 34 は、少なくとも波形生成段階において、抽出した計測周波数を波形生成部 35 に出力する。なお、周波数抽出部 34 は、必要であれば、距離計算段階において計測周波数を波形生成部 35 に出力してもよい。また、周波数抽出部 34 は、波形生成段階および距離計算段階の少なくとも一方において、計測周波数の音波情報を距離算出部 36 に出力する。周波数抽出部 34 が距離算出部 36 に出力する計測周波数の音波情報には、マイクロホン 31 によって計測される計測周波数の音波の音圧レベルおよび検出時刻の少なくとも一方が含まれる。

10

【0113】

波形生成部 35 は、周波数抽出部 34 から計測周波数を取得する。波形生成部 35 は、周波数抽出部 34 から取得した計測周波数の音波情報を生成する。波形生成部 35 が生成する計測周波数の音波情報には、スピーカ 37 から出力する計測周波数の音波の音圧レベルおよび出力時刻のうち少なくとも一方が含まれる。波形生成部 35 は、生成した計測周波数の音波情報をスピーカ 37 および距離算出部 36 に出力する。

【0114】

距離算出部 36 は、波形計算段階において、波形生成部 35 から計測周波数の音波情報を取得する。また、距離算出部 36 は、距離計算段階において、周波数抽出部 34 から計測周波数の音波の音波情報を取得する。距離算出部 36 は、周波数抽出部 34 から取得した計測周波数の音波の音波情報と、波形生成部 35 から取得した計測周波数の音波情報とを用いて、測定対象物との距離を算出する。距離算出部 36 は、算出した測定対象物との距離を表示部 38 に出力する。なお、距離算出部 36 が算出する測定対象物との距離は、マイクロホン 31 およびスピーカ 37 の振動板によって形成される面と測定対象物との距離に相当する。

20

【0115】

本実施形態においては、距離計測を主とするため、表示部 38 には測定対象物との計測距離のみを表示させればよい。なお、表示部 38 に表示させる情報は、測定対象物との計測距離に限定されず、任意に設定できる。

30

【0116】

以上が、本実施形態の距離計測装置 30 の構成についての説明である。なお、図 13 に示す距離計測装置 30 は一例であって、本実施形態の距離計測装置 30 の構成を限定するものではない。

【0117】

以上のように、本実施形態の距離計測装置は、測定対象物に向けてスピーカから出力される音波の反射波をマイクロホンで集音して測定対象物との距離を計測する。本実施形態の距離計測装置は、分析部、周波数抽出部、波形生成部、および距離算出部を備える。分析部は、マイクロホンによって集音される可聴周波数帯域の音波を一定時間サンプリングし、サンプリングした音波を高速フーリエ変換処理を用いて分析することによって周波数スペクトルの時系列データを生成する。周波数抽出部は、分析部によって生成される周波数スペクトルの時系列データを用いて各周波数の音圧レベルの代表値を計算し、算出した代表値の値に基づいて計測周波数を抽出する。波形生成部は、周波数抽出部によって抽出される計測周波数の音波の音波情報を生成し、生成した計測周波数の音波の音波情報をスピーカに出力する。距離算出部は、波形生成部によって生成される計測周波数の音波の音波情報を取得するとともに、スピーカから出力された計測周波数の音波の反射波の音波情報を取得する。距離算出部は、取得した計測周波数の音波の反射波の音波情報と計測周波数の音波の音波情報とを用いて測定対象物との距離を算出する。

40

【0118】

50

本実施形態の距離計測装置によれば、騒音環境下において、可聴領域の周波数帯の音波を用いた距離測定が可能となる。

【0119】

(ハードウェア)

ここで、本発明の各実施形態に係る距離計測装置の処理を実行するハードウェア構成について、図14の情報処理装置90を一例として挙げて説明する。なお、図14の情報処理装置90は、各実施形態の距離計測装置の処理を実行するための構成例であって、本発明の範囲を限定するものではない。

【0120】

図14のように、情報処理装置90は、プロセッサ91、主記憶装置92、補助記憶装置93、入出力インターフェース95および通信インターフェース96を備える。図14においては、インターフェースをI/F (Interface) と略して表記する。プロセッサ91、主記憶装置92、補助記憶装置93、入出力インターフェース95および通信インターフェース96は、バス99を介して互いにデータ通信可能に接続される。また、プロセッサ91、主記憶装置92、補助記憶装置93および入出力インターフェース95は、通信インターフェース96を介して、インターネットやイントラネットなどのネットワークに接続される。

【0121】

プロセッサ91は、補助記憶装置93等に格納されたプログラムを主記憶装置92に展開し、展開されたプログラムを実行する。本実施形態においては、情報処理装置90にインストールされたソフトウェアプログラムを用いる構成とすればよい。プロセッサ91は、本実施形態に係る距離計測装置による処理を実行する。

【0122】

主記憶装置92は、プログラムが展開される領域を有する。主記憶装置92は、例えばDRAM (Dynamic Random Access Memory) などの揮発性メモリとすればよい。また、MRAM (Magnetoresistive Random Access Memory) などの不揮発性メモリを主記憶装置92として構成・追加してもよい。

【0123】

補助記憶装置93は、種々のデータを記憶する。補助記憶装置93は、ハードディスクやフラッシュメモリなどのローカルディスクによって構成される。なお、種々のデータを主記憶装置92に記憶させる構成とし、補助記憶装置93を省略することも可能である。

【0124】

入出力インターフェース95は、情報処理装置90と周辺機器とを接続するためのインターフェースである。通信インターフェース96は、規格や仕様に基づいて、インターネットやイントラネットなどのネットワークを通じて、外部のシステムや装置に接続するためのインターフェースである。入出力インターフェース95および通信インターフェース96は、外部機器と接続するインターフェースとして共通化してもよい。

【0125】

情報処理装置90には、必要に応じて、キーボードやマウス、タッチパネルなどの入力機器を接続するように構成してもよい。それらの入力機器は、情報や設定の入力に使用される。なお、タッチパネルを入力機器として用いる場合は、表示機器の表示画面が入力機器のインターフェースを兼ねる構成とすればよい。プロセッサ91と入力機器との間のデータ通信は、入出力インターフェース95に仲介させればよい。

【0126】

また、情報処理装置90には、情報を表示するための表示機器を備え付けてもよい。表示機器を備え付ける場合、情報処理装置90には、表示機器の表示を制御するための表示制御装置(図示しない)が備えられていることが好ましい。表示機器は、入出力インターフェース95を介して情報処理装置90に接続すればよい。

【0127】

また、情報処理装置90には、必要に応じて、ディスクドライブを備え付けてもよい。

ディスクドライブは、バス 99 に接続される。ディスクドライブは、プロセッサ 91 と図示しない記録媒体（プログラム記録媒体）との間で、記録媒体からのデータ・プログラムの読み出し、情報処理装置 90 の処理結果の記録媒体への書き込みなどを仲介する。記録媒体は、例えば、CD（Compact Disc）やDVD（Digital Versatile Disc）などの光学記録媒体で実現できる。また、記録媒体は、USB（Universal Serial Bus）メモリやSD（Secure Digital）カードなどの半導体記録媒体や、フレキシブルディスクなどの磁気記録媒体、その他の記録媒体によって実現してもよい。

【0128】

以上が、本発明の各実施形態に係る距離計測装置を可能とするためのハードウェア構成の一例である。なお、図 14 のハードウェア構成は、各実施形態に係る距離計測装置の演算処理を実行するためのハードウェア構成の一例であって、本発明の範囲を限定するものではない。また、各実施形態に係る距離計測装置に関する処理をコンピュータに実行させるプログラムも本発明の範囲に含まれる。さらに、各実施形態に係るプログラムを記録したプログラム記録媒体も本発明の範囲に含まれる。

10

【0129】

各実施形態の距離計測装置の構成要素は、任意に組み合わせることができる。また、各実施形態の距離計測装置の構成要素は、ソフトウェアによって実現してもよいし、回路によって実現してもよい。

【0130】

以上、実施形態を参照して本発明を説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

20

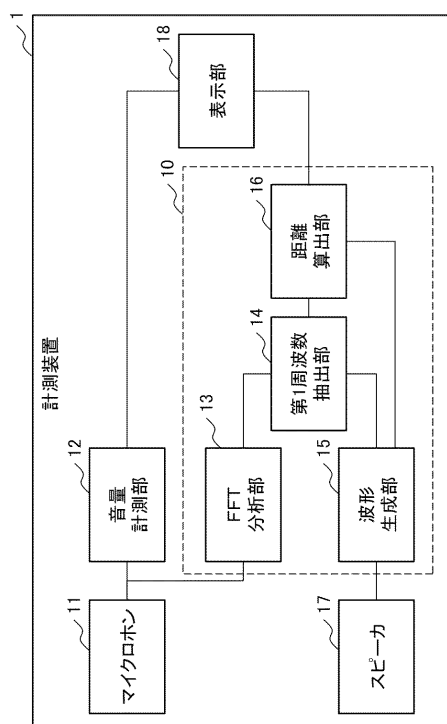
【符号の説明】

【0131】

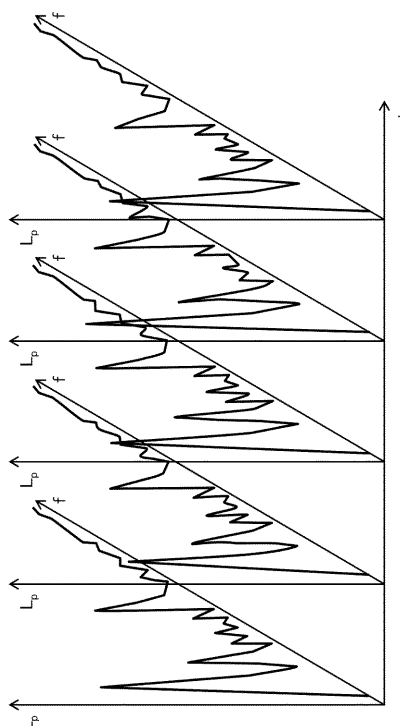
- 1、2 計測装置
- 10、20、30 距離計測装置
- 11、21、31 マイクロホン
- 12、22 音量計測部
- 13、23 FFT分析部
- 14 第1周波数抽出部
- 15、25、35 波形生成部
- 16、26、36 距離算出部
- 17、27、37 スピーカ
- 18、28、38 表示部
- 24 第2周波数抽出部
- 33 分析部
- 34 周波数抽出部

30

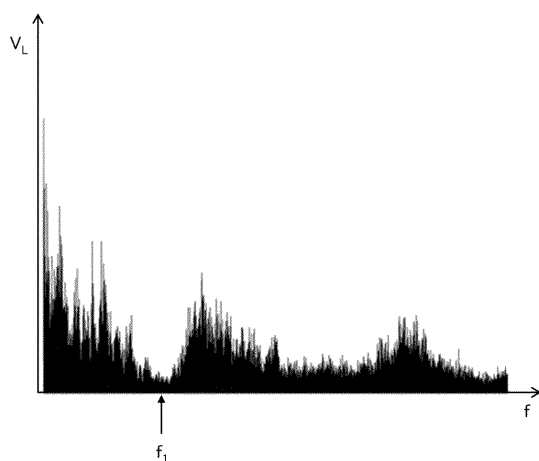
【図 1】



【図 2】



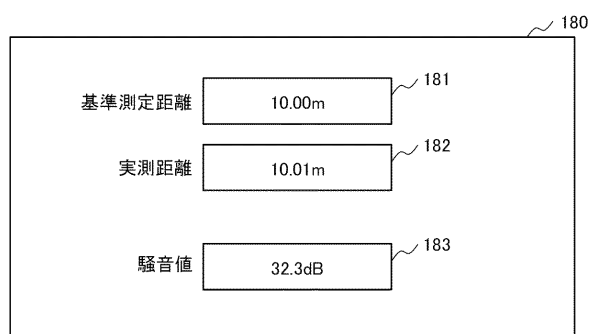
【図 3】



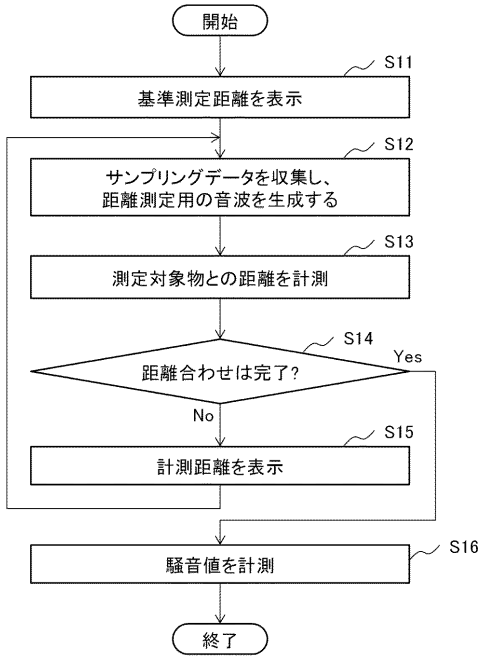
【图 4】

減衰率	距離
a	A
b	B
...	...
z	Z

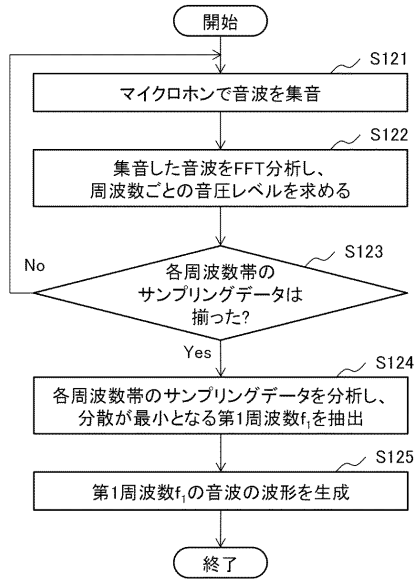
【図 5】



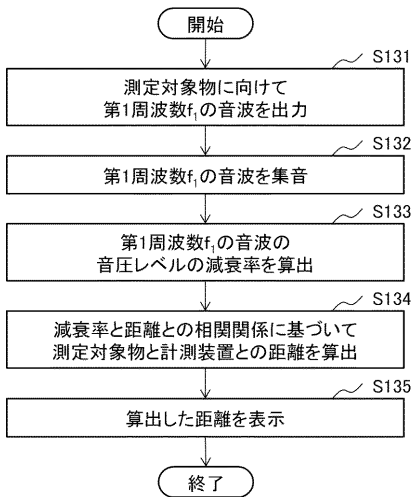
【図 6】



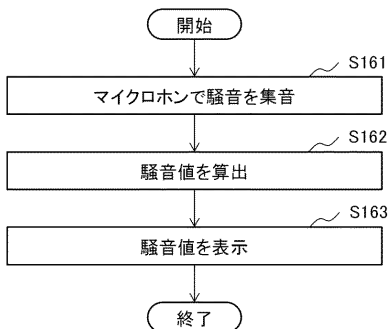
【図 7】



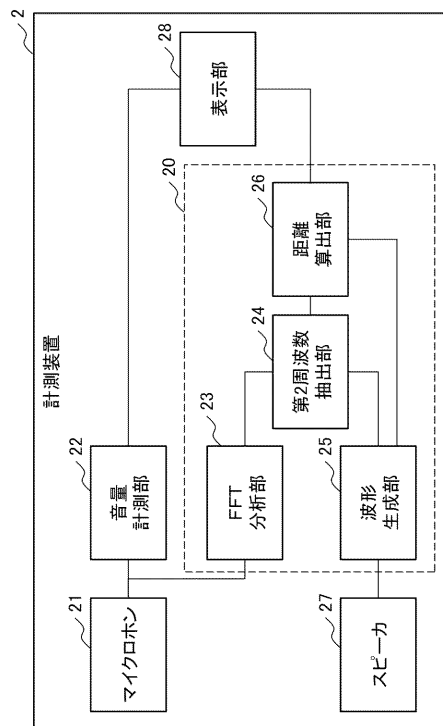
【図 8】



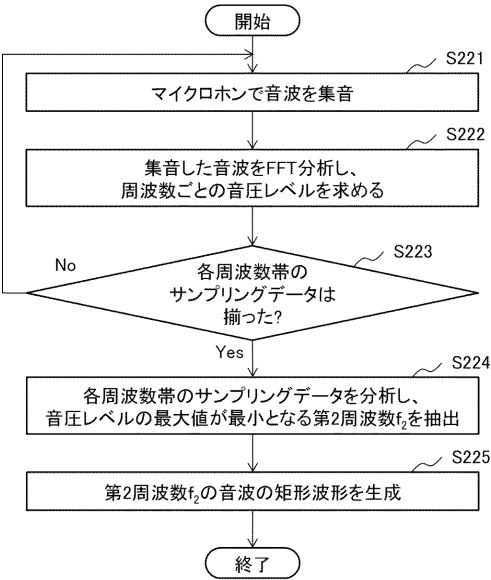
【図 9】



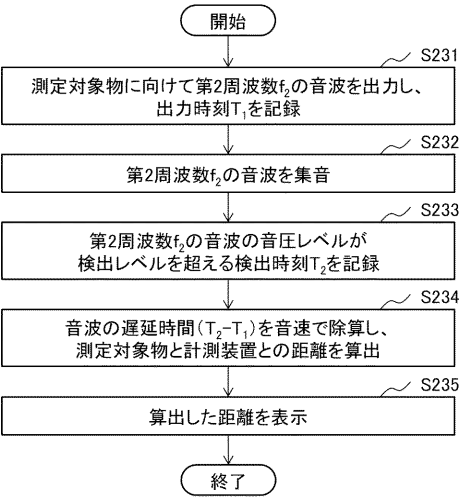
【図 10】



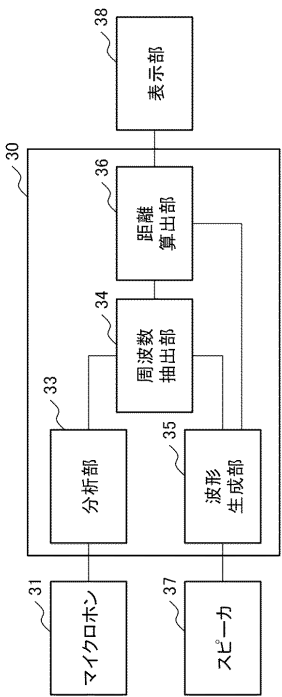
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

