

(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2011-237323

(P2011-237323A)

(43) 公開日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(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 5 O L (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-110125 (P2010-110125) (22) 出願日 平成22年5月12日 (2010.5.12)</p>	<p>(71) 出願人 000115636 リオン株式会社 東京都国分寺市東元町3丁目20番41号 (74) 代理人 100085257 弁理士 小山 有 (74) 代理人 230100631 弁護士 稲元 富保 (72) 発明者 中島 康貴 東京都国分寺市東元町3丁目20番41号 リオン株式会社内 (72) 発明者 内藤 大介 東京都国分寺市東元町3丁目20番41号 リオン株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

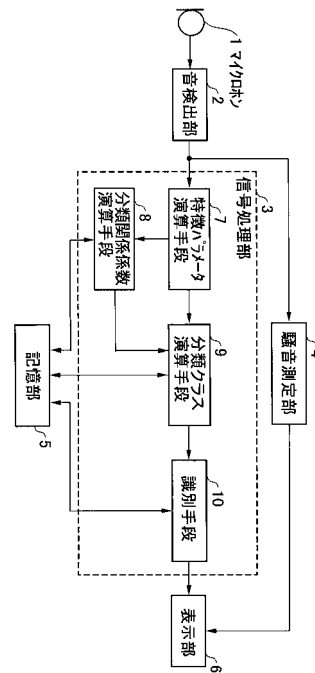
(54) 【発明の名称】 騒音測定装置

(57) 【要約】

【課題】 簡易な方法で移動体の種類を識別すると共に、その移動体による騒音を測定することができる騒音測定装置を提供する。

【解決手段】 予め収集した移動体が発する音を参照して、移動体が発する音から移動体の種類を識別すると共に、その移動体による音を測定する騒音測定装置であって、移動体が発する音を音測定信号に変換するマイクロホン1と、マイクロホン1が変換した音測定信号から抽出した特徴パラメータの要素を少なくとも二つの値の配列とした特徴パラメータを算出する特徴パラメータ演算手段7と、予め収集した移動体の音測定信号から算出した特徴パラメータを基に分類関数係数を算出する分類関数係数演算手段8と、分類関数係数演算手段8により算出した分類関数係数と移動体の特徴パラメータを基に、分類関数のクラス値を算出する分類クラス演算手段9と、分類クラス演算手段9で算出した分類関数のクラス値から、移動体の種類を識別する識別手段10を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予め収集した移動体の発する音を参照して、移動体が発する音から移動体の種類を識別すると共に、その移動体による音を測定する騒音測定装置であって、移動体が発する音を音測定信号に変換する集音手段と、この集音手段が変換した音測定信号から抽出した特徴パラメータの要素を少なくとも二つの値の配列とした特徴パラメータを算出する特徴パラメータ演算手段と、予め収集した移動体の音測定信号から算出した特徴パラメータを基に分類関数係数を算出する分類関数係数演算手段と、この分類関数係数演算手段により算出した分類関数係数と移動体の前記特徴パラメータを基に、分類関数のクラス値を算出する分類クラス演算手段と、この分類クラス演算手段で算出した分類関数のクラス値から、移動体の種類を識別する識別手段を備えることを特徴とする騒音測定装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の騒音測定装置において、前記特徴パラメータの要素として、前記音測定信号の周波数バンドレベル及び / 又は移動方向平均法線ベクトルを用いることを特徴とする騒音測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の騒音測定装置において、前記特徴パラメータの要素として、前記音測定信号の持続時間を分割し、分割毎の周波数バンドレベル及び / 又は移動方向平均法線ベクトルを用いることを特徴とする騒音測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の騒音測定装置において、前記特徴パラメータの要素として、前記音測定信号の持続時間を前記音測定信号の音圧レベルの最大値 (L_{Amax}) から所定値 (L) 下がった時刻で 3 分割 (t_1, t_2, t_3) し、分割した時間帯 (t_1, t_2, t_3) 毎又は立ち上がりの時間帯 (t_1) の周波数バンドレベル及び / 又は移動方向平均法線ベクトルを用いることを特徴とする騒音測定装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 記載の騒音測定装置において、前記特徴パラメータの要素として、前記音測定信号の持続時間を前記音測定信号の音圧レベルの最大値 (L_{Amax}) を基準とし、この最大値までの立ち上がりの時間帯の周波数バンドレベル及び / 又は移動方向平均法線ベクトルを用いることを特徴とする騒音測定装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体の種類を識別すると共に、その移動体による騒音を測定する騒音測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から道路交通・鉄道交通・航空交通などの交通機関に関して、騒音測定が行われている。単に、その時、その場所における騒音レベルのみを測定するのではなく、その騒音の発生源がどのような物(車種・機種)であるかを識別することが望まれている。例えば、自動車であれば、救急車や消防車などの緊急車両なのか、トラックなのか、乗用車やバイクなのか。また、航空機であれば、ジェット旅客機なのか、戦闘機なのか、軽飛行機なのか。更に、それらの機種、航跡や飛行状態(離陸、着陸、通過)なども識別することが望まれている。

40

【0003】

そこで、航空機毎に、夫々の騒音測定信号に含まれている周波数成分を複数の周波数バンドに分離し、複数の検出バンドレベル最大値データと検出バンドレベル平均値データとの差分を求めることにより求めた相対化バンドレベルデータに基づき、最も近似した機種を選定して機種を識別する航空機の機種識別装置が知られている(例えば、特許文献 1 参照)。

50

また、二次レーダ装置を備える航空機に対しては、当該航空機からの応答信号を解析し音データと対比することで、識別の参考にする方法が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平9-89646号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1に記載の発明においては、騒音測定信号の最大値データに影響され易いので、近くを通過する航空機と遠くを通過する航空機の識別率に大きな差が生じることがある。

10

また、二次レーダ装置を備える航空機からの応答信号を使用する方法では、航空機の電波を受信しても、観測点で測定した音が測定対象以外の音を含む場合もあるので、測定対象の航空機の音データであるかの確認が必要となる。また、航空機からの応答信号を受信する装置が大がかりになってしまい、二次レーダ装置を装備していない航空機には対応することができない。

【0006】

本発明は、従来技術が有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、簡易な方法で移動体の種類や状態を識別すると共に、その移動体による騒音を測定することができる騒音測定装置を提供しようとするものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決すべく請求項1に係る発明は、予め収集した移動体の発する音を参照して、移動体が発する音から移動体の種類を識別すると共に、その移動体による音を測定する騒音測定装置であって、移動体が発する音を音測定信号に変換する集音手段と、この集音手段が変換した音測定信号から抽出した特徴パラメータの要素を少なくとも二つの値の配列とした特徴パラメータを算出する特徴パラメータ演算手段と、予め収集した移動体の音測定信号から算出した特徴パラメータを基に分類関数係数を算出する分類関数係数演算手段と、この分類関数係数演算手段により算出した分類関数係数と移動体の前記特徴パラメータを基に、分類関数のクラス値を算出する分類クラス演算手段と、この分類クラス演算手段で算出した分類関数のクラス値から、移動体の種類を識別する識別手段を備えるものである。

30

【0008】

前記特徴パラメータの要素として、前記特徴パラメータの要素として、前記音測定信号の周波数バンドレベル及び/又は移動方向平均法線ベクトルを用いることができる。

【0009】

また、前記特徴パラメータの要素として、前記音測定信号の持続時間を分割し、分割毎の周波数バンドレベル及び/又は移動方向平均法線ベクトルを用いることができる。

【0010】

40

また、前記特徴パラメータの要素として、前記音測定信号の持続時間を前記音測定信号の音圧レベルの最大値(L A m a x)から所定値(L)下がった時刻で3分割(t1, t2, t3)し、分割した時間帯(t1, t2, t3)毎又は立ち上がりの時間帯(t1)の周波数バンドレベル及び/又は移動方向平均法線ベクトルを用いることができる。

【0011】

更に、前記特徴パラメータの要素として、前記音測定信号の持続時間を前記音測定信号の音圧レベルの最大値(L A m a x)を基準とし、この最大値までの立ち上がりの時間帯の周波数バンドレベル及び/又は移動方向平均法線ベクトルを用いることができる。

【発明の効果】

【0012】

50

本発明によれば、移動体の音測定信号から算出した特徴パラメータと、予め、算出した分類関数係数から、分類関数のクラス値を算出し、この分類関数のクラス値の中で、最も類似すると判定されるクラス値に対応するものを、当該移動体と選定するものであるから、十分な教師データを与えることができれば、識別率が向上すると共に、多様な状況下においての測定であっても、その識別率は影響を受け難くなる。教師データとは、予め測定対象物が分かっている音測定信号又は特徴パラメータである。

【0013】

また、音測定信号の持続時間を分割した時間帯毎の音データのうち、観測点に近づく音データには移動体の種類を識別するための特徴が強い。特に、航空機の場合には機種を識別する他に、飛行状態（離陸、着陸、通過）や方位なども、音データから自動的に識別することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明に係る騒音測定装置の構成図

【図2】航空機音測定信号の説明図

【図3】特徴パラメータの説明図

【図4】移動方向平均法線ベクトルの説明図

【図5】測定手順を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0015】

20

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。本発明に係る騒音測定装置は、図1に示すように、マイクロホン1、音検出部2、信号処理部3、騒音測定部4、記憶部5、表示部6からなる。

【0016】

マイクロホン1は、自動車や航空機などの移動体が発する音を集音する集音手段で、音を電気信号に変換する。音検出部2は、マイクロホン1から出力される電気信号をAD変換し、音測定信号として信号処理部3及び騒音計測部4へ送る。信号処理部3は、特徴パラメータ演算手段7、分類関数係数演算手段8、分類クラス演算手段9及び識別手段10を備えている。メモリカードやデータ通信手段などで音測定信号を取り込んで、信号処理部3及び騒音計測部4へ送ってもよい。

30

【0017】

特徴パラメータ演算手段7は、音検出部2の出力信号である音測定信号を受け、特徴パラメータ（配列）を算出する。どの音データを特徴パラメータの配列の要素とするかは、予め決めておく。分類関数係数演算手段8は、予め、測定対象物と測定音が識別されている教師データについて特徴パラメータ演算手段7で算出された特徴パラメータが当該航空機に該当するように分類関数係数を算出する。分類関数係数演算手段8で算出した機種・飛行状態毎の分類関数係数は、行列データとして記憶部5に記憶される。

【0018】

分類クラス演算手段9は、特徴パラメータ演算手段7で算出された測定対象物の特徴パラメータと予め記憶部5に格納してある分類関数係数との行列積から、各分類関数のクラス値を算出する。識別手段10は、分類クラス演算手段9で算出された各分類関数のクラス値の中で、最も類似すると判定されるクラス値に対応する分類関数係数（機種・飛行状態）を該当機種・飛行状態として選定する。

40

【0019】

識別手段10による選定の結果は、記憶部5に記憶される。また、選定結果等は、所望により表示部6で表示される。このように、マイクロホン1、音検出部2、信号処理部3、記憶部5、表示部6により、航空機などの移動体の機種識別手段が構成される。

【0020】

騒音測定部4は、音検出部2の出力信号である音測定信号についての騒音レベルを測定し、その測定結果を表示部6に表示する。このように、マイクロホン1、音検出部2、騒音

50

測定部 4、表示部 6 により、航空機などの移動体の騒音測定手段が構成される。

【 0 0 2 1 】

そして、航空機が発する音の測定及び航空機の機種や飛行状態の識別をする場合には、例えば滑走路付近に測定場所（観測点）を選定し、そこに集音手段となるマイクロホン 1 を設置する。マイクロホン 1 により、観測点を通る航空機又は滑走路に発着する航空機が発する音を機種毎に集音する。そして、音検出部 2 により、音測定信号（SD）を得る。

【 0 0 2 2 】

また、滑走路の離陸側と着陸側に夫々マイクロホン 1 を配置して測定することもできる。マイクロホン 1 を増やすことで、機種識別率を向上することができる。マイクロホン 1 から得られる音測定信号（SD1, SD2）の特徴は、図 2 に示すように、全体としては、一般的に 1 つの山形状の曲線を示す。時間の経過とともに、航空機がマイクロホン 1 に近づくにつれて徐々に大きくなり、マイクロホン 1 から遠ざかるにつれて徐々に小さくなる。

10

【 0 0 2 3 】

音測定信号の立ち上がり時間と減衰時間がほぼ同じ場合（SD1）もあれば、音測定信号の立ち上がり時間が減衰時間に比べて短い場合（SD2）もある。音測定信号（SD1, SD2）の持続時間（DUR1, DUR2）は、音測定信号（SD1, SD2）の最大値から所定の基準値（LREF）下がったレベルより大きい時間帯とする。音測定信号（SD1）のピーク時刻を（ t_{A1} ）、音測定信号（SD2）のピーク時刻を（ t_{A2} ）とする。

20

【 0 0 2 4 】

音測定信号（SD1, SD2）には、夫々の航空機の特徴を示すパラメータがある。配列である特徴パラメータの要素は、次のようなデータから適宜選択する。図 2 に基づいて説明すると、航空機の特徴を示すパラメータとしては、音測定信号の最大値（LAmx1, LAmx2）・音測定信号の持続時間（DUR1, DUR2）・立ち上がり時間・減衰時間などがある。また、音測定信号の各周波数バンドレベルにも特徴がある。

【 0 0 2 5 】

各周波数バンドレベルとしては、例えば特許文献 1 に記載されている周波数バンド毎の最大レベルとなる検出バンドレベル最大値や相対化レベル差データをパラメータとすることができる。これらのように、夫々の航空機の特徴を示すパラメータを、特徴パラメータの要素とすることができる。

30

【 0 0 2 6 】

また、図 3 に示すように、音測定信号（SD）の持続時間（DUR）を、音測定信号（SD）の最大値（LAmx）から所定の音圧レベル（L）下がった時刻のところで 3 分割（ t_1, t_2, t_3 ）し、夫々の時間帯における音測定信号（SD）の各周波数バンドレベルを特徴パラメータの要素とすることで、機種識別率をより向上させることができる。

【 0 0 2 7 】

持続時間（DUR）の 3 分割は、持続時間（DUR）を 3 等分したものでもよい。各周波数バンドレベルとしては、特許文献 1 に記載されているように、検出バンドレベル最大値や相対化レベル差データを用いてもよい。また、3 分割に限らず、目的に応じて適宜分割数を増減させ特徴パラメータの要素を決める。

40

【 0 0 2 8 】

航空機の場合、立ち上がりの部分である時間帯 t_1 に機種や飛行状態の特徴がよく現れる。航空機の場合は 3 分割程度が望ましい。時点（ t_A ）での最大値による影響を受けずに埋もれることなく、観測点に近づく時間帯（ t_1 ）と観測点から離れる時間帯（ t_3 ）の特徴となるデータを利用することができる。また、立ち上がりの部分である時間帯 t_1 におけるデータだけを利用すれば、データ量も増え過ぎない。統計的にデータ量が増えるということは、予め学習させておく教師データの数や手間が増えることを意味する。

50

【 0 0 2 9 】

更に、一つの観測点に複数（3個以上）のマイクロホン1を設置することにより、測定音が地上音（自動車等）なのか上空音（航空機等）なのかを区別できると共に、夫々の航空機の飛行方位を知ることができる。例えば、図4に示すように、方位角や仰角のデータと共に航空機の移動方向を表す移動方向平均法線ベクトルHも特徴パラメータの要素にすることで、機種識別率をさらに向上させることができる。

【 0 0 3 0 】

移動方向平均法線ベクトルHは、飛行経路を、観測点を中心とする単位球面へ投影したものを想定し、観測点と投影した飛行経路からなる面に対して垂直なベクトルとして定めることが知られている（例えば、特開平7-43023号公報参照）。

10

【 0 0 3 1 】

また、時系列のデータも特徴パラメータに加えることができる。例えば、所定の時間間隔毎に前記特徴パラメータの要素を用意する。航空機音の場合は、観測点に近づく立ち上がり時間の部分が機種・飛行状態について特徴的になる傾向があるので、この時間帯（ t_1 ）のデータだけを特徴パラメータの要素とすると効率的である。その他、持続時間（DUR）、日時などを特徴パラメータに加えてもよい。

【 0 0 3 2 】

各航空機の識別精度を向上させるためには、測定の目的により、これらの特徴パラメータの要素を選択して用いることになる。また、データ量の少量化・計算時間の短縮等に考慮して、識別精度を維持しながら、特に有効な要素に限定することで、より効率的に識別することができる。

20

【 0 0 3 3 】

以上のように構成された本発明に係る騒音測定装置を航空機に適用する場合の測定手順について、図5に示すフローチャートに沿って説明する。まず、航空機の各機種についての情報（教師データ）を収集し分類関数係数の行列を作成するための事前工程について説明する。

【 0 0 3 4 】

観測点に3個のマイクロホン1を設置する。そして、音測定信号の持続時間における音測定信号の周波数バンド毎のレベルと、音圧レベルピーク時の仰角・方位角・音圧レベルを特徴パラメータの要素とし、特徴パラメータの要素数を m 個とする。また、識別対象となる航空機の機種数を n 個とする。なお、識別対象は飛行状態毎や滑走路毎としてもよい。

30

【 0 0 3 5 】

ステップSP1において、特徴パラメータ演算手段7が、観測点で、飛行する航空機の音測定信号から各周波数バンドレベルと音圧レベルピーク時の仰角・方位角・音圧レベルのデータを算出し、特徴パラメータの配列とする。各特徴パラメータの要素数はデータの分散度合いにより決めればよい。例えば、周波数バンドを細かく設定したり、仰角・方位角を取得する時刻を増やしたりする。

【 0 0 3 6 】

次いで、ステップSP2において、分類関数係数演算手段8が、ステップSP1で収集した機種毎の特徴パラメータのデータから判別分析を行うために当該航空機に該当する分類関数係数を算出する。このようにして得られた分類関数係数は、機種・飛行状態毎に記憶部5に記憶される。特徴パラメータが m 個、識別する機種数が n 個であるので、分類関数係数は、 $(m \times n)$ の行列Aとして保存される。

40

【 0 0 3 7 】

次に、音測定信号から航空機の機種などを識別するための識別処理工程について説明する。識別処理工程では、音測定信号から算出した特徴パラメータと、事前に算出した分類関数係数（行列A： $n \times m$ ）から、機種（クラス $C_0 \sim C_{n-1}$ ）を決定し、識別結果として表示する。

【 0 0 3 8 】

具体的には、分類関数係数で構成された行列と測定値から算出した特徴パラメータの積算

50

で求まるクラス値の行列 ($n \times 1$) について、各分類関数のクラス値の比較により、例えば最も大きい値となるものを当該機種に決定し、これを識別結果とする。

【0039】

先ず、ステップSP11において、特徴パラメータ演算手段7が、マイクロホン1により収集した音測定信号から特徴パラメータ (m 個) を算出し、定数項を加え、観測データの特徴パラメータを ($m \times 1$) の行列 x とする。次いで、ステップSP12において、分類クラス演算手段9が、すべての機種 (クラス $C_0 \sim C_{n-1}$) の分類関数ベクトル y ($n \times 1$) の計算を、次の行列演算により一度に行う。

【0040】

【数1】

$$y = Ax$$

$$x = (x_0 \quad \cdots \quad x_j \quad \cdots \quad x_{m-1})^T$$

$$A = (a_0 \quad \cdots \quad a_j \quad \cdots \quad a_{m-1}), \quad a_j = (a_{0j} \quad \cdots \quad a_{ij} \quad \cdots \quad a_{(n-1)j})^T$$

$$y = (y_{C_0} \quad \cdots \quad y_{C_i} \quad \cdots \quad y_{C_{n-1}})^T$$

$$y_{C_i} = a_{i0} \cdot x_0 + a_{i1} \cdot x_1 + \cdots + a_{ij} \cdot x_j + \cdots + a_{i(m-1)} \cdot x_{(m-1)}$$

【0041】

次いで、ステップSP13において、識別手段10が、分類関数ベクトル y の各要素のうちで $C_i = C_p$ のものが最大値をとる場合、 A 行列の C_p 行目の分類関数係数に該当する機種であるとして決定する。ここでは最大値としたが、計算式の置き方により (例えば、 y_{C_p} として扱うか $1/y_{C_p}$ として扱うかにより)、最小値を最も類似すると判定する場合もある。

【0042】

次いで、ステップSP14において、表示部6が、決定された機種を識別結果として表示する。上位3つの y_{C_i} を候補として選択し順位をつけて表示してもよい。また、識別された航空機の騒音レベルについては、騒音測定部4が測定し、その測定結果も表示部6に表示する。

【0043】

また、必要に応じて、新たな教師データを追加することで、分類関数係数を再構築することもできる。分類関数係数を作成するために収集したデータに特殊なものがあれば、それを除いて分類関数係数を再構築することが望ましい。更に、学習期間中、目的に応じた識別を精度よく且つ効率よくできるように、特徴パラメータを増減させることもできる。影響の少ないパラメータは削除し、うまく識別できないときは、新たなパラメータを追加するとよい。

【0044】

本発明により、人が常駐したり、電波受信装置や高精度なビデオ撮影を必要としたりすることなく、機種を識別した騒音の常時監視が可能となる。

【0045】

10

20

30

40

50

なお、本発明の実施の形態では、航空機に適用したが、航空機以外に自動車や海上交通の常時監視などにも本発明を適用することができる。例えば、自動車ではトラック、家用車、オートバイ等の車種を識別でき、騒音源となる車種の特定に応用できる。音測定信号(SD)に相当する自動車や電車などの音測定信号による車種の特徴パラメータを選定すればよい。例えば、航空機と同様に、特徴パラメータとして最大値(LAmax)・持続時間(DUR)・各周波数バンドレベルなどである。

【0046】

また、持続時間(DUR)を、最大値(LAmax)を基準として時間帯を複数に分割(例えば3分割)し、夫々の時間帯について音測定信号の各周波数バンドレベルなどを選択することもできる。観測点への接近時の音測定信号だけを選択してもよい。その他の移動体への応用も可能である。

【産業上の利用可能性】

【0047】

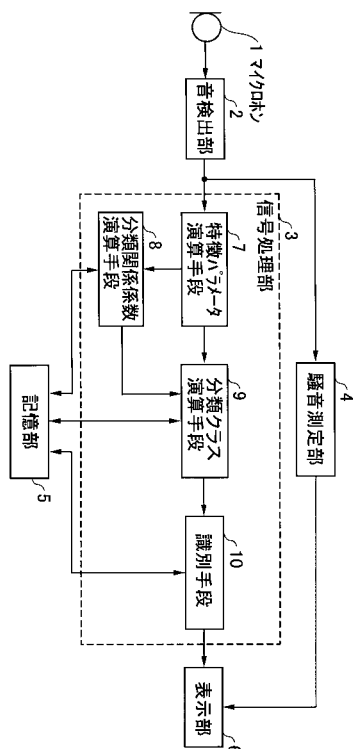
音測定信号の継続時間を分割した時間帯毎の音データや観測点に近づく音データには、移動体の種類を識別するための特徴がある。特に、航空機の場合には機種を識別する他に、飛行状態(離陸、着陸、通過)や方位なども、自動的に識別して騒音を測定することができる。

【符号の説明】

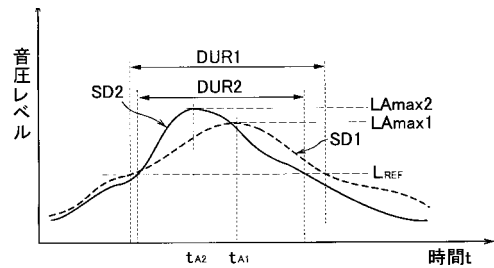
【0048】

1...マイクロホン、2...音検出部、3...信号処理部、4...騒音測定部、5...記憶部、6...表示部、7...特徴パラメータ演算手段、8...分類関数係数演算手段、9...分類クラス演算手段、10...識別手段。

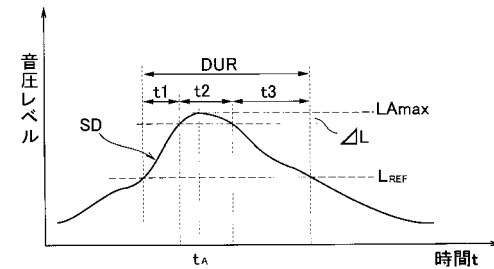
【図1】



【図2】



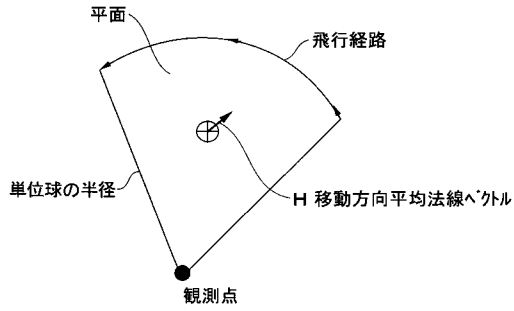
【図3】



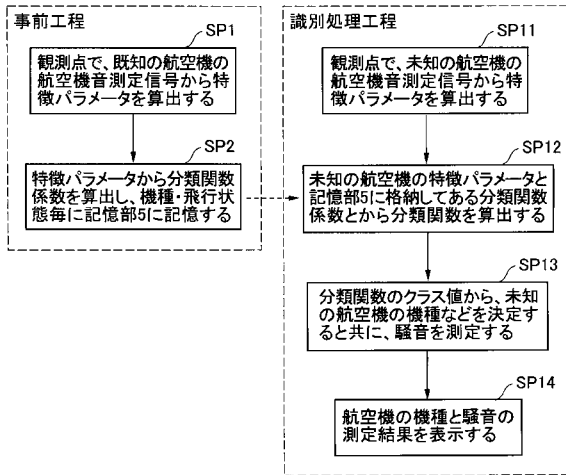
10

20

【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 大島 俊也
東京都国分寺市東元町3丁目20番41号 リオン株式会社内
- (72)発明者 廻田 恵司
東京都国分寺市東元町3丁目20番41号 リオン株式会社内
- (72)発明者 丸山 洋一
東京都国分寺市東元町3丁目20番41号 リオン株式会社内
- Fターム(参考) 2G064 AB15 AB21 BD17 CC29 CC46