

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5375061号  
(P5375061)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl. F I  
G O 1 K 11/24 (2006.01) G O 1 K 11/24

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-313193 (P2008-313193)	(73) 特許権者	501428545 株式会社デンソーウェーブ
(22) 出願日	平成20年12月9日(2008.12.9)		愛知県知多郡阿久比町大字草木字芳池1
(65) 公開番号	特開2010-139251 (P2010-139251A)	(74) 代理人	110000567 特許業務法人 サトー国際特許事務所
(43) 公開日	平成22年6月24日(2010.6.24)	(72) 発明者	伊奈 茂 東京都港区虎ノ門4丁目2番12号 株式 会社デンソーウェーブ内
審査請求日	平成23年2月14日(2011.2.14)	審査官	平野 真樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空間温度測定方法および空間温度測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定対象空間の中心位置を挟んで向かい合う方向にある2つの異なる交差点のそれぞれに対し、互いに異なる位置に配設された少なくとも2個以上の超音波発生器から互いに近接して異なる周波数の超音波を、一方の交差点に対して発信した後、想定される前記測定対象空間の最低温度での音速に基づいて予め設定された所定期間を待機した後に他方の交差点に対して発信することで前記超音波を前記2つの異なる交差点にて時間差をもって交差させ、

前記超音波発生器から前記2つの異なる交差点に超音波を発信することに応じて生じる2つの差音を所定位置に配置された検出器により検出し、

前記超音波発生器が超音波を発信してから前記2つの差音が前記検出器に到達して検出されるまでの到達時間の差を  $t_d$ 、音の伝搬経路差を  $d$  としたとき、前記測定対象空間内における音速  $V$  を伝搬経路差  $d$  / 時間差  $t_d$  により測定し、温度  $Z$  を、

$$Z = ( \text{前記音速 } V - 331.5 [ \text{m/s} ] ) \div 0.61$$

の計算式を用いて前記測定対象空間内における前記2つの交差点間の温度  $Z$  を算出することを特徴とする空間温度測定方法。

【請求項2】

前記2つの差音は、その設定周波数が非可聴周波数に設定されていることを特徴とする請求項1記載の空間温度測定方法。

【請求項3】

前記互いに異なる周波数の超音波を発信するための信号を発振する発振機が信号を発振開始して所定の振幅レベルに達した時点から、前記検出器により検出される差音の設定周波数を含む所定周波数範囲内の信号の振幅レベルが所定レベルに達した時点までの時間を計測することで前記到達時間の計測結果とすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の空間温度測定方法。

【請求項 4】

前記 2 つの交差点を結合した線分を長径とする楕円範囲を測定対象として測定することを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れかに記載の空間温度測定方法。

【請求項 5】

測定対象空間の中心位置を挟んで向かい合う方向にある 2 つの異なる交差点のそれぞれに対し、互いに異なる位置に配設された少なくとも 2 個以上の超音波発生器が互いに近接して異なる周波数の超音波を、一方の交差点に対して発信した後、想定される前記測定対象空間の最低温度での音速に基づいて予め設定された所定期間を待機した後に他方の交差点に対して発信してから、前記 2 つの異なる交差点にて時間差をもって交差して生じる 2 つの差音が所定位置に配設された検出器にそれぞれ到達して検出されるまでの到達時間の差を測定する時間計測手段と、

10

前記時間計測手段の時間差を  $t_d$  とし、音の伝搬経路差を  $d$  としたとき、前記測定対象空間内における音速  $V$  を伝搬経路差  $d$  / 時間差  $t_d$  により測定し、

(前記音速  $V = 331.5$  [m/s])  $\div 0.61$

の計算式を用いて前記測定対象空間内における前記 2 つの交差点間の温度  $Z$  を算出する温度算出手段とを備えたことを特徴とする空間温度測定装置。

20

【請求項 6】

請求項 5 記載の空間温度測定装置において、

前記 2 つの差音は、その設定周波数が非可聴周波数に設定されていることを特徴とする空間温度測定装置。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 記載の空間温度測定装置において、

前記超音波発生器は、前記互いに異なる周波数の超音波を発信するための信号を発振する発振機を備え、

30

前記時間計測手段は、前記超音波発生器を構成する発振機が信号を発振開始して所定の振幅レベルに達した時点から、前記検出器により検出される差音の設定周波数を含む所定周波数範囲内の信号の振幅レベルが所定レベルに達した時点までの時間を計測することで前記到達時間の計測結果とすることを特徴とする空間温度測定装置。

【請求項 8】

請求項 5 ないし 7 の何れかに記載の空間温度測定装置において、

前記 2 個以上の超音波発生器は、当該超音波発生器による超音波の交差点が、前記測定対象空間となる生活居住空間内の人の居住平均高さに合わせて設置可能に構成されていることを特徴とする空間温度測定装置。

40

【請求項 9】

請求項 5 ないし 8 の何れかに記載の空間温度測定装置において、

前記 2 個以上の超音波発生器および前記検出器は、前記測定対象空間から所定方向側に位置して配置可能に一体化されたモジュールにより構成されていることを特徴とする空間温度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、室温などの空間温度を測定するために用いられる空間温度測定方法および空間温度測定装置に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

この種の温度測定技術は、空調機器などに応用されており実用化されている。従来、例えば住宅内における壁際の温度と室内の中央付近の温度とでは温度差が生じており、たとえ壁際の温度を測定し当該測定温度をフィードバックして各種制御を行ったとしても、室内の中央付近の空調制御に優れた威力を発揮することができないという事情がある。そこで空間の温度を測定するための技術が開発されている（例えば、特許文献1、2参照）。

## 【0003】

特許文献1記載の技術思想によれば、超音波発信素子から超音波を放射し発信位置から受信位置までの距離における伝搬時間を計測し、この伝搬時間、距離および媒体の音速に基づいて媒体中の温度を求めている。しかしながら、この技術では音波の通過経路全体の平均温度しか測定することができず、通過経路内の特定位置の温度を測定することは困難である。

10

## 【0004】

その他、特許文献2記載の技術思想では、多数のスピーカ、マイクロホンを用いて空間の温度を測定している。しかしながら、この技術思想においても、多数のスピーカ、マイクロホンが必要となってしまう、連立方程式を特別で複雑な演算を多数行う必要が生じてしまい、温度を簡易的に測定する方法としては不向きである。

【特許文献1】特開平8-75568号公報

【特許文献2】特開平11-173925号公報

20

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的は、簡易な機構、演算処理を用いて空間の温度を測定できるようにした空間温度測定方法および空間温度測定装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

請求項1に係る発明によれば、測定対象空間の中心位置を挟んで向かい合う方向にある2つの異なる交差点のそれぞれに対し、互いに異なる位置に配設された少なくとも2個以上の超音波発生器から互いに近接して異なる周波数の超音波を発信することで前記超音波を前記2つの異なる交差点にて交差させている。そして、前記超音波発生器から2つの異なる交差点に超音波を発信することに応じて生じる2つの差音を所定位置に配置された検出器により検出し、前記超音波発生器が超音波を発信してから前記2つの差音が前記検出器に到達して検出されるまでの到達時間の差をT、前記2つの交差点間の距離をWとしたとき、前記測定対象空間内における音速Vを $2 \times \text{距離} W / \text{時間差} T$ の計算式により測定し、 $(\text{前記音速} V - 331.5 [m/s]) \div 0.61$ の計算式を用いて前記測定対象空間内における前記2つの交差点間の温度を測定している。発明者らは、温度の違いにより音速Vが異なることに着目している。発明者らは、測定対象空間の温度を測定するには、測定対象空間の中心位置を挟んで向かい合う方向にある2つの異なる交差点を通じて伝搬する音の到達時間をそれぞれ測定し、これらの到達時間の差 $t_d$ と音の伝搬経路差 $d$ とを用いて音速Vを定義すると、 $(\text{音速} V - 331.5 [m/s]) \div 0.61$ の計算式を用いて音速Vから一義的に温度Zを求めることができることを見出している。したがって、この方法を適用すれば、2つの異なる交差点にて音を交差させる構成であれば良いため、簡易な機構で空間の温度を測定できる。しかも、温度Zを $(\text{音速} V - 331.5 [m/s]) \div 0.61$ の計算式から求めることができるため、簡易な演算で空間の温度を測定できる。また、請求項5に係る発明もほぼ同様の作用効果を奏する。

30

40

これらの方法、装置によれば、システム設置後にシステムに与えなければいけないデータは、交差点間の距離になる伝搬経路差 $d$ のみで済むので、設置時における初期設定が非常に簡便となる。従って実際の設置現場におけるシステム設置作業が容易になる。

50

## 【 0 0 0 7 】

請求項 2 に係る発明によれば、2 つの差音の設定周波数が非可聴周波数に設定されているため、耳障りな音を発生させることなく空間温度を測定できる。請求項 6 に係る発明もほぼ同様の作用効果を奏する。

## 【 0 0 0 8 】

請求項 3 に係る発明によれば、発振機が互いに異なる周波数の超音波を発信するための信号を発振開始して所定の振幅レベルに達した時点から、検出器が 2 つの差音を検出するときに当該差音の設定周波数を含む所定周波数範囲内の信号の振幅レベルが所定レベルに達した時点までの時間を計測することで到達時間の計測結果として当該計測結果から 2 つの交差点間の温度を測定するため、簡易な演算処理によって空間の温度を測定できる。

10

## 【 0 0 0 9 】

請求項 4 に係る発明のように、2 つの交差点を結合した線分を長径とする楕円範囲を測定対象として見なして測定すると良い。

請求項 7 に係る発明によれば、超音波発生器は互いに異なる周波数の超音波を発信するための信号を発振する発振機を備え、時間計測手段は、超音波発生器を構成する発振機が信号を発振開始して所定の振幅レベルに達した時点から、検出器により検出される差音の設定周波数を含む所定周波数範囲内の信号の振幅レベルが所定レベルに達した時点までの時間を計測することで到達時間の計測結果としているため、簡易な演算処理によって空間の温度を測定できる。

## 【 0 0 1 0 】

20

請求項 8 に係る発明によれば、2 個以上の超音波発生器は、当該超音波発生器による超音波の交差点が測定対象空間となる生活居住空間内の人の居住平均高さに合わせて設置可能になっているため、生活人の居住空間内の温度を測定できるようになる。

請求項 9 に係る発明のように、2 個以上の超音波発生器および検出器を、測定対象空間から所定方向側に位置して配置可能に一体化されたモジュールにより構成すると良い。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 1 】

以下、本発明の一実施形態について図面を参照しながら説明する。図 1 は、超音波を利用した空間温度測定装置を用いて所定範囲の空間温度を測定するためのシステムを概略的に示している。

30

この図 1 に示すように、このシステム S は空間温度測定装置 1 によって構成されている。空間温度測定装置 1 は、生活居住空間に設置されており、壁面などから離間した所定範囲の測定対象空間 R (例えば、図 1 に示す楕円範囲の空間) を測定対象として超音波を利用して空間温度を測定するように構成されている。

## 【 0 0 1 2 】

尚、測定対象空間 R は、生活居住空間内の人間の居住平均高さに合わせて設定されていると良い。具体的には、生活空間である居間の場合、人間の座高平均 + 所定高さ、人間の平均身長 + 所定高さなどに設定すると良い。一般には、人間の身長は 2 m 以下であるため、2 m より少し高い空間に設定すると良い。

## 【 0 0 1 3 】

40

すると、超音波の伝搬が遮られる頻度を少なくできるため、測定温度の変動を抑制でき正確な空間温度を測定できる。また、生活居住空間の壁内部からの熱伝導や壁付近における隙間風、壁に照射される日光による影響を排除することができ、実用的に必要とされる生活居住空間の温度を正確に測定できるようになる。

## 【 0 0 1 4 】

空間温度測定装置 1 は、温度算出手段としての制御回路 2 と、発振機 3、4 と、スイッチ 5 と、4 個のスピーカ 6 ~ 9 と、検出器 10 と、バンドパス回路 11 と、包絡線検波回路 12、13 と、時間計測手段としての時間計測回路 14 とを備えている。尚、発振機 3 とスピーカ 6、8 とは超音波発生器として機能し、発振機 4 とスピーカ 7、9 とは超音波発生器として機能する。

50

## 【 0 0 1 5 】

制御回路 2 は、例えばマイクロコンピュータにより構成され、記憶手段としてのメモリ 2 a を備えている。この制御回路 2 は、発振機 3、4 のそれぞれの発振のオン/オフを切替制御可能に構成されている。発振機 3、4 は、制御回路 2 の制御信号に基づいて、互いに異なる周波数の信号を発振するように構成されている。発振機 3、4 の発振周波数は、それぞれ、第 1 周波数  $f_1$  (例えば 300 kHz)、第 2 周波数  $f_2$  (例えば 330 kHz) に設定されている。すなわち、発振機 3、4 は、基本周波数(この場合 315 kHz)から上下 20 分の 1 程度異なる周波数  $f_1$ 、 $f_2$  の信号を発振するように構成されている。

## 【 0 0 1 6 】

スイッチ 5 は、発振機 3 とスピーカ 6、8 との間に形成されると共に、発振機 4 とスピーカ 7、9 との間に設けられている。このスイッチ 5 は、制御回路 2 の制御信号に基づいて発振機 3 の発振信号をスピーカ 6 または 8 に供給切替える。また、スイッチ 5 は、制御回路 2 の制御信号に基づいて発振機 4 の発振信号をスピーカ 7 または 9 に供給切替える。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、スピーカ 6、8 は、互いに近接した第 1 範囲  $L_1$  内に配置されており、スピーカ 7、9 は、互いに近接した第 2 範囲  $L_2$  に配置されている。これらのスピーカ 6 ~ 9 は、測定対象空間  $R$  に向けて超音波を指向性良く放射する。尚、測定対象空間  $R$  は、2 つの端部  $L_4$ 、 $L_5$  を結合した線分を長径とする楕円範囲となるスポット的な範囲であり、本実施形態では測定対象空間  $R$  内の平均温度を測定できるようにシステム  $S$  を構築している。

## 【 0 0 1 8 】

具体的には、スピーカ 6、7 は、互いに離間した第 1 範囲  $L_1$ 、第 2 範囲  $L_2$  にそれぞれ配置されているが、これらのスピーカ 6、7 は、その超音波信号を測定対象空間  $R$  内の所定位置  $L_4$  (第 1 端部: 交差点に相当: 例えば、超音波発信側から測定対象空間  $R$  の遠端部) に向けて発信する。

## 【 0 0 1 9 】

また、スピーカ 8、9 は、互いに離間した第 1 範囲  $L_1$ 、第 2 範囲  $L_2$  にそれぞれ配置されているが、これらのスピーカ 8、9 は、その超音波信号を測定対象空間  $R$  内の所定位置  $L_5$  (第 2 端部: 交差点に相当: 例えば、超音波発信側から測定対象空間  $R$  の近端部) に向けて発信する。尚、測定対象空間  $R$  内の所定位置  $L_4$  と所定位置  $L_5$  とは、測定対象空間  $R$  の例えば平面的な中心位置を挟んで向かい合う方向に相対的に位置している。

## 【 0 0 2 0 】

スピーカ 6、7 がそれぞれ放射する超音波信号は、所定位置  $L_4$  (第 1 端部) にて交差すると、当該超音波信号の差分周波数(例えば、30 kHz)に応じた差音(うなり)を生じる。同様に、スピーカ 8、9 がそれぞれ放射する超音波信号は所定位置  $L_5$  (第 2 端部) にて交差すると、当該超音波信号の差分周波数に応じた差音(うなり)を生じる。これらの 2 つの差音は位置  $L_4$ 、 $L_5$  からその周辺に広がる。尚、後述するように、実際にはその差音の主成分は所定の一方方向に伝搬することが判明している。

## 【 0 0 2 1 】

他方、検出器 10 は、所定位置(例えば、第 1 範囲  $L_1$  と第 2 範囲  $L_2$  との間の中間位置)に配置されている。この検出器 10 は、スピーカ 6、8 が放射可能な超音波信号の第 1 周波数  $f_1$  と、スピーカ 7、9 が放射可能な超音波信号の第 2 周波数  $f_2$  との差分の周波数を含む所定周波数範囲(例えば、非可聴周波数範囲(超音波の帯域周波数範囲)、または、可聴周波数範囲)の信号を検出可能な帯域特性を備えている。

## 【 0 0 2 2 】

バンドパス回路 11 は、例えばコイルおよびコンデンサを並列接続した構成であり、第 1 周波数  $f_1$  と第 2 周波数  $f_2$  との間の差の周波数(例えば 30 kHz)を中心周波数として所定帯域(例えば  $\pm 10$  kHz)を通過するフィルタ回路によって構成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

包絡線検波回路 1 2 は、例えばダイオード、コンデンサなどを組み合わせて構成されており、スイッチ 5 によって発振機 3、4 を発振切替するときに当該発振機 3、4 のうち何れか遅い発振源の出力（本実施形態では発振機 4 の出力）に接続されている。この包絡線検波回路 1 2 は入力信号の包絡線を検波するものであり、超音波発振開始のタイミングを測定するために設けられている。

## 【 0 0 2 4 】

バンドパス回路 1 1 の出力には包絡線検波回路 1 3 が接続されている。包絡線検波回路 1 3 は、例えばダイオード、コンデンサなどを組み合わせて構成され、バンドパス回路 1 1 を通過した信号の包絡線を検波するものであり、差音が検出器 1 0 に到達したタイミングを測定するために設けられている。

10

## 【 0 0 2 5 】

時間計測回路 1 4 は、例えばクロックパルス発生器 1 5、ゲート回路 1 6 ~ 1 8、パルスカウント回路 1 9 を組み合わせたデジタル回路により構成され、制御回路 2 により制御可能に構成されている。クロックパルス発生器 1 5 は、所定周波数のクロックパルス信号を出力する。

## 【 0 0 2 6 】

ゲート回路 1 6 ~ 1 8 は、例えば NOT ゲート 1 6、AND ゲート 1 7、1 8 を組み合わせて構成されている。具体的には、包絡線検波回路 1 3 の出力は NOT ゲート 1 6 に入力されており、NOT ゲート 1 6 の出力は AND ゲート 1 7 に入力されている。他方、包絡線検波回路 1 2 の出力は AND ゲート 1 7 に入力されており、AND ゲート 1 7 の出力は AND ゲート 1 8 に入力されている。クロックパルス発生器 1 5 の出力は AND ゲート 1 8 に入力されており、AND ゲート 1 8 の出力はパルスカウント回路 1 9 に入力されている。

20

## 【 0 0 2 7 】

これらのゲート回路 1 6 ~ 1 8 は、包絡線検波回路 1 2 の出力信号が所定の第 1 閾値電圧  $V_{ref1}$  以上となる時点  $t_1$  から、包絡線検波回路 1 3 の出力信号が所定の第 2 閾値電圧  $V_{ref2}$ （例えば、第 1 閾値電圧  $V_{ref1}$  と同一レベル）となる時点  $t_2$  まで、クロックパルス発生器 1 5 のクロックパルス信号をパルスカウント回路 1 9 に通過させる機能を備えている。

30

## 【 0 0 2 8 】

すなわち、包絡線検波回路 1 2 による出力信号の振幅は、発振機 4 の振幅レベルに対応しており、包絡線検波回路 1 3 による出力信号の振幅は、検出器 1 0 が検出する差音の検出信号の振幅レベルに対応しているため、ゲート回路 1 6 ~ 1 8 は、発振機 4 の出力が所定の振幅レベルに達した時点から、検出器 1 0 が検出する差音の検出信号の振幅レベルが所定の振幅レベルに達した時点までの時間についてクロックパルス信号をパルスカウント回路 1 9 に通過させる。

## 【 0 0 2 9 】

パルスカウント回路 1 9 が、時点  $t_1$  から時点  $t_2$  までのクロックパルス信号の例えば立ち上がりパルス数をカウントすることで当該カウント数に応じて時間を計測し、この計測結果を制御回路 2 に出力する。制御回路 2 は、クロックパルス発生器 1 5 のクロックパルス信号の周期にカウント数を乗算して得られた時間を到達時間の計測結果として得ることができる。

40

## 【 0 0 3 0 】

次に、図 2 を用いて音の伝搬原理と差音（うなり）の伝搬方向について概略的に説明する。本実施形態では、スピーカ 6 ~ 9 から発せられる超音波の伝搬方向によって差音（うなり）の発生方向も変化する。図 2（a）に示すように、空気中の分子が音の伝搬方向と同じ方向に振動することによって、音は音源 A から空气中を伝搬するがこの音波は縦波の粗密波となっている。図 2（b）に示すように、音源 A 1 がその配設位置から D 1 方向に位置する所定位置  $L_a$  に向けて音を発すると共に、音源 A 1 と異なる位置に配置された音

50

源 A 2 がその配置位置から D 2 方向に位置する所定位置 L a に向けて音を発すると、音源 A 1 の発生音と音源 A 2 の発生音とが所定位置 L a にて交差する。

【 0 0 3 1 】

すると、音の主伝搬方向がベクトルの的に合成されるようになる。したがって、D 1 方向と D 2 方向のベクトル成分の合成方向である D 3 方向に音が伝搬するようになる。したがって、本来であれば、ベクトル成分の合成方向となる D 3 方向に位置して検出器 1 0 を設置すると感度が良くなる。原理的には、音の主伝搬方向は D 3 方向になるものの、実際には D 3 方向の逆方向にも一部漏れる。

【 0 0 3 2 】

本実施形態では、検出器 1 0 がこの漏れ音成分を検出することで差音（うなり）を検出する。図 1 に示すように、検出器 1 0 は、測定対象空間 R からスピーカ 6 ~ 9 の配設位置側の所定方向（図 1 では左方向）に配設されている。したがって、これらのスピーカ 6 ~ 9 および検出器 1 0 は一体化したモジュールによって構成できる。この場合、コンパクトに構成でき実用性に富む。

10

【 0 0 3 3 】

図 3 ( a )、図 3 ( b ) は、スピーカが発する音の伝搬経路長の説明を示している。この図 3 ( a ) および図 3 ( b ) に示すように、スピーカ 6、8 の配設領域 L 1 と、スピーカ 7、9 の配設領域 L 2 との間隔を W と定義する。

【 0 0 3 4 】

また図 3 ( a ) に示すように、スピーカ 6、7 の音の伝搬方向の角度を  $\alpha$ 、スピーカ 6、7 から位置 L 4 までの距離を  $H_a$ 、位置 L 4 から検出器 1 0 の配設位置までの距離を  $L_a$ 、とそれぞれ定義する。また図 3 ( b ) に示すように、音の伝搬方向の角度を  $\beta$ 、スピーカ 8、9 から位置 L 5 までの距離を  $H_b$ 、位置 L 5 から検出器 1 0 の配設位置までの距離を  $L_b$  とそれぞれ定義する。

20

【 0 0 3 5 】

このとき、距離  $H_a$ 、 $H_b$  はそれぞれ、

$$H_a = W / ( 2 \times \cos \alpha )、\quad H_b = W / ( 2 \times \cos \beta ) \quad \dots ( 1 )$$

であり、距離  $L_a$ 、 $L_b$  はそれぞれ、

$$L_a = ( W \times \tan \alpha ) / 2、\quad L_b = ( W \times \tan \beta ) / 2 \quad \dots ( 2 )$$

で表される。すなわち経路差  $d$  は、

30

$$\begin{aligned} d &= H_a - H_b + L_a - L_b \\ &= W ( \tan \alpha - \tan \beta + 1 / \cos \alpha - 1 / \cos \beta ) / 2 \\ &\dots ( 3 ) \end{aligned}$$

で表わされることになる。したがって音速  $V$  を、

$$V = \text{経路差 } d / \text{到達時間差 } t_d \quad \dots ( 4 )$$

で求めることができる。また、気温を  $Z$  とすると、1 気圧条件において音速  $V$  は、

$$V = 331.5 [ \text{m/s} ] + 0.61 \times Z \quad \dots ( 5 )$$

の関係があるため、音速  $V$  が求められれば、

$$Z = ( V - 331.5 [ \text{m/s} ] ) \div 0.61 \quad \dots ( 6 )$$

の関係で算出できる。このような原理によって気温  $Z$  を算出できる。

40

【 0 0 3 6 】

図 4 は、空間温度測定装置によって行われる気温の算出制御動作を概略的に示している。この図 4 に示すように、制御回路 2 は、超音波を近方の位置 L 5 に向けて発信させるように制御して超音波の到達時間の計測を行い ( S 1 ~ S 6 )、次に、超音波を遠方の位置 L 4 に向けて発信するように制御して超音波の到達時間の計測を行い ( S 7 ~ S 1 2 )、到達時間差  $t_d$  を算出し ( S 1 3 )、音速  $V$  を算出し ( S 1 4 )、温度  $Z$  を算出する ( S 1 5 )。

【 0 0 3 7 】

以下、具体的に説明する。制御回路 2 は、パルスカウント回路 1 9 によるパルスカウント数をリセットする ( S 1 )。次に、制御回路 2 はスイッチ 5 を切替制御する ( S 2 ) こ

50

とで発振機 3、4 の出力をそれぞれスピーカ 8、9 に入力させ (S 3)、スピーカ 8、9 から位置 L 5 に向けてそれぞれ超音波を発信する。

【0038】

次に、制御回路 2 は、考えられる想定温度内の最低温度において合成波が検出器 10 に到達して検出されるまでの予め定められた所定期間だけ待機する (S 4)。これは、温度が低くなると遅延時間が長くなるためであり、遅延時間 (到達時間) を確実に計測するために余裕時間を設けている。時間計測回路 14 は、時点  $t_1$  から時点  $t_2$  に至るまでのパルス数を検出することで遅延時間  $t_a$  を計測し (S 5)、制御回路 2 に時間計測結果を与える。制御回路 2 は、時間計測結果を取得すると、発振機 3、4 の出力を停止させる (S 6)。

10

【0039】

次に、制御回路 2 はパルスカウント回路 19 によるパルスカウント数をリセットする (S 7)。次に、制御回路 2 はスイッチ 5 を切替制御する (S 8) ことで発振機 3、4 の出力をそれぞれスピーカ 6、7 に入力させ (S 9)、スピーカ 6、7 から位置 L 4 に向けて超音波を発信する。次に、制御回路 2 は、考えられる想定温度内の最低温度において合成波が検出器 10 に到達して検出されるまでの予め定められた所定期間だけ待機する (S 10)。これも遅延時間 (到達時間) を確実に計測するためである。

【0040】

時間計測回路 14 は、時点  $t_1$  から時点  $t_2$  に至るまでのパルス数を検出することで遅延時間  $t_b$  を計測し (S 11)、制御回路 2 に時間計測結果を与える。制御回路 2 は、時間計測結果を取得すると、発振機 3、4 の出力を停止させる (S 12)。

20

【0041】

次に、制御回路 2 は、遅延時間  $t_b$  から遅延時間  $t_a$  を減算することで到達時間差  $t_d$  を算出し (S 13)、前記 (4) 式によって音速  $V$  を算出し (S 14)、前記 (5) 式によって気温  $Z$  を算出する (S 15)。尚、(5) 式の算出処理は、制御回路 2 が上記 (5) 式の算出式自体の概念を保持し、当該算出式に応じて気温  $Z$  を算出する形態を適用しても良いし、制御回路 2 が図 5 に示す近似テーブルデータを内部メモリ 2a に予め記憶し、当該記憶データ内の速度データに対応付けられた温度データを一意に変換して気温  $Z$  を算出する形態を適用しても良い。

【0042】

30

本実施形態によれば、制御回路 2 が (5) 式によって測定対象空間 R 内の位置 L 4 および L 5 間の温度  $Z$  を算出できるため、簡易な機構、演算処理を用いて測定対象空間 R 内の温度を算出できる。

また、第 1 周波数  $f_1$  と第 2 周波数  $f_2$  との差分周波数が、非可聴周波数 (例えば、20 kHz を超える周波数) に設定されている場合には、人がうなりを聴き取ることはないため耳障りな音を測定対象空間 R の周辺に発生させることなくシステム S を構築できる。

【0043】

発振機 4 が信号を発振開始して所定の振幅レベルに達した時点  $t_1$  から、検出器 10 が検出する差音の信号が所定の振幅レベルに達する時点  $t_2$  までの時間を計測して温度を算出しているため、簡易な回路、演算処理を用いて空間の温度  $Z$  を算出できる。

40

【0044】

2 つの端部 L 4、L 5 を結合した線分を長径とする楕円範囲を測定対象と見なして測定しているため、楕円範囲の温度を測定対象空間 R の温度として計測でき、空間温度をスポット的に測定できる。

【0045】

(他の実施形態)

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下に示す変形または拡張が可能である。

スピーカ 6 ~ 9 は 4 個に限られず、2 個、3 個、または、5 個以上のスピーカを用いて構成しても良い。すなわち、最小限の 2 個のスピーカ 6、7 を用いて構成しても良く、2

50



個のスピーカ 6、7を用いるときには、スピーカ 6、7による超音波発生の高指向となる方向を2つの異なる交差点L4、L5に向けて順に変更するように構成すると良い。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の一実施形態におけるシステム構成を概略的に示すブロック図

【図2】音の伝搬原理と差音の伝搬方向について概略的に示す説明図

【図3】超音波の伝搬経路長の説明を概略的に示す図

【図4】気温の算出制御動作を概略的に示すフローチャート

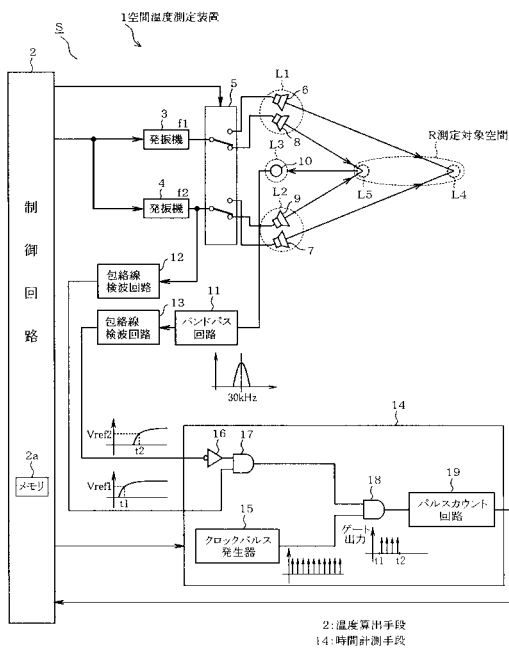
【図5】速度データと温度データとの対応関係を一意に示すテーブルデータ

【符号の説明】

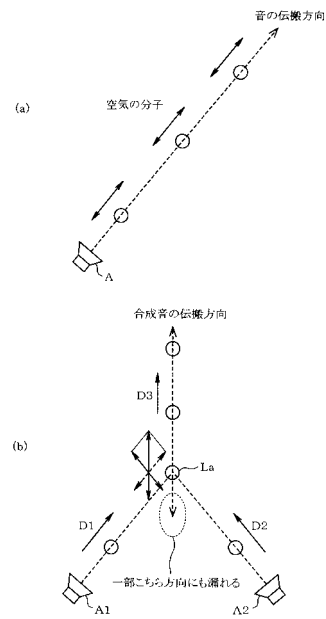
【0047】

図面中、1は空間温度測定装置、2は制御回路(温度算出手段)、14は時間計測回路(時間計測手段)を示す。

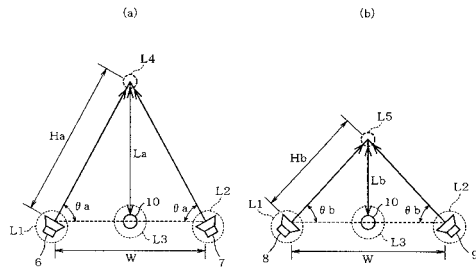
【図1】



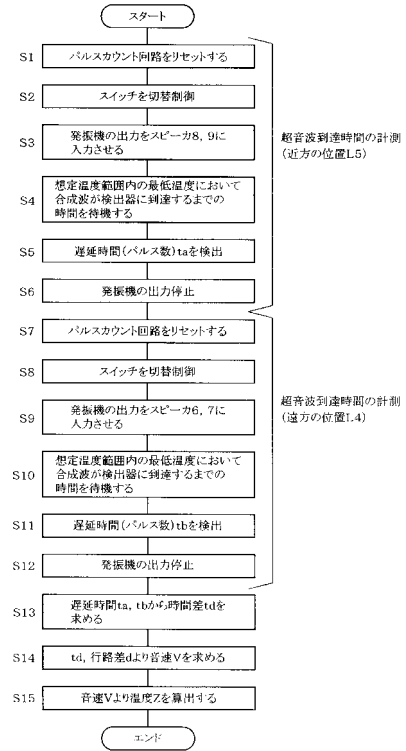
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

速度データ	温度データ
331.5	0.0
331.6	0.2
331.7	0.3
331.8	0.5
331.9	0.7
332.0	0.8
332.1	1.0
332.2	1.1
332.3	1.3
332.4	1.5
332.5	1.6
332.6	1.8
332.7	2.0
332.8	2.1
332.9	2.3
333.0	2.5
333.1	2.6
333.2	2.8
333.3	3.0
333.4	3.1
333.5	3.3
333.6	3.4
.	.
.	.
.	.
334.0	4.1
.	.
.	.
.	.
335.0	5.7
.	.
.	.
.	.
335.5	6.6

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭58-184523(JP,A)  
特開昭56-53428(JP,A)  
特開平5-72334(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01K 11/24