

(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2007-40794

(P2007-40794A)

(43) 公開日 平成19年2月15日(2007.2.15)

(51) Int. Cl.
G01N 29/00 (2006.01)

F I
G O 1 N 29/18

テーマコード(参考)
2 G O 4 7

審査請求 有 請求項の数 30 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2005-224264 (P2005-224264)
(22) 出願日 平成17年8月2日(2005.8.2)

(71) 出願人 504151365
大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
茨城県つくば市大穂1番地1
(74) 代理人 100072051
弁理士 杉村 興作
(74) 代理人 100101096
弁理士 徳永 博
(74) 代理人 100086645
弁理士 岩佐 義幸
(74) 代理人 100107227
弁理士 藤谷 史朗
(74) 代理人 100114292
弁理士 来間 清志

最終頁に続く

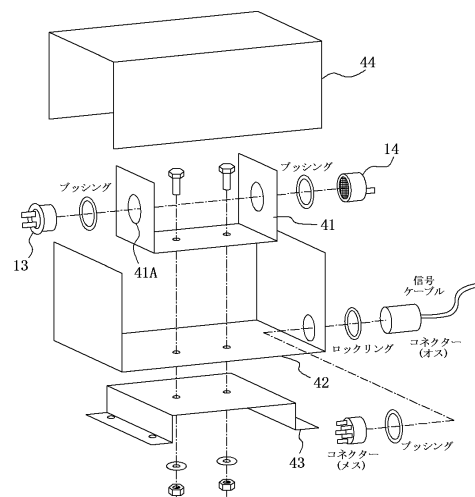
(54) 【発明の名称】 ガス検出器、ガス検出センサ及びガス検出方法

(57) 【要約】

【課題】リークガスなどのように検出すべきガスの濃度が極めて低い場合においても、ゼロ点調整などを頻繁に行うことなく、極めて簡易に長時間安定して目的とするガスを検出する。

【解決手段】コの字型のセンサーベース41の開口部41Aに対して、超音波スピーカ13及び超音波マイク14を互いに対向するようにして配置する。次いで、超音波スピーカ13及び超音波マイク14間に、検出ガスが存在しない状態で、超音波スピーカ13から音波を放出するとともに超音波マイク14で受信し、このときの音速度を第1の音速度として計測する。次いで、超音波スピーカ13及び超音波マイク14間に、検出ガスが存在する状態で、超音波スピーカ13から音波を放出するとともに超音波マイク14で受信し、このときの音速度を第2の音速度として計測する。前記第1の音速度と前記第2の音速度との差分を得ることにより、前記検出ガスの存在を検出する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の音波を発生するための音波発生源と、
前記音波を放出するための音波放出手段と、
前記音波を受信するための音波受信手段と、
前記音波の、前記検出管中に所定の検出ガスが存在しない場合における第 1 の音速度と

、
前記検出管中に前記検出ガスが存在する場合における第 2 の音速度とを比較検出し、差分を得るための計測手段とを具備、

前記音波放出手段及び前記音波受信手段は、コの字型のセンサーベースに対して互いに対向するようにして配置するとともに、前記検出ガスは、前記センサーベースに取り付けられた前記音波放出手段及び前記音波受信手段の間に存在させるようにしたことを特徴とする、ガス検出器。

10

【請求項 2】

前記センサーベースは、所定のハウジングベースに固定されたことを特徴とする、請求項 1 に記載のガス検出器。

【請求項 3】

前記ハウジングベースに対して、前記音波放出手段及び前記音波受信手段に対する電気的配線を固定し、前記音波放出手段及び前記音波受信手段を前記センサーベース及び前記ハウジングベースとともに、ユニット化したことを特徴とする、請求項 2 に記載のガス検出器。

20

【請求項 4】

前記センサーベース及び前記ハウジングベースに対して、前記音波放出手段及び前記音波受信手段を覆うようにして、センサーカバーを設けたことを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載のガス検出器。

【請求項 5】

前記センサーカバーは、前記検出ガスの流動を妨げないようにメッシュ状又はポンチ状を呈することを特徴とする、請求項 4 に記載のガス検出器。

【請求項 6】

前記計測手段は、所定の帰還回路を含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一に記載のガス検出器。

30

【請求項 7】

前記帰還回路は、フェイズロックドループを構成することを特徴とする、請求項 6 に記載のガス検出器。

【請求項 8】

前記第 1 の音速度に関する第 1 の入力電気信号の位相と、前記第 2 の音速度に関する第 2 の入力電気信号の位相との差に応じて生成した差分電気信号を、前記検出ガスの検出信号として出力する出力手段を具備することを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一に記載のガス検出器。

【請求項 9】

前記音波発生源は水晶発振器であることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか一に記載のガス検出器。

40

【請求項 10】

前記音波放出手段は超音波スピーカーであることを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか一に記載のガス検出器。

【請求項 11】

前記音波受信手段は超音波マイクであることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれか一に記載のガス検出器。

【請求項 12】

前記出力手段は警報設定器であることを特徴とする、請求項 8 ~ 11 のいずれか一に記

50

載のガス検出器。

【請求項 13】

検出ガスの存在しない雰囲気中に音波を放出して得た第1の音速度と、検出ガスの存在する雰囲気中に前記音波を放出して得た第2の音速度とを計測し、前記第1の音速度と前記第2の音速度との差分を得ることにより、前記検出ガスの存在を検出するガス検出に用いる検出センサであって、

前記音波を放出するための音波放出手段と、前記音波を受信するための音波受信手段とが、所定のセンサーベースに対して互いに対向するようにして配置するとともに、前記検出ガスは、前記センサーベースに取り付けられた前記音波放出手段及び前記音波受信手段の間を通るようにして流すようにしたことを特徴とする、ガス検出センサ。

10

【請求項 14】

前記センサーベースは、所定のハウジングベースに固定されたことを特徴とする、請求項 13に記載のガス検出センサ。

【請求項 15】

前記ハウジングベースに対して、前記音波放出手段及び前記音波受信手段に対する電気的配線を固定し、前記音波放出手段及び前記音波受信手段を前記センサーベース及び前記ハウジングベースとともに、ユニット化したことを特徴とする、請求項 14に記載のガス検出センサ。

【請求項 16】

前記センサーベース及び前記ハウジングベースに対して、前記音波放出手段及び前記音波受信手段を覆うようにして、センサーカバーを設けたことを特徴とする、請求項 14又は15に記載のガス検出センサ。

20

【請求項 17】

前記センサーカバーは、前記検出ガスの流動を妨げないようにメッシュ状又はポンチ状とすることを特徴とする、請求項 16に記載のガス検出センサ。

【請求項 18】

コの字型のセンサーベースに対して互いに対向するようにして、音波放出手段と音波受信手段とを配置する工程と、

前記音波放出手段と前記音波受信手段との間に検出ガスを存在させない状態で、前記音波放出手段から音波を放出するとともに、前記音波受信手段で受信し、このときの音速度を第1の音速度として計測する工程と、

30

前記音波放出手段と前記音波受信手段との間に検出ガスを存在させた状態で、前記音波放出手段から音波を放出するとともに、前記音波受信手段で受信し、このときの音速度を第2の音速度として計測する工程と、

前記第1の音速度と前記第2の音速度との差分を得ることにより、前記検出ガスの存在を検出する工程と、

を具えることを特徴とする、ガス検出方法。

【請求項 19】

前記センサーベースを、所定のハウジングベースに固定する工程を具えることを特徴とする、請求項 18に記載のガス検出方法。

40

【請求項 20】

前記ハウジングベースに対して、前記音波放出手段及び前記音波受信手段に対する電気的配線を固定し、前記音波放出手段及び前記音波受信手段を前記センサーベース及び前記ハウジングベースとともに、ユニット化することを特徴とする、請求項 19に記載のガス検出方法。

【請求項 21】

前記センサーベース及び前記ハウジングベースに対して、前記音波放出手段及び前記音波受信手段を覆うようにして、センサーカバーを設ける工程を具えることを特徴とする、請求項 19又は20に記載のガス検出方法。

【請求項 22】

50

前記センサーカバーを、前記検出ガスの流動を妨げないようにメッシュ状又はポンチ状とすることを特徴とする、請求項 2 1 に記載のガス検出方法。

【請求項 2 3】

前記第 1 の音速度及び前記第 2 の音速度は、電気信号として計測することを特徴とする、請求項 1 8 ~ 2 2 のいずれか一に記載のガス検出方法。

【請求項 2 4】

前記電気信号はパルス列信号であることを特徴とする、請求項 2 3 に記載のガス検出方法。

【請求項 2 5】

前記第 1 の音速度及び前記第 2 の音速度の差分は、所定の帰還回路において得ることを特徴とする、請求項 1 8 ~ 2 4 のいずれか一に記載のガス検出方法。

10

【請求項 2 6】

前記帰還回路は、フェイズロックドループを構成することを特徴とする、請求項 2 5 に記載のガス検出方法。

【請求項 2 7】

前記フェイズロックドループにおいて、前記第 1 の音速度に関する第 1 の入力電気信号の位相に対して同期させることを特徴とする、請求項 2 6 に記載のガス検出方法。

【請求項 2 8】

前記フェイズロックドループにおいて、前記第 1 の音速度及び前記第 2 の音速度の差分は、前記第 2 の音速度に関する第 2 の入力電気信号の位相と、前記第 1 の音速度に関する前記第 1 の入力電気信号の前記位相との差に応じて生成した差分電気信号として得ることを特徴とする、請求項 2 7 に記載のガス検出方法。

20

【請求項 2 9】

前記帰還回路は、前記第 1 の音速度に関する前記第 1 の入力電気信号の前記位相と、前記第 2 の音速度に関する前記第 2 の入力電気信号の前記位相とが同一になるまで、前記第 1 の入力電気信号の前記位相と前記第 2 の入力電気信号の前記位相との比較操作を行うことを特徴とする、請求項 2 8 に記載のガス検出方法。

【請求項 3 0】

前記差分電気信号を前記検出ガスの検出信号として出力することを特徴とする、請求項 2 8 又は 2 9 に記載のガス検出方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、長期かつ連続的にガス検出を必要とする分野、特に鉱工業、石油化学、及び高圧ガス製造施設などにおけるガスの漏洩などの検出に好適に用いることのできるガス検出器、ガス検出センサ及びガス検出方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、大気中で存在するガスの検出方法として、ガルバニ電池式や定電位電解式などの化学反応を利用したもの、気体の熱伝導差を利用したものなどがあり、これらのガス検出方法によれば、目的とするガスを高感度及び高精度で検出することができる。

40

【0 0 0 3】

しかしながら、上述した従来 of ガス検出方法では、化学反応や熱伝導を用いているため、使用するセンサー自体が基本的に消耗してしまうという問題があった。このため、前述した方式を用いたガス検出器においては、定期的にセンサーを交換しなければならず、長期かつ連続的な使用には適していない。また、熱伝導を用いる検出方法においては、使用前及び使用中において、適宜検出器のゼロ点調整を行う必要があり、安定度に問題があった。

【0 0 0 4】

一方、所定の装置などからのリークガスを検出するに際しては、前記リークガスに対す

50

るガス検出器の構成が簡易であって、前記装置に対して容易に着脱できることが要求される。また、前記リークガスを大気中などの非制限空間内に放出した場合、前記リークガスの濃度が極めて小さくなりすぎ、前記リークガスを高精度に検出することができないという問題があった。この結果、前記装置などから問題とするガスが実際にリークしているのか否かについて正確に確認することができないという問題があった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、リークガスなどのように検出すべきガスの濃度が極めて低い場合においても、ゼロ点調整などを頻繁に行うことなく、極めて簡易に長時間安定して目的とするガスを検出することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成すべく、本発明は、

所定の音波を発生するための音波発生源と、

前記音波を放出するための音波放出手段と、

前記音波を受信するための音波受信手段と、

前記音波の、前記検出管中に所定の検出ガスが存在しない場合における第1の音速度と

、前記検出管中に前記検出ガスが存在する場合における第2の音速度とを比較検出し、差分を得るための計測手段とを具え、

20

前記音波放出手段及び前記音波受信手段は、コの字型のセンサーベースに対して互いに対向するようにして配置するとともに、前記検出ガスは、前記センサーベースに取り付けられた前記音波放出手段及び前記音波受信手段の間に存在させるようにしたことを特徴とする、ガス検出器に関する。

【0007】

また、本発明は、

検出ガスの存在しない雰囲気中に音波を放出して得た第1の音速度と、検出ガスの存在する雰囲気中に前記音波を放出して得た第2の音速度とを計測し、前記第1の音速度と前記第2の音速度との差分を得ることにより、前記検出ガスの存在を検出するガス検出に用

30

いる検出センサであって、前記音波を放出するための音波放出手段と、前記音波を受信するための音波受信手段とが、所定のセンサーベースに対して互いに対向するようにして配置するとともに、前記検出ガスは、前記センサーベースに取り付けられた前記音波放出手段及び前記音波受信手段の間を通るようにして流すようにしたことを特徴とする、ガス検出センサに関する。

【0008】

さらに、本発明は、

コの字型のセンサーベースに対して互いに対向するようにして、音波放出手段と音波受信手段とを配置する工程と、

前記音波放出手段と前記音波受信手段との間に検出ガスを存在させない状態で、前記音波放出手段から音波を放出するとともに、前記音波受信手段で受信し、このときの音速度を第1の音速度として計測する工程と、

40

前記音波放出手段と前記音波受信手段との間に検出ガスを存在させた状態で、前記音波放出手段から音波を放出するとともに、前記音波受信手段で受信し、このときの音速度を第2の音速度として計測する工程と、

前記第1の音速度と前記第2の音速度との差分を得ることにより、前記検出ガスの存在を検出する工程と、

を具えることを特徴とする、ガス検出方法に関する。

【0009】

本発明によれば、目的とする検出ガスが存在しない状態における音波の伝播速度（音速

50

度)と、前記検出ガスが存在する状態の音波の伝播速度(音速度)とが異なることを利用し、これら音速度の差分を検出することにより、前記検出ガスの存在を検出するようにしている。したがって、化学反応や熱伝導を利用することにより生じていたセンサ交換などを行うことなく、長時間安定して目的とするガスの検出を行うことができる。

【0010】

また、前記音波を発生させるための発生源を、水晶発振器などのように極めて安定して音波信号を発生できるものから構成することにより、初期設定としてゼロ点調整を行えば、その後ゼロ点調整を頻繁に行わなくても良い。したがって、ガスの検出操作を簡易化することができる。

【0011】

さらに、前記音波を放出するための音波放出手段及び前記音波を受信するための音波受信手段をコの字型のセンサーベース上に互いに対向するようにして設けるとともに、これら音波放出手段と音波受信手段との間に、検出ガスを流す(通す)ようにしている。したがって、前記検出ガスに向けて前記音波を確実に放出させるようにすることができ、前記検出ガスの存在をより確実に検出することができるようになる。すなわち、前記検出ガスが例えば装置からリークしてきたリークガスのように極めて微量な場合においても、前記検出ガスの存在を正確に検出することができるようになる。

【0012】

なお、本発明の好ましい態様においては、前記センサーベースを、所定のハウジングベースに固定する。このようなハウジングベースを設けることによって、上記音波放出手段や上記音波受信手段などに対するコネクタやリード線などの電氣的配線の取り付け及び固定を簡易に行うことができるようになる。この場合、ガス検出に対してセンサ部として機能する前記音波放出手段及び前記音波受信手段は、前記センサーベース及び前記ハウジングベースとともに、ユニット化し、小型化することができるようになる。

【0013】

また、前記ハウジングベースを介して、前記音波放出手段及び前記音波受信手段が固定されたセンサーベースを壁面や床面などに簡易に取り付けることができるようになる。したがって、ガス検出の際には、ユニット化され小型化されたセンサ部のみを所定の箇所、例えば、上述したように壁面や床面などの任意の位置に取り付けたり、天井から吊り下げて使用したりすることによって、上記音波放出手段及び音波受信手段をそれぞれに個別に取り付けるなどの煩雑な操作を行うことなく、空間の任意の位置に上記ユニット化されたセンサ部を取り付けるのみで、ガスの検出を行うことができる。

【0014】

さらに、上記のようにガス検出部をユニット化することによって、ガス検出器全体の部品点数を減少させることができるようになる。したがって、このような観点からも、ガス検出器自体の取り扱いを簡略化することができる。

【0015】

なお、上述したハウジングベースを設けることなく、前記センサーベースに対して直接上述した電氣的配線を固定してユニット化し、さらには壁面や床面などに取り付けることもできる。しかしながら、この場合、電氣的配線や壁面などへの固定治具が検出ガスの流動性に影響を与え、目的とするガスの検出を十分に行うことができない場合がある。また、上記ハウジングベースを設けることによって、以下に示すセンサーカバーの取り付けをも簡易に行うことができるようになる。

【0016】

また、本発明の他の好ましい態様においては、前記センサーベース及び前記ハウジングベースに対して、前記音波放出手段及び前記音波受信手段を覆うようにして、センサーカバーを設ける。この場合、検出ガスの対してセンサ部として機能する前記音波放出手段及び前記音波受信手段を外部環境から保護することができるようになるとともに、衝撃による破損などを効果的に抑制することができるようになる。また、ガス検出器の使用環境などに応じて、前記センサ部への昆虫や小動物の混入を防止することができ、検出ガスの、

10

20

30

40

50

前記センサ部による検出をより確実に行うことができるようになる。

【0017】

さらに、前記センサーカバーは、前記検出ガスの流動を妨げないようにメッシュ状又はポンチ状を呈するように構成することが好ましい。ポンチ状を呈するセンサーカバーは、例えばパンチング板（穴あきパネル）などから構成することができる。なお、前記センサーカバーは、メッシュ状などとする代わりに、前記検出ガスの流動方向に対して所定の開口部を設けるようにすることもできる。しかしながら、この場合、前記開口部はある程度の大きさを有するようになるため、前記開口部の大きさによっては昆虫や小動物の混入を可能にしてしまう場合がある。したがって、前記センサーカバーは上述したようにメッシュ状などとするのがより好ましい。

10

【0018】

なお、本発明は、上述した好ましい態様を採ることにより、前記リークガスの検出のみならず、このようなリークガスに近似した濃度の低いガスの検出に効果的に用いることができるが、濃度の大小によらず、任意の箇所でのガス検出を簡易に行うことができる。

【0019】

本発明のその他の好ましい態様においては、前記第1の音速度及び前記第2の音速度の差分を所定の帰還回路において得る。この場合、前記第1の音速度及び前記第2の音速度は、パルス列信号などの入力電気信号に変換されるとともに、種々の制御を受けてノイズなどが除去されるようになるので、前記差分を簡易かつ高精度に得ることができる。さらに、前記検出ガスが存在する間、前記差分を常に演算し、この差分に起因した電気信号を出力することができるようになる。したがって、検出ガスのその後の残存状態までも検出することができる。

20

【0020】

本発明のさらに他の好ましい態様においては、前記帰還回路がフェイズロックドループ（PLL）を構成するようにする。この場合、前記帰還回路において、検出ガスが存在しない状態における第1の音速度に関する第1の入力電気信号に対して、位相が同期（ロック）するようにして所定の電気信号を印加しておくことができ、前記検出ガスが存在する場合においては、第2の音速度に関する第2の入力電気信号が前記帰還回路内に導入されることにより、前記回路内の同期（ロック）が外れるようになるので、そのときの位相差に生じた差分電気信号を検出することにより、前記検出ガスの存在を簡易に検出することができるようになる。

30

【0021】

上述したガス検出方法では、例えば、検出した差分電気信号により警報設定器を駆動させ、音声あるいはブザーなどを発して、作業者などに検出ガスの存在を知らせることができる。

【発明の効果】

【0022】

以上説明したように、本発明によれば、リークガスなどのように検出すべきガスの濃度が極めて低い場合においても、ゼロ点調整などを頻繁に行うことなく、極めて簡易に長時間安定して目的とするガスを検出することができるようになる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明のその他の特徴及び利点について、発明を実施するための最良の形態に基づいて説明する。

【0024】

図1は、本発明のガス検出器の一例を示す構成図であり、図2～4は、図1に示すガス検出器の、音波放出手段及び音波受信手段から構成されるガス検出部、いわゆるセンサ部を拡大して示す図である。

【0025】

図1に示すガス検出器10は、順次に配列された、水晶発振器などから構成される音波

50

発生源としての基準信号発生器 1 1 と、この発生器からの音波を放出するための音波放出手段としての超音波スピーカ 1 3 と、前記音波を受信するための音波受信手段としての超音波マイク 1 4 とを具えている。また、基準信号発生器 1 1 及び超音波スピーカ 1 3 間には、スピーカ 1 3 を駆動させるとともに前記音波を増幅させるためのスピーカ駆動増幅器 1 2 が設けられており、超音波マイク 1 4 の後方には、受信した音波を増幅するための前置増幅器 1 5 及び前記受信した音波の波形を整形するための波形整形器 1 6 が設けられている。

【 0 0 2 6 】

波形整形器 1 6 の後方には、PLL を構成する帰還回路 2 0 が設けられている。帰還回路 2 0 内には、位相比較器 2 1、ローパスフィルタ 2 2 及び電圧周波数発振器 2 3 が設けられている。また、帰還回路 2 0 の後方には、警報設定器 3 1 が設けられている。

10

【 0 0 2 7 】

また、図 1 ~ 4 に示すように、超音波スピーカ 1 3 及び超音波マイク 1 4 は、コの字型のセンサーベース 4 1 の開口部 4 1 A において、ブッシングなどの接合部材によって互いに対向するようにして配置されている。また、センサーベース 4 1 は、ビスによってハウジングベース 4 2 に取り付けられ、このハウジングベース 4 2 は取り付け治具 4 3 などによって所定の箇所、例えば壁面や床面に取り付けられるように構成されている。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、超音波スピーカ 1 3 及び超音波マイク 1 4 がセンサーベース 4 1 に取り付けられるとともに、ハウジングベース 4 2 及び取り付け治具 4 3 に取り付けられ、超音波スピーカ 1 3 及び超音波マイク 1 4 が、コネクタ及びリード線などを介して、図 1 に示す基準信号発生器 1 1 及びスピーカ駆動増幅器 1 2 に接続されるとともに、前置増幅器 1 5 及び波形整形器 1 6 などに接続された様子を示す図である。

20

【 0 0 2 9 】

このように、本発明では、超音波スピーカ 1 3 及び超音波マイク 1 4 をコの字型のセンサーベース 4 1 上に互いに対向するようにして設けるとともに、超音波スピーカ 1 3 及び超音波マイク 1 4 間に、検出ガスを流す（通す）ようにしている。したがって、前記検出ガスに向けて超音波を確実に放出させるようにすることができ、前記検出ガスの存在をより確実に検出することができるようになる。すなわち、前記検出ガスが例えば装置からリークしてきたリークガスのように極めて微量な場合においても、前記検出ガスの存在を正確に検出することができるようになる。

30

【 0 0 3 0 】

また、センサーベース 4 1 をハウジングベース 4 2 に固定する。このようなハウジングベースを設けることによって、上記音波放出手段や上記音波受信手段などに対するコネクタやリード線などの電氣的配線の取り付け及び固定を簡易に行うことができるようになる。この場合、ガス検出に対してセンサ部として機能する前記音波放出手段及び前記音波受信手段は、前記センサーベース及び前記ハウジングベースとともに、ユニット化し、小型化することができるようになる。

【 0 0 3 1 】

また、ハウジングベース 4 2 を介するとともに、取り付け治具 4 3 によって、超音波スピーカ 1 3 及び超音波マイク 1 4 が固定されたセンサーベース 4 1 を壁面や床面などに簡易に取り付けることができるようになる。したがって、ガス検出の際には、ユニット化され小型化されたセンサ部のみを所定の箇所、例えば、上述したように壁面や床面などの任意の位置に取り付けたり、天井から吊り下げて使用したりすることによって、超音波スピーカ 1 3 及び超音波マイク 1 4 をそれぞれに個別に取り付けるなどの煩雑な操作を行うことなく、空間の任意の位置に上記ユニット化されたセンサ部を取り付けるのみで、ガスの検出を行うことができる。

40

【 0 0 3 2 】

さらに、上記のようにガス検出部をユニット化することによって、ガス検出器全体の部品点数を減少させることができるようになる。したがって、このような観点からも、ガス

50

検出器自体の取り扱いを簡略化することができる。

【0033】

なお、ハウジングベース42を設けることなく、センサーベース41に対して直接上述した電氣的配線を固定してユニット化し、取り付け治具43によって壁面や床面などに取り付けられるようにすることもできる。しかしながら、この場合、特に電氣的配線の固定などを十分に行うことができず、例えば前記電氣的配線をセンサーベース41の内部に固定するようになると、検出ガスの流動性に影響を与え、目的とするガスの検出を十分に行うことができない場合がある。また、ハウジングベース42を設けることによって、以下に示すセンサーカバーの取り付けをも簡易に行うことができるようになる。

【0034】

また、本例では、図2及び4に示すように、センサーベース41及びハウジングベース42に対して、超音波スピーカー13及び超音波マイク14を覆うようにして、センサカバー44を設けている。この場合、検出ガスの対してセンサ部として機能する超音波スピーカー13及び超音波マイク14を外環境から保護することができるようになるとともに、衝撃による破損などを効果的に抑制することができるようになる。また、ガス検出器の使用環境などに応じて、前記センサ部への昆虫や小動物の混入を防止することができ、検出ガスの、前記センサ部による検出をより確実にを行うことができるようになる。

【0035】

さらに、センサーカバー44はメッシュ状を呈しているため、超音波スピーカー13及び超音波マイク14間に流した検出ガスの流動性を損なうことがない。したがって、これらの間に、目的とする検出ガスを正確に導くことができ、前記検出ガスの検出をより正確に実行することができるようになる。

【0036】

なお、本例においては、センサーカバー44をメッシュ状とする代わりに、前記検出ガスの流動方向に対して所定の開口部を設けるようにすることもできる。しかしながら、この場合、前記開口部はある程度の大きさを有するようになるため、前記開口部の大きさによっては昆虫や小動物の混入を可能にしてしまう場合がある。したがって、前記センサーカバーは上述したようにメッシュ状とすることがより好ましい。

【0037】

次に、上述したガス検出器10を用いたガス検出方法について説明する。最初に、基準信号発生器11から所定の電気信号が発せられ、この電気信号は、スピーカー駆動増幅器12を経て増幅された後、センサーベース41に固定された超音波スピーカー13から超音波として放出される。次いで、前記超音波は、同じくセンサーベース41に、超音波スピーカー13と対向するようにして設けた超音波マイク14で受信され、電気信号に変換される。この電気信号は前置増幅器15で増幅された後、波形整形器16で波形整形を受ける。その後、前記電気信号は帰還回路20内に導入される。

【0038】

帰還回路20はPLLを構成するため、帰還回路20内では、図5に示すように、超音波スピーカー13及び超音波マイク14間に検出ガスが流れない場合、すなわち前記検出ガスが存在しない場合に受信したパルス列の入力電気信号の受信波形に対して、電圧周波数発振器23より位相同期させた所定のパルス列の電気信号(VCO電気信号)を印加してロックする。すなわち、帰還回路20では、検出ガスが存在しないときの、前記超音波に起因した入力電気信号を直接的に得、ロックするようにしている。このとき位相比較器21からは、ロック時のパルス列信号が出力され、ローパスフィルタ22からは、このパルス信号を積分したロック時の基準電圧が得られるようになる。

【0039】

但し、本例では、図5に示すように、位相比較器21からの出力をゼロとしているので、ローパスフィルタ22からの出力もゼロとなっている。

【0040】

一方、超音波スピーカー13及び超音波マイク14間に検出ガスが流れる場合、すなわ

10

20

30

40

50

ち前記検出ガスが存在する場合は、超音波スピーカ－１３から放出された超音波の伝播速度が、前記検出ガスが存在しない場合と異なるようになるため、図６に示すように、受信した前記超音波の入力電気信号は、前記伝搬速度差すなわち音速度の差によって、前記検出ガスが存在しない場合の入力電気信号、すなわちこの入力電気信号と同期させたＶＣＯ電気信号と位相がずれるようになる。その結果、位相比較器２１では、前記入力電気信号と前記ＶＣＯ電気信号との位相差（差分）に応じた所定の電気信号が生成され、ローパスフィルタ２２を介して出力される。

【００４１】

なお、前記位相差（差分）は、前記検出ガスの有無による、前記超音波の伝搬速度差すなわち音速度差によって生じたものであるので、前記位相差（差分）は前記超音波の前記伝搬速度差（音速度差）を表すものである。

10

【００４２】

このようにして得た差分電気信号は警報設定器３１内に導入され、音声やブザーなどの方法によって、作業員などの検出ガスの存在を認知させる。

【００４３】

また、帰還回路２０のフィードバック機構により、入力電気信号及びＶＣＯ電気信号の位相差は位相比較器２１によって常に比較され、この比較操作は前記位相差が消滅して再び同期（ロック）するまで実施されるようになる。すなわち、前記空間に検出ガスが存在しなくなるまで、自動的に比較操作を行い、検出ガスが存在することにより前記位相差が存在する場合は、常に所定の差分電気信号を出力し、警報設定器３１を通じて作業員に認知させるように構成されている。したがって、検出ガスのその後の残存状態までも検出することができる。

20

【００４４】

以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいて、あらゆる変形や変更が可能である。

【００４５】

例えば、上記具体例においては、センサーカバー４４はメッシュ状としているが、パンチング板（穴あきパネル）などを用いることにより、ポンチ状とすることもできる。

【００４６】

また、上記具体例においては、センサーベース４１上において、超音波スピーカ－１３と超音波マイク１４とを互いに対向するようにして配置しているが、超音波スピーカ－１３から放出された超音波が超音波マイク１４に導入されるようにして配置していれば、その具体的な配置構成については限定されるものではない。例えば、超音波スピーカ－１３から放出された超音波が、図示しない壁面で反射され、超音波マイク１４内に導入されるようにすれば、超音波スピーカ－１３及び超音波マイク１４を背中合わせで逆向きに配置することもできる。

30

【００４７】

さらに、上記具体例においては、超音波スピーカ－１３及び超音波マイク１４を準備し、超音波を用いてガスを検出するようにしているが、検出すべきガスの種類などに応じて、その他の任意の音波、例えば、可聴帯域の音波などを使用することもできる。

40

【００４８】

また、上記具体例においては、PLL帰還回路を用いているが、このような帰還回路を用いなくても、検出ガスの存在有無による音波の伝播速度差、すなわち音速度差を直接計測できれば、使用する電気回路の種類などは限定されない。また、電気回路を用いることなく、前記音速度差を直接的に計測するようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【００４９】

【図１】本発明のガス検出器の一例を示す構成図である。

【図２】図１に示すガス検出器の、音波放出手段及び音波受信手段から構成されるガス検

50

出部、いわゆるセンサ部を拡大して示す図である。

【図3】同じく、図1に示すガス検出器の、音波放出手段及び音波受信手段から構成されるガス検出部、いわゆるセンサ部を拡大して示す図である。

【図4】同じく、図1に示すガス検出器の、音波放出手段及び音波受信手段から構成されるガス検出部、いわゆるセンサ部を拡大して示す図である。

【図5】図1～4に示すガス検出器を用いた場合の検出方法を説明するための図である。

【図6】同じく、図1～4に示すガス検出器を用いた場合の検出方法を説明するための図である。

【符号の説明】

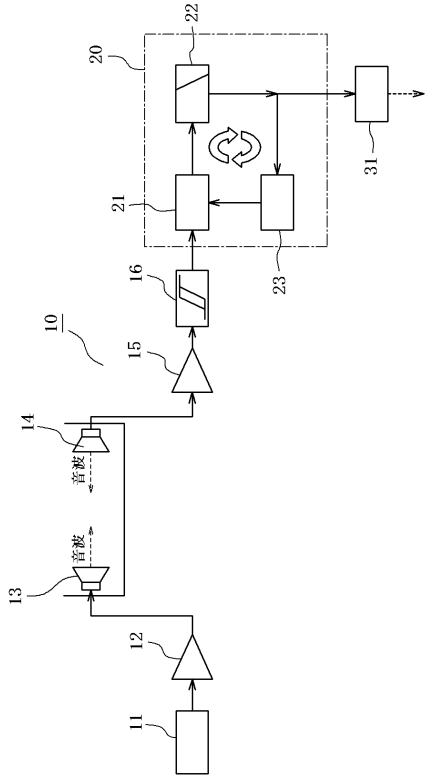
【0050】

- 10 ガス検出器
- 11 基準信号発生器
- 12 スピーカー駆動増幅器
- 13 超音波スピーカー
- 14 超音波マイク
- 15 前置増幅器
- 16 波形整形器
- 20 帰還回路
- 21 位相比較器
- 22 ローパスフィルタ
- 23 電圧周波数発振器
- 31 警報設定器
- 41 センサーベース
- 42ハウジングベース
- 43 取り付け治具
- 44 センサーカバー

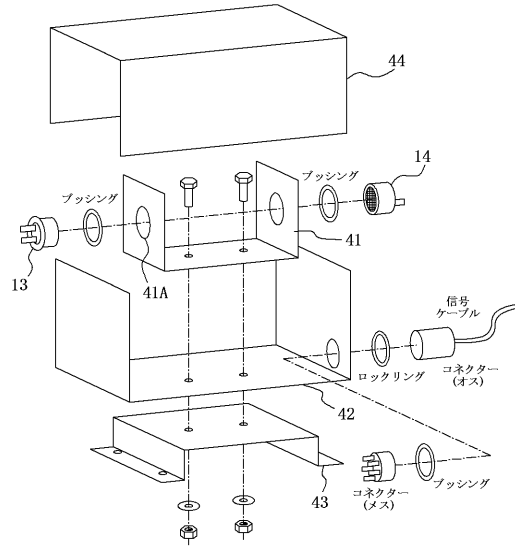
10

20

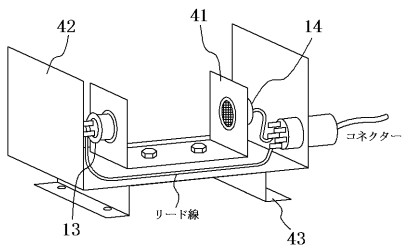
【図1】



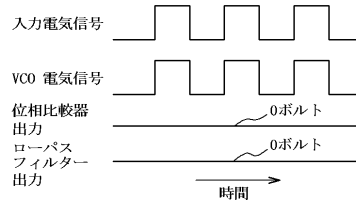
【図2】



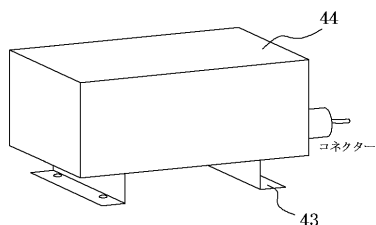
【図3】



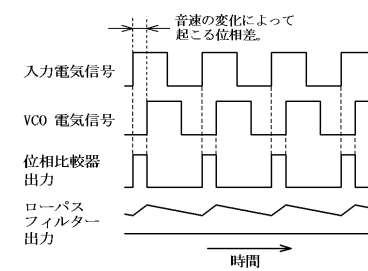
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(74)代理人 100119530

弁理士 富田 和幸

(72)発明者 近藤 良也

茨城県つくば市並木2丁目302-701

Fターム(参考) 2G047 AA01 BC02 BC15