

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4893397号  
(P4893397)

(45) 発行日 平成24年3月7日(2012.3.7)

(24) 登録日 平成24年1月6日(2012.1.6)

(51) Int. Cl. F I  
**G 0 8 B 17/10 (2006.01)** G O 8 B 17/10 Z  
**G O 1 N 29/00 (2006.01)** G O 1 N 29/18  
 G O 1 N 29/20

請求項の数 18 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-69087 (P2007-69087)	(73) 特許権者	000005832
(22) 出願日	平成19年3月16日 (2007.3.16)		パナソニック電気株式会社
(65) 公開番号	特開2007-328763 (P2007-328763A)		大阪府門真市大字門真1048番地
(43) 公開日	平成19年12月20日 (2007.12.20)	(74) 代理人	100087767
審査請求日	平成21年9月24日 (2009.9.24)		弁理士 西川 恵清
(31) 優先権主張番号	特願2006-134289 (P2006-134289)	(72) 発明者	渡部 祥文
(32) 優先日	平成18年5月12日 (2006.5.12)		大阪府門真市大字門真1048番地 松下
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		電気株式会社内
		(72) 発明者	本多 由明
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内
		(72) 発明者	寺澤 富三
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 火災感知器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、

前記音源部は周波数の異なる複数種の超音波を送波可能であって、前記信号処理部は、前記監視空間に存在する浮遊粒子の種別および煙濃度に応じた前記音源部の出力周波数と前記受波素子の出力の基準値からの減衰量との関係データを記憶した記憶手段と、前記音源部から送波された各周波数の超音波ごとの前記受波素子の出力と記憶手段に記憶されている関係データとを用いて前記監視空間に浮遊している粒子の種別を推定する粒子種別推定手段とを有し、前記煙濃度推定手段は、粒子種別推定手段にて推定された粒子が煙粒子のときに特定周波数の超音波に対する前記受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて前記監視空間の煙濃度を推定することを特徴とする火災感知器。

【請求項2】

前記記憶手段は、前記関係データとして前記音源部の出力周波数と前記受波素子の出力の基準値からの減衰量を基準値で除した減衰率との関係データを記憶していることを特徴とする請求項1記載の火災感知器。

【請求項3】

前記音源部は前記複数種の超音波を送波可能な単一の音波発生素子からなり、前記制御部は音波発生素子から複数種の超音波が順次送波されるように前記音源部を制御することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の火災感知器。

【請求項 4】

前記音源部は互いに異なる周波数の超音波を送波可能な複数の音波発生素子からなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の火災感知器。

【請求項 5】

前記制御部は、前記音源部から周波数の異なる 2 種類の超音波を送波させることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の火災感知器。

【請求項 6】

前記制御部は、前記音源部から送波させる超音波の周波数を所定の周波数範囲の下限周波数から上限周波数まで変化させることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の火災感知器。

【請求項 7】

前記信号処理部は、定期的に、所定周波数の超音波に対する前記受波素子の出力に基づいて前記制御部による前記音源部の制御条件と前記受波素子の出力の信号処理条件との少なくとも一方を変更することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の火災感知器。

【請求項 8】

前記制御部は、前記音源部から防虫効果のある周波数の超音波を送波させることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の火災感知器。

【請求項 9】

前記受波素子の周辺に前記音源部以外から前記受波素子へ超音波が入射するのを阻止する遮音壁が設けられてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の火災感知器。

【請求項 10】

前記音源部と前記受波素子とが一表面側に実装されたベース部材を備え、ベース部材の前記一表面には、前記音源部から送波された超音波の反射を防止する吸音層が設けられてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 項に記載の火災感知器。

【請求項 11】

超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、

前記音源部は、発熱体部への通電に伴う発熱体部の温度変化により空気に熱衝撃を与えることで超音波を発生するものであることを特徴とする火災感知器。

【請求項 12】

前記音源部は、ベース基板の一表面側に前記発熱体部が形成されるとともに、ベース基板の前記一表面側で前記発熱体部とベース基板との間に設けられて前記発熱体部とベース基板とを熱絶縁する多孔質層からなる熱絶縁層を有してなることを特徴とする請求項 11 記載の火災感知器。

【請求項 13】

前記制御部は、前記音源部から超音波として単パルス状の超音波を送波させることを特徴とする請求項 11 または請求項 12 記載の火災感知器。

【請求項 14】

超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推

10

20

30

40

50

定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、  
前記制御部は、前記音源部から防虫効果のある周波数の超音波を送波させること特徴とする火災感知器。

【請求項 15】

超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、

前記受波素子の周辺に前記音源部以外から前記受波素子へ超音波が入射するのを阻止する遮音壁が設けられてなることを特徴とする火災感知器。

10

【請求項 16】

超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、

前記音源部と前記受波素子とが一表面側に実装されたベース部材を備え、ベース部材の前記一表面には、前記音源部から送波された超音波の反射を防止する吸音層が設けられてなることを特徴とする火災感知器。

20

【請求項 17】

前記制御部は、前記信号処理部にて火災有りと判断されたときに前記音源部から可聴域の音波からなる警報音を発生させることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 16 のいずれか 1 項に記載の火災感知器。

【請求項 18】

前記信号処理部は、前記音源部が超音波を送波してから当該超音波が前記受波素子に受波されるまでの時間差に基づいて音速を求める音速検出手段と、音速検出手段で求めた音速に基づいて前記監視空間の温度を推定する温度推定手段と、温度推定手段で推定された温度と規定温度とを比較して火災の有無を判断する熱式判断手段とを有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 17 のいずれか 1 項に記載の火災感知器。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、火災感知器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、火災時などに発生する煙を感知する火災感知器として、散乱光式煙感知器（例えば、特許文献 1 参照）や、減光式煙感知器（例えば、特許文献 2 参照）が知られている。ここにおいて、散乱光式煙感知器は、発光ダイオード素子よりなる投光素子から監視空間に照射された光の煙粒子による散乱光をフォトダイオードよりなる受光素子で受光するように構成されたものであり、監視空間に煙粒子が存在すれば散乱光が生じることによって受光素子での受光量が増大するから、受光素子での受光量の増加量に基づいて煙粒子の存否を検知できる。一方、減光式煙感知器は、投光素子から照射された光を受光素子により直接受光するように構成されたものであり、投光素子と受光素子との間の監視空間に煙粒子が存在すれば受光素子の受光量が減少するから、受光素子での受光量の減光量に基づいて煙粒子の存否を検知できる。

40

【特許文献 1】特開 2001 - 34862 号公報

【特許文献 2】特開昭 61 - 33595 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【0003】

ところで、散乱光式煙感知器は、迷光対策としてラビリンス体を設ける必要があるので、空気の流れが少ない場合には、火災発生時に監視空間へ煙粒子が侵入するまでの時間が長くなり、応答性に問題があった。また、減光式煙感知器においては、火災が発生していないにもかかわらずバックグランド光の影響で発報してしまう（非火災報が発生してしまう）ことがあるという問題があった。また、分離型の減光式煙感知器は、投光素子と受光素子との光軸を高精度に軸合わせする必要があり、施工に手間がかかるという問題があった。

## 【0004】

また、散乱光式煙感知器や減光式煙感知器では、監視空間に煙ではなく湯気が侵入した場合に、非火災報が発生してしまうことがあり、台所や浴室での使用には適していなかった。

10

## 【0005】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、応答性に優れ且つ非火災報を低減可能な火災感知器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の発明は、超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、前記音源部は周波数の異なる複数種の超音波を送波可能であって、前記信号処理部は、前記監視空間に存在する浮遊粒子の種別および煙濃度に応じた前記音源部の出力周波数と前記受波素子の出力の基準値からの減衰量との関係データを記憶した記憶手段と、前記音源部から送波された各周波数の超音波ごとの前記受波素子の出力と記憶手段に記憶されている関係データとを用いて前記監視空間に浮遊している粒子の種別を推定する粒子種別推定手段とを有し、前記煙濃度推定手段は、粒子種別推定手段にて推定された粒子が煙粒子のときに特定周波数の超音波に対する前記受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて前記監視空間の煙濃度を推定することを特徴とする。

20

30

## 【0007】

この発明によれば、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部を備え、信号処理部では、煙濃度推定手段において、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定し、煙式判断手段において、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断するので、散乱光式煙感知器や減光式煙感知器のような光電式煙感知器で問題となるバックグランド光の影響をなくすことができ、散乱光式煙感知器に必要なラビリンス体を不要とすることができて火災発生時に監視空間へ煙粒子が拡散しやすくなるから、散乱光式煙感知器に比べて応答性を向上でき、また、減光式煙感知器に比べて非火災報の低減が可能になる。

40

## 【0009】

また、この発明によれば、前記信号処理部では、粒子種別推定手段において、前記音源部から送波された各周波数の超音波ごとの受波素子の出力と記憶手段に記憶されている関係データとを用いて前記監視空間に浮遊している粒子の種別を推定し、粒子種別推定手段にて推定された粒子が煙粒子のときに、煙濃度推定手段において、特定周波数の超音波に対する前記受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて監視空間の煙濃度を推定するので、粒子種別識別手段において監視空間に浮遊している粒子の種別を推定することで、例えば煙粒子と湯気とを識別可能となるから、散乱光式煙感知器および減光式煙感知器に比べて非火災報を低減することが可能となる。

## 【0010】

50

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記記憶手段は、前記関係データとして前記音源部の出力周波数と前記受波素子の出力の基準値からの減衰量を基準値で除した減衰率との関係データを記憶していることを特徴とする。

【0011】

この発明によれば、前記音源部の出力周波数に応じて前記受波素子の出力の基準値が変動する場合でも、前記音源部の出力周波数と基準値の変動の影響が除去された減衰率との関係データを用いることにより、基準値の変動の影響を受けずに前記監視空間に浮遊している粒子の種別を推定することができる。

【0012】

請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記音源部は前記複数種の超音波を送波可能な単一の音波発生素子からなり、前記制御部は音波発生素子から複数種の超音波が順次送波されるように前記音源部を制御することを特徴とする。

10

【0013】

この発明によれば、各種の超音波を送波可能な音波発生素子を複数備える場合に比べて、前記音源部の小型化、低コスト化が可能となる。

【0014】

請求項4の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記音源部は互いに異なる周波数の超音波を送波可能な複数の音波発生素子からなることを特徴とする。

【0015】

この発明によれば、各音波発生素子として圧電素子のように機械的振動により超音波を発生する素子を用い、各音波発生素子をそれぞれの共振周波数で駆動することにより、前記音源部から送波される超音波の音圧を高めることができる。

20

【0016】

請求項5の発明は、請求項1ないし請求項4の発明において、前記制御部は、前記音源部から周波数の異なる2種類の超音波を送波させることを特徴とする。

【0017】

この発明によれば、3種類以上の超音波を送波させる場合に比べて、前記制御部および前記信号処理部の負担を軽減できるとともに前記制御部および前記信号処理部の簡略化を図れる。

【0018】

請求項6の発明は、請求項1ないし請求項4の発明において、前記制御部は、前記音源部から送波させる超音波の周波数を所定の周波数範囲の下限周波数から上限周波数まで変化させることを特徴とする。

30

【0019】

この発明によれば、前記粒子種別推定手段での粒子の種別の推定精度を高めることが可能となる。

【0020】

請求項7の発明は、請求項1ないし請求項6の発明において、前記信号処理部は、定期的に、所定周波数の超音波に対する前記受波素子の出力に基づいて前記制御部による前記音源部の制御条件と前記受波素子の出力の信号処理条件との少なくとも一方を変更することを特徴とする。

40

【0021】

この発明によれば、前記音源部の出力変動や前記受波素子の感度変動を定期的にキャンセルすることが可能となり、長期的な信頼性が高くなる。

請求項8の発明は、請求項1ないし請求項7の発明において、前記制御部は、前記音源部から防虫効果のある周波数の超音波を送波させることを特徴とする。

この発明によれば、前記監視空間に虫が侵入するのを防止することができ、虫に起因した非火災報を低減できる。

請求項9の発明は、請求項1ないし請求項8の発明において、前記受波素子の周辺に前記音源部以外から前記受波素子へ超音波が入射するのを阻止する遮音壁が設けられてなる

50

ことを特徴とする。

この発明によれば、前記音源部以外で発生した超音波が前記受波素子に入射するのを遮音壁によって阻止することができ、非火災報を低減できる。

請求項10の発明は、請求項1ないし請求項9の発明において、前記音源部と前記受波素子とが一表面側に実装されたベース部材を備え、ベース部材の前記一表面には、前記音源部から送波された超音波の反射を防止する吸音層が設けられてなることを特徴とする。

この発明によれば、前記音源部から送波された超音波がベース部材で反射して前記受波素子に入射するのを防止することができ、反射波の干渉を防止することができる。

【0022】

請求項11の発明は、超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、前記音源部は、発熱体部への通電に伴う発熱体部の温度変化により空気に熱衝撃を与えることで超音波を発生するものであることを特徴とする。

【0023】

この発明によれば、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部を備え、信号処理部では、煙濃度推定手段において、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定し、煙式判断手段において、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断するので、散乱光式煙感知器や減光式煙感知器のような光電式煙感知器で問題となるバックグラウンド光の影響をなくすことができ、散乱光式煙感知器に必要なラビリンス体を不要とすることができて火災発生時に監視空間へ煙粒子が拡散しやすくなるから、散乱光式煙感知器に比べて応答性を向上でき、また、減光式煙感知器に比べて非火災報の低減が可能になる。さらに、前記音源部は平坦な周波数特性を有しており、発生させる超音波の周波数を広範囲にわたって変化させることができる。また、前記音源部から残響の少ない単パルス状の超音波を送波させることも可能となる。

【0024】

請求項12の発明は、請求項11の発明において、前記音源部は、ベース基板の一表面側に前記発熱体部が形成されるとともに、ベース基板の前記一表面側で前記発熱体部とベース基板との間に設けられて前記発熱体部とベース基板とを熱絶縁する多孔質層からなる熱絶縁層を有してなることを特徴とする。

【0025】

この発明によれば、熱絶縁層が多孔質層からなるので、熱絶縁層が非多孔質層からなる場合に比べて、熱絶縁層の断熱性が向上して超音波発生効率が高くなり、低消費電力化を図れる。

【0026】

請求項13の発明は、請求項11または請求項12の発明において、前記制御部は、前記音源部から超音波として単パルス状の超音波を送波させることを特徴とする。

【0027】

この発明によれば、前記受波素子が反射波による干渉を受けにくくなり、前記煙濃度推定手段にて推定される煙濃度の精度を高めることが可能となる。

【0030】

請求項14の発明は、超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、前記制御部は、前記音源部から防虫効果のある周波数の超音波を送

10

20

30

40

50

波させること特徴とする。

【0031】

この発明によれば、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部を備え、信号処理部では、煙濃度推定手段において、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定し、煙式判断手段において、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断するので、散乱光式煙感知器や減光式煙感知器のような光電式煙感知器で問題となるバックグランド光の影響をなくすことができ、散乱光式煙感知器に必要なラピリンズ体を不要とすることができて火災発生時に監視空間へ煙粒子が拡散しやすくなるから、散乱光式煙感知器に比べて応答性を向上でき、また、減光式煙感知器に比べて非火災報の低減が可能になる。さらに、前記監視空間に虫が侵入するのを防止することができ、虫に起因した非火災報を低減できる。

10

【0032】

請求項15の発明は、超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、前記受波素子の周辺に前記音源部以外から前記受波素子へ超音波が入射するのを阻止する遮音壁が設けられてなることを特徴とする。

20

【0033】

この発明によれば、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部を備え、信号処理部では、煙濃度推定手段において、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定し、煙式判断手段において、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断するので、散乱光式煙感知器や減光式煙感知器のような光電式煙感知器で問題となるバックグランド光の影響をなくすことができ、散乱光式煙感知器に必要なラピリンズ体を不要とすることができて火災発生時に監視空間へ煙粒子が拡散しやすくなるから、散乱光式煙感知器に比べて応答性を向上でき、また、減光式煙感知器に比べて非火災報の低減が可能になる。さらに、前記音源部以外で発生した超音波が前記受波素子に入射するのを遮音壁によって阻止することができ、非火災報を低減できる。

30

請求項16の発明は、超音波を送波可能な音源部と、音源部を制御する制御部と、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子と、受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部とを備え、信号処理部は、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段と、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段とを有し、前記音源部と前記受波素子とが一表面側に実装されたベース部材を備え、ベース部材の前記一表面には、前記音源部から送波された超音波の反射を防止する吸音層が設けられてなることを特徴とする。

40

この発明によれば、音源部から送波された超音波の音圧を検出する受波素子の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部を備え、信号処理部では、煙濃度推定手段において、受波素子の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部と受波素子との間の監視空間の煙濃度を推定し、煙式判断手段において、煙濃度推定手段にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断するので、散乱光式煙感知器や減光式煙感知器のような光電式煙感知器で問題となるバックグランド光の影響をなくすことができ、散乱光式煙感知器に必要なラピリンズ体を不要とすることができて火災発生時に監視空間へ煙粒子が拡散しやすくなるから、散乱光式煙感知器に比べて応答性を向上でき、また、減光式煙感知器に比べて非火災報の低減が可能になる。さらに、前記音源部から送波された超音波がベース部材で反射して前記受波素子に入射するのを防止することができ、反射波の干渉

50

を防止することができる。

請求項 17 の発明は、請求項 1 ないし請求項 16 の発明において、前記制御部は、前記信号処理部にて火災有りと判断されたときに前記音源部から可聴域の音波からなる警報音を発生させることを特徴とする。

この発明によれば、前記音源部から警報音を発生させることができるので、警報音を出力するスピーカなどを別途に設ける必要がなく、小型化および低コスト化が可能となる。

【0034】

請求項 18 の発明は、請求項 1 ないし請求項 17 の発明において、前記信号処理部は、前記音源部が超音波を送波してから当該超音波が前記受波素子に受波されるまでの時間差に基づいて音速を求める音速検出手段と、音速検出手段で求めた音速に基づいて前記監視空間の温度を推定する温度推定手段と、温度推定手段で推定された温度と規定温度とを比較して火災の有無を判断する熱式判断手段とを有することを特徴とする。

【0035】

この発明によれば、前記信号処理部では、音速検出手段において、前記音源部が超音波を送波してから当該超音波が前記受波素子に受波されるまでの時間差に基づいて音速を求め、温度推定手段において、音速検出手段で求めた音速に基づいて前記監視空間の温度を推定し、熱式判断手段において、温度推定手段で推定された温度と規定温度とを比較して火災の有無を判断するので、別途に温度検出素子を用いることなく火災発生時の温度上昇によっても火災を感知することが可能となり、火災をより確実に感知することが可能になる。

【発明の効果】

【0038】

上記発明では、散乱光式煙感知器に比べて応答性を向上でき、また、減光式煙感知器に比べて非火災報の低減が可能になるという効果がある。

【0039】

また、散乱光式煙感知器および減光式煙感知器に比べて非火災報を低減することが可能となるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

(実施形態 1)

本実施形態の火災感知器は、図 1 に示すように、超音波を送波可能な音源部 1 と、音源部 1 を制御する制御部 2 と、音源部 1 から送波された超音波の音圧を検出する受波素子 3 と、受波素子 3 の出力に基づいて火災の有無を判断する信号処理部 4 とを備えている。ここにおいて、音源部 1 と受波素子 3 とは、図 2 に示すように、円板状のプリント基板からなる回路基板 5 の一表面側において互いに離間して対向配置されており、回路基板 5 に制御部 2 および信号処理部 4 が設けられている。ここで、受波素子 3 の周辺には、音源部 1 以外で発生した超音波が受波素子 3 に入射するのを阻止する遮音板からなる遮音壁 6 が設けられている。また、回路基板 5 の上記一表面には、音源部 1 から送波された超音波の反射を防止する吸音層（図示せず）が設けられているので、音源部 1 から送波された超音波が回路基板 5 で反射して受波素子 3 に入射するのを防止することができ、反射波の干渉を防止することができ、特に、音源部 1 から送波させる超音波として連続波を用いる場合に有効である。なお、本実施形態では、回路基板 5 が、音源部 1 と受波素子 3 とが一表面側に実装されたベース部材を構成している。

【0041】

本実施形態では、音源部 1 として、後述のように空気に熱衝撃を与えることで超音波を発生させる音波発生素子を用いることで、圧電素子に比べて残響時間が短い超音波を送波するようにし、かつ、受波素子 3 として共振特性の Q 値が圧電素子に比べて十分に小さく受波信号に含まれる残響成分の発生期間が短い静電容量型のマイクロホンを用いている。

【0042】

ここにおいて、音源部 1 は、図 3 に示すように、単結晶の p 形のシリコン基板からなる

10

20

30

40

50

ベース基板 11 の一表面 (図 3 における上面) 側に多孔質シリコン層からなる熱絶縁層 (断熱層) 12 が形成され、熱絶縁層 12 の表面側に発熱体部として金属薄膜からなる発熱体層 13 が形成され、ベース基板 11 の上記一表面側に発熱体層 13 と電気的に接続された一対のパッド 14, 14 が形成されている。なお、ベース基板 11 の平面形状は長方形状であって、熱絶縁層 12、発熱体層 13 それぞれの平面形状も長方形状に形成してある。また、ベース基板 11 の上記一表面側において熱絶縁層 12 が形成されていない部分の表面にはシリコン酸化膜からなる絶縁膜 (図示せず) が形成されている。

#### 【0043】

上述の音源部 1 では、発熱体層 13 の両端のパッド 14, 14 間に通電して発熱体層 13 に急激な温度変化を生じさせると、発熱体層 13 に接触している空気 (媒質) に急激な温度変化 (熱衝撃) が生じる (つまり、発熱体層 13 に接触している空気に熱衝撃が与えられる)。したがって、発熱体層 13 に接触している空気は、発熱体層 13 の温度上昇時には膨張し発熱体層 13 の温度下降時には収縮するから、発熱体層 13 への通電を適宜に制御することによって空気中を伝搬する超音波を発生させることができる。要するに、音源部 1 を構成する音波発生素子は、発熱体層 13 への通電に伴う発熱体層 13 の急激な温度変化を媒質の膨張収縮に変換することにより媒質を伝搬する超音波を発生するので、圧電素子のように機械的振動により超音波を発生する場合に比べて、残響の少ない単パルス状の超音波を送波させることができる。

#### 【0044】

上述の音源部 1 は、ベース基板 11 として p 形のシリコン基板を用いており、熱絶縁層 12 を多孔度が略 60 ~ 略 70 % の多孔質シリコン層からなる多孔質層により構成しているので、ベース基板 11 として用いるシリコン基板の一部をフッ化水素水溶液とエタノールとの混合液からなる電解液中で陽極酸化処理することにより熱絶縁層 12 となる多孔質シリコン層を形成することができる (ここで、陽極酸化処理により形成された多孔質シリコン層は、結晶粒径がナノメートルオーダーの微結晶シリコンからなるナノ結晶シリコンを多数含んでいる)。多孔質シリコン層は、多孔度が高くなるにつれて熱伝導率および熱容量が小さくなるので、熱絶縁層 12 の熱伝導率および熱容量をベース基板 11 の熱伝導率および熱容量に比べて小さくし、熱絶縁層 12 の熱伝導率と熱容量との積をベース基板 11 の熱伝導率と熱容量との積に比べて十分に小さくすることにより、発熱体層 13 の温度変化を空気に効率よく伝達することができ発熱体層 13 と空気との間で効率的な熱交換が起こり、かつ、ベース基板 11 が熱絶縁層 12 からの熱を効率良く受け取って熱絶縁層 12 の熱を逃がすことができ発熱体層 13 からの熱が熱絶縁層 12 に蓄積されるのを防止することができる。なお、熱伝導率が  $1.48 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、熱容量が  $1.63 \times 10^6 \text{ J} / (\text{m}^3 \cdot \text{K})$  の単結晶のシリコン基板を陽極酸化して形成される多孔度が 60 % の多孔質シリコン層は、熱伝導率が  $1 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、熱容量が  $0.7 \times 10^6 \text{ J} / (\text{m}^3 \cdot \text{K})$  であることが知られている。本実施形態では、熱絶縁層 12 を多孔度が略 70 % の多孔質シリコン層により構成してあり、熱絶縁層 12 の熱伝導率が  $0.12 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、熱容量が  $0.5 \times 10^6 \text{ J} / (\text{m}^3 \cdot \text{K})$  となっている。

#### 【0045】

発熱体層 13 は、高融点金属の一種であるタングステンにより形成してあるが、発熱体層 13 の材料はタングステンに限らず、例えば、タンタル、モリブデン、イリジウム、アルミニウムなどを採用してもよい。また、上述の音源部 1 では、ベース基板 11 の厚さを  $300 \sim 700 \mu\text{m}$ 、熱絶縁層 12 の厚さを  $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 、発熱体層 13 の厚さを  $20 \sim 100 \text{ nm}$ 、各パッド 14 の厚さを  $0.5 \mu\text{m}$  としてあるが、これらの厚さは一例であって特に限定するものではない。また、ベース基板 11 の材料として Si を採用しているが、ベース基板 11 の材料は Si に限らず、例えば、Ge, SiC, GaP, GaAs, InP などの陽極酸化処理による多孔質化が可能な他の半導体材料でもよく、いずれの場合にも、ベース基板 11 の一部を多孔質化することで形成した多孔質層を熱絶縁層 12 とすることができる。

#### 【0046】

上述のように音源部 1 は、一対のパッド 1 4 , 1 4 を介した発熱体層 1 3 への通電に伴う発熱体層 1 3 の温度変化に伴って超音波を発生するものであり、発熱体層 1 3 へ与える駆動電圧波形あるいは駆動電流波形からなる駆動入力波形を例えば周波数が  $f_1$  の正弦波波形とした場合、理想的には、発熱体層 1 3 で生じる温度振動の周波数が駆動入力波形の周波数  $f_1$  の 2 倍の周波数  $f_2$  となり、駆動入力波形  $f_1$  の略 2 倍の周波数の超音波を発生させることができる。すなわち、上述の音源部 1 は、平坦な周波数特性を有しており、発生させる超音波の周波数を広範囲にわたって変化させることができる。また、上述の音源部 1 では、例えば正弦波波形の半周期の孤立波を駆動入力波形として一対のパッド 1 4 , 1 4 間へ与えることによって、残響の少ない略 1 周期の単パルス状の超音波を発生させることができる。このような単パルス状の超音波を用いることにより、反射による干渉が起こりにくくなるので、上記吸音層を不要にすることもできる。また、音源部 1 は、熱絶縁層 1 2 が多孔質層により構成されているので、熱絶縁層 1 2 が非多孔質層（例えば、 $SiO_2$  膜など）からなる場合に比べて、熱絶縁層 1 2 の断熱性が向上して超音波発生効率が高くなり、低消費電力化を図れる。

#### 【 0 0 4 7 】

音源部 1 を制御する制御部 2 は、図示していないが、音源部 1 に駆動入力波形を与えて音源部 1 を駆動する駆動回路と、当該駆動回路を制御するマイクロコンピュータからなる制御回路とで構成されている。

#### 【 0 0 4 8 】

また、上述の受波素子 3 を構成する静電容量型のマイクロホンは、図 4 に示すように、シリコン基板に厚み方向に貫通する窓孔 3 1 a を設けることで形成された矩形枠状のフレーム 3 1 と、フレーム 3 1 の一表面側においてフレーム 3 1 の対向する 2 つの辺に跨る形で配置されるカンチレバー型の受圧部 3 2 とを備えている。ここにおいて、フレーム 3 1 の一表面側には熱酸化膜 3 5 と熱酸化膜 3 5 を覆うシリコン酸化膜 3 6 とシリコン酸化膜 3 6 を覆うシリコン窒化膜 3 7 とが形成されており、受圧部 3 2 の一端部がシリコン窒化膜 3 7 を介してフレーム 3 1 に支持され、他端部が上記シリコン基板の厚み方向においてシリコン窒化膜 3 7 に対向している。また、シリコン窒化膜 3 7 における受圧部 3 2 の他端部との対向面に金属薄膜（例えば、クロム膜など）からなる固定電極 3 3 a が形成され、受圧部 3 2 の他端部におけるシリコン窒化膜 3 7 との対向面とは反対側に金属薄膜（例えば、クロム膜など）からなる可動電極 3 3 b が形成されている。なお、フレーム 3 1 の他表面にはシリコン窒化膜 3 8 が形成されている。また、受圧部 3 2 は、上記各シリコン窒化膜 3 7 , 3 8 とは別工程で形成されるシリコン窒化膜により構成されている。

#### 【 0 0 4 9 】

図 4 に示した構成の静電容量型のマイクロホンからなる受波素子 3 では、固定電極 3 3 a と可動電極 3 3 b とを電極とするコンデンサが形成されるから、受圧部 3 2 が疎密波の圧力を受けることにより固定電極 3 3 a と可動電極 3 3 b との間の距離が変化し、固定電極 3 3 a と可動電極 3 3 b との間の静電容量が変化する。したがって、固定電極 3 3 a および可動電極 3 3 b に設けたパッド（図示せず）間に直流バイアス電圧を印加しておけば、パッドの間には超音波の音圧に応じて微小な電圧変化が生じるから、超音波の音圧を電気信号に変換することができる。

#### 【 0 0 5 0 】

ところで、信号処理部 4 は、受波素子 3 の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部 1 と受波素子 3 との間の監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段 4 1 と、煙濃度推定手段 4 1 にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段 4 2 と、音源部 1 が超音波を送波してから当該超音波が受波素子 3 に受波されるまでの時間差に基づいて音速を求める音速検出手段 4 3 と、音速検出手段 4 3 で求めた音速に基づいて上記監視空間の温度を推定する温度推定手段 4 4 と、温度推定手段 4 4 で推定された温度と規定温度とを比較して火災の有無を判断する熱式判断手段 4 5 とを有している。信号処理部 4 は、マイクロコンピュータにより構成されており、上記各手段 4 1 ~ 4 5 は、上記マイクロコンピュータに適宜のプログラムを搭載することにより実現されている

10

20

30

40

50

。また、信号処理部 4 は、受波素子 3 の出力信号をアナログ - デジタル変換する A / D 変換器などが設けられている。

【 0 0 5 1 】

煙濃度推定手段 4 1 は、音源部 1 からの超音波の音圧を検出する受波素子 3 の出力の基準値からの減衰量に基づいて煙濃度を推定するものであるが、音源部 1 から送波される超音波の周波数が一定であれば、上記減衰量は上記監視空間の煙濃度に略比例して増加するので、あらかじめ測定した煙濃度と減衰量との関係データに基づいて煙濃度と減衰量との関係式を求めて記憶しておけば、上記関係式を用いて減衰量から煙濃度を推定することができる。また、煙式判断手段 4 2 は、煙濃度推定手段 4 1 にて推定された煙濃度が上記閾値未満の場合には「火災無し」と判断する一方で、上記閾値以上の場合には「火災有り」と判断して火災感知信号を制御部 2 へ出力する。ここで、制御部 2 は、煙式判断手段 4 2 からの火災感知信号を受信すると、音源部 1 から可聴域の音波からなる警報音が発生するように音源部 1 への駆動入力波形を制御する。したがって、音源部 1 から警報音を発生させることができるので、警報音を出力するスピーカなどを別途に設ける必要がなく、火災感知器全体の小型化および低コスト化が可能となる。

10

【 0 0 5 2 】

また、音速検出手段 4 3 は、音源部 1 と受波素子 3 との間の距離と上記時間差とを用いて音速を求める。また、温度推定手段 4 4 は、周知の大気中の音速と絶対温度との関係式を利用して音速から上記監視空間の温度を推定する。また、熱式判断手段 4 5 は、温度推定手段 4 4 にて推定された温度が上記規定温度未満の場合には「火災無し」と判断する一方で、上記規定温度以上の場合には「火災有り」と判断して火災感知信号を制御部 2 へ出力する。ここで、制御部 2 は、熱式判断手段 4 5 からの火災感知信号を受信した場合にも、音源部 1 から可聴域の音波からなる警報音が発生するように音源部 1 への駆動入力波形を制御する。

20

【 0 0 5 3 】

なお、本実施形態では、煙式判断手段 4 2 や熱式判断手段 4 5 から出力される火災感知信号を制御部 2 へ出力するようにしているが、制御部 2 に限らず、例えば、外部の通報装置へ出力するようにしてもよい。

【 0 0 5 4 】

以上説明した本実施形態の火災感知器では、煙濃度推定手段 4 1 において、受波素子 3 の出力の基準値からの減衰量に基づいて音源部 1 と受波素子 3 との間の監視空間の煙濃度を推定し、煙式判断手段 4 2 において、煙濃度推定手段 4 1 にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断するので、散乱光式煙感知器や減光式煙感知器のような光電式煙感知器で問題となるバックグランド光の影響をなくすることができ、散乱光式煙感知器に必要なラピリンズ体を不要とすることができて火災発生時に監視空間へ煙粒子が拡散しやすくなるから、散乱光式煙感知器に比べて応答性を向上でき、また、減光式煙感知器に比べて非火災報の低減が可能になる。さらに、本実施形態の火災感知器では、音速検出手段 4 3 において、音源部 1 が超音波を送波してから当該超音波が受波素子 3 に受波されるまでの時間差に基づいて音速を求め、温度推定手段 4 4 において、音速検出手段 4 3 で求めた音速に基づいて上記監視空間の温度を推定し、熱式判断手段 4 5 において、温度推定手段 4 4 で推定された温度と規定温度とを比較して火災の有無を判断するので、別途に温度検出素子を用いることなく火災発生時の温度上昇によっても火災を感知することが可能となり、火災をより確実に感知することが可能になる。

30

40

【 0 0 5 5 】

(実施形態 2)

図 5 に示す本実施形態の火災感知器の基本構成は実施形態 1 と略同じであり、制御部 2 および信号処理部 4 の構成が相違する。なお、実施形態 1 と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を適宜省略する。

【 0 0 5 6 】

ところで、本願発明者らは、音源部 1 と受波素子 3 との間の監視空間の浮遊粒子の種別

50

に応じて図6に示すように音源部1の出力周波数と音圧の単位減衰率との関係が異なるという知見を得た。ここで、監視空間に浮遊粒子が存在しない状態で受波素子3にて受波される音圧(以下、基準音圧という)を $I_0$ 、減光式煙濃度計(減光式煙感知器)での評価で $x\%/m$ となる濃度の浮遊粒子が監視空間に存在する状態で受波素子3にて受波される音圧を $I_x$ としたときに、 $(I_0 - I_x) / I_0$ で表される値を音圧の減衰率と定義し、特に $x = 1$ のときの減衰率を単位減衰率と定義する。ここにおいて、基準音圧 $I_0$ と音圧 $I_x$ とは、監視空間における浮遊粒子の有無を除いては同一の条件で検出されるものとする。図6中の「イ」は浮遊粒子が黒煙の煙粒子である場合の出力周波数と音圧の単位減衰率との関係を示す近似曲線(黒丸が測定データ)、「ロ」は浮遊粒子が白煙の煙粒子である場合の出力周波数と音圧の単位減衰率との関係を示す近似曲線(黒四角が測定データ)、  
10 「ハ」は浮遊粒子が湯気の粒子である場合の出力周波数と音圧の単位減衰率との関係を示す近似曲線(黒三角が測定データ)であり、ここに示す単位減衰率は、音源部1と受波素子3との間の距離を30cmに設定したときの各出力周波数ごとのデータである。また、図6における右端の各データは、出力周波数が82kHzのときのデータであり、出力周波数が82kHzのときのデータを1として各出力周波数の単位減衰率を規格化した結果を図7に示す。要するに、図7は、横軸が出力周波数、縦軸が相対的単位減衰率となっている。また、白煙の煙粒子のサイズは800nm程度、黒煙の煙粒子のサイズは200nm程度、湯気の粒子のサイズは数 $\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 程度である。

#### 【0057】

上述の知見に基づいて、本実施形態では、制御部2が、音源部1から周波数の異なる複数種の超音波が順次送波されるように音源部1を制御するようにし、信号処理部4は、少なくとも受波素子3の基準出力(基準音圧に対する受波素子3の出力)、上記監視空間に存在する浮遊粒子の種別および浮遊粒子濃度に応じた音源部1の出力周波数と受波素子3の出力の相対的単位減衰率との関係データ(上述の図7より抽出されるデータ)、煙粒子に関して特定周波数(例えば、82kHz)における単位減衰率(上述の図6より抽出されるデータ)を記憶した記憶手段48と、音源部1から送波された各周波数の超音波ごとの受波素子3の出力と記憶手段48に記憶されている関係データとを用いて上記監視空間に浮遊している粒子の種別を推定する粒子種別推定手段46と、粒子種別推定手段46にて推定された粒子が煙粒子のときに特定周波数(例えば、82kHz)の超音波に対する受波素子3の出力の基準値からの減衰量に基づいて上記監視空間の煙濃度を推定する煙濃度推定手段47と、煙濃度推定手段47にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断する煙式判断手段42とを有するようにしてある。  
20

#### 【0058】

以下に、本実施形態の火災感知器の動作例を図8のフローチャートを参照して説明する。まず、音源部1から複数種の超音波を順次送波させ各超音波に対する受波素子3の出力を信号処理部4で計測する(ステップS11)。粒子種別推定手段46は、各出力周波数ごとに受波素子3の出力と記憶手段48に記憶されている基準出力とから音圧の減衰率を求め(ステップS12)、出力周波数が82kHzでの音圧の減衰率に対する20kHzでの音圧の減衰率の比を算出する(ステップS13)。記憶手段48には、音源部1の出力周波数と受波素子3の出力の相対的単位減衰率との上記関係データとして、出力周波数が82kHzでの相対的単位減衰率に対する20kHzでの相対的単位減衰率の比(図7の場合、白煙が0、黒煙が0.2、湯気が0.5となる)が記憶されており、粒子種別推定手段46は、算出した減衰率の比を記憶手段48に記憶されている関係データと比較し、関係データの中で減衰率の比が最も近い種別の粒子を監視空間に浮遊している粒子と推定する(ステップS14)。ここで、推定された粒子が煙粒子であれば煙濃度推定手段47での処理に移行する(ステップS15)。ここにおいて、白煙の場合には図9に示すように減光式煙濃度計で計測される煙濃度と音圧の減衰率との関係は直線で示すことのできるデータであり、他の粒子においても同様であるから、煙濃度推定手段47は、推定された粒子種別について特定周波数(例えば、82kHz)の超音波に対する受波素子3の出力の減衰率の記憶手段48に記憶されている単位減衰率に対する比を算出し、その比の値  
40  
50

が  $y$  の場合に監視空間の煙濃度が減光式煙濃度計での評価における煙濃度  $y\% / m$  に相当すると推定する（ステップ S 1 6）。煙式判断手段 4 2 は、ステップ S 1 6 で推定された煙濃度と所定の閾値（例えば、減光式煙濃度計での評価で  $10\% / m$  となる煙濃度）とを比較し、推定された煙濃度が上記閾値未満の場合には「火災無し」と判断する一方で、上記閾値以上の場合には「火災有り」と判断して火災感知信号を制御部 2 へ出力する。

#### 【 0 0 5 9 】

上述の例では、粒子種別推定手段 4 6 は出力周波数が  $82\text{ kHz}$  のときの減衰率と  $20\text{ kHz}$  のときの減衰率とを用いているが、これらの出力周波数の組み合わせに限定するものではなく、異なる組み合わせの出力周波数を用いてもよい。さらに、より多くの出力周波数に対する減衰率を用いてもよく、その場合は粒子種別の推定の確度を向上させることができる。また、本実施形態では、煙濃度推定手段 4 7 が特定周波数として 1 周波数を対象としているが、特定周波数として複数の周波数を対象とし、各特定周波数ごとに推定した煙濃度の平均値を求めるとしてもよく、この場合、煙濃度の推定の確度が向上する。なお、信号処理部 4 は、マイクロコンピュータにより構成されており、粒子種別推定手段 4 6、煙濃度推定手段 4 7、煙式判断手段 4 2 は、上記マイクロコンピュータに適宜のプログラムを搭載することにより実現されている。また、信号処理部 4 は、受波素子 3 の出力信号をアナログ - デジタル変換する A / D 変換器などが設けられている。

#### 【 0 0 6 0 】

本実施形態では、音源部 1 として実施形態 1 にて説明した音波発生素子を 1 つ用いており、上述の制御部 2 は、音源部 1 へ与える駆動入力波形の周波数を順次変化させることにより、音源部 1 から周波数の異なる複数種の超音波を順次送波させる。ここにおいて、制御部 2 は、音源部 1 から送波させる超音波の周波数を所定の周波数範囲（例えば、 $20\text{ kHz} \sim 82\text{ kHz}$ ）の下限周波数（例えば、 $20\text{ kHz}$ ）から上限周波数（例えば、 $82\text{ kHz}$ ）まで変化させる。なお、本実施形態では、音源部 1 から周波数の異なる 4 種類の超音波が順次送波されるように制御部 2 が音源部 1 を制御するように構成してあるが、音源部 1 から送波させる超音波の周波数は 4 種類に限らず複数種類であればよく、例えば、2 種類とすれば、3 種類以上の超音波を順次送波させる場合に比べて、制御部 2 および信号処理部 4 の負担を軽減できるとともに制御部 2 および信号処理部 4 の簡略化を図れる。また、本実施形態では、上述のように音源部 1 として実施形態 1 にて説明した音波発生素子を用いており、単パルス状の超音波を送波することができるので、順次送波する超音波をそれぞれ周波数の異なる単パルス状の超音波とすれば、音源部 1 として共振周波数の異なる複数の圧電素子を用いて各圧電素子から連続波の超音波を送波させる場合に比べて、低コスト化および低消費電力化を図れる。しかも、1 つの音波発生素子で複数種の超音波を送波できるので、各種の超音波を送波可能な音波発生素子を複数備える場合に比べて音源部 1 の小型化、低コスト化が可能となる。

#### 【 0 0 6 1 】

なお、本実施形態では、音源部 1 の出力周波数と受波素子 3 の出力の相対的単位減衰率との関係データを記憶手段 4 8 に記憶した例を示したが、そもそも監視空間に存在する浮遊粒子の種別に応じて音源部 1 の出力周波数ごとに変化するのは受波素子 3 の出力の基準値からの減衰量（ $I_0 - I_x$ ）であるから、記憶手段 4 8 に記憶する上記関係データは、音源部 1 の出力周波数と受波素子 3 の出力の基準値からの減衰量との関係を示すデータであればよく、上述の相対的単位減衰率に代えて、たとえば、受波素子 3 の出力の基準値からの減衰量や、受波素子 3 の出力の基準値からの減衰量を基準値（ $I_0$ ）で除しただけの減衰率、あるいは単位減衰率を採用した関係データを記憶手段 4 8 に記憶するようによい。

#### 【 0 0 6 2 】

以上説明した本実施形態の火災感知器では、粒子種別推定手段 4 6 において、音源部 1 から送波された各周波数の超音波ごとの受波素子 3 の出力と記憶手段 4 8 に記憶されている関係データとを用いて上記監視空間に浮遊している粒子の種別を推定し、粒子種別推定手段 4 6 にて推定された粒子が煙粒子のときに、煙濃度推定手段 4 7 において、特定周波

10

20

30

40

50

数の超音波に対する受波素子 3 の出力の基準値からの減衰量に基づいて上記監視空間の煙濃度を推定し、煙式判断手段 4 2 において、煙濃度推定手段 4 7 にて推定された煙濃度と所定の閾値とを比較して火災の有無を判断するので、散乱光式煙感知器や減光式煙感知器のような光電式煙感知器で問題となるバックグラウンド光の影響をなくすことができ、散乱光式煙感知器に必要なラビリンス体を不要とすることができて散乱光式煙感知器に比べて応答性を向上でき、また、減光式煙感知器に比べて非火災報の低減が可能になる。しかも、粒子種別推定手段 4 6 において上記監視空間に浮遊している粒子の種別を推定することで煙粒子と湯気とを識別可能となるから、散乱光式煙感知器および減光式煙感知器に比べて湯気に起因した非火災報を低減することが可能となり、台所や浴室での使用にも適する。また、粒子種別推定手段 4 6 において白煙の煙粒子と黒煙の煙粒子とを識別可能となるから、火災の性状の識別に役立てることも可能となる。また、火災感知器を設置している室内の掃除や天井裏の電気工事などの際に浮遊する粉塵と煙粒子との識別も可能になるから、粉塵などに起因した非火災報を低減することも可能となる。

10

#### 【 0 0 6 3 】

ところで、本実施形態では音源部 1 を単一の音波発生素子により構成し、制御部 2 が音源部 1 へ与える駆動入力波形の周波数を順次変化させることにより、音源部 1 から周波数の異なる複数種の超音波を順次送波させるようにしているが、図 1 0 に示すように互いに出力周波数の異なる複数の音波発生素子 1 a で音源部 1 を構成してもよい。この場合には、各音波発生素子 1 a として圧電素子のように機械的振動により超音波を発生する素子を用い、各音波発生素子 1 a をそれぞれの共振周波数で駆動することにより、音源部 1 から送波される超音波の音圧を高めることができる。音源部 1 からの超音波の音圧が高くなると、受波素子 3 で受波される超音波の音圧の変動範囲が広くなり、結果的に、煙濃度の変化量に対する受波素子 3 の出力の変化量が大きくなって S N 比が向上するという利点がある。さらに、図 1 0 の例では各音波発生素子 1 a にそれぞれ対応付けた複数の受波素子 3 を設け、各受波素子 3 が各々に対応する各音波発生素子 1 a からの超音波を受波するように構成されている。したがって、各受波素子 3 として共振特性の Q 値が比較的大きな圧電素子などを用い、各受波素子 3 をそれぞれの共振周波数の超音波を受波に用いることにより、受波素子 3 の感度を向上させることができ、S N 比の向上に寄与することができる。この場合、各音波発生素子 1 a を順次駆動して複数種の超音波を順次送波させるだけでなく、複数の音波発生素子 1 a を一斉に駆動して複数種の超音波を同時に送波させることも可能になる。複数種の超音波を同時に送波させれば、複数種の超音波の音圧の減衰量を同時に検出することで、監視空間の経時的変化（例えば浮遊粒子の濃度変化）の影響を受けることなく同一条件で複数種の超音波について音圧の減衰量を検出することができるので、浮遊粒子の種別や煙濃度を精度よく推定することができる。

20

30

#### 【 0 0 6 4 】

また、図 1 1 に示すように複数の音波発生素子 1 a からなる音源部 1 に対して単一の受波素子 3 を設け、各音波発生素子 1 a を順次駆動して複数種の超音波を順次送波させ、これら複数種の超音波を単一の受波素子 3 で順次受波するようにしてもよい。この場合、受波素子 3 として例えば実施形態 1 にて説明した静電容量型のマイクロホンのように共振特性の Q 値が小さい素子を用いることが望ましい。図 1 1 の例では、複数の受波素子 3 を設ける場合に比べて、受波素子 3 の低コスト化、火災感知器の小型化を図ることができる。

40

#### 【 0 0 6 5 】

さらにまた、たとえば圧電型超音波センサなどの超音波の送波と受波との両方に使用可能な音波発生素子 1 a を用い、図 1 2 に示すように音波発生素子 1 a を制御部 2 だけでなく信号処理部 4 にも接続することで、音波発生素子 1 a を受波素子 3 に兼用することも考えられる。図 1 2 の例では音源部 1 を複数の音波発生素子 1 a で構成しており、各音波発生素子 1 a から送波される超音波を当該音波発生素子 1 a に向けて反射する反射壁 7 を音源部 1 と対向配置することにより、各音波発生素子 1 a で自身の送波した超音波の反射波をそれぞれ受波できるようにしてある。ここにおいて、音波発生素子 1 a から送波された超音波は反射壁 7 と音波発生素子 1 a との間を往復し、受波素子 3 として機能する音波発

50

生素子 1 a で受波されることになるので、音波発生素子 1 a と反射壁 7 との間の空間が監視空間となる。この場合、音波発生素子 1 a から送波される超音波を当該音波発生素子 1 a に向けて反射する反射壁 7 が必要であるものの、素子数の低減による低コスト化を図ることができる。

【 0 0 6 6 】

また、図 1 3 に示すように音源部 1 として実施形態 1 にて説明した単一の音波発生素子 1 a を用い、制御部 2 が音源部 1 へ与える駆動入力波形の周波数を順次変化させることにより、音源部 1 から周波数の異なる複数種の超音波を順次送波させる一方で、受波素子 3 を複数備えるようにしてもよい。この場合、各受波素子 3 はそれぞれ異なる周波数の超音波の受波に用いられる。したがって、各受波素子 3 として共振特性の Q 値が比較的大きな圧電素子などを用い、各受波素子 3 をそれぞれの共振周波数の超音波の受波に用いることにより、受波素子 3 の感度を向上させることができ、S N 比の向上に寄与することができる。なお、複数種の超音波を 1 つの受波素子 3 で受波する構成では、周波数ごとに受波素子 3 の感度が異なっていると各種の超音波ごとに S N 比のばらつきを生じるが、上述のように各種の超音波の受波を個別の受波素子 3 で行う構成では、各受波素子 3 の感度を揃えておくことにより各種の超音波ごとの S N 比のばらつきを抑制することができる。

10

【 0 0 6 7 】

ところで、信号処理部 4 は、定期的に、所定周波数（例えば、上述の特定周波数と同じ 8 2 k H z ）の超音波に対する受波素子 3 の出力に基づいて、音源部 1 の出力変動や受波素子 3 の感度変動がキャンセルされるように制御部 2 による音源部 1 の制御条件と受波素子 3 の出力の信号処理条件との少なくとも一方を変更するようにすれば、音源部 1 の出力変動や受波素子 3 の感度変動を定期的にキャンセルすることが可能となり、長期的な信頼性が高くなる。

20

【 0 0 6 8 】

なお、本実施形態の火災感知器においても、図 1 に示した実施形態 1 と同様、信号処理部 4 に、音速検出手段 4 3、温度推定手段 4 4、熱式判断手段 4 5 を設けてもよい。

【 0 0 6 9 】

ところで、上記各実施形態では、音源部 1 と制御部 2 と受波素子 3 と信号処理部 4 とを 1 枚の回路基板 5 に設けて図示しない器体内に収納してあるが、音源部 1 と制御部 2 とを備えた音源部側ユニットと、受波素子 3 と信号処理部 4 とを備えた受波側ユニットとを別体として互いに対向配置する分離型の火災感知器を構成するようにしてもよい。また、音源部 1 は上述の図 3 に示した構成の音波発生素子に限らず、例えば、アルミニウム製の薄板を発熱体部として当該発熱体部への通電に伴う発熱体部の急激な温度変化による熱衝撃によって音波を発生させるものでもよい。

30

【 0 0 7 0 】

また、上記各実施形態において、制御部 2 が、音源部 1 から防虫効果のある周波数の超音波を送波させるようにすれば、上記監視空間に虫が侵入するのを防止することができ、虫に起因した非火災報を低減できる。ここで、制御部 2 は、煙濃度を推定するために音源部 1 から送波させる周波数の超音波とは別に、防虫効果のある周波数の超音波を定期的に送波させるようにしてもよいし、煙濃度を推定するために音源部 1 から送波する超音波の周波数を防虫効果のある周波数に設定するようにしてもよい。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 1 】

【 図 1 】 実施形態 1 の火災感知器のブロック図である。

【 図 2 】 同上における火災感知器の要部を示し、( a ) は概略下面図、( b ) は概略側面図である。

【 図 3 】 同上における音源部を構成する音波発生素子の概略断面図である。

【 図 4 】 同上における受波素子を示し、( a ) は一部破断した概略斜視図、( b ) は概略断面図である。

【 図 5 】 実施形態 2 の火災感知器のブロック図である。

50

- 【図6】同上における音源部の出力周波数と音圧の単位減衰率との関係図である。  
 【図7】同上における音源部の出力周波数と相対的単位減衰率との関係図である。  
 【図8】同上の動作例を示すフローチャートである。  
 【図9】同上における煙濃度と特定周波数の超音波の減衰率との関係図である。  
 【図10】同上の他の例を示すブロック図である。  
 【図11】同上のさらに他の例を示すブロック図である。  
 【図12】同上のさらに他の例を示すブロック図である。  
 【図13】同上のさらに他の例を示すブロック図である。  
 【符号の説明】

## 【0072】

- 1 音源部
  - 1 a 音波発生素子
- 2 制御部
- 3 受波素子
- 4 信号処理部
- 5 回路基板（ベース部材）
- 6 遮音壁
  - 1 1 ベース基板
  - 1 2 熱絶縁層
  - 1 3 発熱体層（発熱体部）
  - 1 4 パッド
  - 4 1 煙濃度推定手段
  - 4 2 煙式判断手段
  - 4 3 音速検出手段
  - 4 4 温度推定手段
  - 4 5 熱式判断手段
  - 4 6 粒子種別推定手段
  - 4 7 煙濃度推定手段
  - 4 8 記憶手段

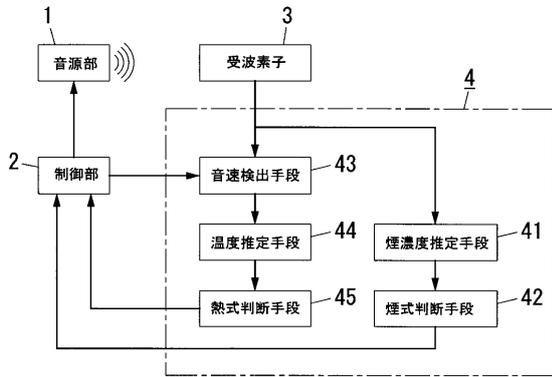
10

20

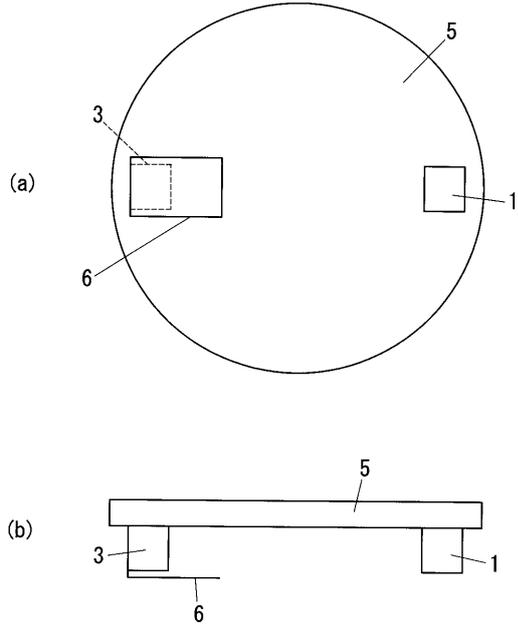
30

【 図 1 】

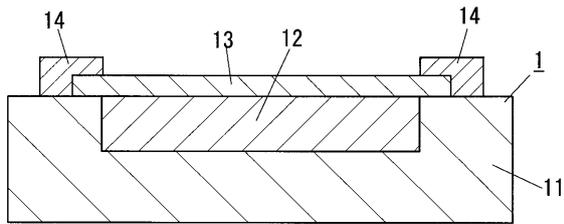
- 1 音源部
- 2 制御部
- 3 受波素子
- 4 信号処理部
- 41 煙濃度推定手段
- 42 煙式判断手段
- 43 音速検出手段
- 44 温度推定手段
- 45 熱式判断手段



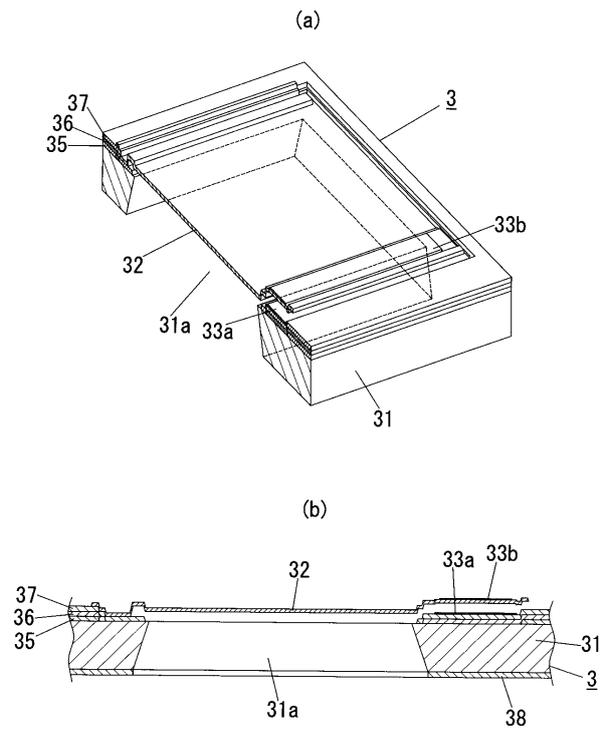
【 図 2 】



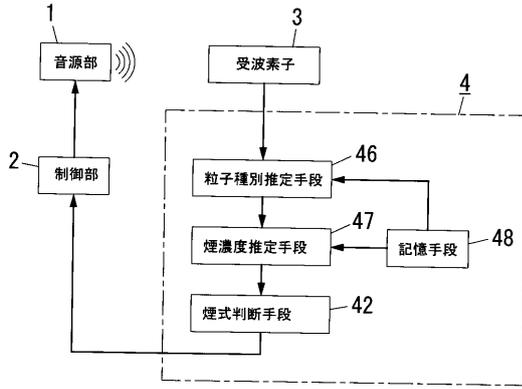
【 図 3 】



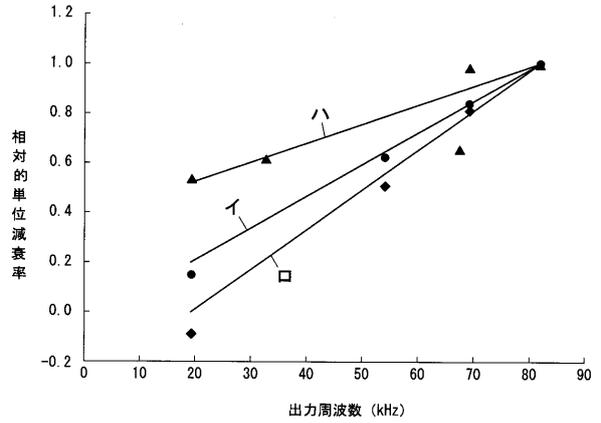
【 図 4 】



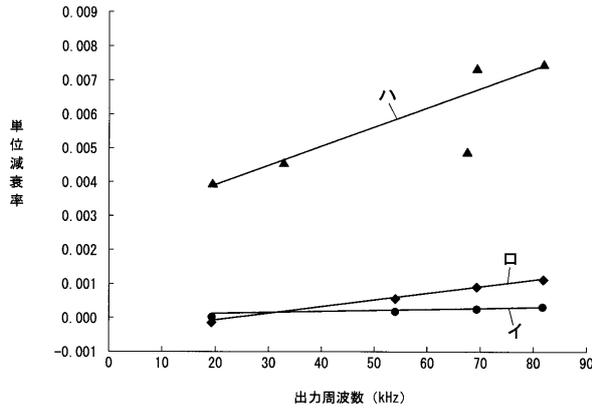
【図5】



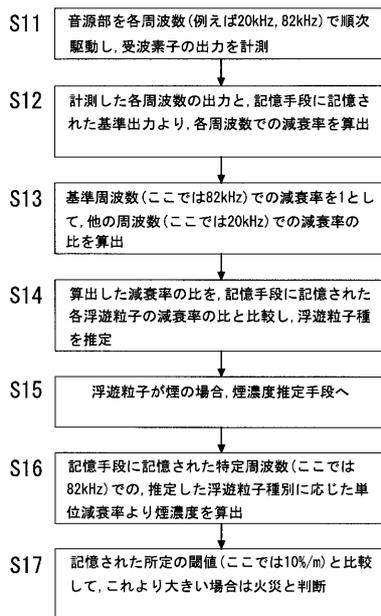
【図7】



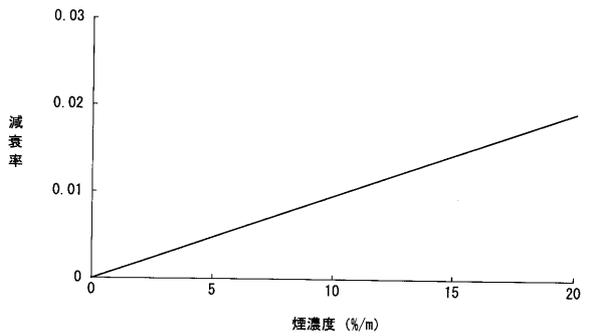
【図6】



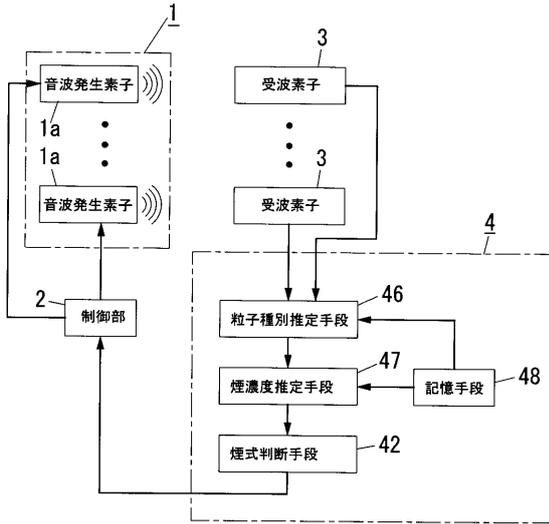
【図8】



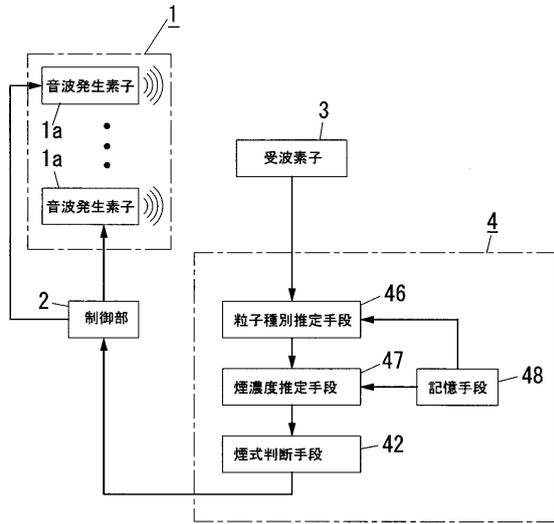
【図9】



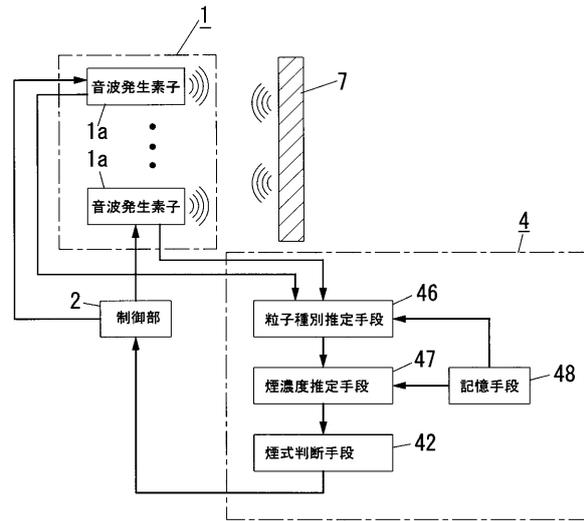
【図10】



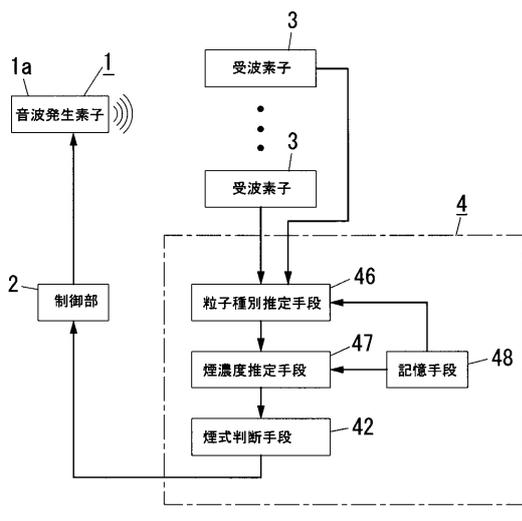
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

審査官 佐々木 芳枝

(56)参考文献 特開2005-258747(JP,A)  
特開昭49-064398(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G08B 17/10  
G01N 29/00