

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5343054号
(P5343054)

(45) 発行日 平成25年11月13日 (2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月16日 (2013.8.16)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 M 3/02 (2006.01)

GO 1 M 3/02 M

GO 1 M 3/38 (2006.01)

GO 1 M 3/38 H

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2010-202028 (P2010-202028)
 (22) 出願日 平成22年9月9日 (2010.9.9)
 (65) 公開番号 特開2012-58093 (P2012-58093A)
 (43) 公開日 平成24年3月22日 (2012.3.22)
 審査請求日 平成24年10月30日 (2012.10.30)

(73) 特許権者 000236056
 三菱電機ビルテクノサービス株式会社
 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号
 (73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 渡辺 広
 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 三
 菱電機ビルテクノサービス株式会社内
 (72) 発明者 藤井 直樹
 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 三
 菱電機ビルテクノサービス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス漏れ検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検査対象領域におけるガス漏れを検出するガス漏れ検出装置において、
 検査対象領域を撮影する赤外線カメラと、
 赤外線カメラにより撮影された赤外線画像を処理する画像処理部と、
 を有し、
 画像処理部は、時系列に並べられた複数の赤外線画像からガス漏れによる動的なゆらぎ
 を抽出するゆらぎ抽出部と、画像処理部の処理結果に基づいてガス漏れを判断するガス漏
 れ判断部とを有し、
ゆらぎ抽出部は、
所定時間の間隔で互いに隣接する赤外線画像からその画像内における輝度の変化を時系
 列に次々と算出する輝度変化算出部と、
輝度変化算出部による算出値の絶対値をそれぞれ算出する絶対値算出部と、
絶対値算出部により算出された各絶対値を時系列に次々と加算する絶対値加算部と、
を有し、
絶対値加算部により算出された加算値に基づいて動的なゆらぎを抽出し、
ガス漏れ判断部は、ゆらぎ抽出部により動的なゆらぎが抽出された場合、ガス漏れが発
 生していると判断する、
 ことを特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のガス漏れ検出装置において、
前記所定時間は、ガス漏れによるゆらぎの周期より小さく、検査対象領域の背景における輝度の変化の周期より大きくなるような時間である、
ことを特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のガス漏れ検出装置において、
ゆらぎ抽出部は、加算値が所定値以上である場合、その部分を動的なゆらぎとして抽出する、
ことを特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載のガス漏れ検出装置において、
ゆらぎ抽出部は、赤外画像中の所定の画素領域毎における加算値の最大値と最小値の差が所定値以上である場合、最大値とその周囲を動的なゆらぎとして抽出する、
ことを特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載のガス漏れ検出装置において、
画像処理部は、赤外線画像内の所定の画素領域ごとで輝度を平均化し、このデータを輝度変化算出部に出力する輝度平均化部を有する、
ことを特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載のガス漏れ検出装置において、
赤外線カメラは、ガスの赤外吸光特性が現れる波長範囲の赤外線がレンズを通過することを許容し、その他の波長範囲の赤外線がレンズを通過することを防止するフィルタを有する、
ことを特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載のガス漏れ検出装置において、
赤外線カメラにより撮影された赤外線画像とともに、ゆらぎ抽出部により抽出されたゆらぎを表示する表示部を有することを特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載のガス漏れ検出装置において、
検査対象領域を撮影する可視光カメラと、
可視光カメラにより撮影された可視光画像とともに、ゆらぎ抽出部により抽出されたゆらぎを表示する表示部と、
を有することを特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のガス漏れ検出装置において、
検査対象領域を撮影する可視光カメラを有し、
画像処理部は、赤外線カメラにより撮影された赤外線画像と、可視光カメラにより撮影された可視光画像とを処理し、
ゆらぎ抽出部は、時系列に並べられた複数の赤外線及び可視光画像からガス漏れによる動的なゆらぎを抽出する、
ことを特徴とするガス漏れ検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス漏れを検出するガス漏れ検出装置の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来から、ガスの赤外吸光特性を利用して、検査対象領域におけるガス漏れを検出するガス漏れ検出装置が知られている。

【0003】

下記特許文献1には、赤外線カメラにより撮影され、フィルタリングされた後の赤外線画像により、化学物質の漏出を視覚的に検出する化学物質漏出検査システムが記載されている。

【0004】

この化学物質漏出検査システムにおいては、化学物質の赤外吸光特性、すなわち化学物質は赤外光の吸光度が非常に高い波長範囲を有するという特性を利用し、フィルタリングにより、その波長範囲の間の赤外線を通させ、この通過帯域の赤外線画像に基づいて化学物質の漏出を視覚的に検出している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2007-515621号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の、ガスの赤外吸光特性を利用したガス漏れ検出装置においては、赤外線カメラにより撮影され画像処理された画像をモニター等の画面に表示させて、ガス漏れを検出している。具体的には、検査員が、画面に表示される画像に基づいて、ガス漏れの判断及びガス漏れ箇所の特定を行なっている。

20

【0007】

しかしながら、赤外線カメラにより撮影される画像には、ガス以外の画像、言い換えれば検査対象領域内の背景が含まれ、その背景の輝度分布が均一ではない場合、その不均一な輝度分布に影響されてガス漏れを正確に検出することができないという問題がある。

【0008】

また、ガスの漏れ量が少ない場合には、そのガスの赤外吸光特性が画像に表れにくくなるので、検査員が視覚的にガス漏れを検出することは困難になってしまうという問題がある。

30

【0009】

本発明の目的は、検査対象領域の輝度分布が不均一である状況、またはガスの漏れ量が少ない状況であっても、ガス漏れを正確に検出することができるガス漏れ検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、検査対象領域におけるガス漏れを検出するガス漏れ検出装置において、検査対象領域を撮影する赤外線カメラと、赤外線カメラにより撮影された赤外線画像を処理する画像処理部と、を有し、画像処理部は、時系列に並べられた複数の赤外線画像からガス漏れによる動的なゆらぎを抽出するゆらぎ抽出部を有することを特徴とする。

40

【0011】

また、画像処理部の処理結果に基づいてガス漏れを判断するガス漏れ判断部を有し、ガス漏れ判断部は、ゆらぎ抽出部により動的なゆらぎが抽出された場合、ガス漏れが発生していると判断することができる。

【0012】

また、ゆらぎ抽出部は、所定時間の間隔で互いに隣接する赤外線画像からその画像内における輝度の変化を時系列に次々と算出する輝度変化算出部と、輝度変化算出部による算出値の絶対値をそれぞれ算出する絶対値算出部と、絶対値算出部により算出された各絶対値を時系列に次々と加算する絶対値加算部と、を有し、絶対値加算部により算出された加算値に基づいて動的なゆらぎを抽出することができる。

50

【 0 0 1 3 】

また、ゆらぎ抽出部は、加算値が所定値以上である場合、その部分を動的なゆらぎとして抽出することができる。

【 0 0 1 4 】

また、ゆらぎ抽出部は、赤外画像中の所定の画素領域毎における加算値の最大値と最小値の差が所定値以上である場合、最大値とその周囲を動的なゆらぎとして抽出することができる。

【 0 0 1 5 】

また、前記所定時間は、ガス漏れによるゆらぎの周期より小さく、検査対象領域の背景における輝度の変化の周期より大きくなるような時間であることが好適である。

10

【 0 0 1 6 】

また、画像処理部は、赤外線画像内の所定の画素領域ごとで輝度を平均化し、このデータを輝度変化算出部に出力する輝度平均化部を有することができる。

【 0 0 1 7 】

また、赤外線カメラは、ガスの赤外吸光特性が現れる波長範囲の赤外線がレンズを通過することを許容し、その他の波長範囲の赤外線がレンズを通過することを防止するフィルタを有することができる。

【 0 0 1 8 】

また、赤外線カメラにより撮影された赤外線画像とともに、ゆらぎ抽出部により抽出されたゆらぎを表示する表示部を有することができる。

20

【 0 0 1 9 】

また、検査対象領域を撮影する可視光カメラと、可視光カメラにより撮影された可視光画像とともに、ゆらぎ抽出部により抽出されたゆらぎを表示する表示部とを有することができる。

【 0 0 2 0 】

また、検査対象領域を撮影する可視光カメラを有し、画像処理部は、赤外線カメラにより撮影された赤外線画像と、可視光カメラにより撮影された可視光画像とを処理し、ゆらぎ抽出部は、時系列に並べられた複数の赤外線及び可視光画像からガス漏れによる動的なゆらぎを抽出することができる。

【 発明の効果 】

30

【 0 0 2 1 】

本発明のガス漏れ検出装置によれば、検査対象領域の輝度分布が不均一である状況、またはガスの漏れ量が少ない状況であっても、ガス漏れを正確に検出することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 本実施形態に係るガス漏れ検出装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 フィルタの機能を示す図である。

【 図 3 】 検査対象領域の背景と、漏出するガスとの輝度の時系列変化の関係の一例を示す図である。

【 図 4 】 表示部の画面を示す図である。

40

【 図 5 】 ガス漏れ検出装置の制御動作の一例を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 3 】

以下、本発明に係るガス漏れ検出装置の実施形態について、図を用いて説明する。一例として、空調及び冷凍設備の機器を挙げ、この機器の冷媒回路を流れる冷媒ガスの漏れを検出するガス漏れ検出装置について説明する。なお、本発明は、対象となるガスが冷媒ガスに限らず、赤外吸光特性を有するガス、例えばメタンなどの燃料ガスにも適用することができる。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、本実施形態に係るガス漏れ検出装置の構成を示す図である。本実施形態のガス

50

漏れ検出装置 10 は、検査対象領域 12 におけるガス漏れを検出する装置であり、特に、ガスの赤外吸光特性を利用した、ガス漏れによる動的なゆらぎの抽出によりガス漏れを検出する装置であることを特徴とする。このガス漏れ検出装置 10 によれば、検査対象領域 12 の輝度分布が不均一である状況、またはガスの漏れ量が少ない状況であっても、ガス漏れによる動的なゆらぎを確実に抽出することができるので、その抽出結果に基づきガス漏れを正確に検出することができる。

【0025】

検査対象領域 12 とは、ガス漏れ検査の対象となる領域のことであり、本実施形態においては空調及び冷凍設備の機器に設けられる熱交換器 14 とその周囲とを含む領域のことである。なお、この領域は一例であり、本発明はこれに限定されない。

10

【0026】

ガス漏れによる動的なゆらぎとは、ガスが配管などの設備、本実施形態では熱交換器 14 から漏れ出ている状態のことである。この状態においては、設備内の高圧のガスが継続的にゆれ動きながら漏れ出ている。後述するが、本実施形態のガス漏れ検出装置 10 は、ガスの赤外吸光特性を利用して、このゆらぎを抽出し、視覚的に認識できるようにする。

【0027】

ガス漏れ検出装置 10 は、検査対象領域 12 を撮影する赤外線カメラ 16 と可視光カメラ 18 とを有する。これらのカメラ 16, 18 は、所定のフレームレートに相当する画像を抽出し、その画像を後述する画像処理部 24 に供給する。

【0028】

20

赤外線カメラ 16 は、赤外線画像を取得するカメラである。赤外線カメラ 16 は、検査対象領域 12 に赤外線を照射する赤外光源 20 と、検査対象領域 12 に照射された赤外線を取り込むレンズ 16a と、検査対象領域 12 とレンズ 16a との間に設けられたフィルタ 22 とを有する。

【0029】

赤外光源 20 は、図 1 に示されるように、検査対象領域 12 に対してレンズ 16a と同方向に設けられ、レンズ 16a は、検査対象領域 12 で反射した赤外線を取り込む。なお、本発明はこの構成に限定されず、赤外光源 20 を、検査対象領域 12 に対してレンズ 16a とは反対方向に設け、レンズ 16a が、検査対象領域を通過した赤外線を取り込むようにすることもできる。

30

【0030】

フィルタ 22 の機能について、図 2 を用いて説明する。図 2 には、ガスの吸光度と波長が示される。吸光度とは、光がガスを通じた際に光の強度がどの程度弱まったかを示す無次元数である。この図に示されるように、ガスは、吸光度がある波長範囲において非常に高くなるという赤外吸光特性を有する。本実施形態の冷媒ガスは、吸光度が約 $10.8 \mu\text{m}$ の波長のところでピークになる赤外吸光特性を有する。そこで、フィルタ 22 は、その赤外吸光特性の波長範囲（図に示される A の帯域）の赤外線のみを通過させる機能を有する。つまり、フィルタ 22 は、ガスの赤外吸光特性が現れる波長範囲の赤外線がレンズ 16a を通過することを許容し、その他の波長範囲の赤外線がレンズを通過することを防止する機能を有する。このように、レンズ 16a へ向かう赤外線の波長範囲を制限することにより、ガスの赤外吸光特性を利用した情報を取り入れつつノイズを低減することができる。ガス漏れ判断の確実性の向上を図ることができる。

40

【0031】

可視光カメラ 18 は、可視光画像を取得するカメラである。可視光カメラ 18 は、可視光を取り込むレンズ 18a を有する。なお、可視光カメラ 18 は、検査対象領域 12 の照度を確保するため、検査対象領域 12 に可視光を照射する光源（図示せず）を有することもできる。

【0032】

また、ガス漏れ検出装置 10 は、赤外線及び可視光カメラ 16, 18 より撮影された画像を処理する画像処理部 24 と、画像処理部 24 の処理結果に基づいてガス漏れを判断す

50

るガス漏れ判断部 26 と、画像処理部 24 により処理された画像を表示する表示部 28 とを有する。

【0033】

画像処理部 24 は、可視光カメラ 18 により撮影された可視光画像を、表示部 28 に表示させるように処理する。一方、画像処理部 24 は、赤外線カメラ 16 により撮影された赤外線画像を、以下に示す構成に基づいて処理し、ガス漏れによる動的なゆらぎを抽出する。

【0034】

画像処理部 24 は、輝度平均化部 30 とゆらぎ抽出部 32 と記憶部（図示せず）とを有する。画像処理部 24 は、赤外線カメラ 16 から供給される赤外線画像内における各画素の輝度を数値化する。そして、輝度平均化部 30 は、赤外線画像内の所定の画素領域ごと、すなわち複数の画素からなる集合領域ごとで輝度を平均化し、そのデータをゆらぎ抽出部 32 に出力する。所定の画素領域で輝度を平均化することにより、処理速度の向上を図るとともに、ノイズの低減を図ることができる。なお、本発明はこの構成に限定されず、単に、赤外線画像内における各画素の輝度を数値化したものを、ゆらぎ抽出部 32 に出力することもできる。また、各画素に対し、その近傍の所定の画素領域の情報を用いたメディアンフィルタ等の手法を用いたノイズ除去を行ったデータを、ゆらぎ抽出部 32 に出力することもできる。また、本実施形態においては、輝度が画素ごとに数値化される場合について説明したが、本発明はこの構成に限定されず、輝度が赤外線画像内における任意の X - Y 座標ごとに数値化されてもよい。

【0035】

ゆらぎ抽出部 32 は、赤外線カメラ 16 からの赤外線画像であって、時系列に並べられた複数（ n 枚）の赤外線画像に基づいて動的なゆらぎを抽出する。ゆらぎ抽出部 32 は、輝度変化算出部 34 と絶対値算出部 36 と絶対値加算部 38 とを有する。

【0036】

輝度変化算出部 34 には、輝度平均化部 30 から、赤外線画像内の所定の画素領域ごとに平均化された輝度に関するデータが入力される。このデータは、赤外線カメラ 16 により取り込まれ、時系列に並んだ n 枚の赤外線画像ごとに入力される。このとき、互いに隣接する赤外線画像の時間的間隔は、所定時間 T である。輝度変化算出部 34 は、所定時間 T の間隔で互いに隣接する赤外線画像からその画像内における輝度の変化を時系列に次々（ $n - 1$ 回）と算出する。具体的には、互いに隣接する赤外線画像内の互いに対応する、上述した画素領域の輝度の変化を算出する。輝度の変化とは、互いの輝度の差分であっても、互いの輝度の変化率であってもよい。

【0037】

所定時間 T とは、ガス漏れによるゆらぎの周期 T_1 より小さく、検査対象領域 12 の背景における輝度の変化の周期 T_2 より大きくなるような期間のことである。これらの周期 T_1 、 T_2 について、図 3 を用いて説明する。図 3 の上段には、検査対象領域 12 の背景の輝度の時系列変化が示され、下段には、漏出するガスの輝度の時系列変化が示される。図に示されるように、漏出するガスはゆらぐため、輝度の変化度合いが大きく、その変化周期は周期 T_1 （例えば $0.1 \sim 100 \text{ Hz}$ ）である。一方、検査対象領域 12 の背景の画像中の輝度信号には、太陽光などによる外乱光や熱によるノイズが含まれる。太陽光などの外乱光によるノイズは、変化が上記ガス漏れによる輝度ゆらぎに比べ非常にゆっくりと変化し、ガス漏れによる輝度ゆらぎの周期においては、ほぼ一定とみなすことができる。また、熱によって発生する輝度信号中のノイズ成分は、周期 T_1 より遥かに小さい周期 T_2 で変化する。そうすると、所定時間 T は、例えば $0.005 \sim 5$ 秒に設定可能である。

【0038】

輝度変化算出部 34 においては、周期 T_2 より大きい所定時間 T の間隔で隣接する赤外線画像から輝度の変化が算出されるので、検査対象領域 12 の背景の算出値、すなわちノイズを比較的小さくすることができる。一方、輝度変化算出部 34 においては、周期 T_1

より小さい所定時間 T の間隔で隣接する赤外線画像から輝度の変化が算出されるので、漏出するガスのゆらぎ領域の算出値を確実に大きくすることができる。

【 0 0 3 9 】

絶対値算出部 3 6 は、輝度変化算出部 3 4 により算出された算出値の絶対値を算出する。ゆらぎ領域の輝度の変化分と、背景の輝度の変化分とを大きさの絶対値により比較するためである。そして、絶対値算出部 3 6 は、算出された絶対値を絶対値加算部 3 8 に出力する。このように輝度変化を絶対値化することにより、抽出対象のゆらぎと、背景となるノイズとの差分が明確になり、S N 比の増大を図ることができる。

【 0 0 4 0 】

絶対値加算部 3 8 は、絶対値算出部 3 6 により算出された各絶対値を加算する。具体的には、各赤外線画像の上述した画素領域に対応する $n - 1$ 個の絶対値を順次加算する。この加算は、画素領域ごとの絶対値に対して行なわれる。ここで、加算とは、絶対値の単なる加算であっても、絶対値の加算平均であってもよい。この絶対値の加算により、S N 比の増大をさらに図ることができる。言い換えれば、普段、ノイズに紛れそうなゆらぎであっても確実に抽出することができる。

10

【 0 0 4 1 】

このように、輝度変化算出部 3 4 により、ゆらぎ領域の輝度の変化分と、背景の輝度の変化分に差を付け、絶対値算出部 3 6 により、その差を絶対値化し、絶対値加算部 3 8 により、ゆらぎとノイズとの違いを大きくすることができる。言い換えれば、ゆらぎに対して、背景というノイズを相対的に小さくすることができる。よって、ゆらぎ抽出部 3 2 は、検査対象領域 1 2 において、わずかにガスが漏れ出ていたとしても、絶対値加算部 3 8 により算出された加算値に基づいて動的なゆらぎを確実に抽出することができる。

20

【 0 0 4 2 】

ゆらぎ抽出部 3 2 は、加算値が所定値以上である場合、その部分を動的なゆらぎとして抽出する。この所定値は、処理される赤外線画像の枚数 n により任意に設定可能である。また、ゆらぎ抽出部 3 2 は、赤外線画像中の所定の画素領域ごとにおける、加算値の最大値と最小値の差または比 (S N 比) が所定値以上である場合、最大値とその周囲を動的なゆらぎとして抽出することができる。

【 0 0 4 3 】

画像処理部 2 4 の記憶部は、所定容量を有し、各カメラ 1 6 , 1 8 の画像と、上述の処理経過及び結果のデータとを記憶する。画像処理部 2 4 は、記憶部の容量の飽和対策および効率的な利用の観点から、複数の画像処理パターンを有する。

30

【 0 0 4 4 】

具体的には、画像処理部 2 4 は、予め規定された N 枚の赤外線画像に基づいて処理を行なう方法を有する。上限を N 枚と規定することで、記憶部の容量超過を防止することができる。この方法は、検査対象領域 1 2 における一度きりの検査に適している。また、画像処理部 2 4 は、予め規定された N 枚の赤外線画像に基づいて処理を繰り返す方法を有する。繰り返し動作時に、記憶部のデータが更新されるので、記憶部の容量超過を防止することができる。この方法は、検査対象領域 1 2 を継続的に検査する、いわゆる定常検査に適している。また、画像処理部 2 4 は、継続して取得される赤外線画像のなかで、直近の N 枚の赤外線画像に基づいて処理を行なう方法を有する。すなわち単純移動平均の処理方法である。この方法は、検査対象領域 1 2 の定常検査に適しているが、上記 2 の方法より記憶部の容量が必要になる。さらに、画像処理部 2 4 は、処理すべき赤外線画像の規定枚数を規定せず、加重移動平均の処理を行なう方法を有する。この方法は、直近の、重み付けされたデータのみを記憶すればよいので、記憶部の容量を少なくすることができる。

40

【 0 0 4 5 】

ガス漏れ判断部 2 6 は、ゆらぎ抽出部 3 2 により動的なゆらぎが抽出された場合、ガス漏れが発生していると判断する。このとき、音やランプなどで検査員に報知してもよい。

【 0 0 4 6 】

表示部 2 8 は、画像を表示する例えばディスプレイである。表示部 2 8 は、図 4 に示さ

50

れるように、可視光カメラ 18 により撮影された、熱交換器 14 を含む可視光画像とともに、ゆらぎ抽出部 32 により抽出されたゆらぎ 40 を表示する。このように、可視光画像とゆらぎ 40 が重ね合わされて表示部 28 に表示されることにより、検査員は、検査対象領域 12 におけるガス漏れの場所を視覚的に容易に特定することができる。

【0047】

なお、本実施形態においては、表示部 28 は、可視光カメラ 18 により撮影された可視光画像とともにゆらぎ 40 を表示する場合について説明したが、本発明はこの構成に限定されない。表示部 28 が、赤外線カメラ 16 により撮影された赤外線画像とともにゆらぎ 40 を表示することもできる。この場合であっても、検査員は、本実施形態より視認性が劣るが、検査対象領域 12 におけるガス漏れの場所を視覚的に容易に特定することができる。

10

【0048】

次に、本実施形態に係るガス漏れ検出装置 10 の制御動作について、図 5 のフローチャートを用いて説明する。なお、この制御動作において、画像処理部 24 が、予め規定された N 枚の赤外線画像に基づいて処理を行なうものとする。

【0049】

まず、ステップ S101 において、赤外線及び可視光カメラ 16, 18 により、検査対象領域 12 が撮影された画像が画像処理部 24 に取り込まれる。ステップ S102 では、輝度平均化部 30 により、時系列に供給される N 枚の赤外線画像ごとに、画像内における画素の輝度が所定の画素領域ごとにそれぞれ平均化される。

20

【0050】

そして、ステップ S103 において、輝度変化算出部 34 により、時系列的に隣接する赤外線画像の輝度であって、互いに対応する所定の画素領域の平均化された輝度の変化が算出される。ステップ S104 では、絶対値算出部 36 により、その輝度の変化の絶対値が算出される。これにより、所定の画素領域の絶対値が N - 1 個算出される。

【0051】

次に、ステップ S105 において、絶対値加算部 38 により、所定の画素領域ごとに絶対値が加算され、ステップ S106 で加算値が所定値以上であるか否かが判断される。加算値が所定値以上である場合、ステップ S107 に進み、動的なゆらぎが抽出され、ガス漏れと判断される (ステップ S108)。一方、加算値が所定値未満である場合、ステップ S110 に進み、ガス漏れ無しと判断され、本制御動作が終了する。

30

【0052】

ガス漏れと判断されと、ステップ S109 に進み、表示部 28 にゆらぎ 40 が表示され、検査員によりガス漏れの場所が特定される。

【0053】

本実施形態によれば、ガス漏れによるゆらぎ領域の輝度の変化の大きさと、背景の輝度の変化の大きさをそれぞれ加算、または加算平均することで、ゆらぎと背景 (ノイズ) を明確にする、すなわち S/N 比を大きくさせることができる。これにより、検査対象領域の輝度分布が不均一である状況、すなわちノイズがある状況、またはガスの漏れ量が少ない状況であっても、ガス漏れによる動的なゆらぎを抽出することができ、ガス漏れを正確に検出するとともに、その場所を容易に特定することができる。

40

【0054】

本実施形態においては、画像処理部 24 が、赤外線画像の処理によってガス漏れによる動的なゆらぎを抽出する場合について説明したが、本発明はこの構成に限定されない。画像処理部 24 が、赤外線画像と可視光画像の処理によってもガス漏れによる動的なゆらぎを抽出することができる。この場合、画像処理部 24 は、同一時間の赤外線画像と可視光画像における輝度の変化を算出し、この算出結果を輝度変化算出部 34 へ出力する。なお、画像処理部 24 は、輝度平均化部 30 により同一時間の赤外線画像と可視光画像における輝度を平均化した後に、これらの輝度の変化を算出してよい。

【0055】

50

本実施形態においては、画像処理部 24 で、輝度平均化部 30 からの所定の画素領域ごとに輝度を平均化したデータをゆらぎ抽出部 32 に入力させ、そのデータをもとに処理する場合について説明したが、本発明はこの構成に限定されない。段落 0034 において述べたように、赤外画像データの各画素の輝度をそのまま数値化したデータをゆらぎ抽出部 32 に入力し、処理してもよく、またノイズ除去処理を行ったデータをゆらぎ抽出部 32 に入力し処理してもよい。

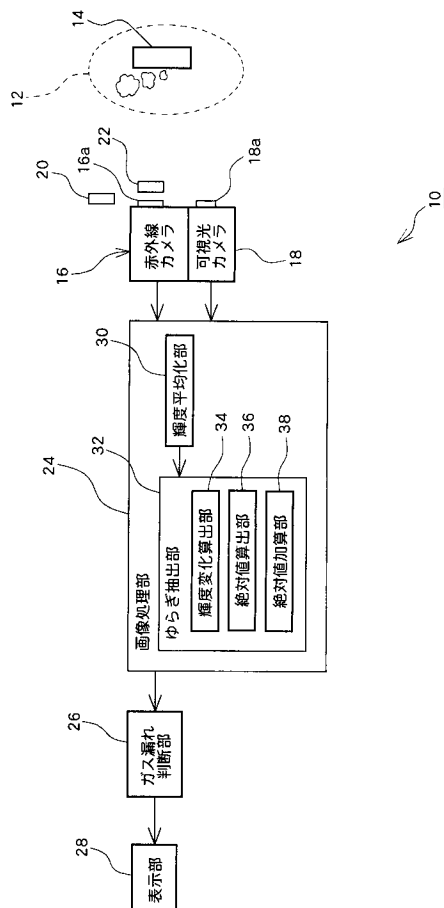
【符号の説明】

【0056】

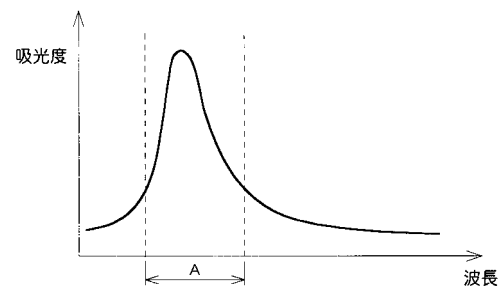
10 ガス漏れ検出装置、12 検査対象領域、14 熱交換器、16 赤外線カメラ、18 可視光カメラ、20 赤外光源、22 フィルタ、24 画像処理部、26 ガス漏れ判断部、28 表示部、30 輝度平均化部、32 ゆらぎ抽出部、34 輝度変化算出部、36 絶対値算出部、38 絶対値加算部。

10

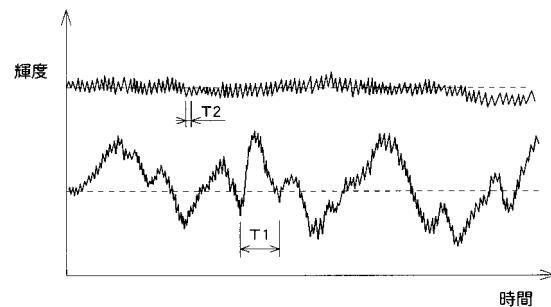
【図 1】



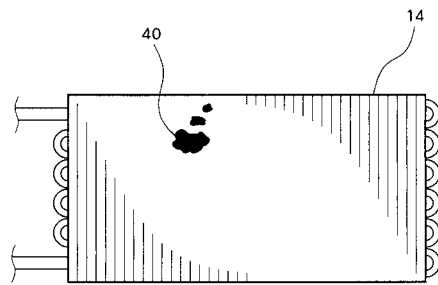
【図 2】



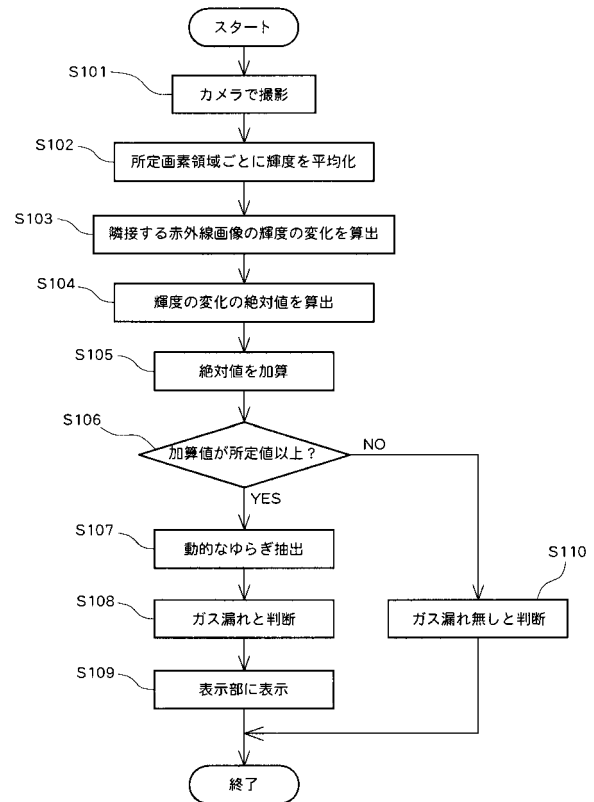
【図 3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 門井 隆治
東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 三菱電機ビルテクノサービス株式会社内
- (72)発明者 鹿井 正博
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 中島 利郎
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 堀 淳二
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 萩田 裕介

- (56)参考文献 特開平06-331480(JP,A)
特開平11-237302(JP,A)
特許第2622538(JP,B2)
特公昭57-037817(JP,B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01M 3/00 - 3/40