

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年11月8日(08.11.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/203480 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 3/38 (2006.01) *H04N 7/18* (2006.01)
G06T 7/174 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/016005
- (22) 国際出願日: 2018年4月18日(18.04.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-091796 2017年5月2日(02.05.2017) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 浅野 基広 (ASANO, Motohiro); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小谷 悦司, 外 (KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号大阪中之島ビル2階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) **Title:** GAS-DETECTION IMAGE PROCESSING DEVICE, GAS-DETECTION IMAGE PROCESSING METHOD, AND GAS-DETECTION IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: ガス検知用画像処理装置、ガス検知用画像処理方法、及び、ガス検知用画像処理プログラム

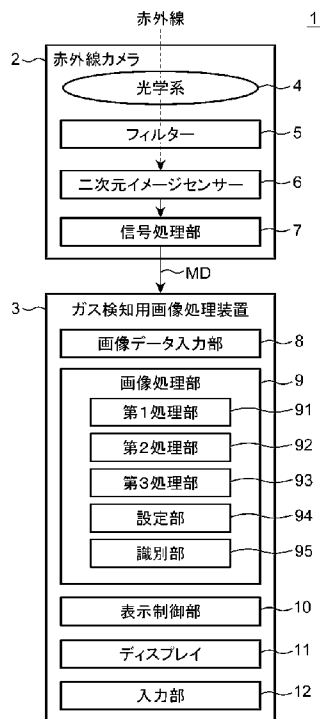


Fig. 1a

- 1 Infrared light
- 2 Infrared camera
- 3 Gas-detection image processing device
- 4 Optical system
- 5 Filter
- 6 Two-dimensional image sensor
- 7 Signal processing unit
- 8 Image data input unit
- 9 Image processing unit
- 10 Display control unit
- 11 Display
- 12 Input unit
- 91 First processing unit
- 92 Second processing unit
- 93 Third processing unit
- 94 Setting unit
- 95 Identification unit

(57) **Abstract:** A gas-detection image processing device that comprises a first processing unit, a second processing unit, a third processing unit, and a setting unit. The first processing unit: performs processing that extracts a gas candidate region from each of a plurality of chronologically captured infrared images; and thereby generates a plurality of first images.

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

The second processing unit uses two or more of the first images that correspond to a first prescribed period of time to generate a second image that includes a first appearance region that indicates that a gas candidate region appeared during at least a portion of the first prescribed period of time. The third processing unit uses two or more of the first images that correspond to a second prescribed period of time that is different from the first prescribed period of time to generate a third image that includes a second appearance region that indicates that a gas candidate region appeared during at least a portion of the second prescribed period of time. The setting unit sets a peripheral region in the third image in the periphery of a location that corresponds to the location of the first appearance region in the second image.

(57) 要約：ガス検知用画像処理装置は、第1処理部と、第2処理部と、第3処理部と、設定部と、を備える。第1処理部は、時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第1画像を生成する。第2処理部は、第1所定期間に対応する2以上の第1画像を基にして、第1所定期間の少なくとも一部でガス候補領域が出現していたことを示す第1出現領域を含む第2画像を生成する。第3処理部は、第1所定期間と異なる第2所定期間に対応する2以上の第1画像を基にして、第2所定期間の少なくとも一部でガス候補領域が出現していたことを示す第2出現領域を含む第3画像を生成する。設定部は、第3画像において、第2画像の第1出現領域の位置に相当する位置の周辺に周辺領域を設定する。

明 細 書

発明の名称：

ガス検知用画像処理装置、ガス検知用画像処理方法、及び、ガス検知用画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、赤外画像を利用してガスを検知する技術に関する。

背景技術

[0002] ガス漏れが発生したとき、漏れたガスが漂っている領域では、わずかな温度変化が生じる。この原理を利用してガス検知する技術として、赤外画像を利用したガス検知が知られている。

[0003] 赤外画像を利用したガス検知として、例えば、特許文献 1 は、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ガス漏れ検出装置を開示している。

[0004] 本発明者は、赤外画像を用いるガス検知において、流れているガス状の物質（例えば、雲、蒸気）が、同じ位置から常に出ているガス（例えば、配管等のガス漏洩源から常に出ているガス）と誤検知されることを見出した。なお、同じ位置は、全く同じ位置でもよいし、ほぼ同じ位置でもよい。「ほぼ同じ位置」とは、以下の通りである。例えば、ある配管に発生した漏洩箇所（漏洩源）が、この漏洩源よりも手前にある別の配管等と重なって撮影されている場合、漏洩源から漏洩しているガスの全部が撮影されず、別の配管等と重なっていないガスの一部が撮像される。風等の影響でガスがゆらいたとき、画像上、ガスが同じ漏洩源（同じ位置）から出ているように見えないことがある。このような場合、ほぼ同じ位置からガスが出ていると言う。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2012-58093号公報

発明の概要

[0006] 本発明は、ガスの検知精度を向上させることができるガス検知用画像処理装置、ガス検知用画像処理方法及びガス検知用画像処理プログラムを提供することを目的とする。

[0007] 上述した目的を実現するために、本発明の一側面を反映したガス検知用画像処理装置は、第1処理部と、第2処理部と、第3処理部と、設定部と、を備える。前記第1処理部は、時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第1画像を生成する。前記第2処理部は、前記複数の第1画像のうち、第1所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第1所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第1出現領域を含む第2画像を生成する。前記第3処理部は、前記複数の第1画像のうち、前記第1所定期間と異なる第2所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第2所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第2出現領域を含む第3画像を生成する。前記設定部は、前記第3画像において、前記第2画像の前記第1出現領域の位置に相当する位置の周辺に周辺領域を設定する。

[0008] 発明の1又は複数の実施形態により与えられる利点及び特徴は以下に与えられる詳細な説明及び添付図面から十分に理解される。これら詳細な説明及び添付図面は、例としてのみ与えられるものであり本発明の限定の定義として意図されるものではない。

図面の簡単な説明

[0009] [図1A]実施形態に係るガス検知システムの構成を示すブロック図である。

[図1B]図1Aに示すガス検知用画像処理装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図2]時系列画素データD1を説明する説明図である。

[図3]ガス漏れと背景の温度変化とが並行して発生している状態で、屋外の試

験場所を撮影した赤外画像を時系列で示す画像図である。

[図4A]試験場所の地点S P 1 の温度変化を示すグラフである。

[図4B]試験場所の地点S P 2 の温度変化を示すグラフである。

[図5]監視画像の生成処理を説明するフローチャートである。

[図6]地点S P 1 (図3) に対応する画素の時系列画素データD 1、時系列画素データD 1 から抽出された低周波数成分データD 2、時系列画素データD 1 から抽出された高周波数成分データD 3を示すグラフである。

[図7A]差分データD 4を示すグラフである。

[図7B]差分データD 5を示すグラフである。

[図8]標準偏差データD 6 及び標準偏差データD 7を示すグラフである。

[図9]差分データD 8を示すグラフである。

[図10]時刻T 1 のフレームを基にして生成された、画像I 1 0、画像I 1 1 及び画像I 1 2を示す画像図である。

[図11]時刻T 2 のフレームを基にして生成された、画像I 1 3、画像I 1 4 及び画像I 1 5を示す画像図である。

[図12]ガス候補が、同じ位置から常に出ているガスであるのか、又は、流れているガス状の物質であるのかを識別するために、実施形態で実行される画像処理を説明するフローチャートである。

[図13A]ガス状の物質が流れている事象に関する赤外画像を示す画像図である。

[図13B]同じ位置からガスが常に出ている事象に関する赤外画像を示す画像図である。

[図14]同じ位置から常に出ているガスの像を含む赤外画像(フレーム)で構成される動画データを用いて生成された監視画像の動画を構成するフレーム群を示す画像図である。

[図15A]ガス状の物質が流れている事象に関する第2画像を示す画像図である。

[図15B]同じ位置からガスが常に出ている事象に関する第2画像を示す画像図

である。

[図16A]ガス状の物質が流れている事象に関する、3つの第2画像、及び、これらの第2画像を基にして生成される第3画像を示す画像図である。

[図16B]同じ位置からガスが常に出ている事象に関する、3つの第2画像、及び、これらの第2画像を基にして生成される第3画像を示す画像図である。

[図17A]図16Aに示す第2画像と、これを2値化した第2画像と、図16Aに示す第3画像と、これを2値化した第3画像と、を示す画像図である。

[図17B]図16Bに示す第2画像と、これを2値化した第2画像と、図16Bに示す第3画像と、これを2値化した第3画像と、を示す画像図である。

[図18A]変形例に関する、図16Aに示す第2画像と、これを2値化した第2画像と、図16Aに示す第3画像と、これを2値化した第3画像と、を示す画像図である。

[図18B]変形例に関する、図16Bに示す第2画像と、これを2値化した第2画像と、図16Bに示す第3画像と、これを2値化した第3画像と、を示す画像図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して、本発明の1又は複数の実施形態が説明される。しかし、発明の範囲は、開示された実施形態に限定されない。

[0011] 各図において、同一符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その構成について、既に説明している内容については、その説明を省略する。本明細書において、総称する場合には添え字を省略した参照符号で示し（例えば、第2画像1m2）、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す（例えば、第2画像1m2-1）。

[0012] 図1Aは、実施形態に係るガス検知システム1の構成を示すブロック図である。ガス検知システム1は、赤外線カメラ2とガス検知用画像処理装置3とを備える。

[0013] 赤外線カメラ2は、ガス漏れの監視対象（例えば、ガス輸送管どうしが接続されている箇所）を含む被写体について、赤外面像の動画を撮影し、動画

を示す動画データMDを生成する。時系列に撮像された複数の赤外画像であればよく、動画に限定されない。赤外線カメラ2は、光学系4、フィルター5、二次元イメージセンサー6及び信号処理部7を備える。

[0014] 光学系4は、被写体の赤外画像を二次元イメージセンサー6上で結像させる。フィルター5は、光学系4と二次元イメージセンサー6との間に配置され、光学系4を通過した光のうち、特定波長の赤外線のみを通過させる。赤外の波長帯のうち、フィルター5を通過させる波長帯は、検知するガスの種類に依存する。例えばメタンの場合、 $3.2 \sim 3.4 \mu\text{m}$ の波長帯を通過させるフィルター5が用いられる。二次元イメージセンサー6は、例えば、冷却型インジウムアンチモン(InSb)イメージセンサーであり、フィルター5を通過した赤外線を受光する。信号処理部7は、二次元イメージセンサー6から出力されたアナログ信号を、デジタル信号に変換し、公知の画像処理をする。このデジタル信号が、動画データMDとなる。

[0015] ガス検知用画像処理装置3は、パーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレット端末等であり、機能ブロックとして、画像データ入力部8、画像処理部9、表示制御部10、ディスプレイ11及び入力部12を備える。

[0016] 画像データ入力部8は、赤外線カメラ2の通信部(不図示)と通信する通信インターフェイスである。画像データ入力部8には、赤外線カメラ2の通信部から送られてきた動画データMDが入力される。画像データ入力部8は、動画データMDを画像処理部9へ送る。

[0017] 画像処理部9は、動画データMDに所定の処理をする。所定の処理とは、例えば、動画データMDから時系列画素データを生成する処理である。

[0018] 時系列画素データを具体的に説明する。図2は、時系列画素データD1を説明する説明図である。動画データMDで示される動画は、フレームが時系列に複数並べられた構造を有する。複数のフレーム(複数の赤外画像)において、同じ位置にある画素の画素データを時系列に並べたデータを、時系列画素データD1とする。赤外画像の動画のフレーム数をKとする。一つのフレームがM個の画素、すなわち、1番目の画素、2番目の画素、・・・、M

ー 1 番目の画素、M 番目の画素で構成されている。画素データ（画素値）を基にして、輝度、温度等の物理量が定められる。

[0019] 複数（K 個）のフレームの同じ位置にある画素とは、同じ順番の画素を意味する。例えば、1 番目の画素で説明すると、1 番目のフレームに含まれる 1 番目の画素の画素データ、2 番目のフレームに含まれる 1 番目の画素の画素データ、・・・、K－1 番目のフレームに含まれる 1 番目の画素の画素データ、K 番目のフレームに含まれる 1 番目の画素の画素データを、時系列に並べたデータが、1 番目の画素の時系列画素データ D 1 となる。また、M 番目の画素で説明すると、1 番目のフレームに含まれる M 番目の画素の画素データ、2 番目のフレームに含まれる M 番目の画素の画素データ、・・・、K－1 番目のフレームに含まれる M 番目の画素の画素データ、K 番目のフレームに含まれる M 番目の画素の画素データを、時系列に並べたデータが、M 番目の画素の時系列画素データ D 1 となる。時系列画素データ D 1 の数は、一つのフレームを構成する画素の数と同じである。

[0020] 図 1 A を参照して、画像処理部 9 は、第 1 処理部 9 1、第 2 処理部 9 2、第 3 処理部 9 3、設定部 9 4、及び、識別部 9 5 を備える。これらについては、後で説明する。

[0021] 表示制御部 1 0 は、動画データ MD で示される動画、及び、画像処理部 9 で上記所定の処理がされた動画を、ディスプレイ 1 1 に表示させる。

[0022] 入力部 1 2 は、ガス検知に関連する各種入力がかかる。実施形態に係るガス検知用画像処理装置 3 は、表示制御部 1 0、ディスプレイ 1 1 及び入力部 1 2 を備えるが、これらを備えないガス検知用画像処理装置 3 でもよい。

[0023] 図 1 B は、図 1 A に示すガス検知用画像処理装置 3 のハードウェア構成を示すブロック図である。ガス検知用画像処理装置 3 は、CPU（Central Processing Unit）3 a、RAM（Random Access Memory）3 b、ROM（Read Only Memory）3 c、HDD（Hard Disk Drive）3 d、液晶ディスプレイ 3 e、通信インターフェイス 3 f、キーボード等 3 g、及び、これら

を接続するバス 3 h を備える。液晶ディスプレイ 3 e は、ディスプレイ 1 1 を実現するハードウェアである。液晶ディスプレイ 3 e の替わりに、有機 E L ディスプレイ (O r g a n i c L i g h t E m i t t i n g D i o d e d i s p l a y) 、プラズマディスプレイ等でもよい。通信インターフェイス 3 f は、画像データ入力部 8 を実現するハードウェアである。キーボード等 3 g は、入力部 1 2 を実現するハードウェアである。キーボードの替わりに、タッチパネルでもよい。

[0024] H D D 3 d には、画像処理部 9 及び表示制御部 1 0 について、これらの機能ブロックをそれぞれ実現するためのプログラム、及び、各種データ（例えば、動画データ M D ）が格納されている。画像処理部 9 を実現するプログラムは、動画データ M D を取得し、動画データ M D に上記所定の処理をする処理プログラムである。表示制御部 1 0 を実現するプログラムは、例えば、動画データ M D で示される動画をディスプレイ 1 1 に表示させたり、画像処理部 9 によって上記所定の処理がされた動画をディスプレイ 1 1 に表示させたりする表示制御プログラムである。これらのプログラムは、H D D 3 d に予め記憶されているが、これに限定されない。例えば、これらのプログラムを記録している記録媒体（例えば、磁気ディスク、光学ディスクのような外部記録媒体）が用意されており、この記録媒体に記憶されているプログラムが H D D 3 d に記憶されてもよい。また、これらのプログラムは、ガス検知用画像処理装置 3 とネットワーク接続されたサーバに格納されており、ネットワークを介して、これらのプログラムが H D D 3 d に送られ、H D D 3 d に記憶されてもよい。これらのプログラムは、H D D 3 d の替わりに R O M 3 c に記憶してもよい。ガス検知用画像処理装置 3 は、H D D 3 d の替わりに、フラッシュメモリを備え、これらのプログラムはフラッシュメモリに記憶してもよい。

[0025] C P U 3 a は、ハードウェアプロセッサの一例であり、これらのプログラムを、H D D 3 d から読み出して R A M 3 b に展開させ、展開されたプログラムを実行することによって、画像処理部 9 及び表示制御部 1 0 が実現され

る。但し、画像処理部 9 の機能及び表示制御部 10 の機能について、各機能の一部又は全部は、CPU 3a による処理に替えて、又は、これと共に、DSP (Digital Signal Processor) による処理によって実現されてもよい。又、同様に、各機能の一部又は全部は、ソフトウェアによる処理に替えて、又は、これと共に、専用のハードウェア回路による処理によって実現されてもよい。

[0026] なお、画像処理部 9 は、図 1 A に示す複数の要素によって構成される。従って、HDD 3d には、これらの要素を実現するためのプログラムが格納されている。すなわち、HDD 3d には、第 1 処理部 91 ~ 第 3 処理部 93、設定部 94、及び、識別部 95 のそれぞれを実現するためのプログラムが格納されている。これらのプログラムは、第 1 処理プログラム ~ 第 3 処理プログラム、設定プログラム、識別プログラムと表現される。

[0027] これらのプログラムは、要素の定義を用いて表現される。第 1 処理部 91 及び第 1 処理プログラムを例にして説明する。第 1 処理部 91 は、時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の赤外画像のそれぞれを基にした複数の第 1 画像を生成する。第 1 処理プログラムは、時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の赤外画像のそれぞれを基にした複数の第 1 画像を生成するプログラムである。

[0028] CPU 3a によって実行されるこれらのプログラム（第 1 処理プログラム、第 2 処理プログラム等）のフローチャートが、後で説明する図 12 である。

[0029] 本発明者は、赤外画像を利用したガス検知において、ガス漏れと背景の温度変化とが並行して発生し、背景の温度変化が、漏れたガスによる温度変化よりも大きい場合、背景の温度変化を考慮しなければ、ガスが漏れている様子を画像で表示できないことを見出した。これについて詳しく説明する。

[0030] 図 3 は、ガス漏れと背景の温度変化とが並行して発生している状態で、屋

外の試験場所を撮影した赤外画像を時系列で示す画像図である。これらは、赤外線カメラで動画を撮影して得られた赤外画像である。試験場所には、ガスを噴出させることができる地点S P 1がある。地点S P 1と比較するために、ガスが噴出しない地点S P 2を示している。

[0031] 画像 I 1 は、太陽光が雲で遮られる直前の時刻 T 1 に撮影された試験場所の赤外画像である。画像 I 2 は、時刻 T 1 から 5 秒後の時刻 T 2 に撮影された試験場所の赤外画像である。時刻 T 2 は、太陽光が雲で遮られているので、時刻 T 1 と比べて背景の温度が下がっている。

[0032] 画像 I 3 は、時刻 T 1 から 10 秒後の時刻 T 3 に撮影された試験場所の赤外画像である。時刻 T 2 から時刻 T 3 まで、太陽光が雲で遮られた状態が継続されているので、時刻 T 3 は、時刻 T 2 と比べて背景の温度が下がっている。

[0033] 画像 I 4 は、時刻 T 1 から 15 秒後の時刻 T 4 に撮影された試験場所の赤外画像である。時刻 T 3 から時刻 T 4 まで、太陽光が雲で遮られた状態が継続されているので、時刻 T 4 は、時刻 T 3 と比べて背景の温度が下がっている。

[0034] 時刻 T 1 から時刻 T 4 までの 15 秒間で、背景の温度が約 4℃下がっている。このため、画像 I 4 は、画像 I 1 と比べて全体的に暗くなっており、背景の温度が低下していることが分かる。

[0035] 時刻 T 1 後かつ時刻 T 2 前の時刻に、地点 S P 1 において、ガスの噴出を開始させている。噴出されたガスによる温度変化は、わずかである（約 0.5℃）。このため、時刻 T 2、時刻 T 3、時刻 T 4 では、地点 S P 1 でガスが噴出しているが、噴出されたガスによる温度変化よりも、背景の温度変化の方がはるかに大きいので、画像 I 2、画像 I 3、画像 I 4 を見ても地点 S P 1 からガスが出ている様子が分からない。

[0036] 図 4 A は、試験場所の地点 S P 1 の温度変化を示すグラフであり、図 4 B は、試験場所の地点 S P 2 の温度変化を示すグラフである。これらのグラフの縦軸は、温度を示している。これらのグラフの横軸は、フレームの順番を

示している。例えば、45とは、45番目のフレームを意味する。フレームレートは、30fpsである。よって、1番目のフレームから450番目のフレームまでの時間は、15秒となる。

[0037] 地点SP1の温度変化を示すグラフと地点SP2の温度変化を示すグラフとは異なる。地点SP2ではガスが噴出していないので、地点SP2の温度変化は、背景の温度変化を示している。これに対して、地点SP1では、ガスが噴出しているので、地点SP1には、ガスが漂っている。このため、地点SP1の温度変化は、背景の温度変化と漏れたガスによる温度変化とを加算した温度変化を示している。

[0038] 図4Aに示すグラフからは、地点SP1でガスが噴出していることが分かる（すなわち、地点SP1でガス漏れが発生していることが分かる）。しかし、上述したように、図3に示す画像I2、画像I3、画像I4からは、地点SP1でガスが噴出していることが分からない（すなわち、地点SP1でガス漏れが発生していることが分からない）。

[0039] このように、噴出されたガス（漏れたガス）による温度変化よりも、背景の温度変化の方がはるかに大きい場合、図3に示す画像I2、画像I3、画像I4を見ても地点SP1からガスが出ている様子が分からない。

[0040] この原因は、動画データMD（図1A）には、漏れたガスによる温度変化を示す周波数成分データに加えて、この周波数成分データよりも周波数が低く、背景温度の変化を示す低周波成分データD2が含まれるからである。低周波成分データD2で示される像（背景の明暗の変化）により、前記周波数成分データで示される像が見えなくなるのである。図4A及び図4Bを参照して、地点SP1の温度変化を示すグラフに含まれる細かい変化が、前記周波数成分データに対応する。地点SP2の温度変化を示すグラフが低周波成分データD2に対応する。

[0041] そこで、画像処理部9（図1A）は、画素の位置がそれぞれ異なる複数の時系列画素データD1（すなわち、動画データMDを構成する複数の時系列画素データD1）を、動画データMDから生成し、複数の時系列画素データ

D 1 のそれぞれに対して、低周波成分データ D 2 を除く処理をする。画素の位置がそれぞれ異なる複数の時系列画素データとは、図 2 を参照して、1 番目画素の時系列画素データ D 1、2 番目画素の時系列画素データ D 1、 $\dots$ 、M-1 番目画素の時系列画素データ D 1、M 番目画素の時系列画素データ D 1 を意味する。

[0042] 漏れたガスによる温度変化を示す周波数成分データの周波数よりも周波数が高く、高周波ノイズを示す周波数成分データを、高周波成分データ D 3 とする。画像処理部 9 は、動画データ MD を構成する複数の時系列画素データ D 1 のそれぞれに対して、低周波成分データ D 2 を除く処理に加えて、高周波成分データ D 3 を除く処理をする。

[0043] このように、画像処理部 9 は、フレームの単位で低周波成分データ D 2 及び高周波成分データ D 3 を除く処理をするのではなく、時系列画素データ D 1 の単位で低周波成分データ D 2 及び高周波成分データ D 3 を除く処理をする。

[0044] ガス検知用画像処理装置 3 は、赤外画像を利用して、監視画像を生成する。ガス漏れが発生している場合、監視画像には、ガス漏れによりガスが出現している領域を示す像が含まれる。ガス検知用画像処理装置 3 は、監視画像を基にしてガス漏れを検知する。監視画像の生成方法として、様々な方法があるが、ここでは、監視画像の生成方法の一例を説明する。監視画像は、監視対象及び背景の赤外画像を利用して生成される。図 5 は、監視画像の生成処理を説明するフローチャートである。

[0045] 図 1 A、図 2 及び図 5 を参照して、画像処理部 9 は、動画データ MD から M 個の時系列画素データ D 1 を生成する（ステップ S 1）。

[0046] 画像処理部 9 は、時系列画素データ D 1 に対して、K 個のフレームより少ない第 1 の所定数のフレームを単位とする単純移動平均を算出することにより時系列画素データ D 1 から抽出されたデータを、低周波成分データ D 2 とし、M 個の時系列画素データ D 1 のそれぞれに対応する M 個の低周波成分データ D 2 を抽出する（ステップ S 2）。

- [0047] 第1の所定数のフレームは、例えば、21フレームである。内訳は、ターゲットとなるフレーム、これより前の連続する10フレーム、これより後の連続する10フレームである。第1の所定数は、時系列画素データD1から低周波成分データD2を抽出できる数であればよく、21に限らず、21より多くてもよいし、21より少なくてもよい。
- [0048] 画像処理部9は、時系列画素データD1に対して、第1の所定数（例えば、21）より少ない第3の所定数（例えば、3）のフレームを単位とする単純移動平均を算出することにより時系列画素データD1から抽出されたデータを、高周波成分データD3とし、M個の時系列画素データD1のそれぞれに対応するM個の高周波成分データD3を抽出する（ステップS3）。
- [0049] 図6は、地点SP1（図4A）に対応する画素の時系列画素データD1、時系列画素データD1から抽出された低周波成分データD2、時系列画素データD1から抽出された高周波成分データD3を示すグラフである。グラフの縦軸及び横軸は、図4Aのグラフの縦軸及び横軸と同じである。時系列画素データD1で示される温度は、比較的急に変化し（変化の周期が比較的短く）、低周波成分データD2で示される温度は、比較的緩やかに変化している（変化の周期が比較的長い）。高周波成分データD3は、時系列画素データD1とほぼ重なって見える。
- [0050] 第3の所定数のフレームは、例えば、3フレームである。内訳は、ターゲットとなるフレーム、この直前の1フレーム、この直後の1フレームである。第3の所定数は、時系列画素データから第3の周波数成分データを抽出できる数であればよく、3に限定されず、3より多くてもよい。
- [0051] 図1A、図2及び図5を参照して、画像処理部9は、時系列画素データD1とこの時系列画素データD1から抽出された低周波成分データD2との差分を算出して得られるデータを、差分データD4とし、M個の時系列画素データD1のそれぞれに対応するM個の差分データD4を算出する（ステップS4）。
- [0052] 画像処理部9は、時系列画素データD1とこの時系列画素データD1から

抽出された高周波成分データD3との差分を算出して得られるデータを、差分データD5とし、M個の時系列画素データD1のそれぞれに対応するM個の差分データD5を算出する（ステップS5）。

[0053] 図7Aは、差分データD4を示すグラフであり、図7Bは、差分データD5を示すグラフである。これらのグラフの縦軸及び横軸は、図4Aのグラフの縦軸及び横軸と同じである。差分データD4は、図6に示す時系列画素データD1と低周波成分データD2との差分を算出して得られたデータである。図4Aに示す地点SP1でガスの噴出を開始する前において（90番目くらいまでのフレーム）、差分データD4で示される微小な振幅の繰り返しは、主に、二次元イメージセンサー6のセンサーノイズを示している。地点SP1でガスの噴出を開始した後において（90番目以降のフレーム）、差分データD4の振幅及び波形のばらつきが大きくなっている。

[0054] 差分データD5は、図6に示す時系列画素データD1と高周波成分データD3との差分を算出して得られたデータである。

[0055] 差分データD4は、漏れたガスによる温度変化を示す周波数成分データ及び高周波成分データD3（高周波ノイズを示すデータ）を含む。差分データD5は、漏れたガスによる温度変化を示す周波数成分データを含まず、高周波成分データD3を含む。

[0056] 差分データD4は、漏れたガスによる温度変化を示す周波数成分データを含むので、地点SP1でガスの噴出を開始した後において（90番目以降のフレーム）、差分データD4の振幅及び波形のばらつきが大きくなっている。これに対して、差分データD5は、漏れたガスによる温度変化を示す周波数成分データを含まないので、そのようなことはない。差分データD5は、微小な振幅を繰り返している。これが高周波ノイズである。

[0057] 差分データD4と差分データD5とは、相関しているが、完全に相関していない。すなわち、あるフレームにおいて、差分データD4の値がプラス、差分データD5の値がマイナスとなり、又は、その逆となる場合がある。このため、差分データD4と差分データD5との差分を算出しても、高周波成

分データD3を除去できない。高周波成分データD3を除去するには、差分データD4及び差分データD5を引き算できる絶対値のような値に変換する必要がある。

[0058] そこで、画像処理部9は、差分データD4に対して、K個のフレームより少ない第2の所定数のフレームを単位とする移動標準偏差を算出して得られるデータを、標準偏差データD6とし、M個の時系列画素データD1のそれぞれに対応するM個の標準偏差データD6を算出する（ステップS6）。なお、移動標準偏差の代わりに、移動分散を算出してもよい。

[0059] また、画像処理部9は、差分データD5に対して、K個のフレームより少ない第4の所定数（例えば、21）のフレームを単位とする移動標準偏差を算出して得られるデータを、標準偏差データD7とし、M個の時系列画素データD1のそれぞれに対応するM個の標準偏差データD7を算出する（ステップS7）。移動標準偏差の代わりに、移動分散を用いてもよい。

[0060] 図8は、標準偏差データD6及び標準偏差データD7を示すグラフである。グラフの横軸は、図4Aのグラフの横軸と同じである。グラフの縦軸は、標準偏差を示している。標準偏差データD6は、図7Aに示す差分データD4の移動標準偏差を示すデータである。標準偏差データD7は、図7Bに示す差分データD5の移動標準偏差を示すデータである。移動標準偏差の算出に用いるフレーム数は、標準偏差データD6及び標準偏差データD7のいずれの場合も、21であるが、統計的に意義がある標準偏差が求められる数であればよく、21に限定されない。

[0061] 標準偏差データD6及び標準偏差データD7は、標準偏差なので、マイナスの値を含まない。このため、標準偏差データD6及び標準偏差データD7は、差分データD4及差分データD5を引き算できるように変換したデータと見なすことができる。

[0062] 画像処理部9は、同じ時系列画素データD1から得られた標準偏差データD6と標準偏差データD7との差分を算出して得られるデータを、差分データD8とし、M個の時系列画素データD1のそれぞれに対応するM個の差分

データD 8を算出する（ステップS 8）。

[0063] 図9は、差分データD 8を示すグラフである。グラフの横軸は、図4 Aのグラフの横軸と同じである。グラフの縦軸は、標準偏差の差分である。差分データD 8は、図8に示す標準偏差データD 6と標準偏差データD 7との差分を示すデータである。差分データD 8は、低周波成分データD 2及び高周波成分データD 3を除く処理がされたデータである。

[0064] 画像処理部9は、監視画像を生成する（ステップS 9）。すなわち、画像処理部9は、ステップS 8で得られたM個の差分データD 8で構成される動画を生成する。この動画を構成する各フレームが監視画像である。監視画像は、標準偏差の差分を可視化した画像である。画像処理部9は、ステップS 9で得られた動画を表示制御部10に出力する。表示制御部10は、この動画をディスプレイ11に表示させる。この動画に含まれる監視画像として、例えば、図10に示す画像112及び図11に示す画像115がある。

[0065] 図10は、時刻T 1のフレームを基にして生成された、画像110、画像111及び画像112を示す画像図である。画像110は、図5のステップS 6で得られたM個の標準偏差データD 6で示される動画において、時刻T 1のフレームの画像である。画像111は、図5のステップS 7で得られたM個の標準偏差データD 7で示される動画において、時刻T 1のフレームの画像である。画像110と画像111との差分が、画像112（監視画像）となる。

[0066] 図11は、時刻T 2のフレームを基にして生成された、画像113、画像114及び画像115を示す画像図である。画像113は、ステップS 6で得られたM個の標準偏差データD 6で示される動画において、時刻T 2のフレームの画像である。画像114は、ステップS 7で得られたM個の標準偏差データD 7で示される動画において、時刻T 2のフレームの画像である。画像113と画像114との差分が、画像115（監視画像）となる。図10及び図11に示す画像110～画像115のいずれも、いずれも標準偏差を5000倍にした画像である。

[0067] 図10に示す画像112は、図4Aに示す地点SP1からガスが噴出される前に撮影された画像なので、画像112には、地点SP1からガスが出ている様子が現れていない。これに対して、図11に示す画像115は、地点SP1からガスが噴出されている時刻で撮影された画像なので、画像115には、地点SP1からガスが出ている様子が現れている。

[0068] 以上説明したように、実施形態によれば、画像処理部9（図1A）が、赤外画像の動画データMDに含まれる低周波成分データD2を除く処理をして、動画データを生成し、表示制御部10が、この動画データで示される動画（監視画像の動画）をディスプレイ11に表示させる。従って、実施形態によれば、ガス漏れと背景の温度変化とが並行して発生し、背景の温度変化が、漏れたガスによる温度変化よりも大きい場合でも、ガスが漏れている様子を監視画像の動画で表示できる。

[0069] センサーノイズは、温度が高くなるに従って小さくなるので、温度に応じて異なる。二次元イメージセンサー6（図1A）において、画素が感知している温度に応じたノイズが、各画素で発生する。すなわち、全ての画素のノイズが同じではない。実施形態によれば、動画から高周波ノイズを除くことができるので、僅かなガス漏れでもディスプレイ11に表示させることができる。

[0070] 実施形態は、図12に示すステップS100～ステップS103を実行することにより、ガス候補が、同じ位置から常に出ているガスであるのか、又は、流れているガス状の物質であるのかを識別することができる。図12は、これらを識別するために、実施形態で実行される画像処理を説明するフローチャートである。同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象とを比較しながら、この画像処理について説明する。

[0071] 図13Aは、ガス状の物質が流れている事象に関する赤外画像Im0-1を示す画像図である。ガス状の物質は雲であり、背景は空である。図13Aでは、赤外画像Im0-1の全体でなく、赤外画像Im0-1のうち、雲及びこの周辺を含む四角形の部分だけが示されている。雲の温度と背景の温度

との差は僅かなので、雲の像がかすかに示されている。図13Bは、同じ位置からガスが常に出ている事象に関する赤外画像1m0-2を示す画像図である。図13Bでは、赤外画像1m0-2の全体でなく、赤外画像1m0-2のうち、塔の像101を含む四角形の部分だけが示されている。この部分に、同じ位置から常に出ているガスが出現している。ガスの温度と背景の温度との差は、僅かなので、ガスの像がかすかに示されている。

[0072] 図1Aに示す第1処理部91は、同じ位置から常に出ているガスの像（図13B）を含む複数の赤外画像1m0（フレーム）で構成される動画データMDを用いて、監視画像の動画を生成する（図12のステップS100）。詳しく説明すると、第1処理部91は、この動画データMDに対して、図5に示すステップS1～ステップS9の処理をする。これにより、動画を構成する各フレームは、赤外画像1m0から監視画像となり、監視画像の動画が生成される。監視画像は、例えば、図10に示す画像112、図11に示す画像115である。ガス候補が出現していれば、ガス候補が出現している領域を示すガス候補領域が、監視画像に含まれる。同じ位置から常に出ているガスの像が、ガス候補領域になることもあるし、流れているガス状の物質の像が、ガス候補領域になることもある。画像115は、ガス噴出の開始から2秒後の画像である。画像115の中央付近に位置する白領域がガス候補領域である。ここでは、ガス候補領域は、同じ位置から常に出ているガスの像である。

[0073] 図14は、同じ位置から常に出ているガスの像（図13B）を含む赤外画像1m0（フレーム）で構成される動画データMDを用いて生成された監視画像の動画を構成するフレーム群を示す画像図である。このフレーム群は、5秒間の動画に相当する。フレームレートは、30fpsであるので、フレーム群を構成するフレームの数は、150である。

[0074] 各フレーム（監視画像）が、第1画像1m1となる。図14では、第1画像1m1の全体でなく、第1画像1m1のうち、図13Bに示す赤外画像1m0-2に対応する部分が示されている。5秒間の動画において、第1画像

1 m 1 - 1 が、1 番目のフレームであり、第 1 画像 1 m 1 - 2 が、2 番目のフレームであり、第 1 画像 1 m 1 - 3 が、3 番目のフレームであり、第 1 画像 1 m 1 - 4 が、k 番目のフレームであり ($3 < k < 150$)、第 1 画像 1 m 1 - 5 が、150 番目のフレーム (最後のフレーム) である。第 1 画像 1 m 1 において、ガス候補領域は、白、グレーで示される。

[0075] 第 1 処理部 91 は、同様にして、流れているガス状の物質の像 (図 13A) を含む複数の赤外画像 1 m 0 (フレーム) で構成される動画データ MD を用いて、監視画像の動画を生成する。この動画を構成するフレーム群を示す画像については、図示が省略されている。

[0076] 実施形態では、図 5 に示すステップ S1 ~ ステップ S9 の処理でガス候補領域を得ているが、赤外画像に対して画像処理をしてガス候補領域を得る公知の技術 (例えば、特許文献 1 に開示された画像処理) を用いても良い。

[0077] 以上説明したように、第 1 処理部 91 は、時系列に撮像された複数の赤外画像 1 m 0 のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第 1 画像 1 m 1 を生成する。

[0078] 次に、第 1 出現領域の抽出について説明する (図 12 のステップ S101)。第 1 出現領域とは、第 1 所定期間の少なくとも一部でガス候補領域が出現していたことを示す領域である。第 1 所定期間として、5 秒間を例にして説明するが、これに限定されない。図 1A に示す第 2 処理部 92 は、第 1 処理部 91 が生成した複数の第 1 画像 1 m 1 のうち、第 1 所定期間に対応する 2 以上の第 1 画像 1 m 1 (ここでは、150 個のフレーム) を基にして、第 1 出現領域を含む第 2 画像 1 m 2 を生成する。

[0079] 図 15A は、ガス状の物質が流れている事象に関する第 2 画像 1 m 2 - 1 を示す画像図である。図 15A では、第 2 画像 1 m 2 - 1 の全体でなく、第 2 画像 1 m 2 - 1 のうち、図 13A に示す赤外画像 1 m 0 - 1 に対応する部分が示されている。第 2 画像 1 m 2 - 1 の生成に用いられた 2 以上の第 1 画像 1 m 1 は、図示が省略されているが、流れているガス状の物質の像 (図 13A) を含む赤外画像 1 m 0 の動画データ MD を用いて生成された 2 以上の

第1画像1m1である。図15Aに含まれる白領域、グレー領域が、第1出現領域103-1である。

[0080] 図15Bは、同じ位置からガスが常に出ている事象に関する第2画像1m2-2を示す画像図である。図15Bでは、第2画像1m2-2の全体でなく、第2画像1m2-2のうち、図13Bに示す赤外画像1m0-2に対応する部分が示されている。第2画像1m2-2の生成に用いられた2以上の第1画像1m1は、図14に示す5秒間に対応する第1画像1m1である。これらは、同じ位置から常に出ているガスの像（図13B）を含む赤外画像1m0の動画データMDを用いて生成された2以上の第1画像1m1である。図15Bに含まれる白領域、グレー領域が、第1出現領域103-2である。

[0081] 第2画像1m2の生成の仕方（すなわち、第1出現領域103の抽出の仕方）の一例を説明する。第2処理部92は、2以上の第1画像1m1（例えば、図14に示す5秒間に対応する第1画像1m1）において、同じ順番に位置する画素の中から、画素が示す値（ここでは、標準偏差の差分）の最大値を決定する。第2処理部92は、この最大値を、第2画像1m2の上記順番に位置する画素の値とする。具体的に説明すると、第2処理部92は、2以上の第1画像1m1において、1番目の画素が示す値の最大値を決定し、この値を、第2画像1m2の1番目の画素の値とする。第2処理部92は、2以上の第1画像1m1において、2番目の画素が示す値の最大値を決定し、この値を、第2画像1m2の2番目の画素の値とする。第2処理部92は、3番目以降の画素についても同様の処理をする。

[0082] このようにして、第2画像1m2を構成する画素の値が定められると、第1出現領域103が抽出され、第1出現領域103が第2画像1m2に含まれる。

[0083] 第2処理部92は、複数の第1所定期間（5秒間）のそれぞれについて、ガス状の物質が流れている事象に関する第2画像1m2を生成し、複数の第1所定期間（5秒間）のそれぞれについて、同じ位置からガスが常に出ている

る事象に関する第2画像 $1m2$ を生成する。ここでは、3つの第1所定期間を例にして説明する。

[0084] 第2処理部92は、図15Aに示す第2画像 $1m2-1$ の生成に用いられた2以上の第1画像 $1m1$ によって構成される5秒間の動画よりも、前の5秒間の動画を構成する2以上の第1画像 $1m1$ を基にして、第2画像 $1m2$ を生成し、後の5秒間の動画を構成する2以上の第1画像 $1m1$ を基にして、第2画像 $1m2$ を生成する。これらの5秒間が3つの第1所定期間である。図16Aは、これら3つの第2画像 $1m2-3$ 、 $1m2-1$ 、 $1m2-4$ 、及び、これらを基にして生成される第3画像 $1m3-1$ を示す画像図である。図16Aでは、第2画像 $1m2-3$ 、 $1m2-1$ 、 $1m2-4$ 及び第3画像 $1m3-1$ の全体でなく、これらの画像のうち、図13Aに示す赤外画像 $1m0-1$ に対応する部分が示されている。第2画像 $1m2-3$ は、第1出現領域 $103-3$ を含み、第2画像 $1m2-1$ は、第1出現領域 $103-1$ を含み、第2画像 $1m2-4$ は、第1出現領域 $103-4$ を含む。第1出現領域 103 は、白、グレーで示される。

[0085] 第2処理部92は、図15Bに示す第2画像 $1m2-2$ の生成に用いられた2以上の第1画像 $1m1$ によって構成される5秒間の動画よりも、前の5秒間の動画を構成する2以上の第1画像 $1m1$ を基にして、第2画像 $1m2$ を生成し、後の5秒間の動画を構成する2以上の第1画像 $1m1$ を用いて、第2画像 $1m2$ を生成する。図16Bは、これら3つの第2画像 $1m2-5$ 、 $1m2-2$ 、 $1m2-6$ 、及び、これらを基にして生成される第3画像 $1m3-2$ を示す画像図である。図16Bでは、第2画像 $1m2-5$ 、 $1m2-2$ 、 $1m2-6$ 及び第3画像 $1m3-2$ の全体でなく、これらの画像のうち、図13Bに示す赤外画像 $1m0-2$ に対応する部分が示されている。第2画像 $1m2-5$ は、第1出現領域 $103-5$ を含み、第2画像 $1m2-2$ は、第1出現領域 $103-2$ を含み、第2画像 $1m2-6$ は、第1出現領域 $103-6$ を含む。第1出現領域 103 は、白、グレーで示される。

[0086] 図16A及び図16Bに示す例において、3つの第1所定期間が連続して

いてもよいし、連続していなくてもよい。いずれの場合も、第1出現領域103が第2画像1m2に含まれていればよい。図16Aを用いて、連続している例を説明する。第2処理部92は、15秒間の動画のうち、1～5秒の動画を構成する2以上の第1画像1m1を用いて第2画像1m2-3を生成し、6～10秒の動画を構成する2以上の第1画像1m1を用いて第2画像1m2-1を生成し、11～15秒の動画を構成する2以上の第1画像1m1を用いて第2画像1m2-4を生成する。連続していない例を説明する。第2処理部92は、25秒間の動画のうち、1～5秒の動画を構成する2以上の第1画像1m1を用いて第2画像1m2-3を生成し、11～15秒の動画を構成する2以上の第1画像1m1を用いて第2画像1m2-1を生成し、21～25秒の動画を構成する2以上の第1画像1m1を用いて第2画像1m2-4を生成する。

[0087] 図16A及び図16Bに示す例では、3つの第1所定期間の長さが、同じであるが、これに限定されず、第1出現領域103が第2画像1m2に含まれていればよい。図16Aを用いて説明する。第2画像1m2-1の生成に用いられた2以上の第1画像1m1に対応する第1所定期間（例えば、10秒）が、第2画像1m2-3の生成に用いられた2以上の第1画像1m1に対応する第1所定期間（例えば、5秒）、及び、第2画像1m2-4の生成に用いられた2以上の第1画像1m1に対応する第1所定期間（例えば、5秒）より長くする。

[0088] 次に、第2出現領域の抽出について説明する（図12のステップS102）。第2出現領域とは、第2所定期間の少なくとも一部でガス候補領域が出現していたことを示す領域である。第2所定期間として、15秒を例にして説明するが、これに限定されない。図1Aに示す第3処理部93は、3つの第2画像1m2を基にして、第2出現領域105を含む第3画像1m3を生成する。これは、後の説明から分かるように、第3処理部93が、複数の第1画像1m1のうち、第1所定期間と異なる第2所定期間（15秒間）に対応する2以上の第1画像1m1を基にして、第2出現領域105を含む第3

画像 1 m 3 を生成することである。

[0089] 図 1 6 A を参照して、図 1 A に示す第 3 処理部 9 3 は、第 2 画像 1 m 2 - 3, 1 m 2 - 1, 1 m 2 - 4 を用いて、第 2 出現領域 1 0 5 - 1 を抽出する処理をすることにより、第 2 出現領域 1 0 5 - 1 を含む第 3 画像 1 m 3 - 1 を生成する。図 1 6 A に含まれる白領域、グレー領域が、第 2 出現領域 1 0 5 - 1 である。

[0090] 図 1 6 B を参照して、図 1 A に示す第 3 処理部 9 3 は、第 2 画像 1 m 2 - 5, 1 m 2 - 2, 1 m 2 - 6 を用いて、第 2 出現領域 1 0 5 - 2 を抽出する処理をすることにより、第 2 出現領域 1 0 5 - 2 を含む第 3 画像 1 m 3 - 2 を生成する。図 1 6 B に含まれる白領域、グレー領域が、第 2 出現領域 1 0 5 - 2 である。

[0091] 第 3 画像 1 m 3 の生成の仕方（すなわち、第 2 出現領域 1 0 5 の抽出の仕方）の一例を説明する。第 3 処理部 9 3 は、3 つの第 2 画像 1 m 2 において、同じ順番に位置する画素の中から、画素が示す値の最大値を決定する。第 3 処理部 9 3 は、この最大値を、第 3 画像 1 m 3 の上記順番に位置する画素の値とする。図 1 6 A を用いて具体的に説明すると、第 3 処理部 9 3 は、第 2 画像 1 m 2 - 3, 1 m 2 - 1, 1 m 2 - 4 において、1 番目の画素が示す値の最大値を決定し、この値を、第 3 画像 1 m 3 - 1 の 1 番目の画素の値とする。第 3 処理部 9 3 は、第 2 画像 1 m 2 - 3, 1 m 2 - 1, 1 m 2 - 4 において、2 番目の画素が示す値の最大値を決定し、この値を、第 3 画像 1 m 3 - 1 の 2 番目の画素の値とする。第 3 処理部 9 3 は、3 番目以降の画素についても同様の処理をする。

[0092] このようにして生成された第 3 画像 1 m 3 は、第 2 所定期間（1 5 秒）に対応する 2 以上の第 1 画像 1 m 1 を基にして、第 2 出現領域 1 0 5 を含む第 3 画像 1 m 3 を生成する処理と同じ結果となる（同じ第 2 出現領域 1 0 5 が抽出される）。図 1 6 A を用いて説明する。第 2 処理部 9 2 は、第 1 所定期間（前の 5 秒間）に対応する 2 以上の第 1 画像 1 m 1 において、同じ順番に位置する画素が示す値の最大値を、第 2 画像 1 m 2 - 3 のその順番に位置す

る画素の値として設定して第2画像 $Im2-3$ を生成し、第1所定期間（5秒間）に対応する2以上の第1画像 $Im1$ において、同じ順番に位置する画素が示す値の最大値を、第2画像 $Im2-1$ のその順番に位置する画素の値として設定して第2画像 $Im2-1$ を生成し、第1所定期間（後の5秒間）に対応する2以上の第1画像 $Im1$ において、同じ順番に位置する画素が示す値の最大値を、第2画像 $Im2-4$ のその順番に位置する画素の値として設定して第2画像 $Im2-4$ を生成する。第3処理部93は、第2画像 $Im2-3$ 、 $Im2-1$ 、 $Im2-4$ を用いて、上述した仕方で第3画像 $Im3-1$ を生成する。以上説明した処理は、第2所定期間（15秒間）に対応する2以上の第1画像 $Im1$ において、同じ順番に位置する画素が示す値の最大値を、第3画像 $Im3-1$ のその順番に位置する画素の値にしている処理と同じことである。

[0093] 次に、同じ位置からガスが常に出ている事象、ガス状の物質が流れている事象のいずれに該当するかの識別について説明する（図12のステップS103）。図17Aは、図16Aに示す第2画像 $Im2-1$ と、これを2値化した第2画像 $Im2-1a$ と、図16Aに示す第3画像 $Im3-1$ と、これを2値化した第3画像 $Im3-1a$ と、を示す画像図である。図17Aでは、これらの画像の全体でなく、これらの画像のうち、図13Aに示す赤外面像 $Im0-1$ に対応する部分が示されている。

[0094] 図1Aに示す設定部94は、第2画像 $Im2-1$ において、所定のしきい値 $Th1$ を超えている画素を、第1出現領域 $103-1$ を構成する画素として設定し、第2画像 $Im2-1$ を2値化した第2画像 $Im2-1a$ を生成する。設定部94は、第2画像 $Im2-1a$ において、例えば、モルフォロジーなどの既知の手法を用いて第1出現領域 $103-1$ を取り出し（抽出し）、第1出現領域 $103-1$ に外接する矩形を設定する。これにより、第2画像 $Im2-1a$ の第1出現領域 $103-1$ に、外接矩形 $R1$ が設定される。外接矩形 $R1$ の位置が、第1出現領域 $103-1$ の位置とされる。設定部94は、外接矩形 $R1$ の外側に、外接矩形 $R1$ と接する周辺領域 $107-1$ を

設定する。

[0095] 設定部 94 は、第 3 画像 $Im3-1$ において、所定のしきい値 $Th2$ を超えている画素を、第 2 出現領域 $105-1$ を構成する画素として設定し、第 3 画像 $Im3-1$ を 2 値化した第 3 画像 $Im3-1a$ を生成する。設定部 94 は、第 3 画像 $Im3-1a$ において、第 2 画像 $Im2-1a$ に設定された周辺領域 $107-1$ の位置に相当する位置に、周辺領域 $107-1$ を設定する。このように、設定部 94 は、第 3 画像 $Im3-1a$ において、第 2 画像 $Im2-1a$ の第 1 出現領域 $103-1$ の位置に相当する位置の周辺に周辺領域 $107-1$ を設定する。第 2 画像 $Im2-1a$ に設定された周辺領域 $107-1$ と第 3 画像 $Im3-1a$ に設定された周辺領域 $107-1$ とは、座標位置、形状及び面積が同じである。

[0096] 図 17B は、図 16B に示す第 2 画像 $Im2-2$ と、これを 2 値化した第 2 画像 $Im2-2a$ と、図 16B に示す第 3 画像 $Im3-2$ と、これを 2 値化した第 3 画像 $Im3-2a$ と、を示す画像図である。図 17B では、これらの画像の全体でなく、これらの画像のうち、図 13B に示す赤外画像 $Im0-2$ に対応する部分が示されている。

[0097] 設定部 94 は、第 2 画像 $Im2-2$ において、上記しきい値 $Th1$ を超えている画素を、第 1 出現領域 $103-2$ を構成する画素として設定し、第 2 画像 $Im2-2$ を 2 値化した第 2 画像 $Im2-2a$ を生成する。設定部 94 は、第 2 画像 $Im2-2a$ において、例えば、モルフォロジーなどの既知の手法を用いてガスの第 1 出現領域 $103-2$ を取り出し（抽出し）、第 1 出現領域 $103-2$ に外接する矩形を設定する。これにより、第 2 画像 $Im2-2a$ の第 1 出現領域 $103-2$ に、外接矩形 $R2$ が設定される。外接矩形 $R2$ の位置が、第 1 出現領域 $103-2$ の位置とされる。設定部 94 は、外接矩形 $R2$ の外側に、外接矩形 $R2$ と接する周辺領域 $107-2$ を設定する。

[0098] 設定部 94 は、第 3 画像 $Im3-2$ において、上記しきい値 $Th2$ を超えている画素を、第 2 出現領域 $105-2$ を構成する画素として設定し、第 3

画像 $1m3-2$ を 2 値化した第 3 画像 $1m3-2a$ を生成する。設定部 94 は、第 3 画像 $1m3-2a$ において、第 2 画像 $1m2-2a$ に設定された周辺領域 $107-2$ の位置に相当する位置に、周辺領域 $107-2$ を設定する。このように、設定部 94 は、第 3 画像 $1m3-2a$ において、第 2 画像 $1m2-2a$ の第 1 出現領域 $103-2$ の位置に相当する位置の周辺に周辺領域 $107-2$ を設定する。第 2 画像 $1m2-2a$ に設定された周辺領域 $107-2$ と第 3 画像 $1m3-2a$ に設定された周辺領域 $107-2$ とは、座標位置、形状及び面積が同じである。

[0099] 第 3 画像 $1m3-1a$ に設定された周辺領域 $107-1$ (図 17A) を参照して、周辺領域 107 について説明する。周辺領域 107 は、第 3 画像 $1m3$ の縦方向に延びる矩形領域と横方向に延びる矩形領域とを備える。縦方向に延びる矩形領域の幅 $W1$ と、横方向に延びる矩形領域の幅 $W2$ とは、同じでもよいし、第 3 画像 $1m3$ の横縦比に応じて変えてもよい。後者は、第 3 画像 $1m3$ の横縦比が、例えば、 $4:3$ の場合、 $W1:W2$ を $4:3$ にする。

[0100] 幅 $W1$, $W2$ は、任意であるが、ある程度の大きさを有することが好ましい。例えば、外接矩形 $R1$ の縦横それぞれの、3 割のサイズとして設定する (幅 $W1$ は、外接矩形 $R1$ の横方向のサイズの 3 割であり、幅 $W2$ は、外接矩形 $R1$ の縦方向のサイズの 3 割である)。実施形態は、同じ位置からガスが常に出ている事象の場合、周辺領域 107 が第 2 出現領域 105 で覆われないことを前提にして (図 17B)、同じ位置からガスが常に出ている事象とガス状の物質が流れている事象とを識別している。同じ位置からガスが常に出ている事象でも、ガスがゆらぐことにより、第 2 出現領域 105 が周辺領域 107 に僅かにはみ出すことがある。幅 $W1$, $W2$ が小さすぎると、第 2 出現領域 105 が周辺領域 107 に僅かにはみ出でも、周辺領域 107 が第 2 出現領域 105 で覆われる可能性がある。これを防止するためには、幅 $W1$, $W2$ が、ある程度の大きさを有する必要がある。

[0101] 図 17A を参照して、識別部 95 (図 1A) は、第 2 画像 $1m2-1a$ の

第1出現領域103-1の画素数N1（白画素数）と、第3画像1m3-1aに設定された周辺領域107-1と第2出現領域105-1との重複領域の画素数N2（白画素数）と、において、画素数N2の割合が、所定の第1しきい値（例えば、100%）を超えているとき、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第1しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。ここでは、識別部95は、ガス状の物質が流れている事象と判定する。画素数は、面積と言い換えることができる。以下の画素数も同じである。

[0102] 図17Bを参照して、識別部95は、第2画像1m2-2aの第1出現領域103-2の画素数N3（白画素数）と、第3画像1m3-2aに設定された周辺領域107-2と第2出現領域105-2との重複領域の画素数N4（白画素数）と、において、画素数N4の割合が、上記第1しきい値（100%）を超えているとき、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第1しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。ここでは、識別部95は、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。

[0103] なお、識別部95は、第3画像1m3に設定された周辺領域107の画素数と、第3画像1m3に設定された周辺領域107と第2出現領域105との重複領域の画素数（白画素数）と、を基にして、上記判定をしてもよい。詳しく説明すると、図17Aを参照して、識別部95は、第3画像1m3-1aに設定された周辺領域107-1の画素数N5と、第3画像1m3-1aに設定された周辺領域107-1と第2出現領域105-1との重複領域の画素数N2（白画素数）と、において、画素数N2の割合が、所定の第2しきい値を超えているとき、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第2しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。図17Bを参照して、識別部95は、第3画像1m3-2aに設定された周辺領域107-2の画素数N6と、第3画像1m3-2aに設定された周辺領域107-2と第2出現領域105-2との重複領域の画素数N4（白画素数）と、において、画素数N4の割合が、第2しきい値を超えているとき、

ガス状の物質が流れている事象と判定し、第2しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。

[0104] また、識別部95は、第2出現領域105の画素数（白画素数）と、第3画像1m3に設定された周辺領域107と第2出現領域105との重複領域の画素数（白画素数）と、を基にして、上記判定をしてもよい。詳しく説明すると、図17Aを参照して、識別部95は、第2出現領域105-1の画素数N7（白画素数）と、第3画像1m3-1aに設定された周辺領域107-1と第2出現領域105-1との重複領域の画素数N2（白画素数）と、において、画素数N2の割合が、所定の第3しきい値を超えているとき、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第3しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。図17Bを参照して、識別部95は、第2出現領域105-2の画素数N8（白画素数）と、第3画像1m3-2aに設定された周辺領域107-2と第2出現領域105-2との重複領域の画素数N4（白画素数）と、において、画素数N4の割合が、第3しきい値を超えているとき、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第3しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。

[0105] 識別部95は、同じ位置からガスが常に出ている事象、ガス状の物質が流れている事象のいずれに該当するかの識別に、2値化画像を用いたが、グレースケールの画像を用いてもよい。図17A及び図17Bを参照して、例えば、識別部95は、第3画像1m3-1に設定された周辺領域107-1（不図示）を構成する画素の輝度値の累積値と、第2画像1m2-1に設定された矩形領域R1（不図示）を構成する画素の輝度値の累積値とにおいて、前者の累積値の割合が所定の第4しきい値を超えているとき、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第4しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。

[0106] 実施形態の主な作用効果について説明する。ガス状の物質が流れている事象の場合、所定期間（所定期間とは、第1所定期間及び第2所定期間の総称である）の個々の時刻どうしを比較すると、ガス候補領域の位置が一致する

ことはない。このため、出現領域（出現領域とは、第1出現領域103及び第2出現領域105の総称である）を、所定期間の全期間において、ガス候補領域が出現していた領域にしたとき、出現領域が抽出されないか、抽出されても、出現領域の面積が小さくなる。同じ位置からガスが常に出ている事象も同様である。なぜならば、ガスは、不規則にゆらぐので、所定期間の個々の時刻どうしを比較すると、ガス候補領域の位置が一致することはないからである（図14）。

[0107] そこで、出現領域は、所定期間の少なくとも一部でガス候補領域が出現していたことを示す領域にする。こうすることにより、ガス状の物質が流れている事象、同じ位置からガスが常に出ている事象のいずれも、出現領域の面積を常に比較的大きくすることができる（図16Aに示す第1出現領域103-3、103-1、103-4、第2出現領域105-1、図16Bに示す第1出現領域103-5、103-2、103-6、第2出現領域105-2）。

[0108] 図17A及び図17Bを参照して、周辺領域107の位置は、第3画像1m3において、第2画像1m2の第1出現領域103の位置に相当する位置の周辺である。このため、周辺領域107を第2画像1m2に設定した場合、第2画像1m2の第1出現領域103の周辺に周辺領域107があるので、ガス状の物質が流れている事象、同じ位置からガスが常に出ている事象のいずれも、第2画像1m2の第1出現領域103が周辺領域107にはみ出すことはない。

[0109] ガス状の物質が流れている事象の場合、第3画像1m3の第2出現領域105は、第3画像1m3に設定された周辺領域107に大きくはみ出す可能性があるが、同じ位置からガスが常に出ている事象の場合、大きくはみ出すことはない。これについて詳しく説明する。図15A及び図15Bに示すように、第2画像1m2の第1出現領域103は、第1所定期間（5秒間）に対応する2以上（150個）の第1画像1m1を用いて抽出され、図16A及び図16Bに示すように、第3画像1m3の第2出現領域105は、3つ

の第2画像1 m 2を用いて抽出される（すなわち、第1所定期間と異なる第2所定期間（15秒間）に対応する2以上（450個）の第1画像1 m 2を用いて抽出される。ガス状の物質が流れている事象では、時間の経過に従って、ガス状の物質の位置が変わるので、図17Aに示すように、第2画像1 m 2の第1出現領域103と第3画像1 m 3の第2出現領域105とは、位置及び形状が大きく異なる（第2所定期間が第1所定期間より長い場合、第3画像1 m 3の第2出現領域105は、第2画像1 m 2の第1出現領域103より大きく広がる）。このため、第3画像1 m 3の第2出現領域105が周辺領域107に大きくはみ出す可能性がある（図17Aに示す第2出現領域105-1）。よって、周辺領域107と第3画像1 m 3の第2出現領域105とが重なる領域（重複領域）の面積が比較的大きくなる。

[0110] これに対して、同じ位置からガスが常に出ている事象の場合、時間の経過に従ってガスの出る位置が変わることはないので、第1所定期間と第2所定期間とが異なっても、図17Bに示すように、第2画像1 m 2の第1出現領域103と第3画像1 m 3の第2出現領域105とは、位置及び形状が大きく異なることはない。このため、第3画像1 m 3の第2出現領域105が周辺領域107にはみ出さないか、はみ出したとしても大きくはみ出すことはない（図17Bに示す第2出現領域105-2）。よって、周辺領域107と第3画像1 m 3の第2出現領域105とが重なる領域（重複領域）が発生しないか、発生しても、その面積が比較的小さい。

[0111] 以上より、第3画像1 m 3に設定された周辺領域107及び第3画像1 m 3の第2出現領域105に着目すれば、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別することができる。よって、実施形態によれば、ガスの検知精度を向上させることができる。

[0112] 実施形態の変形例を説明する。設定部94（図1A）は、第3画像1 m 3において、第2画像1 m 2の第1出現領域103の位置に相当する位置の周辺に、中間領域109を介して周辺領域107を設定する。図18Aは、変形例に関する、図16Aに示す第2画像1 m 2-1と、これを2値化した第

2画像 1 m 2 - 1 a と、図 1 6 A に示す第 3 画像 1 m 3 - 1 と、これを 2 値化した第 3 画像 1 m 3 - 1 a と、を示す画像図である。図 1 8 A では、これらの画像の全体でなく、これらの画像のうち、図 1 3 A に示す赤外画像 1 m 0 - 1 に対応する部分が示されている。図 1 8 A が図 1 7 A と相違する点は、中間領域 1 0 9 - 1 が設定されていることである。

[0113] 図 1 8 B は、変形例に関する、図 1 6 B に示す第 2 画像 1 m 2 - 2 と、これを 2 値化した第 2 画像 1 m 2 - 2 a と、図 1 6 B に示す第 3 画像 1 m 3 - 2 と、これを 2 値化した第 3 画像 1 m 3 - 2 a と、を示す画像図である。図 1 8 B では、これらの画像の全体でなく、これらの画像のうち、図 1 3 B に示す赤外画像 1 m 0 - 2 に対応する部分が示されている。図 1 8 B が図 1 7 B と相違する点は、中間領域 1 0 9 - 2 が設定されていることである。

[0114] 同じ位置からガスが常に出ている事象において、風向きや風速の変化でガスが少しゆらぐことがある。中間領域 1 0 9 がないと、第 3 画像 1 m 3 の第 2 出現領域 1 0 5 が、第 3 画像 1 m 3 に設定された周辺領域 1 0 7 にはみ出ず。中間領域 1 0 9 があれば、第 3 画像 1 m 3 の第 2 出現領域 1 0 5 は、中間領域 1 0 9 にはみ出すが、周辺領域 1 0 7 に届かない。これに対して、ガス状の物質が流れている事象の場合、中間領域 1 0 9 があっても、第 3 画像 1 m 3 の第 2 出現領域 1 0 5 が、中間領域 1 0 9 を超えて、周辺領域 1 0 7 にはみ出す（図 1 8 A に示す第 2 出現領域 1 0 5 - 1）。流れていくガス状の物質の場合、ガス状の物質が存在する領域が移動していくため、中間領域 1 0 9 を超えて周辺領域 1 0 7 へ移動していくことになる。従って、変形例によれば、同じ位置からガスが常に出ている事象において、ガスが少しゆらぐことがあっても、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別することができる。

[0115] 中間領域 1 0 9 は、周辺領域 1 0 7 の周辺に位置し、周辺領域 1 0 7 と同様に、第 2 画像 1 m 2 及び第 3 画像 1 m 3 の縦方向に延びる矩形領域と横方向に延びる矩形領域とを備える。中間領域 1 0 9 の幅は、第 2 出現領域 1 0 5 の抽出期間（例では、15 秒間）での風向きや風速の変化によるゆらぎを

想定し、例えば第1出現領域103を囲む外接矩形（外接矩形R1，R2）の縦横1割のサイズに設定する（外接矩形の横方向において、中間領域109の幅は、外接矩形の横方向のサイズの1割であり、外接矩形の縦方向において、中間領域109の幅は、外接矩形の縦方向のサイズの1割である）。

[0116] （実施形態の纏め）

実施形態の第1局面に係るガス検知用画像処理装置は、時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第1画像を生成する第1処理部と、前記複数の第1画像のうち、第1所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第1所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第1出現領域を含む第2画像を生成する第2処理部と、前記複数の第1画像のうち、前記第1所定期間と異なる第2所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第2所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第2出現領域を含む第3画像を生成する第3処理部と、前記第3画像において、前記第2画像の前記第1出現領域の位置に相当する位置の周辺に周辺領域を設定する設定部と、を備える。

[0117] 同じ位置から常に出ているガスは、検知対象のガスであり、流れているガス状の物質（例えば、雲、蒸気）は、検知対象外のガスである。

[0118] ガス状の物質が流れている事象の場合、所定期間（所定期間とは、第1所定期間及び第2所定期間の総称である）の個々の時刻どうしを比較すると、ガス候補領域の位置が一致することはない。このため、出現領域（出現領域とは、第1出現領域及び第2出現領域の総称である）を、所定期間の全期間において、ガス候補領域が出現していた領域にしたとき、出現領域が抽出されないか、抽出されても、出現領域の面積が小さくなる。同じ位置からガスが常に出ている事象も同様である。なぜならば、ガスは、不規則にゆらぐので、所定期間の個々の時刻どうしを比較すると、ガス候補領域の位置が一致することはないからである。

[0119] そこで、出現領域は、所定期間の少なくとも一部でガス候補領域が出現し

ていたことを示す領域にする。こうすることにより、ガス状の物質が流れている事象、同じ位置からガスが常に出ている事象のいずれも、出現領域の面積を常に比較的大きくすることができる。

[0120] 周辺領域の位置は、第3画像において、第2画像の第1出現領域の位置に相当する位置の周辺である。このため、周辺領域を第2画像に設定した場合、第2画像の第1出現領域の周辺に周辺領域があるので、ガス状の物質が流れている事象、同じ位置からガスが常に出ている事象のいずれも、第2画像の第1出現領域が周辺領域にはみ出すことはない。

[0121] ガス状の物質が流れている事象の場合、第3画像の第2出現領域は、第3画像に設定された周辺領域に大きくはみ出す可能性があるが、同じ位置からガスが常に出ている事象の場合、大きくはみ出すことはない。これについて詳しく説明する。第2画像の第1出現領域は、第1所定期間に対応する2以上の第1画像を用いて抽出され、第3画像の第2出現領域は、第1所定期間と異なる第2所定期間に対応する2以上の第1画像を用いて抽出される。ガス状の物質が流れている事象では、時間の経過に従って、ガス状の物質の位置が変わるので、第2画像の第1出現領域と第3画像の第2出現領域とは、位置及び形状が大きく異なる（第2所定期間が第1所定期間より長い場合、第3画像の第2出現領域は、第2画像の第1出現領域より大きく広がる）。このため、第3画像の第2出現領域が周辺領域に大きくはみ出す可能性がある。よって、周辺領域と第3画像の第2出現領域とが重なる領域の面積が比較的大きくなる。

[0122] これに対して、同じ位置からガスが常に出ている事象の場合、時間の経過に従ってガスの出る位置が変わることはないので、第1所定期間と第2所定期間とが異なっても、第2画像の第1出現領域と第3画像の第2出現領域とは、位置及び形状が大きく異なることはない。このため、第3画像の第2出現領域が周辺領域にはみ出さないか、はみ出したとしても大きくはみ出すことはない。よって、周辺領域と第3画像の第2出現領域とが重なる領域が発生しないか、発生しても、その面積が比較的小さい。

[0123] 以上より、第3画像に設定された周辺領域及び第3画像の第2出現領域に着目すれば、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別することができる。よって、実施形態の第1局面に係るガス検知用画像処理装置によれば、ガスの検知精度を向上させることができる。

[0124] なお、第2所定期間は、第1所定期間よりも長い期間として設定する。また、第2所定期間は、少なくとも第1所定期間の一部を含む。好ましくは、第2所定期間は、第1所定期間全てを含む。

[0125] 上記識別を実行する識別部として、以下の(1)～(3)がある。

[0126] (1) 識別部は、第2画像の第1出現領域と、第3画像に設定された周辺領域と第3画像の第2出現領域とが重なる領域(以下、重複領域)と、を基にして、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別する。例えば、第2画像及び第3画像が2値化画像であれば、以下のように識別される。識別部は、第2画像の第1出現領域の面積と重複領域の面積とにおいて、重複領域の面積の割合が所定の第1しきい値を超えているとき、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第1しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。

[0127] (2) 識別部は、第3画像に設定された周辺領域と、第3画像に設定された周辺領域と第3画像の第2出現領域とが重なる領域(以下、重複領域)と、を基にして、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別する。例えば、第3画像が2値化画像であれば、以下のように識別される。識別部は、周辺領域の面積と重複領域の面積とにおいて、重複領域の面積の割合が所定の第2しきい値を超えているとき、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第2しきい値以下のとき、同じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。

[0128] (3) 識別部は、第3画像の第2出現領域と、第3画像に設定された周辺領域と第3画像の第2出現領域とが重なる領域(以下、重複領域)と、を基にして、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れてい

る事象と、を識別する。例えば、第3画像が2値化画像であれば、以下のよう
に識別される。識別部は、第3画像の第2出現領域の面積と重複領域の面
積とにおいて、重複領域の面積の割合が所定の第3しきい値を超えていると
き、ガス状の物質が流れている事象と判定し、第3しきい値以下のとき、同
じ位置からガスが常に出ている事象と判定する。

[0129] 上記構成において、前記第3処理部は、前記第1所定期間より長い前記第
2所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第2出現領域
を含む前記第3画像を生成する。

[0130] ガス状の物質が流れている事象の場合、時間の経過に従って、ガス状の物
質の位置が変わる。このため、第2所定期間が第1所定期間より長いとき、
第3画像の第2出現領域は、第2画像の第1出現領域より大きく広がる。よ
って、第3画像に設定された周辺領域と第3画像の第2出現領域とが重なる
領域の面積が大きくなる。これに対して、同じ位置からガスが常に出ている
事象の場合、時間の経過に従ってガスの出る位置が変わることはない。この
ため、第2所定期間が第1所定期間より長くても、第3画像の第2出現領域
は、第2画像の第1出現領域より大きく広がることはない。よって、第3画
像に設定された周辺領域と第3画像の第2出現領域とが重なる領域が発生し
ないか、発生しても、その面積は小さい。

[0131] 以上より、第3画像に設定された周辺領域と第3画像の第2出現領域とが
重なる領域に着目すれば、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状
の物質が流れている事象と、を識別することができる。

[0132] 上記構成において、前記設定部は、前記第3画像において、前記第2画像
の前記第1出現領域の位置に相当する位置の周辺に、中間領域を介して前記
周辺領域を設定する。

[0133] 同じ位置からガスが常に出ている事象において、風向きや風速の変化でガ
スが少しゆらぐことがある。中間領域がないと、第3画像の第2出現領域が
、第3画像に設定された周辺領域にはみ出す。中間領域があれば、第3画像
の第2出現領域は、中間領域にはみ出すが、周辺領域に届かない。これに対

して、ガス状の物質が流れている事象の場合、中間領域があっても、第3画像の第2出現領域が、中間領域を超えて、周辺領域にはみ出す。流れていくガス状の物質の場合、ガス状の物質が存在する領域が移動していくため、中間領域を超えて周辺領域へ移動していくことになる。従って、この構成によれば、同じ位置からガスが常に出ている事象において、ガスが少しゆらぐことがあっても、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別することができる。

[0134] 実施形態の第2局面に係るガス検知用画像処理方法は、時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第1画像を生成する第1処理ステップと、前記複数の第1画像のうち、第1所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第1所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第1出現領域を含む第2画像を生成する第2処理ステップと、前記複数の第1画像のうち、前記第1所定期間と異なる第2所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第2所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第2出現領域を含む第3画像を生成する第3処理ステップと、前記第3画像において、前記第2画像の前記第1出現領域の位置に相当する位置の周辺に周辺領域を設定する設定ステップと、を備える。

[0135] 実施形態の第2局面に係るガス検知用画像処理方法は、実施形態の第1局面に係るガス検知用画像処理装置を方法の観点から規定しており、実施形態の第1局面に係るガス検知用画像処理装置と同様の作用効果を有する。

[0136] 実施形態の第3局面に係るガス検知用画像処理プログラムは、時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第1画像を生成する第1処理ステップと、前記複数の第1画像のうち、第1所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第1所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第1出現領域を含む第2画像を生成する第2処理ステップと、

前記複数の第1画像のうち、前記第1所定期間と異なる第2所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第2所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第2出現領域を含む第3画像を生成する第3処理ステップと、前記第3画像において、前記第2画像の前記第1出現領域の位置に相当する位置の周辺に周辺領域を設定する設定ステップと、をコンピュータに実行させる。

[0137] 実施形態の第3局面に係るガス検知用画像処理プログラムは、実施形態の第1局面に係るガス検知用画像処理装置をプログラムの観点から規定しており、実施形態の第1局面に係るガス検知用画像処理装置と同様の作用効果を有する。

[0138] 本発明の実施形態が詳細に図示され、かつ、説明されたが、それは単なる図例及び実例であって限定ではない。本発明の範囲は、添付されたクレームの文言によって解釈されるべきである。

[0139] 2017年5月2日に提出された日本国特許出願特願2017-091796は、その全体の開示が、その全体において参照によりここに組み込まれる。

産業上の利用可能性

[0140] 本発明によれば、ガス検知用画像処理装置、ガス検知用画像処理方法、及び、ガス検知用画像処理プログラムを提供することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第1画像を生成する第1処理部と、
- 前記複数の第1画像のうち、第1所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第1所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第1出現領域を含む第2画像を生成する第2処理部と、
- 前記複数の第1画像のうち、前記第1所定期間と異なる第2所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第2所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第2出現領域を含む第3画像を生成する第3処理部と、
- 前記第3画像において、前記第2画像の前記第1出現領域の位置に相当する位置の周辺に周辺領域を設定する設定部と、を備える、ガス検知用画像処理装置。
- [請求項2] 前記第3処理部は、前記第1所定期間より長い前記第2所定期間に対応する2以上の前記第1画像を基にして、前記第2出現領域を含む前記第3画像を生成する、請求項1に記載のガス検知用画像処理装置。
- [請求項3] 前記第1出現領域と、前記周辺領域と前記第2出現領域とが重なる領域と、を基にして、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別する識別部をさらに備える、請求項1又は2に記載のガス検知用画像処理装置。
- [請求項4] 前記周辺領域と、前記周辺領域と前記第2出現領域とが重なる領域と、を基にして、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別する識別部をさらに備える、請求項1又は2に記載のガス検知用画像処理装置。
- [請求項5] 前記第2出現領域と、前記周辺領域と前記第2出現領域とが重なる

領域と、を基にして、同じ位置からガスが常に出ている事象と、ガス状の物質が流れている事象と、を識別する識別部をさらに備える、請求項 1 又は 2 に記載のガス検知用画像処理装置。

[請求項6] 前記設定部は、前記第 3 画像において、前記第 2 画像の前記第 1 出現領域の位置に相当する位置の周辺に、中間領域を介して前記周辺領域を設定する、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のガス検知用画像処理装置。

[請求項7] 時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第 1 画像を生成する第 1 処理ステップと、

前記複数の第 1 画像のうち、第 1 所定期間に対応する 2 以上の前記第 1 画像を基にして、前記第 1 所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第 1 出現領域を含む第 2 画像を生成する第 2 処理ステップと、

前記複数の第 1 画像のうち、前記第 1 所定期間と異なる第 2 所定期間に対応する 2 以上の前記第 1 画像を基にして、前記第 2 所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第 2 出現領域を含む第 3 画像を生成する第 3 処理ステップと、

前記第 3 画像において、前記第 2 画像の前記第 1 出現領域の位置に相当する位置の周辺に周辺領域を設定する設定ステップと、を備える、ガス検知用画像処理方法。

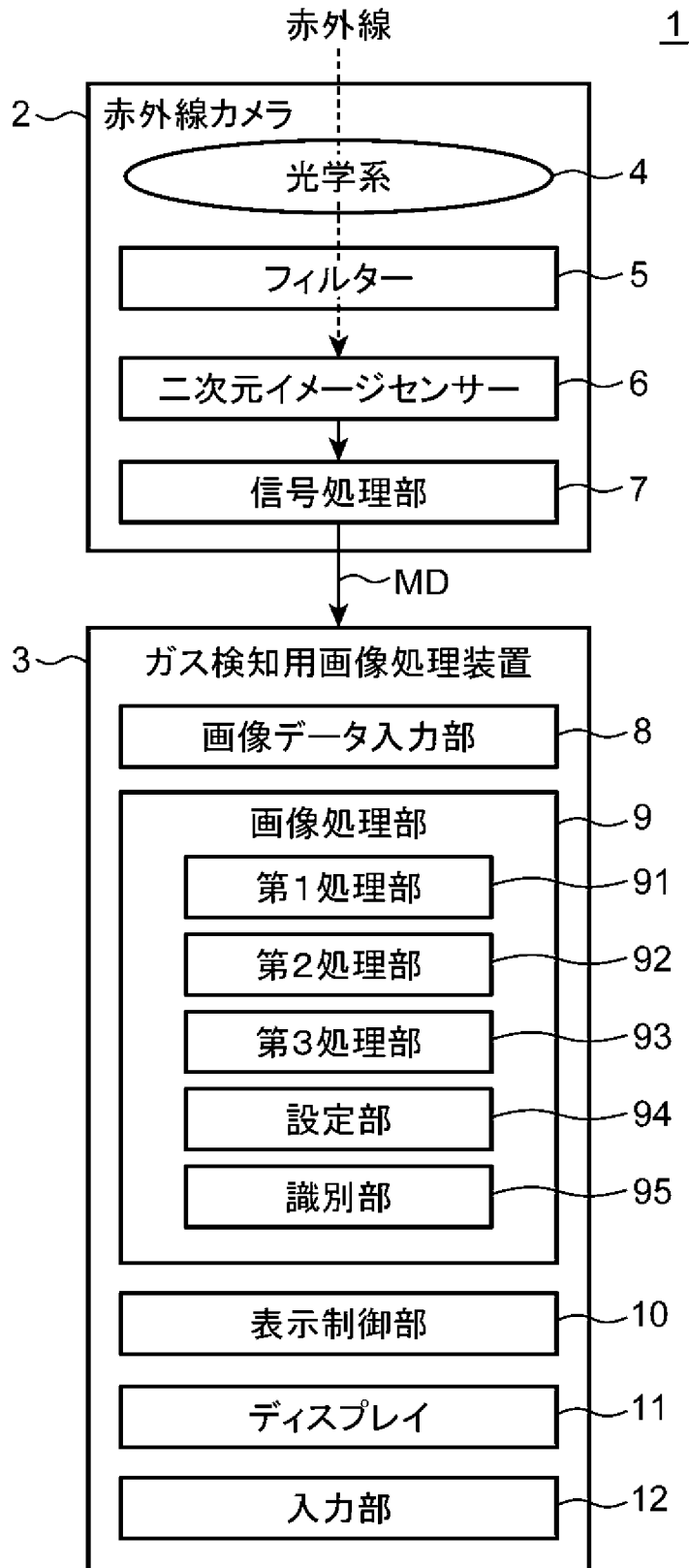
[請求項8] 時系列に撮像された複数の赤外画像のそれぞれに対して、ガス候補領域を抽出する処理をすることにより、複数の第 1 画像を生成する第 1 処理ステップと、

前記複数の第 1 画像のうち、第 1 所定期間に対応する 2 以上の前記第 1 画像を基にして、前記第 1 所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第 1 出現領域を含む第 2 画像を生成する第 2 処理ステップと、

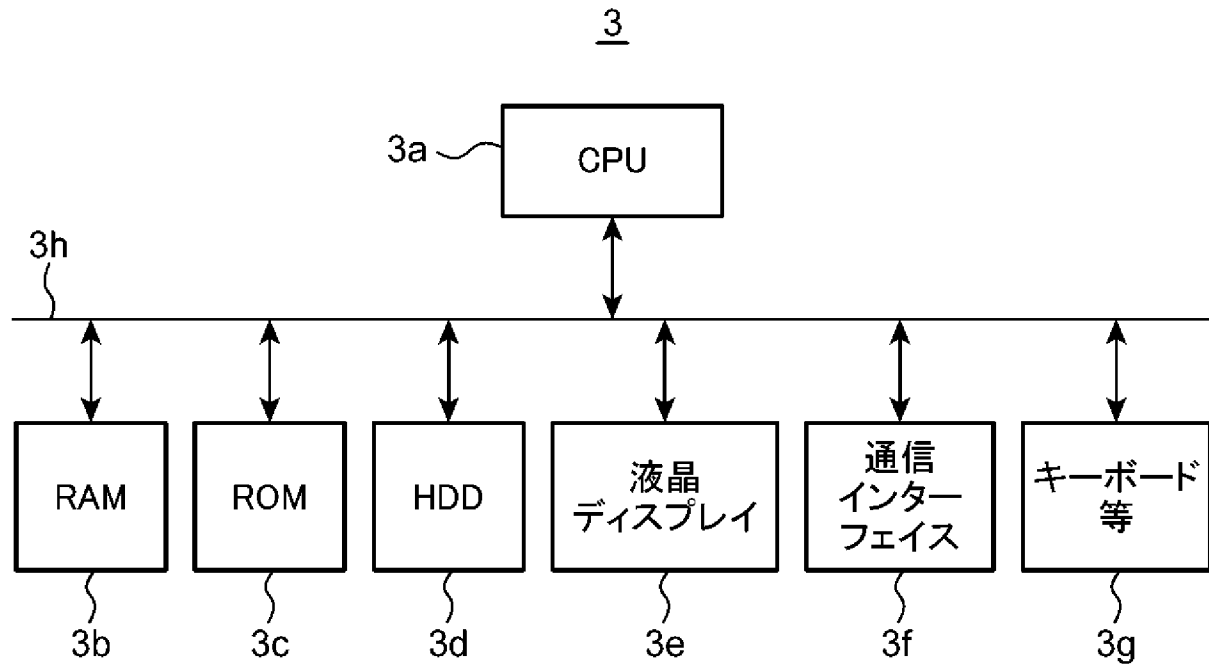
前記複数の第 1 画像のうち、前記第 1 所定期間と異なる第 2 所定期間に対応する 2 以上の前記第 1 画像を基にして、前記第 2 所定期間の少なくとも一部で前記ガス候補領域が出現していたことを示す第 2 出現領域を含む第 3 画像を生成する第 3 処理ステップと、

前記第 3 画像において、前記第 2 画像の前記第 1 出現領域の位置に相当する位置の周辺に周辺領域を設定する設定ステップと、をコンピュータに実行させるガス検知用画像処理プログラム。

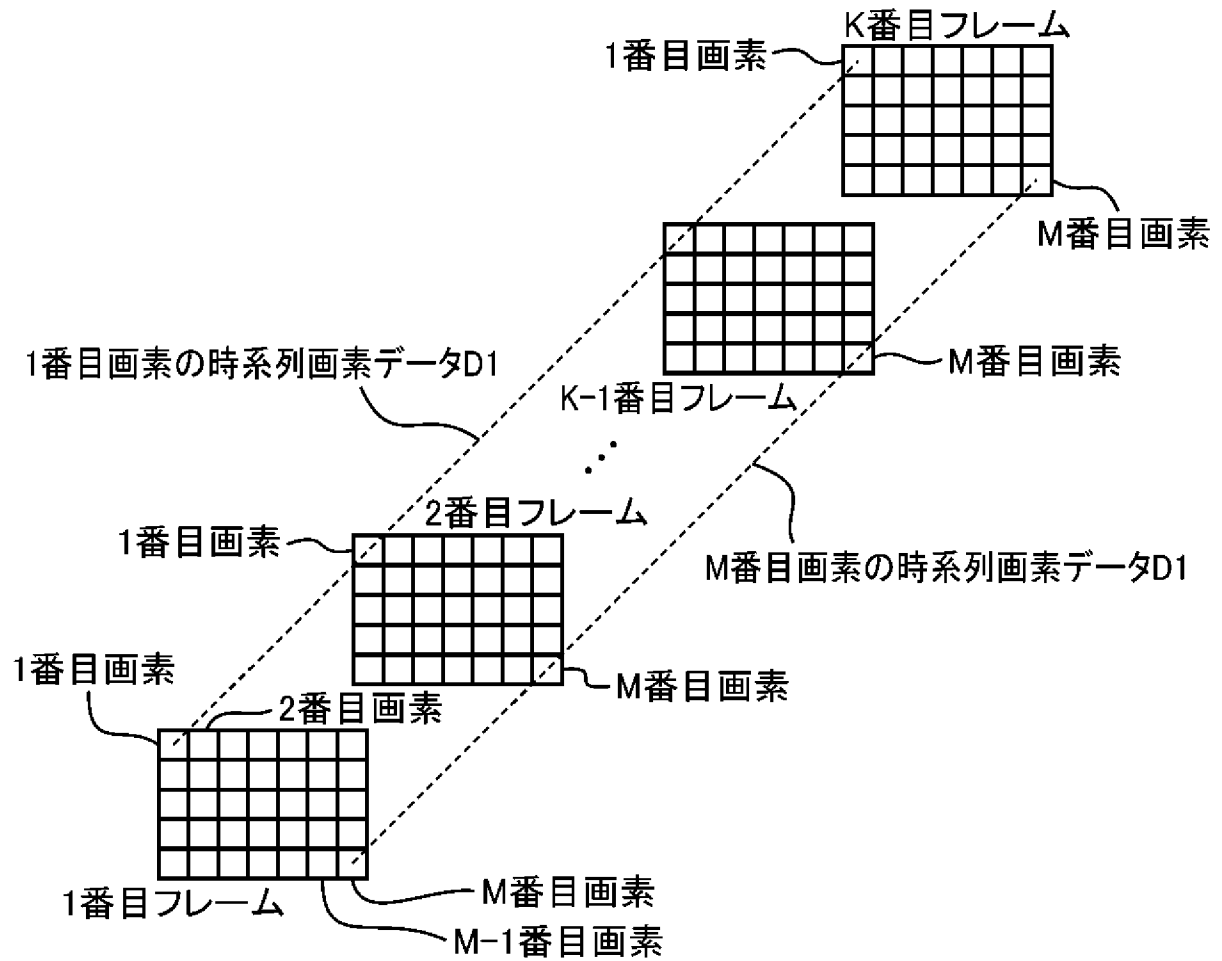
[図1A]



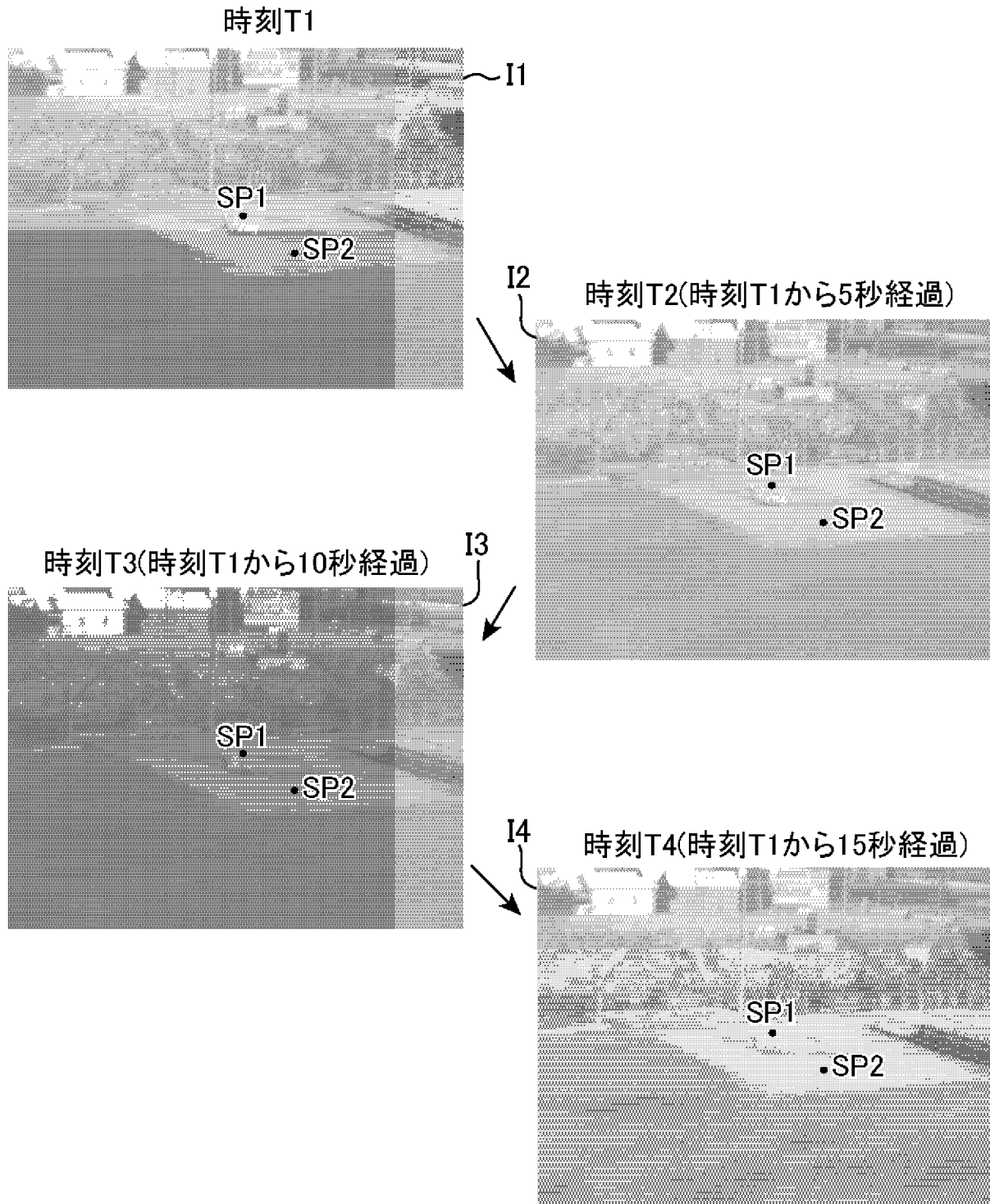
[図1B]



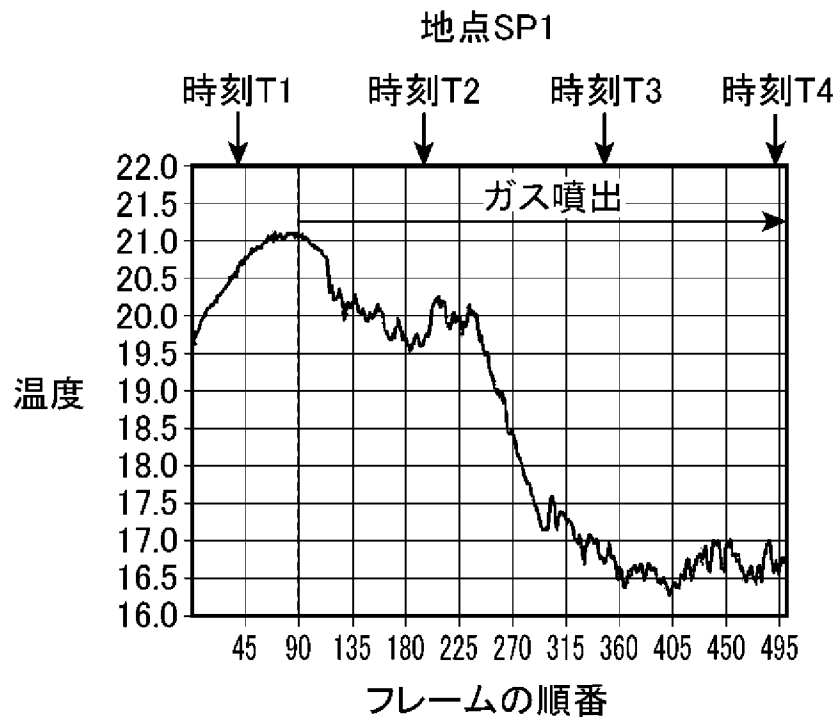
[図2]



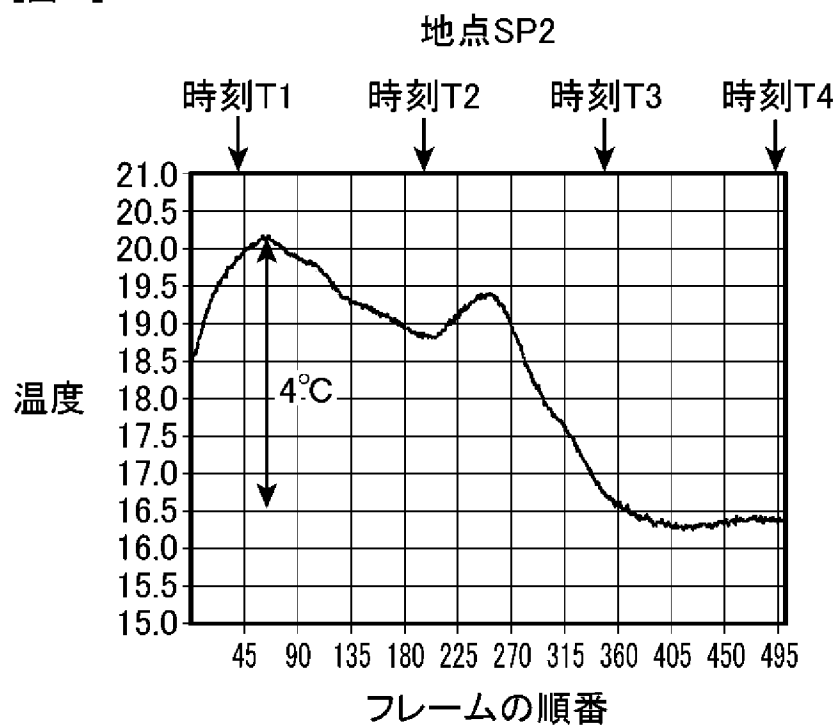
[図3]



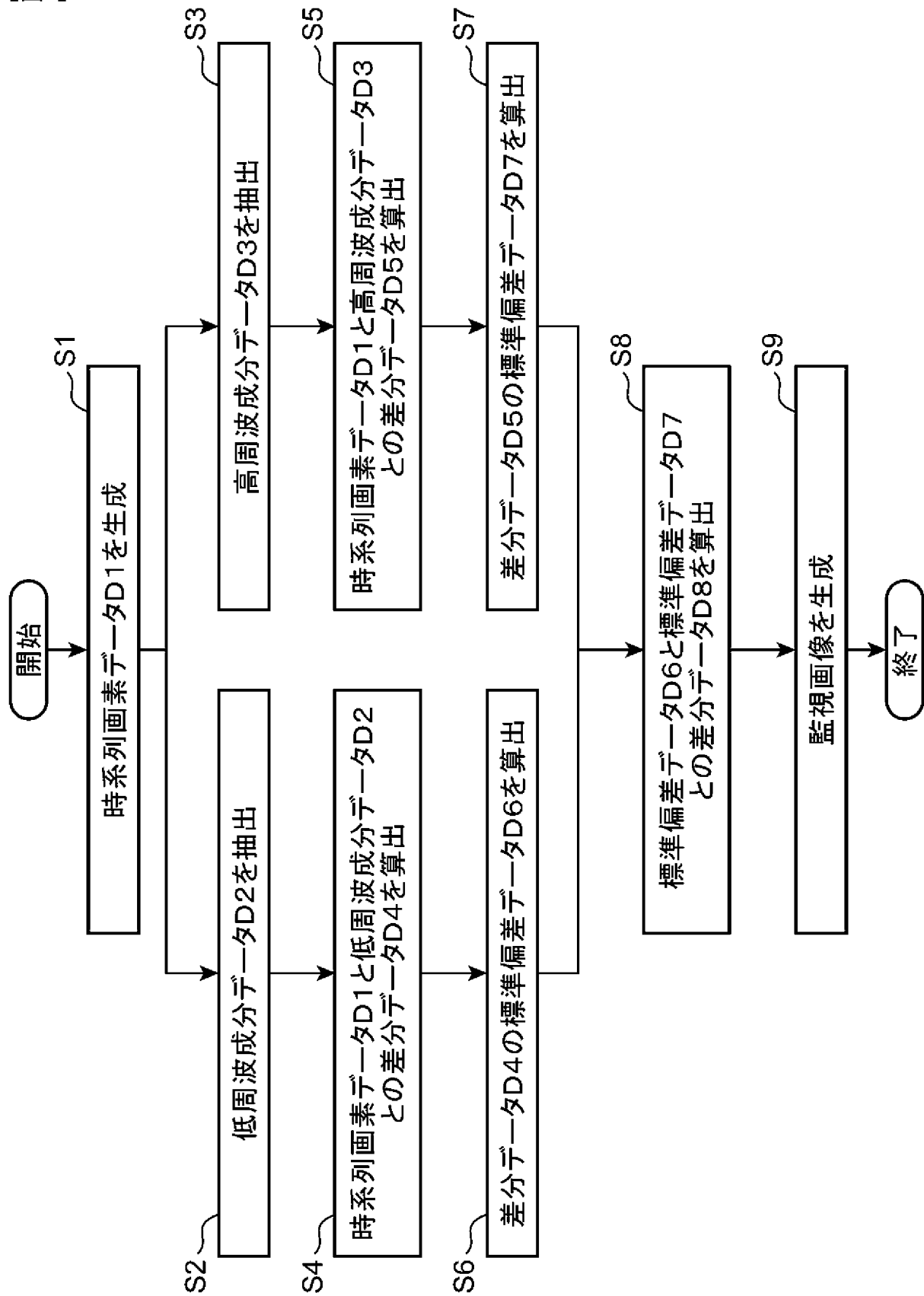
[図4A]



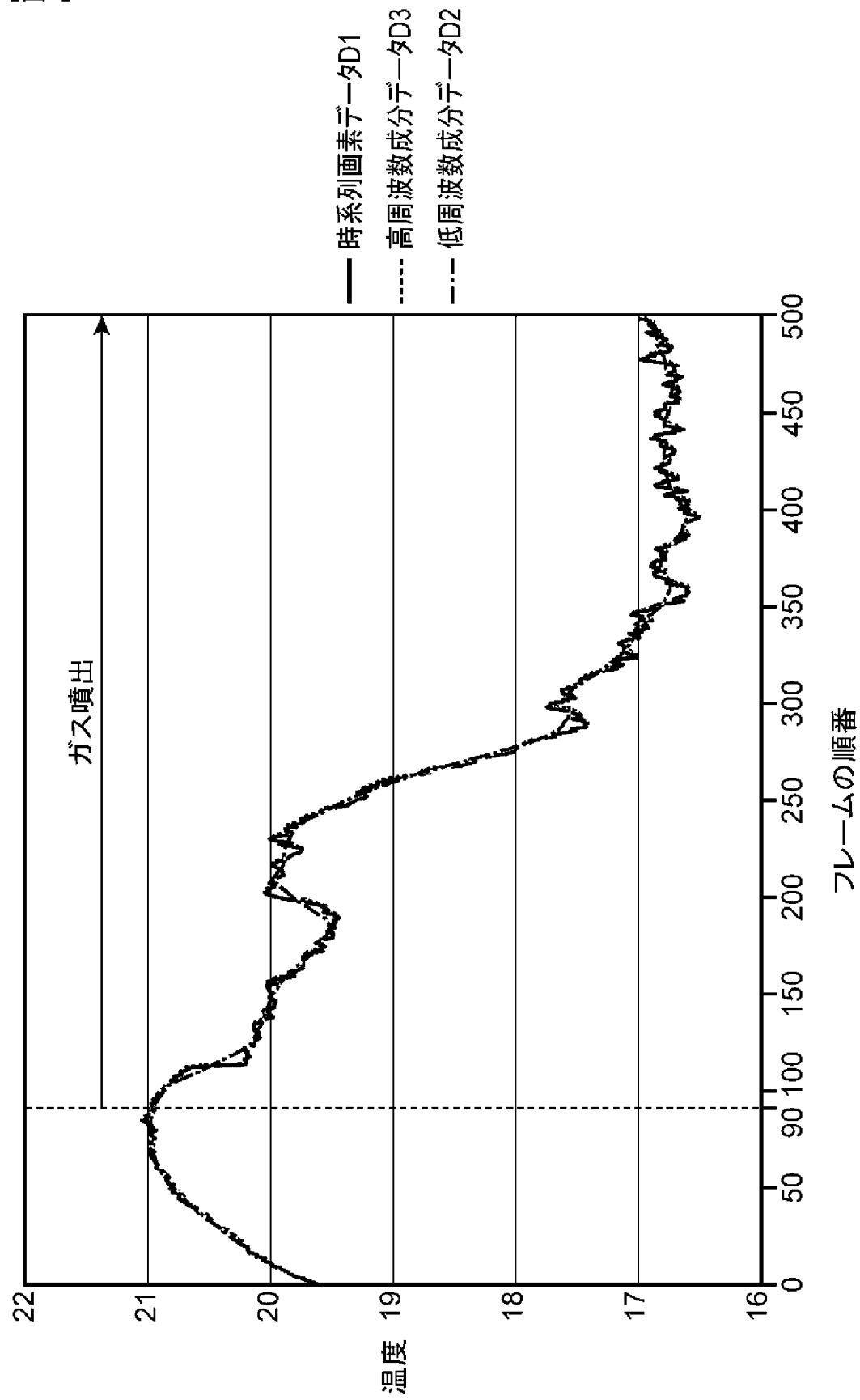
[図4B]



[図5]

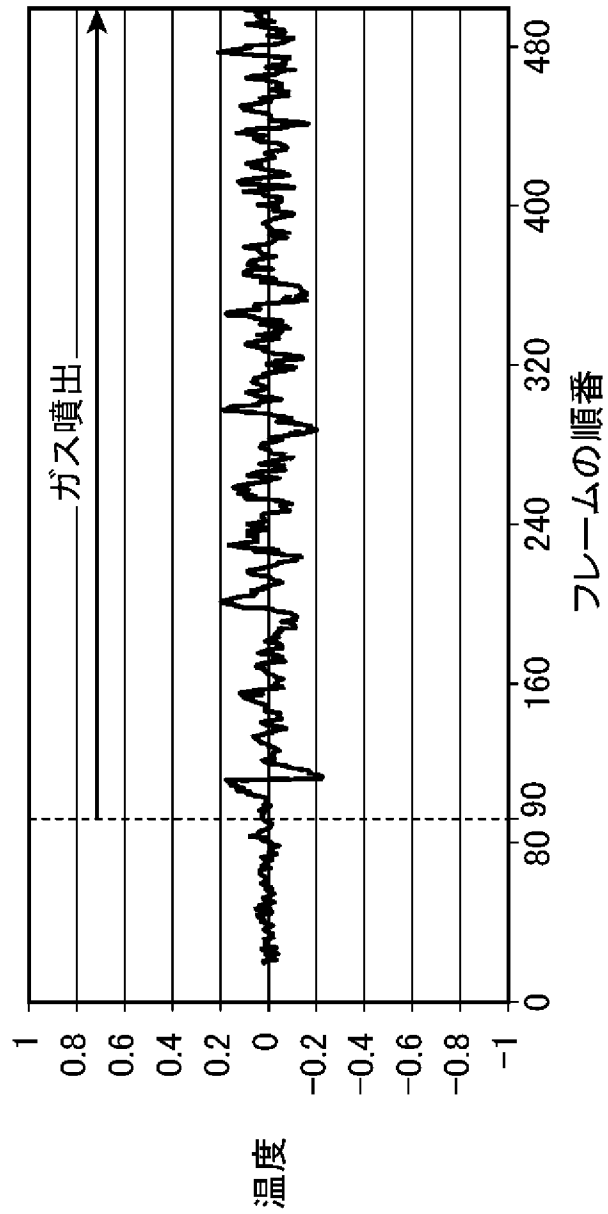


[図6]

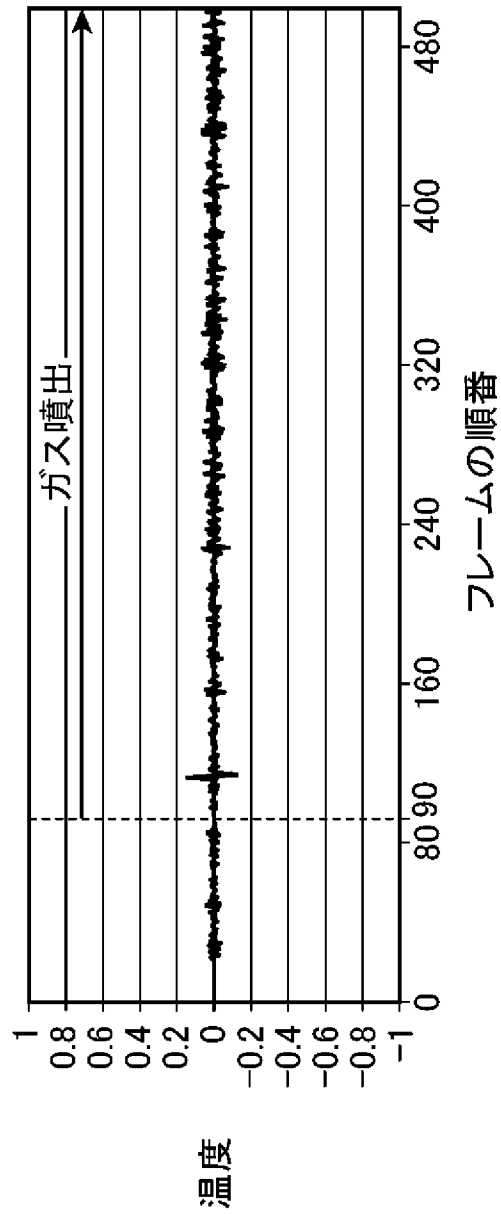


[図7A]

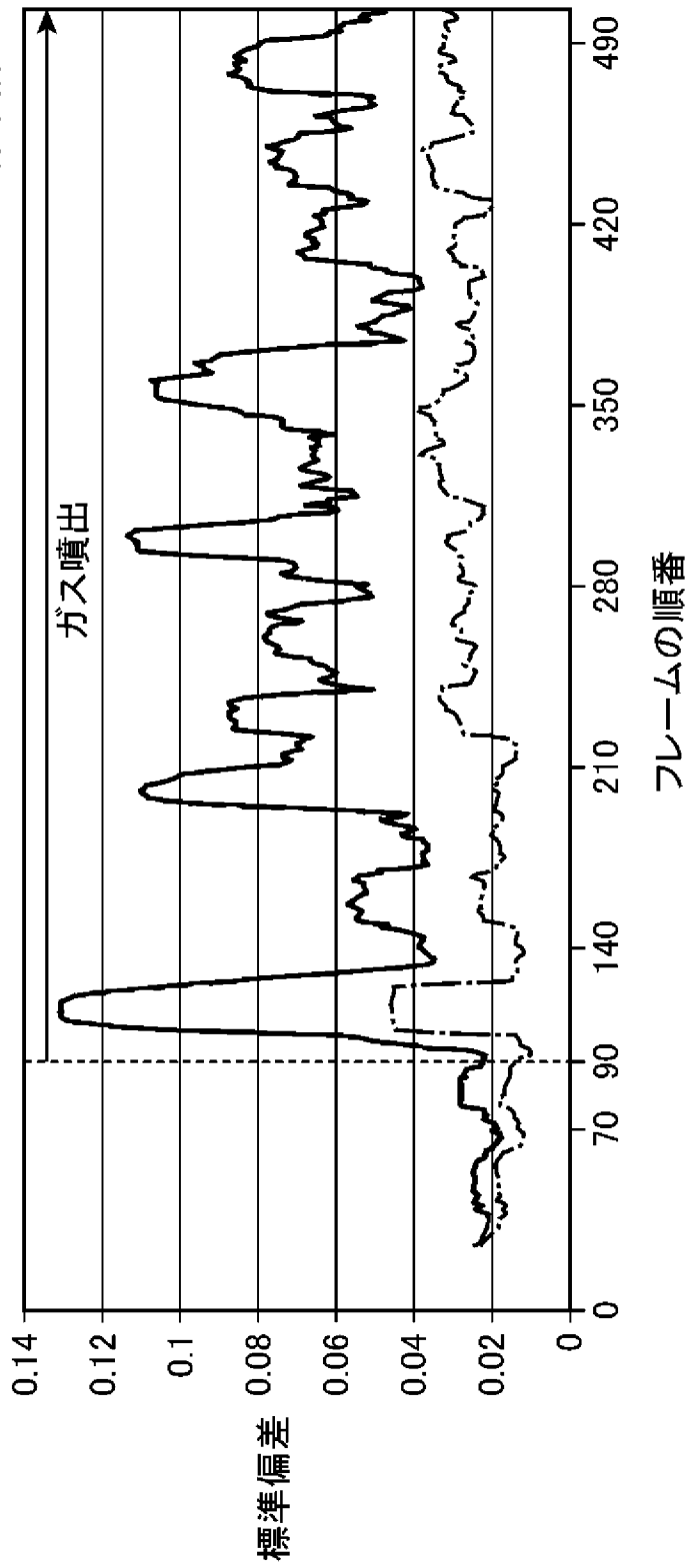
— 差分データD4



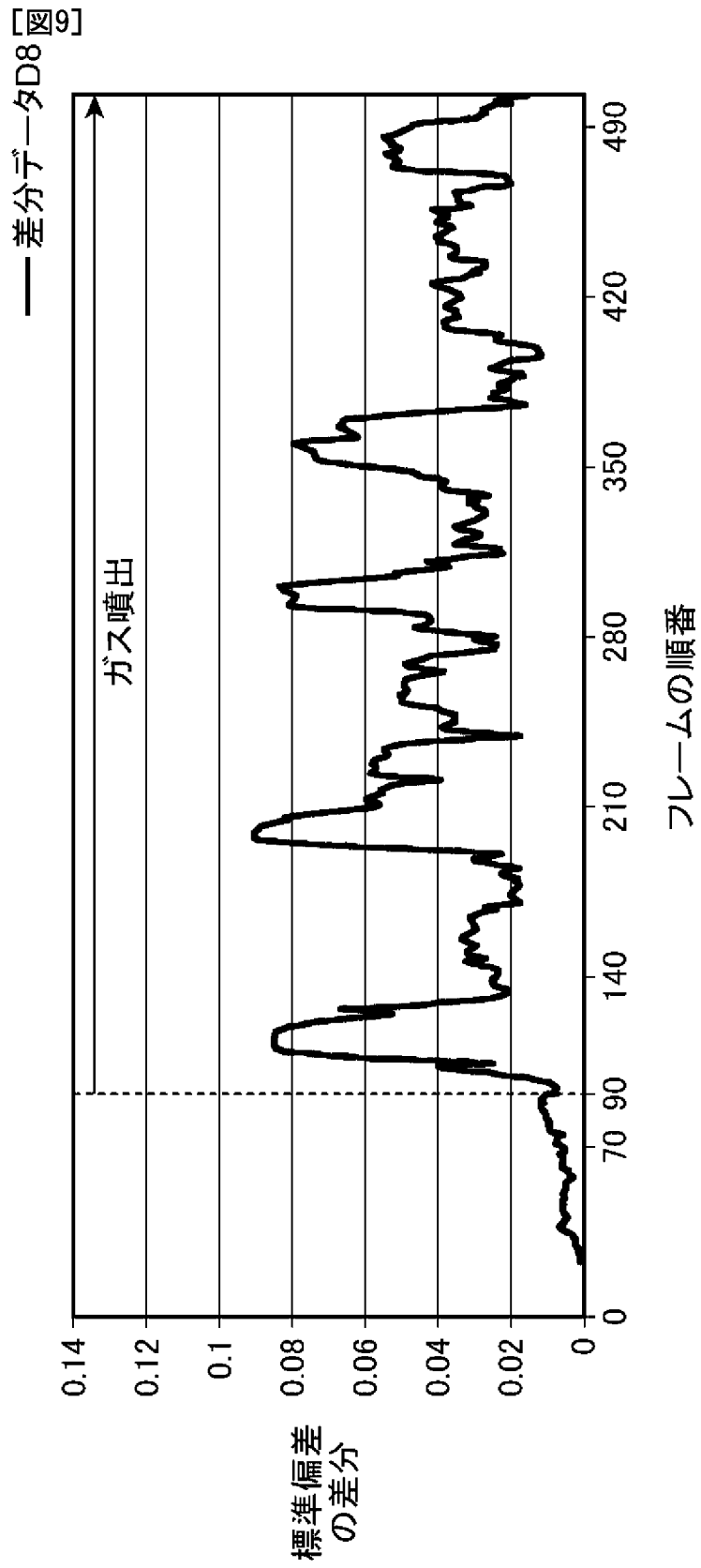
[図7B]



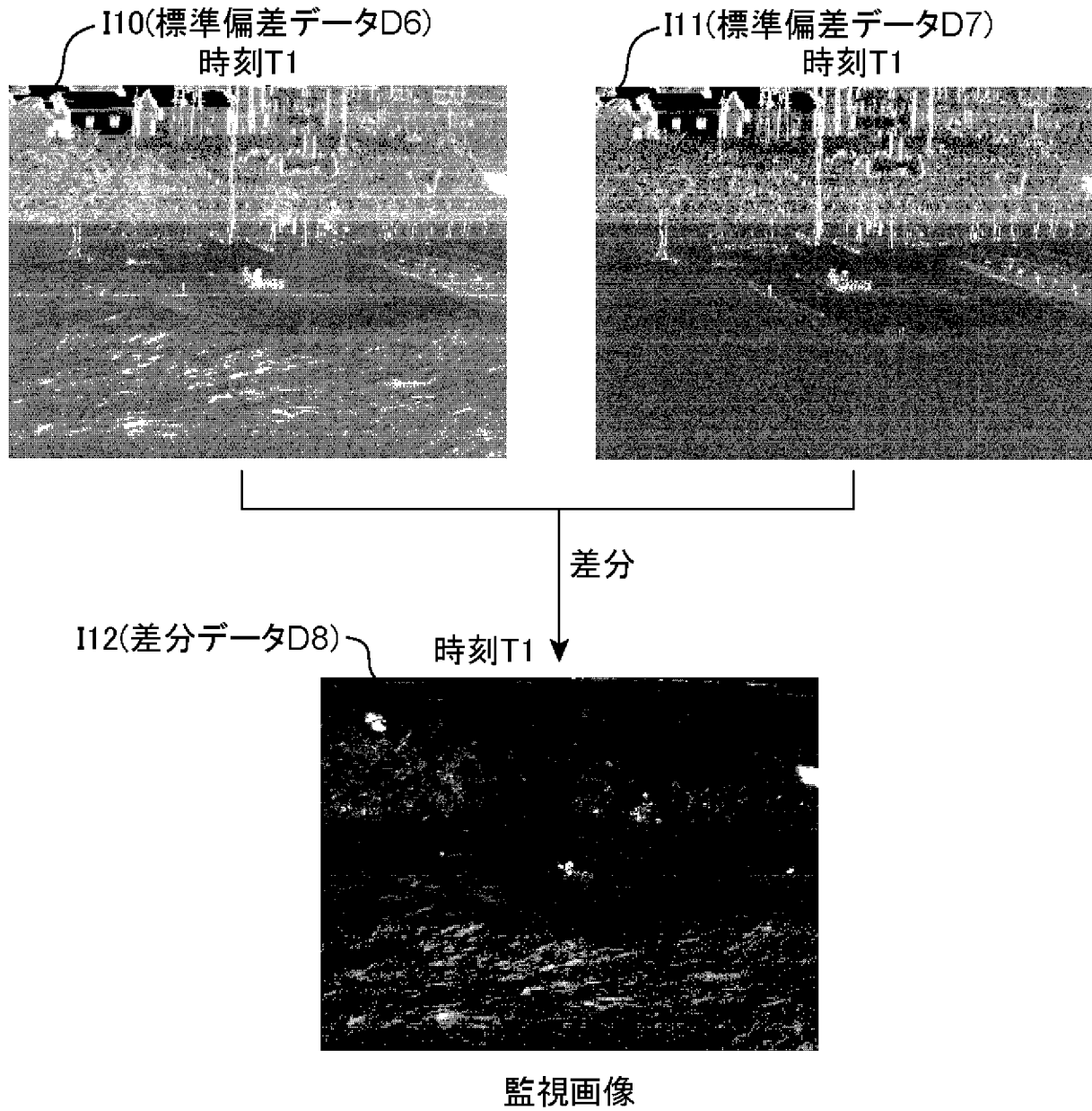
--- 標準偏差データD7 [図8]
— 標準偏差データD6



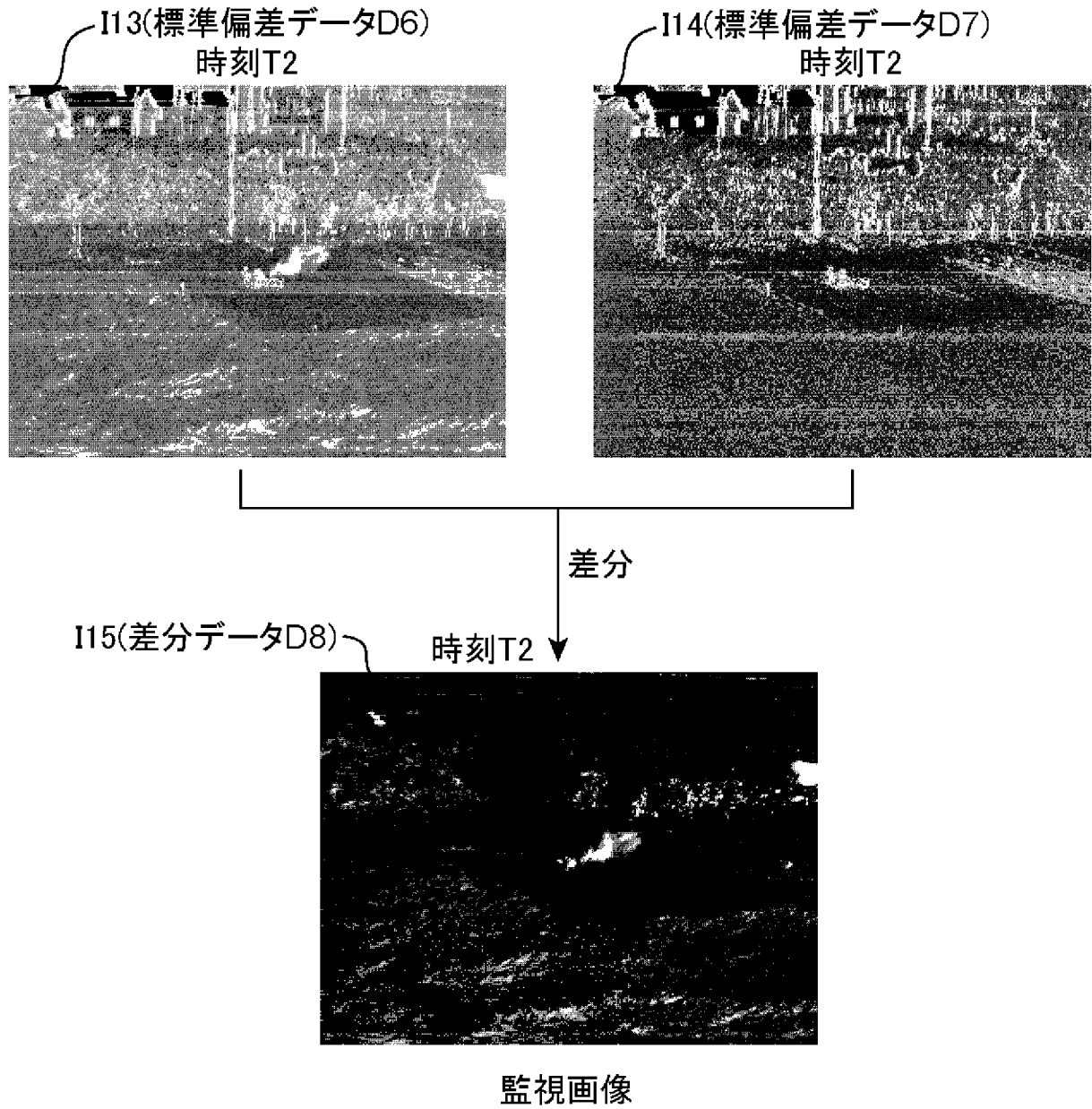
[図9]



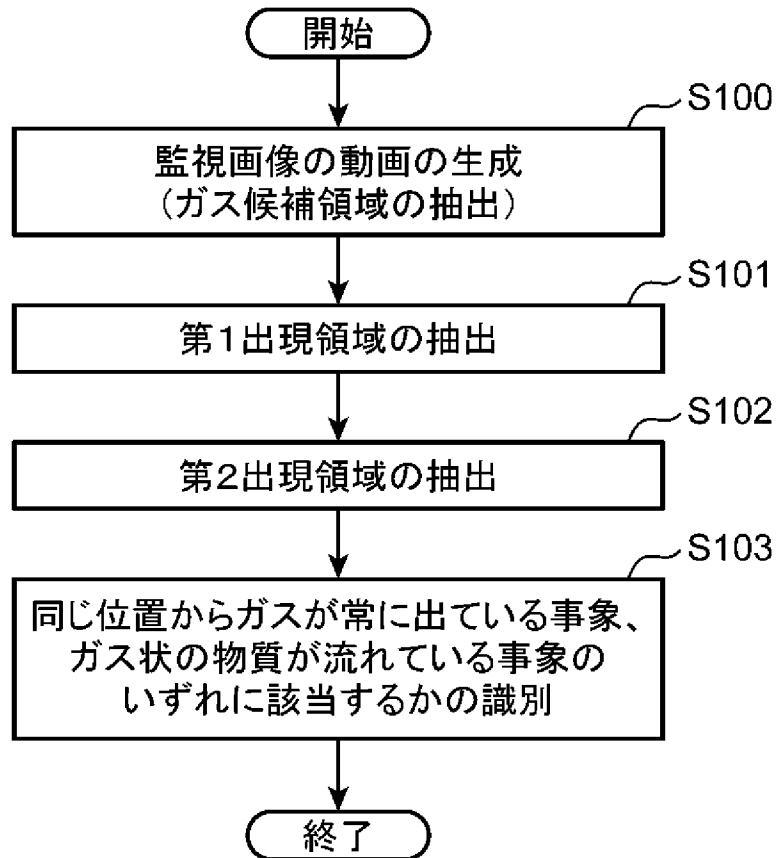
[図10]



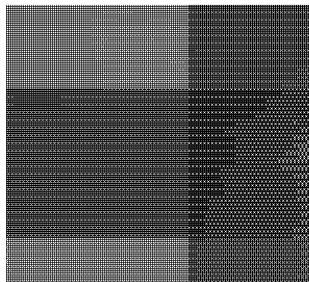
[図11]



[図12]



[図13A]

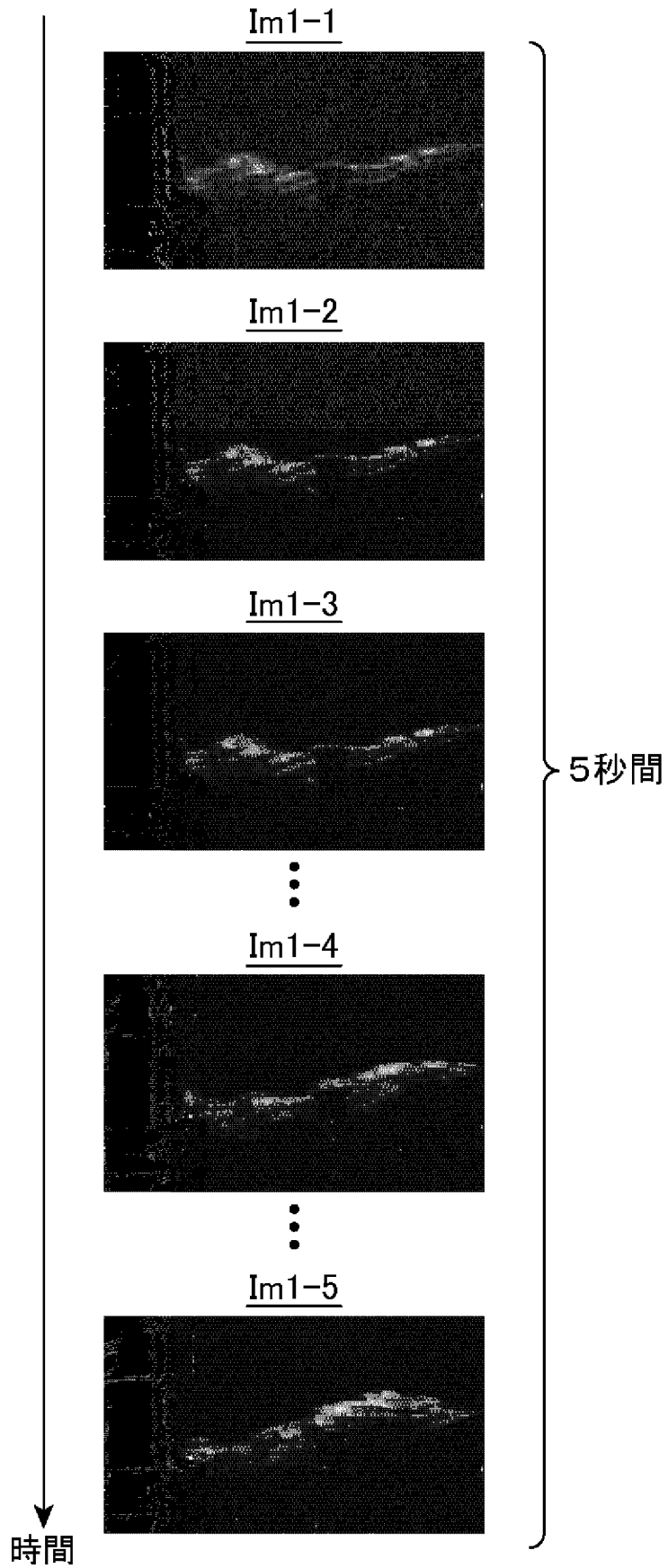
Im0-1

[図13B]

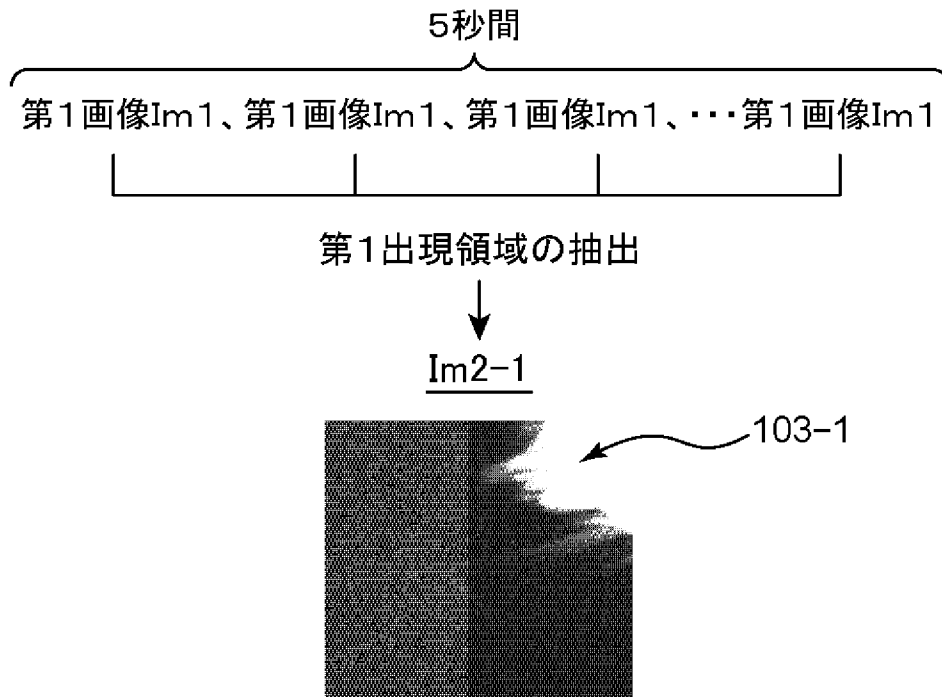
Im0-2

101

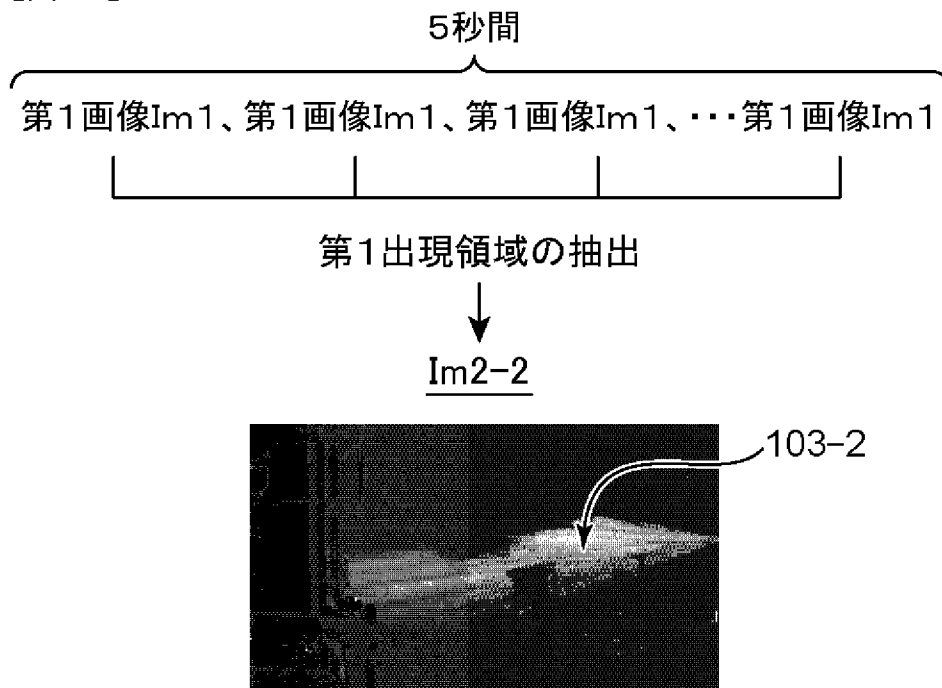
[図14]



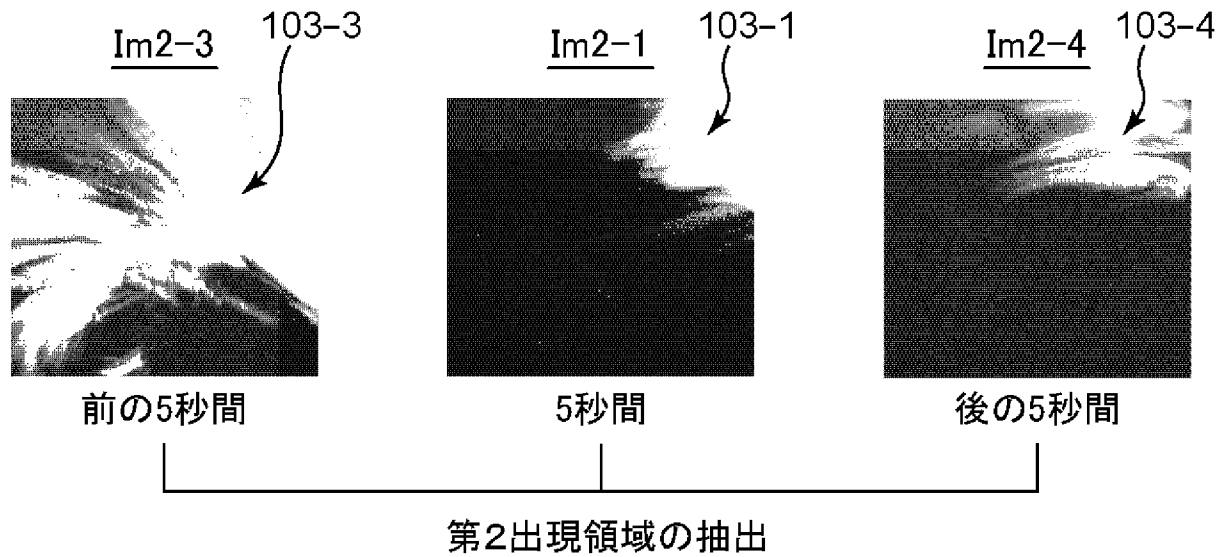
[図15A]



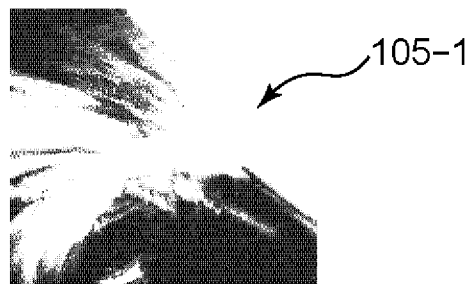
[図15B]



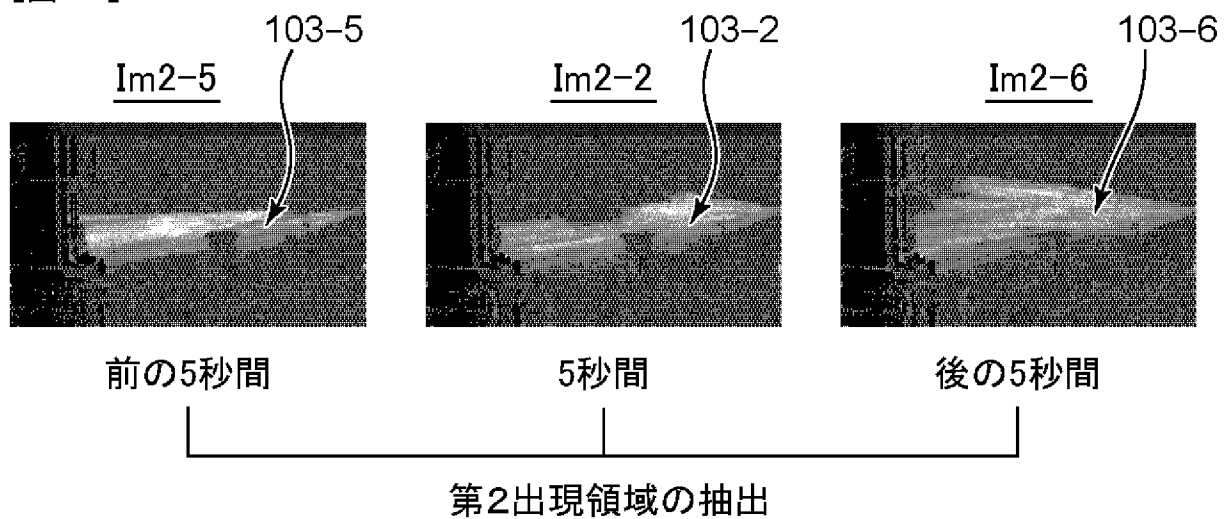
[図16A]



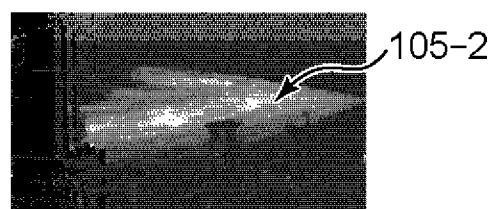
Im3-1



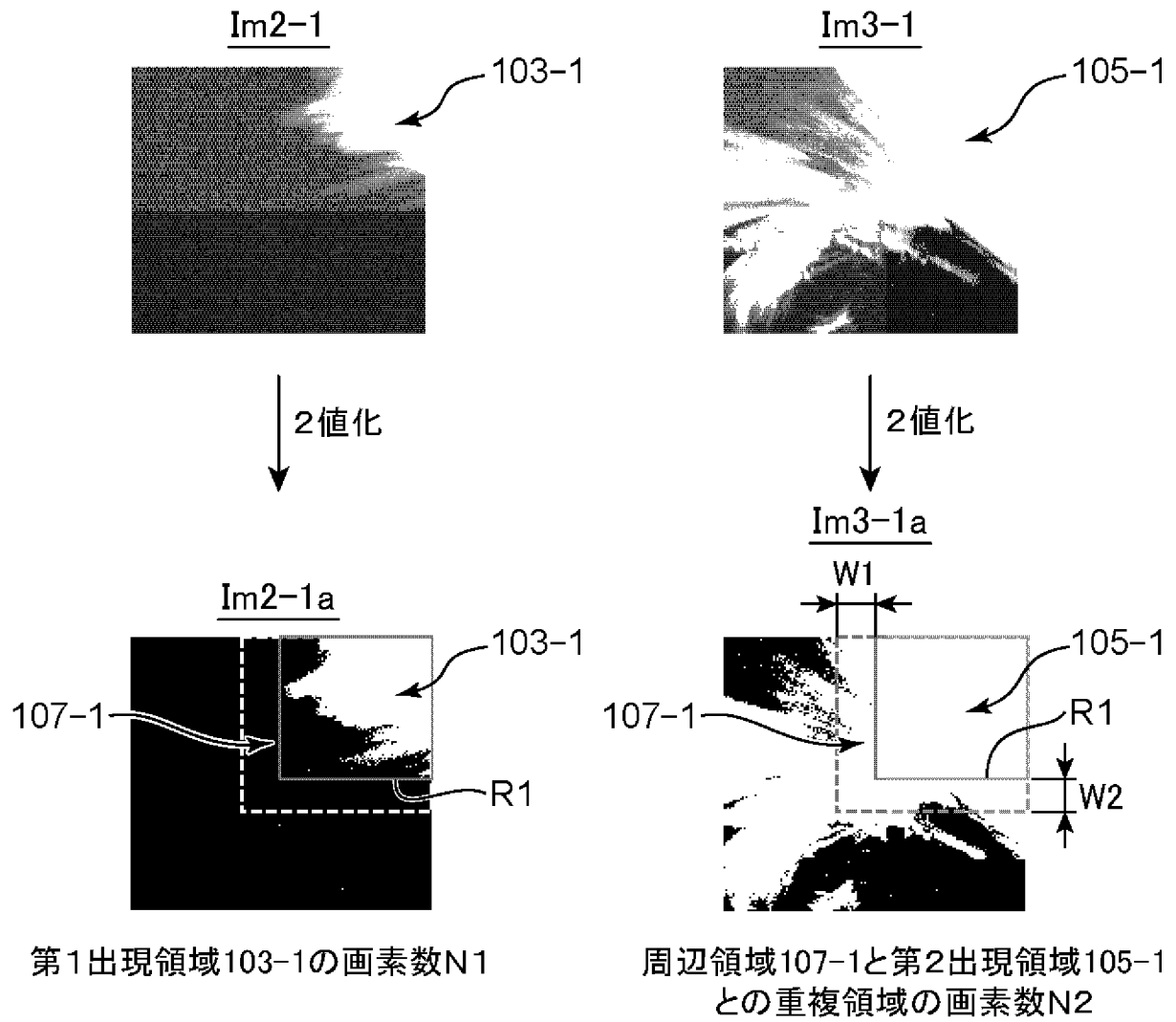
[図16B]



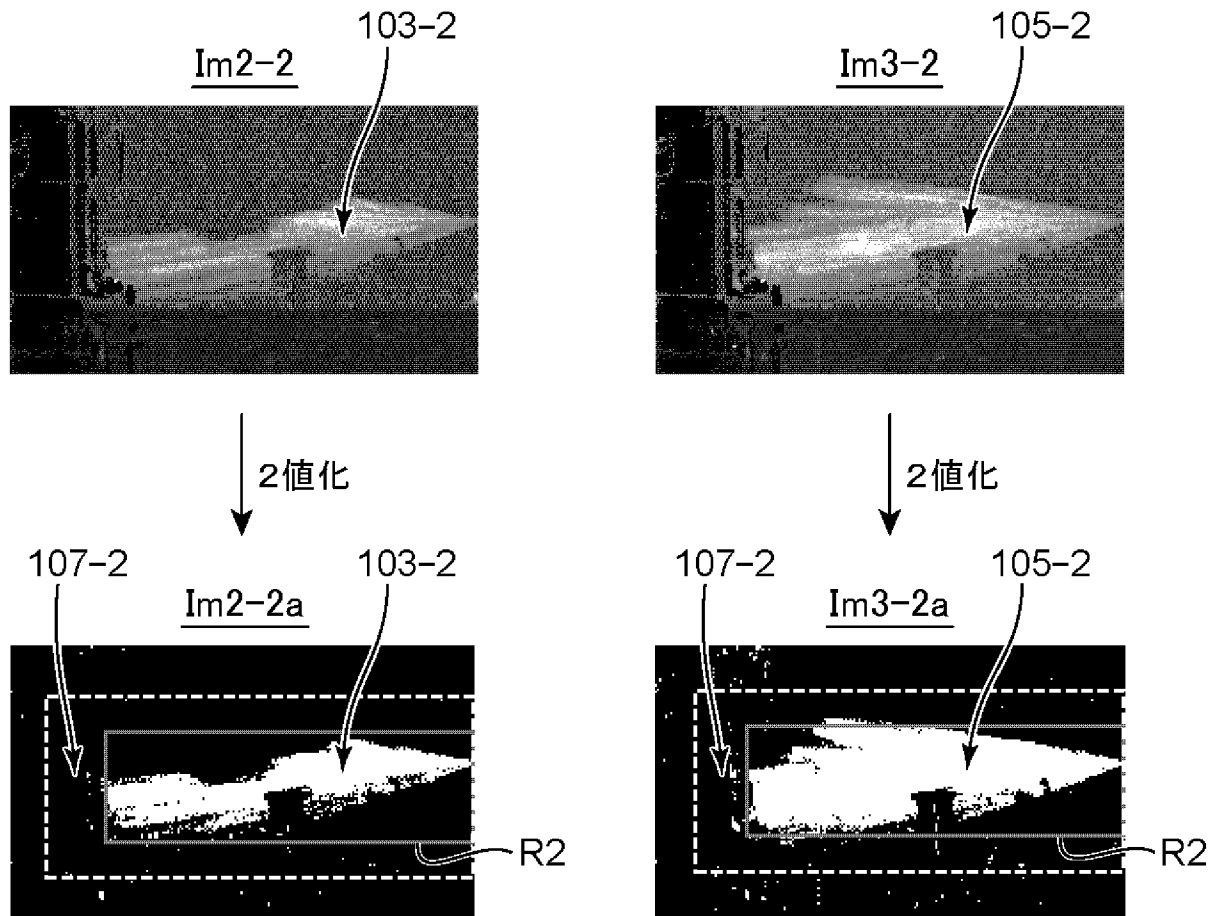
Im3-2



[図17A]



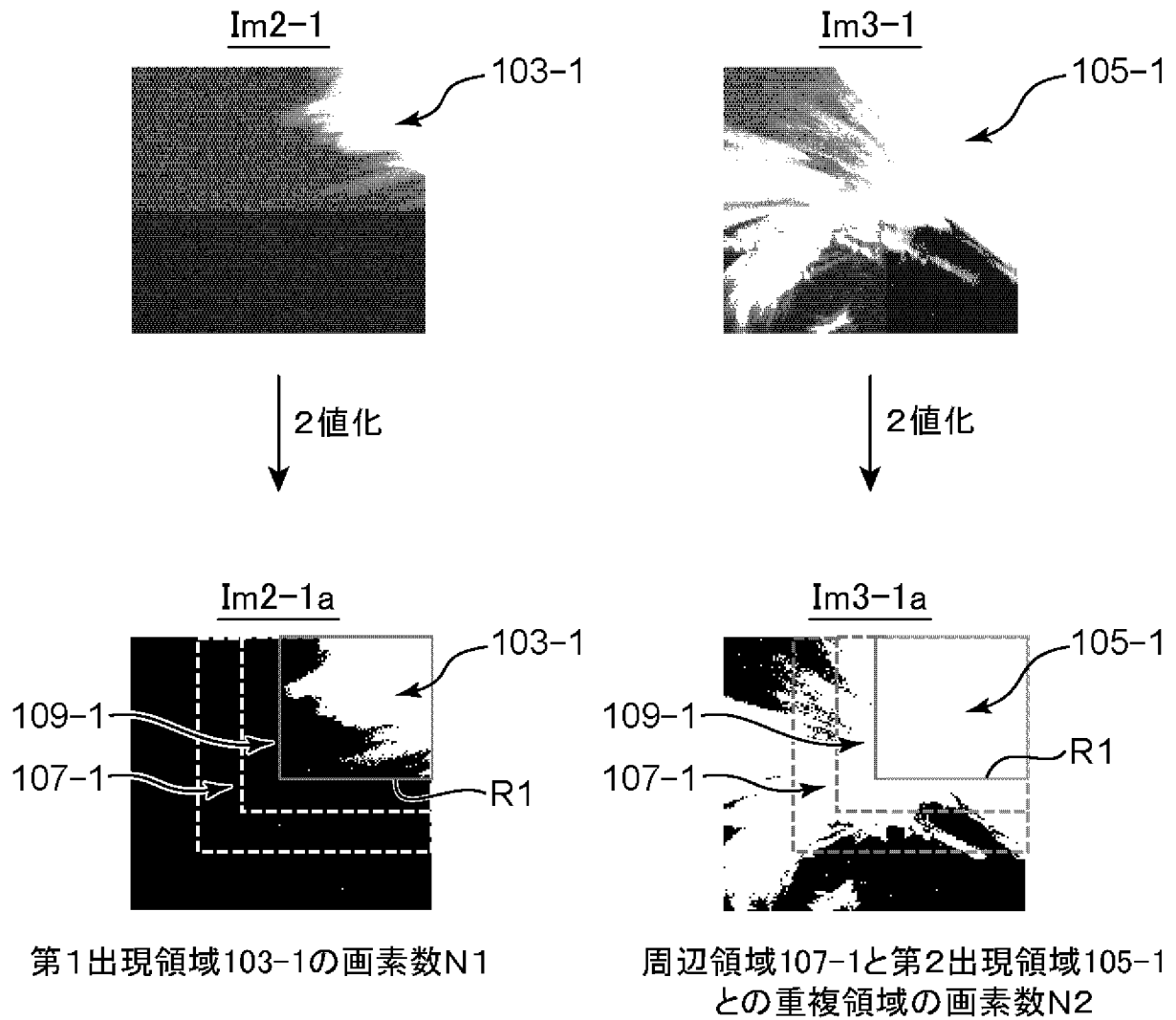
[図17B]



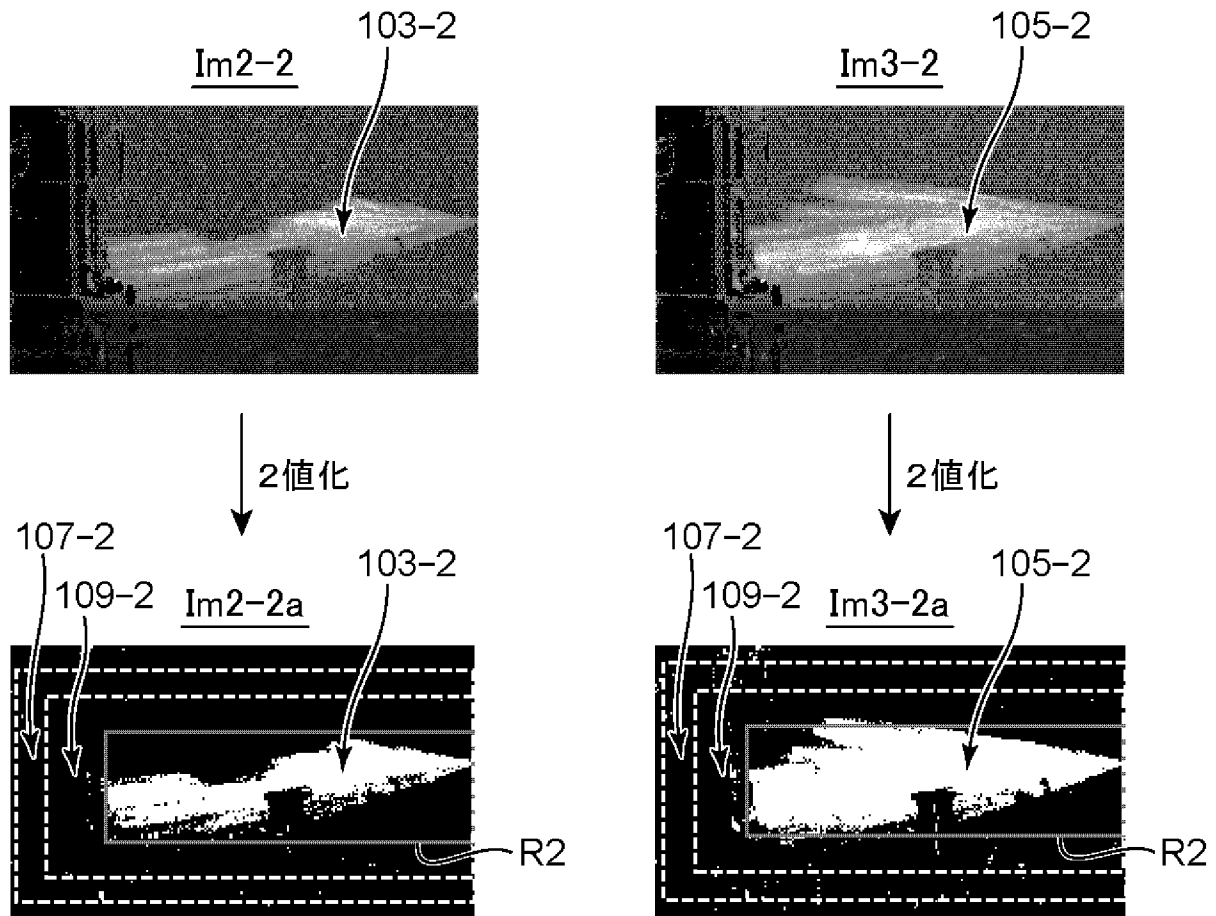
第1出現領域103-2の画素数N3

周辺領域107-2と第2出現領域105-2
との重複領域の画素数N4

[図18A]



[図18B]



第1出現領域103-2の画素数N3

周辺領域107-2と第2出現領域105-2
との重複領域の画素数N4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/016005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01M3/38(2006.01)i, G06T7/174(2017.01)i, H04N7/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01M3/00-3/40, G01N21/00-21/01;21/17-21/61;G01D3/08, G06T1/00; 7/00-7/90;11/60-13/80;17/05;19/00-19/20, H04N7/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-268200 A (NAGASAKI UNIVERSITY) 05 October 2006, paragraphs [0007], [0020]-[0021], [0050]-[0068], fig. 2, 8-14 (Family: none)	1-8
A	JP 2016-206139 A (KONICA MINOLTA, INC.) 08 December 2016, paragraphs [0004], [0024]-[0057], fig. 1-2 & US 2016/0320296 A1, paragraphs [0007], [0045]-[0078], fig. 1-2	1-8
A	JP 2001-349829 A (HOCHIKI CORP.) 21 December 2001, paragraphs [0001], [0020]-[0027], [0054], fig. 1, 10 (Family: none)	1-8
A	JP 63-163681 A (TAKANO, Hirotsugu) 07 July 1988, page 3, upper right column, line 1 to lower right column, line 7, page 5, lower left column, line 8 to lower right column, line 18, fig. 1, 4 (Family: none)	1-8
A	US 2012/0314080 A1 (LEE, Yeuyong) 13 December 2012, paragraphs [0003], [0045]-[0070], fig. 1-6 & KR 10-1131095 B1	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.	☐ See patent family annex.
---	---

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 June 2018 (14.06.2018)	Date of mailing of the international search report 26 June 2018 (26.06.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01M3/38(2006.01)i, G06T7/174(2017.01)i, H04N7/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01M3/00-3/40, G01N21/00-21/01;21/17-21/61;G01D3/08,
G06T1/00; 7/00-7/90;11/60-13/80;17/05;19/00-19/20, H04N7/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-268200 A (国立大学法人 長崎大学) 2006.10.05, [0007], [0020]-[0021], [0050]-[0068], 図 2, 8-14 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2016-206139 A (コニカミノルタ株式会社) 2016.12.08, [0004], [0024]-[0057], 図 1-2 & US 2016/0320296 A1, [0007], [0045]-[0078], FIG. 1-2	1-8
A	JP 2001-349829 A (ホーチキ株式会社) 2001.12.21, [0001], [0020]-[0027], [0054], 図 1, 10 (ファミリーなし)	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.06.2018

国際調査報告の発送日

26.06.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

本村 眞也

2 J

5265

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 63-163681 A (高野博次) 1988. 07. 07, 第 3 頁右上欄第 1 行-右下欄第 7 行, 第 5 頁左下欄第 8 行-右下欄第 18 行, 第 1, 4 図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 2012/0314080 A1 (LEE, Yeu Yong) 2012. 12. 13, [0003], [0045]-[0070], FIG. 1-6 & KR 10-1131095 B1	1-8