

(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15日(15.11.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/207528 A1

(51) 国際特許分類:
G01H 9/00 (2006.01) *G01N 21/3504* (2014.01)
G01M 3/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/014956

(22) 国際出願日: 2018年4月9日(09.04.2018)

(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 2017-093584 2017年5月10日(10.05.2017) JP

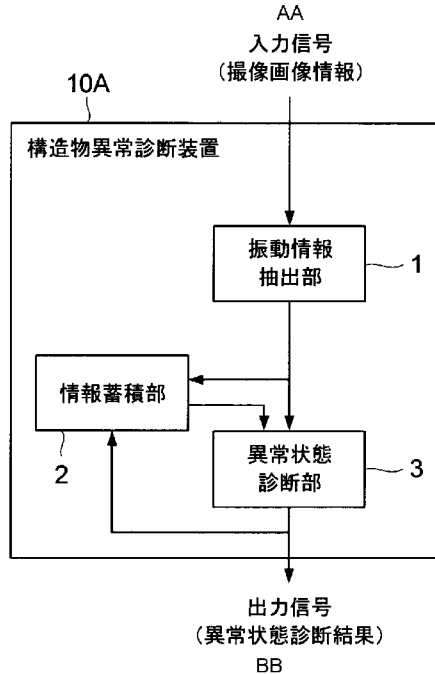
(71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 Tokyo (JP). 千代田化工建設株式会社 (CHIYODA

CORPORATION) [JP/JP]; 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目6番2号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 森本 隆史 (MORIMOTO Takashi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 浅野 基広 (ASANO Motohiro); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 都築 斉一 (TSUZUKI Seichi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 裕晶 (SUZUKI Hiroaki); 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目6番2号 千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP). 日置 輝夫 (HIOKI Teruo); 〒2208765 神奈

(54) Title: STRUCTURE ABNORMALITY DIAGNOSIS DEVICE

(54) 発明の名称: 構造物異常診断装置



- 1 Vibration information extraction unit
- 2 Information storage unit
- 3 Abnormal condition diagnosis unit
- 10A Structure abnormality diagnosis device
- AA Input signal (captured image information)
- BB Output signal (abnormal condition diagnosis result)

(57) Abstract: This structure abnormality diagnosis device comprises a vibration information extraction unit, an information storage unit, and an abnormal condition diagnosis unit. The vibration information extraction unit extracts vibration information for a structure reflected in a captured image of the structure. The information storage unit acquires the vibration information over a plurality of time periods, and stores said information. The abnormal condition diagnosis unit carries out an abnormal condition diagnosis of the structure using the vibration information stored by the information



川県横浜市西区みなとみらい四丁目 6 番 2 号
千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP). 堀
田 任晃(HOTTA Hideaki); 〒2208765 神奈川県
横浜市西区みなとみらい四丁目 6 番 2 号 千
代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP). 土岐
明史(TOKI Akifumi); 〒2208765 神奈川県横浜
市西区みなとみらい四丁目 6 番 2 号 千代田
化工建設株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 佐野特許事務所
(SANO PATENT OFFICE); 〒5400032 大阪府
大阪市中央区天満橋京町 2 - 6 天満橋八
千代ビル別館 5 F 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,
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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

storage unit, and outputs the diagnosis results thereof.

(57) 要約: 構造物異常診断装置は、振動情報抽出部と情報蓄積部と異常状態診断部を有している。振動情報抽出部は、構造物を撮像した撮像画像から画像内に写りこんでいる構造物の振動情報を抽出する。情報蓄積部は、振動情報を複数時刻分取得して蓄積する。異常状態診断部は、情報蓄積部によって蓄積された振動情報を用いて構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する。

明 細 書

発明の名称： 構造物異常診断装置

技術分野

[0001] 本発明は、構造物異常診断装置に関するものであり、例えば、撮像画像上の構造物の振動から構造物の異常の有無を診断する構造物異常診断装置に関するものである。

背景技術

[0002] 工業製品の製造設備，工場，建造物等においては、それらを構成する構造物の腐食・劣化，機械の老朽化等を検知して事故を未然に防ぐため、構造物の振動を観測し、その異常状態を検知する、ということが行われている。この異常状態の検知には振動センサーを用いるのが一般的である。振動センサーの方式としては、静電容量方式，圧電素子方式，レーザードップラー方式等が挙げられるが、いずれも観測したい地点に振動センサーを設置する必要がある。そのため、特に構造物の劣化をみる目的等で多数の観測地点を設ける場合には、振動センサーの設置コストや保守管理コストがかかってしまい、また、振動センサーと制御監視装置との間の回線接続の煩雑さもある。

[0003] 振動情報から構造物が異常な状態にあるかどうかを判定する方法として、例えば特定周波数成分の振幅の変化をみる方法も知られている。例えば、特許文献1に記載の方法では、監視対象物を赤外線カメラで撮像し、温度の時間変化を示す時系列データをフーリエ変換して、特定周波数にて信号ピーク値が発生しているか否かを判定することにより、異常検出を行う構成になっている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-219098号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 に記載されている方法では、信号異常が発生したときにどのような状態になるのかをあらかじめ把握しておく必要がある。そのため、これまでに経験の無い、あるいは予想のできない振動状態に対しては対応することができない。

[0006] 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、構造物に異常が起きたときの振動状態をあらかじめ把握することなしに、撮像画像の振動情報から構造物が異常な状態にあるかどうかを診断することの可能な構造物異常診断装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明の構造物異常診断装置は、構造物を撮像した撮像画像から画像内に写りこんでいる構造物の振動情報を抽出する振動情報抽出部と、

前記振動情報を複数時刻分取得して蓄積する情報蓄積部と、

前記情報蓄積部によって蓄積された振動情報を用いて前記構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する異常状態診断部と、

を有することを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、蓄積された振動情報を用いて構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する構成になっているため、構造物に異常が起きたときの振動状態をあらかじめ把握することなしに、撮像画像の振動情報から構造物が異常な状態にあるかどうかを診断することが可能である。したがって、これまでの経験では予想もできないような異常状態の検知が可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]構造物異常診断装置の第 1 の実施の形態を示すブロック図。

[図2]構造物異常診断装置の第 2 の実施の形態を示すブロック図。

[図3]第 1 の実施の形態による第 1 の処理工程例を示すフローチャート。

[図4]第 1 の実施の形態による第 2 の処理工程例を示すフローチャート。

[図5]第2の実施の形態による第1の処理工程例を示すフローチャート。

[図6]第2の実施の形態による第2の処理工程例を示すフローチャート。

[図7]ガス漏れと背景の温度変化とが発生している屋外試験場を時系列で示す赤外線画像図。

[図8]屋外試験場における2つの地点SP1, SP2の温度変化を示すグラフ。

[図9]ガス領域抽出処理(図5, 図6の#10)の一例を示すフローチャート。

[図10]時間平均化処理(図9の#11, #14)が施されたデータを示すグラフ。

[図11]平均化データと元データとで差分処理(図9の#12, #15)が施されたデータを示すグラフ。

[図12]2種類の差分データに対して前後21フレームで標準偏差処理(図9の#13, #16)が施されたデータを示すグラフ。

[図13]2種類の標準偏差データの差分処理(図9の#17)が施されたデータを示すグラフ。

[図14]21フレーム平均との差分の標準偏差(図9の#13)を5000倍した表示画像を示す標準偏差画像図。

[図15]3フレーム平均との差分の標準偏差(図9の#16)を5000倍した表示画像を示す標準偏差画像図。

[図16]標準偏差の差分(図9の#17)を5000倍した表示画像を示す標準偏差の差分画像図。

[図17]構造物の一例を示す赤外線画像図。

[図18]構造物のエッジ部と非エッジ部の温度変化を示すグラフ。

[図19]構造物のエッジ部における温度変化の原理を説明するための模式図。

[図20]構造物のエッジ部と非エッジ部について標準偏差データの差分処理(図9の#17)が施されたデータをグラフ等で示す図。

[図21]振動検知領域の記録方法の具体例を示す模式図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明を実施した構造物異常診断装置等を、図面を参照しつつ説明する。なお、各実施の形態等の相互で同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

[0011] 図1、図2に、第1、第2の実施の形態に係る構造物異常診断装置10A、10Bの概略構成を示す。構造物異常診断装置10Aは、振動情報抽出部1、情報蓄積部2及び異常状態診断部3を機能ブロックとして有しており、構造物異常診断装置10Bは、振動情報抽出部1、情報蓄積部2、異常状態診断部3及びガス分布抽出部4を機能ブロックとして有している。振動情報抽出部1は、構造物を撮像した撮像画像を入力とし、その撮像画像から画像内に写りこんでいる構造物の振動情報を抽出する。情報蓄積部2は、振動情報を複数時刻分取得して蓄積する。異常状態診断部3は、情報蓄積部2によって蓄積された振動情報を用いて構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する。ガス分布抽出部4は、撮像画像から撮像している空間内に存在するガスの分布情報を抽出する。なお、図1、図2中の矢印は、機能ブロック間のデータの流れを示している。

[0012] 構造物異常診断装置10Aに対する入力信号（撮像画像情報）は、図1に示すように、振動情報抽出部1に入力される。振動情報抽出部1の出力結果は、情報蓄積部2に入力されるとともに、異常状態診断部3にも入力される。情報蓄積部2からは必要に応じて異常状態診断部3にデータが入力される。異常状態診断部3からの出力信号（異常状態診断結果）は、構造物異常診断装置10Aからの出力として外部に出力される他、情報蓄積部2への入力にも用いられる。

[0013] 構造物異常診断装置10Bに対する入力信号（撮像画像情報）は、図2に示すように、ガス分布抽出部4と振動情報抽出部1に入力される。ガス分布抽出部4と振動情報抽出部1の出力結果は、共に情報蓄積部2に入力される。振動情報抽出部1の出力結果は異常状態診断部3にも入力され、情報蓄積部2からは必要に応じて異常状態診断部3にデータが入力される。異常状態

診断部 3 からの出力信号（異常状態診断結果）は、構造物異常診断装置 10 B からの出力として外部に出力される他、情報蓄積部 2 への入力にも用いられる。つまり、情報蓄積部 2 には、ガス分布抽出部 4 によって抽出されたガスの空間分布情報と構造物異常状態診断結果とを対応づけた情報が蓄積される。

[0014] ガス分布抽出部 4 で抽出した結果を構造物異常診断装置 10 B の外部に出力することにより、ガス分布情報の有効活用が可能となる。例えば、図 2 に示すように、ガス漏れが発生した場合にガス漏れ報知やガス漏れ箇所表示等を行う出力装置として、ガス漏洩警報装置 5 を使用するのが好ましい。ガス漏洩警報装置 5 としては、例えば、中央監視室における制御端末装置、パーソナルコンピュータ（据え置き型、可搬型等）、携帯端末（スマートフォン、タッチパッド等）が挙げられる。

[0015] 構造物異常診断装置 10 A、10 B は、パーソナルコンピュータ、携帯機器（スマートフォン、タブレット端末等）等のデジタル機器において、CPU（Central Processing Unit）、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、HDD（Hard Disk Drive）等によって構成されており、撮像画像情報を入力とし、異常状態診断結果を出力とする。HDD に格納されている構造物異常診断用の処理プログラムを CPU が読み出し、RAM に展開して実行することによって、上記機能ブロックが実現される。

[0016] ここで、ガス分布抽出部 4 によるガス分布情報抽出処理について説明する。まず図 7 に、構造物異常診断装置 10 A、10 B への入力画像の例として、ガス漏れと背景の温度変化とが発生している屋外試験場を時系列の赤外線画像で示す。これらは、赤外線カメラで動画撮影して得られた赤外線画像 G1～G4 であり、雲で陰ったために、全体的に温度が急激に下がった場合の実際の撮影データである。また、入力画像は絶対温度 0 K 以上の物体が発生する黒体放射光をとらえた画像であり、画像の信号強度は被写体の温度を表している。画像の波長域は赤外領域となっていて、この画像では、ガスの光吸収に基づきガス分布も信号の強弱として記録されている。屋外試験場には

ガスを噴出させることができる地点S P 1が設定されており、その地点S P 1と比較するために、ガスが噴出しない地点S P 2も設定されている。

[0017] 赤外線画像G 1は、太陽光が雲で遮られる直前の時刻T 1に撮影された屋外試験場の赤外線画像である。赤外線画像G 2は、時刻T 1から5秒後の時刻T 2に撮影された屋外試験場の赤外線画像（ガスあり）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。画像G 3は、時刻T 1から10秒後の時刻T 3に撮影された屋外試験場の赤外線画像（ガスあり）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。画像G 4は、時刻T 1から15秒後の時刻T 4に撮影された屋外試験場の赤外線画像（ガスあり）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。

[0018] 図8（A）,（B）のグラフに、屋外試験場の2つの地点S P 1, S P 2での温度変化をそれぞれ示す。各グラフにおいて、縦軸は温度を示しており、横軸はフレーム数を示している。フレームレートは30 f p sである。よって、第45フレームから第495フレームまでの時間は15秒となる。

[0019] 図8（A）に示すように、時刻T 1から時刻T 2までの間の時刻に、地点S P 1でガスの噴出を開始させている。そのため、例えば破線領域で示す範囲から分かるように、地点S P 1の温度変化を示すグラフ（A）と地点S P 2の温度変化を示すグラフ（B）とは異なっている。地点S P 2ではガスが噴出していないので、地点S P 2の温度変化は背景の温度変化のみを示している。これに対して、地点S P 1では、ガスが噴出しているので、地点S P 1にはガスが漂っている。このため、地点S P 1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。

[0020] 図8（B）に示すように、時刻T 1から時刻T 4までの15秒間で背景の温度は約4℃下がっている。このため、図7に示すように、画像G 4は画像G 1と比べて全体的に暗く（つまり濃く）になっており、背景の温度が低下し

ていることが分かる。しかし、地点S P 1で噴出したガスによる温度変化はわずかであり、0.5℃もないことが分かる。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、噴出し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G 2, 画像G 3, 画像G 4を見ても地点S P 1からガスが出ている様子は分からない。

[0021] 図8 (A), (B) に示すグラフからは、地点S P 1でガスが噴出していることが分かる（すなわち、地点S P 1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7に示す赤外線画像からは、地点S P 1でガスが噴出していることは分からない（すなわち、地点S P 1でガス漏れが発生していることが分からない）。そこで、背景の温度変化を考慮して赤外線画像を画像処理することにより、ガスが漏れている様子を画像で示することができるようにする。つまり、ガスの存在に伴うわずかな温度変化成分（周波数成分）を、以下に説明する手法で取り出す。

[0022] 図9に、ガス領域抽出（図5及び図6の# 1 0）の処理フローの一例を示す。背景温度変化に相当するデータ作成のための低周波抽出用時間平均化処理（図9の# 1 1）として前後21フレームでの平均化を行い、高周波抽出用時間平均化処理として前後3フレームでの平均化を行う（図9の# 1 4）。図10のグラフに、時間平均化処理（図9の# 1 1, # 1 4）が施されたデータを示す。図10中、元データ（図8 (A)）を一点鎖線で示し、前後3フレームで時間平均化処理（図9の# 1 4）されたデータ（A v e 3）を実線で示し、前後21フレームで時間平均化処理（図9の# 1 1）されたデータ（A v e 2 1）を破線で示す。

[0023] さらに、それぞれ元データとの差分を取ると（図9の# 1 2, # 1 5）、図11 (A), (B) のグラフに示すような波形データが得られる。図11 (A) のグラフは、前後21フレームで低周波抽出用時間平均化処理（図9の# 1 1）されたデータ（A v e 2 1）と元データ（図8 (A)）とで差分処理（図9の# 1 2）が施されたデータ（元－A v e 2 1）を示しており、

図 1 1 (B) のグラフは、前後 3 フレームで高周波抽出用時間平均化処理 (図 9 の # 1 4) されたデータ (A v e 3) と元データ (図 8 (A)) とで差分処理 (図 9 の # 1 5) が施されたデータ (元 - A v e 3) を示している。

[0024] 図 1 1 (A) から分かるように、90 フレーム目を超えたあたりからガスが出ている。しかし、図 1 1 (B) の波形データは非常に高周波の成分のみを取りだした波形であるため、ガスのゆらゆらする揺らぎ成分に相当する周波数の情報は含まれておらず、ガス噴出前後であまり変化なく見えることが分かる。すなわち、高周波抽出用時間平均化処理データと元データとの差分では、センサーノイズ等の高周波だけが抽出され、ガスは抽出されない。言い換えると、図 1 1 (A) の波形データはガスとセンサーノイズ等の高周波ノイズ成分の加算された波形であり、図 1 1 (B) の波形データはセンサーノイズ等の高周波ノイズのみの波形である。しかし、両波形のノイズ成分同士は完全な相関があるわけではないので、図 1 1 (A), (B) の波形のまま差分を取っても、ノイズ成分を除去することはできない (ノイズの波形レベルでの減算は、加算するのと実質同じように働き、ノイズ波形は残る。)。

[0025] そこで、図 1 1 (A), (B) に示す 2 種類の波形 (元 - A v e 2 1, 元 - A v e 3) に対して、前後 2 1 フレームで標準偏差を算出する (図 9 の # 1 3, # 1 6)。図 1 2 において実線は元 - A v e 2 1 の標準偏差 $std\ dev\ 2\ 1$ を、破線は元 - A v e 3 の標準偏差 $std\ dev\ 3$ をそれぞれ示している。さらに、標準偏差 $std\ dev\ 2\ 1$ と標準偏差 $std\ dev\ 3$ との差分値 $std\ dev\ 2\ 1 - 3$ を算出する (図 9 の # 1 7)。図 1 3 が標準偏差の差分値 $std\ dev\ 2\ 1 - 3$ を示している。図 1 3 から、ガスの出ていない 90 フレーム目までは、ほぼ 0 に近い値に補正できていることが分かる。つまり、標準偏差を取ることで途中絶対値を取るような効果をもつ処理を挟み、それによって実際に高周波ノイズ成分を減算できるようにしている。この処理を画像全体に対して行った例を、図 1 4 ~ 図 1 6 に示す。

[0026] 図 1 4 は 2 1 フレーム平均 A v e 2 1 と元データとの差分の標準偏差 std

d e v 2 1（図9の＃13）を5000倍した表示画像を示す標準偏差画像図であり、図15は3フレーム平均A v e 3と元データとの差分の標準偏差s t d e v 3（図9の＃16）を5000倍した表示画像を示す標準偏差画像図である。図16は標準偏差の差分S t d e v 2 1 − 3（図9の＃17）を5000倍した表示画像を示す標準偏差の差分画像図である。図16に示す画像に画像処理で漏洩源特定処理を施すことによって、漏洩ガスP Gの漏洩箇所を得ることができる。

[0027] 次に、振動情報抽出部1による振動情報抽出処理を説明する。図17に、構造物S Tの一例を撮影した赤外線画像で示す。図17（B）は、図17（A）に示す撮像画面I o内に存在する部分領域P Sを拡大したものである。図17（B）においてE 1はエッジを含んだ領域であるエッジ部を示し、E 0はエッジを含まない領域である非エッジ部を示している。

[0028] 図18はエッジ部及び非エッジ部の温度変化を示している。具体的には、図18において太線は非エッジ部E 0内の一画素の温度変化を示し、細線はエッジ部E 1内のエッジに対応する一画素の温度変化を示している。図18のグラフから分かるように、非エッジ部では温度変化が小さい状況でも、エッジでは大きな温度変化が発生する。この温度変化が発生する原理を、図19を用いて説明する。図19はフレームF 1とその1／30秒後のフレームF 2でのエッジ部E 1の上下近傍3画素の温度値を示している。フレームF 1とフレームF 2とでは、各画素に対応する構造物上の位置が、構造物の振動により下方に0.1画素ずれている。このため、フレームF 1では中央の画素と最下の画素とで温度差が2℃あったのが、1／30秒後のフレームF 2では、フレームF 1における中央の画素と最下の画素との温度差2℃のうちの0.1画素分に相当する0.2℃分変化し、見かけ上温度変化があるように見える。したがって、前記ガス検知と同じ処理を行うと、図20に示すように、標準偏差の差分値はエッジに対応する画素では大きな値を示すことになる。一方、上述のように非エッジ部では構造物の振動により生じる温度変化は小さいので、エッジ部で大きな温度変化が検出され、その近傍の非エ

ッジ部で温度変化が検出されなければ、構造物が振動していると分かる。このように、振動情報は、撮像画像に写りこんでいる構造物STのエッジに対応する画素の値の変化として取得することができる。

[0029] 図20(A)は、図13のグラフに対応しており、構造物STのエッジ部E1の画素と非エッジ部E0の画素について標準偏差データの差分処理(図9の#17)が施されたデータStdv21-3を示している。図20(B)はエッジ部E1及び非エッジ部E0を含む領域PSの拡大図であり、図20(C)は領域PS内の全画素の標準偏差の差分値Stdv21-3の8.33秒間の平均値を示す画像であり、図20(D)は図20(C)の画像を2値化した画像である。

[0030] 振動量を示す評価値として、例えば標準偏差の差分値Stdv21-3の所定時間の平均値を用いるものとする。この平均値を画像化した例を示しているのが図20(C)である。さらに、図20(D)に示すように、その値を適当な閾値で2値化し、閾値を超えた画素数をカウントし、振動量の評価値としてもよい。振動が大きいほど、影響の出る画素数も増加する。したがって、振動情報を、撮像画像に写りこんでいる構造物の画素値(温度)変化を示す画素数として取得するようにしてもよい。また、この標準偏差の差分値の代わりに、高周波成分を減算する処理前の「前後21フレームで平均化との差の標準偏差」(図12の大きい値)を用いるようにしても構わない。

[0031] 次に、本発明に係る構造物異常診断装置による異常診断処理の例を説明する。図3のフローチャートに、構造物異常診断装置10A(図1)による第1の処理工程例を示す。構造物異常診断装置10Aへの入力画像は、振動情報抽出部1に入力される。振動情報抽出部1では、入力画像を微分処理することにより入力画像に存在するエッジを抽出する(#30)。抽出したエッジごとに振動情報を数値化し(#32)、エッジの場所と数値化した振動情報を情報蓄積部2に蓄積記録する(#34)。この場合、記録する振動情報としては、標準偏差の差分値Stdv21-3の所定時間の平均値が好ま

しい。そして、抽出したエッジごとに振動情報と蓄積情報中の同じ場所の振動情報とを比較し、相違があれば異常振動ありと判定して異常検知処理を行う（＃３６）。異常振動ありと判定された場所の振動情報を記録し（＃３８）、異常診断結果を出力する（＃４０）。なお、振動情報の数値化や記録は、入力画像の全画素について行ってもよい。

[0032] 図４のフローチャートに、構造物異常診断装置１０Ａ（図１）による第２の処理工程例を示す。この第２処理工程例では、撮影画像をオペレーターがモニター画面で確認して、振動を監視する領域を指定する。構造物異常診断装置１０Ａへの入力画像は、振動情報抽出部１に入力される。振動情報抽出部１では、指定された領域ごとに振動情報を数値化し（＃４２）、領域の場所と数値化した振動情報を情報蓄積部２に蓄積記録する（＃４４）。この場合、記録する振動情報としては、領域内の各画素の標準偏差の差分値 $S t d e v_{21-3}$ の所定時間の平均値でもよいが、標準偏差の差分値 $S t d e v_{21-3}$ の所定時間の平均値が所定の閾値を越えた、当該領域内の画素の数でもよい。そして、指定した領域ごとに振動情報と蓄積情報中の同じ領域の振動情報とを比較し、相違があれば異常振動ありと判定して異常検知処理を行う（＃４６）。異常振動ありと判定された領域を記録し（＃４８）、異常診断結果を出力する（＃５０）。

[0033] 図５のフローチャートに、構造物異常診断装置１０Ｂ（図２）による第１の処理工程例を示す。構造物異常診断装置１０Ｂへの入力画像は、ガス分布抽出部４と振動情報抽出部１に入力される。ガス分布抽出部４では、ガス分布情報が抽出される（＃１０）。ガスの存在が確認できれば、画像処理を用いてガスの漏洩源特定処理が行われ、算出されたガス漏洩箇所が記録される（＃２０）。また、抽出した結果は外部に出力されることで有効活用される（＃１９）。例えば、出力先をガス漏洩警報装置５とすれば、ガス分布情報に基づいて警報が発報される。

[0034] 一方、振動情報抽出部１では、図３のステップ＃３０～＃３６と同じ処理により、異常検知処理を行う。そして、ガス漏洩箇所と、異常振動ありと判

定された領域の振動情報と、を対応づけて記録し（＃５２）、異常診断結果を出力する（＃５４）。

[0035] 図６のフローチャートに、構造物異常診断装置１０Ｂ（図２）による第２の処理工程例を示す。構造物異常診断装置１０Ｂへの入力画像は、ガス分布抽出部４と振動情報抽出部１に入力される。ガス分布抽出部４では、図５のステップ＃１０～＃２０と同じ処理が行われ、ガス漏洩箇所が記録される。

[0036] 一方、振動情報抽出部１では、図４のステップ＃４２～＃４６と同じ処理により、異常検知処理を行う。そして、ガス漏洩箇所と、異常振動ありと判定された領域と、を対応づけて記録し（＃５６）、異常診断結果を出力する（＃５８）。

[0037] 振動情報の記録方法としては（図３の＃３４等）、画素ごとに振動量を記録する、という方法もあるが、画面内の一部の領域のみで振動が検出された場合には、領域の場所と当該領域としての振動情報とを記録する方が、のちに異常振動解析を行う場合に有用である。図２１に振動が検知された領域（以下、振動検知領域ＳＡと記す）の記録方法の具体例を示す。図２１（Ａ）は撮影画像の部分領域ＰＳ内の振動検知領域ＳＡを表しており、この振動検知領域ＳＡを記録する方法を、図２１（Ｂ）～（Ｄ）が示している。

[0038] 図２１（Ｂ）に示す記録方法では、振動が検出された振動検知領域ＳＡを取り囲む複数の点の座標の組からなる座標点ＳＢとして、振動検知領域ＳＡを記録する。図２１（Ｃ）に示す記録方法では、振動が検出された振動検知領域ＳＡの重心を中心とし、かつ、振動検知領域ＳＡに外接する外接円ＳＣとして、振動検知領域ＳＡを記録する。図２１（Ｄ）に示す記録方法では、振動が検出された振動検知領域ＳＡに外接する外接長方形ＳＤの座標及び傾き（角度 θ ）として、振動検知領域ＳＡを記録する。振動検知領域ＳＡの振動情報としては、振動検知領域ＳＡ内の各画素の標準偏差の差分値 $S_{td\,ev\,21-3}$ の所定時間の平均値を振動検知領域ＳＡの全域で平均した値や、標準偏差の差分値 $S_{td\,ev\,21-3}$ の所定時間の平均値が閾値を越えた、振動検知領域ＳＡ内の画素の数が好ましい。

[0039] 振動情報と蓄積情報とを比較する際には同じ領域の情報同士を比較するが（図3～図6の#60）、その際、蓄積されている同じ領域のデータを全部抽出して比較対象とする場合と、ほぼ同じ時刻のデータだけを抽出して比較対象とする場合と、がある。前者は振動の仕方に時刻依存性が無いことが予想される場合に有効である。後者は、振動の仕方に時刻依存性がある場合（例えば、定期的な機械振動が他の場所から加えられる等）で、その影響を排除したい場合や、逆に定期的な機械振動が加えられた状態での振動の異常を検知したい場合等に有効である。

[0040] 異常検知処理の出力例としては、

- ・異常検知したことを示すデータを蓄積情報に追加して記録すること、
- ・異常検知したことを監視装置に表示すること、
- ・異常検知したことを監視装置に表示し、警報を出すこと、

等が挙げられる。なお、以上の説明では振動情報が振動の振幅に関する情報である場合を説明したが、振動の周波数を振動情報として用いてもよい。

[0041] 以上の説明から分かるように、上述した各実施の形態には以下の特徴的な構成（C1）～（C7）等が含まれている。

[0042] （C1）：構造物を撮像した撮像画像から画像内に写りこんでいる構造物の振動情報を抽出する振動情報抽出部と、

前記振動情報を複数時刻分取得して蓄積する情報蓄積部と、

前記情報蓄積部によって蓄積された振動情報を用いて前記構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する異常状態診断部と、

を有することを特徴とする構造物異常診断装置。

[0043] （C2）：上記構成（C1）において、前記撮像画像から撮像している空間内に存在するガスの分布情報を抽出するガス分布抽出部をさらに有し、前記情報蓄積部が、前記ガス分布抽出部によって抽出されたガスの空間分布情報と前記構造物異常状態診断結果とを対応づけた情報をさらに蓄積する構成。

[0044] （C3）：構造物を撮像した撮像画像から画像内に写りこんでいる構造物

の振動情報を抽出し、前記振動情報を複数時刻分取得して蓄積し、蓄積された振動情報を用いて前記構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力することを特徴とする構造物異常検知方法。

[0045] (C 4) : 構造物を撮像した撮像画像から画像内に写りこんでいる構造物の振動情報を抽出する処理と、前記振動情報を複数時刻分取得して蓄積する処理と、蓄積された振動情報を用いて前記構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する処理と、をコンピュータに実行させることを特徴とする構造物異常診断プログラム。

[0046] (C 5) : 上記構成 (C 1) ~ (C 4) における前記振動情報を、前記撮像画像に写りこんでいる構造物のエッジ部の画素値の変化として取得する構成。

[0047] (C 6) : 上記構成 (C 1) ~ (C 4) における前記振動情報を、前記撮像画像に写りこんでいる構造物の画素値の変化を示す画素数として取得する構成。

[0048] (C 7) : 上記構成 (C 1) ~ (C 6) において、前記情報蓄積部によって蓄積された振動情報の中から、同じ時刻の振動情報を抽出し、抽出された振動情報を用いて前記構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する構成。

[0049] 上述した各実施の形態から分かるように、構造物異常診断装置の実施の形態によれば、蓄積しておいた情報と抽出した振動情報とを用いて構造物 S T の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する構成になっているため、構造物 S T に異常が起きたときの振動状態をあらかじめ把握することなしに、撮像画像の振動情報から構造物 S T が異常な状態にあるかどうかを診断することが可能である。したがって、これまでの経験では予想もできないような異常状態の検知が可能となる。これは上記構造物異常検知方法や構造物異常診断プログラムを用いた場合でも同様である。

[0050] そして、漏洩ガス P G の空間分布が信号の強弱として写りこんだ撮像画像を用いて、漏洩ガス P G の空間分布と構造物 S T の振動情報を抽出すること

により、ガス漏洩検出と異常振動検出を同時に行うことが可能となり、また、振動センサーを多数設ける必要がなくなるため、設置コスト、保守管理コスト等を削減でき、回線接続の煩雑さが解消される。さらに、ガス漏洩検出結果と振動異常状態の検知結果とを対応づけて記録することにより、予知保全のデータとしての活用が可能となる。

符号の説明

- [0051] 1 振動情報抽出部
 2 情報蓄積部
 3 異常状態診断部
 4 ガス分布抽出部
 5 ガス漏洩警報装置

 10A, 10B 構造物異常診断装置

 G1～G4 赤外線画像（撮像画像）

 I o 撮像画面

 P G 漏洩ガス

 S A 振動検知領域

 S B 座標点

 S C 外接円

 S D 外接長方形

 E 0 非エッジ部

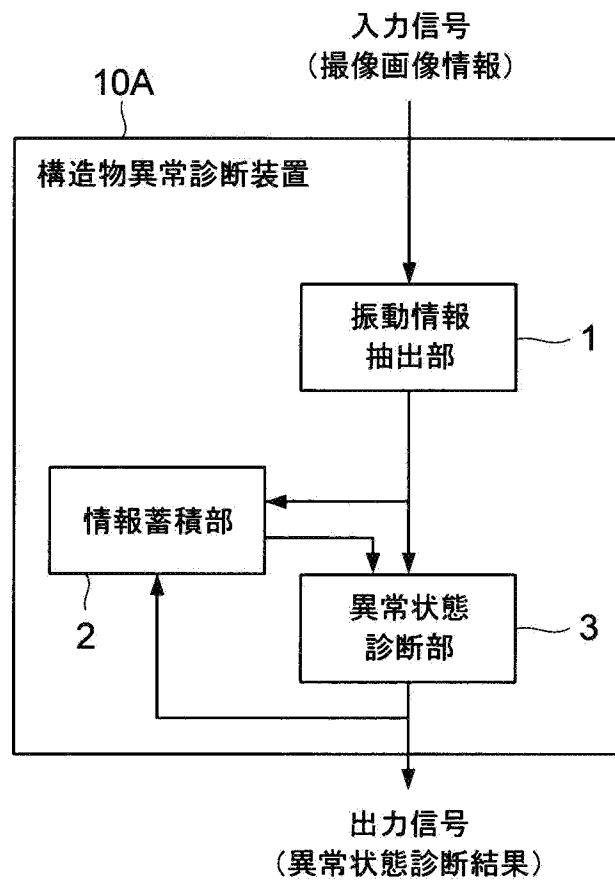
 E 1 エッジ部

 S T 構造物

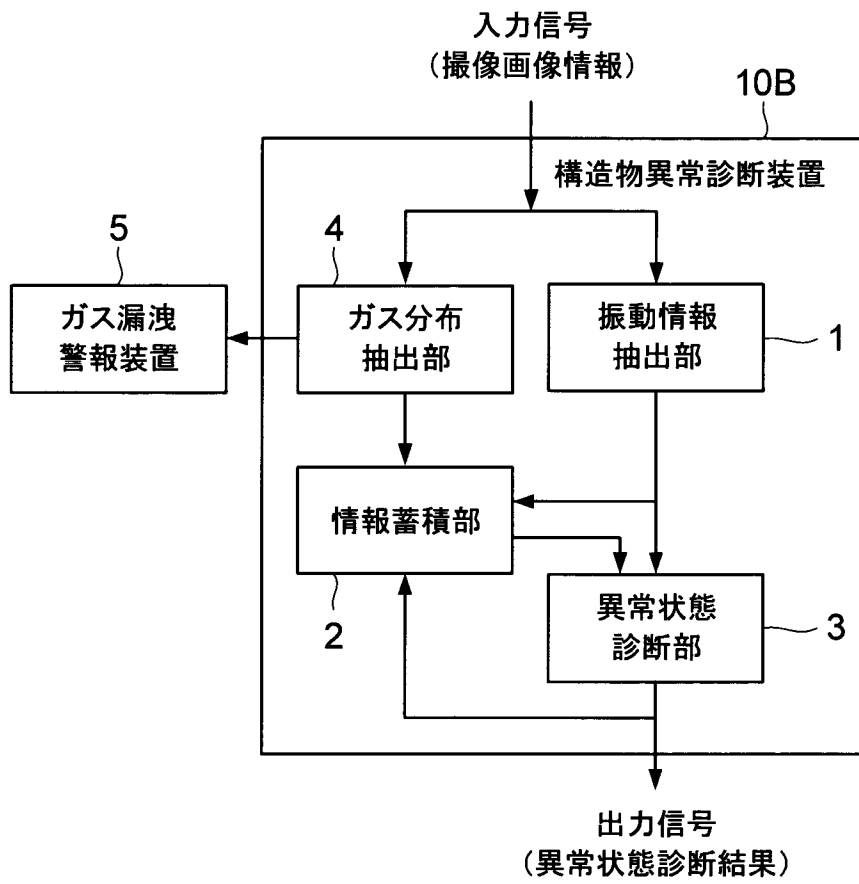
請求の範囲

- [請求項1] 構造物を撮像した撮像画像から画像内に写りこんでいる構造物の振動情報を抽出する振動情報抽出部と、
- 前記振動情報を複数時刻分取得して蓄積する情報蓄積部と、
- 前記情報蓄積部によって蓄積された振動情報を用いて前記構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する異常状態診断部と、
- を有する構造物異常診断装置。
- [請求項2] 前記撮像画像から撮像している空間内に存在するガスの分布情報を抽出するガス分布抽出部をさらに有し、前記情報蓄積部が、前記ガス分布抽出部によって抽出されたガスの空間分布情報と前記構造物異常状態診断結果とを対応づけた情報をさらに蓄積する請求項1記載の構造物異常診断装置。
- [請求項3] 前記振動情報を、前記撮像画像に写りこんでいる構造物のエッジ部の画素値の変化として取得する請求項1又は2記載の構造物異常診断装置。
- [請求項4] 前記振動情報を、前記撮像画像に写りこんでいる構造物の画素値の変化を示す画素数として取得する請求項1又は2記載の構造物異常診断装置。
- [請求項5] 前記情報蓄積部によって蓄積された振動情報の中から、同じ時刻の振動情報を抽出し、抽出された振動情報を用いて前記構造物の異常状態診断を行い、その診断結果を出力する請求項1～4のいずれか1項に記載の構造物異常診断装置。

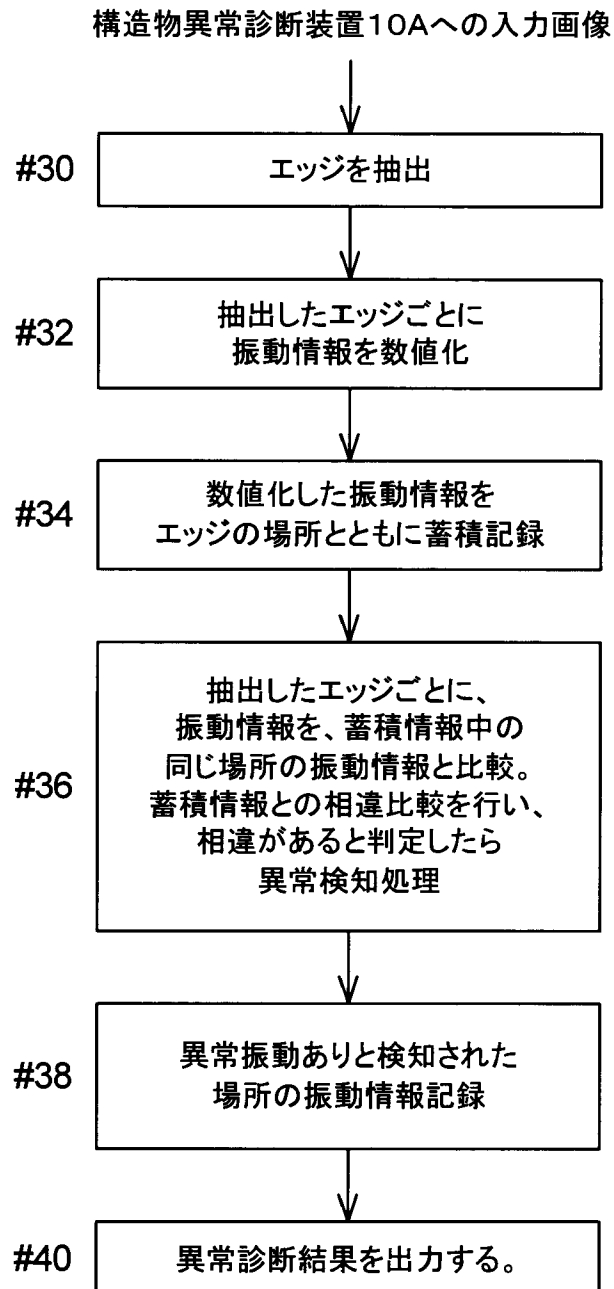
[図1]



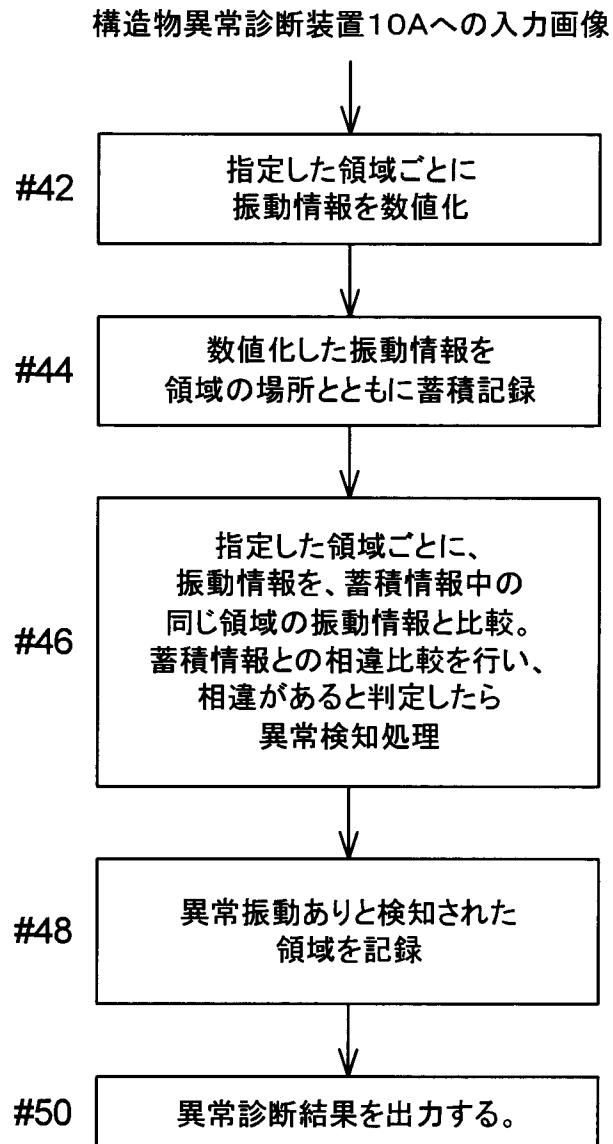
[図2]



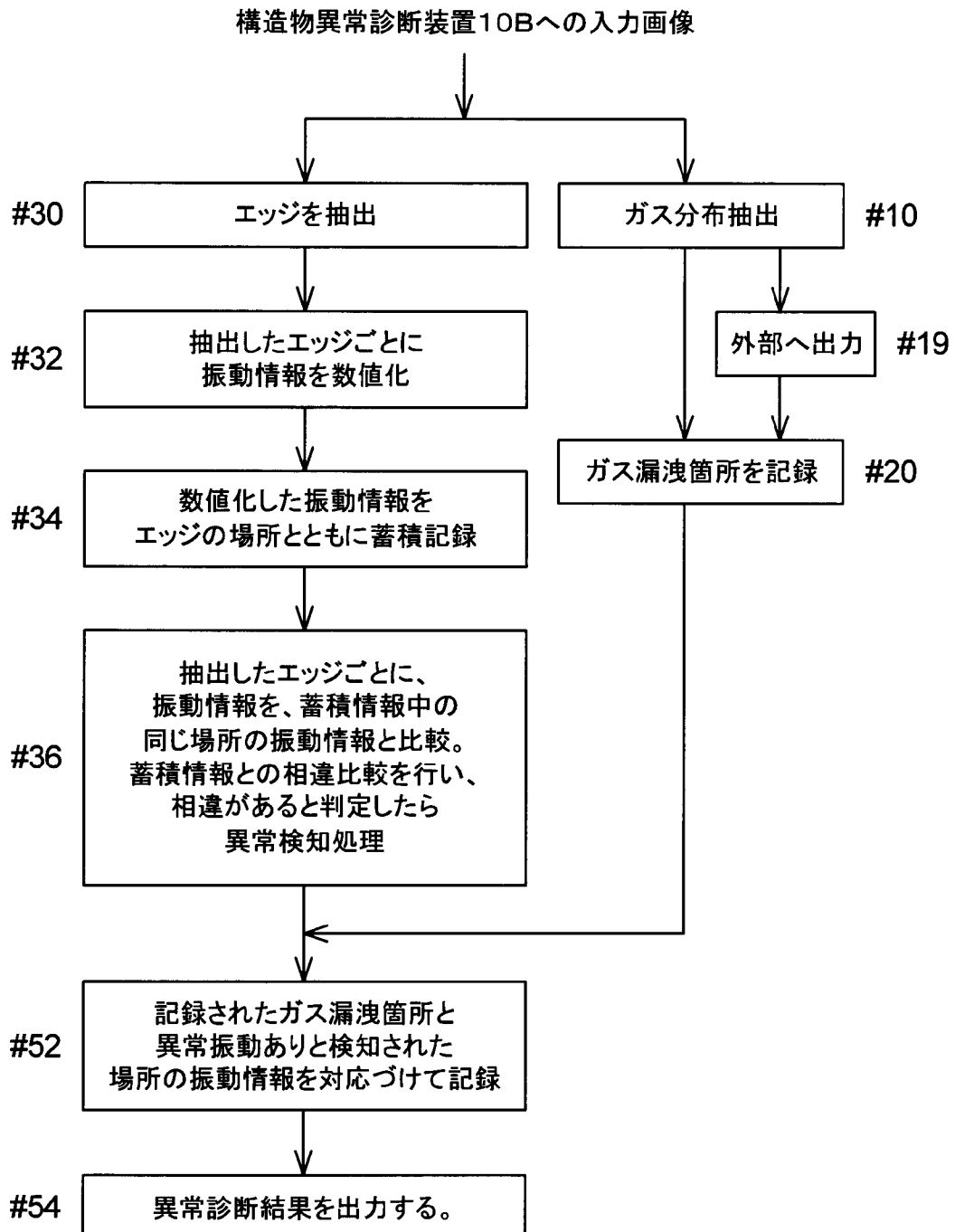
[図3]



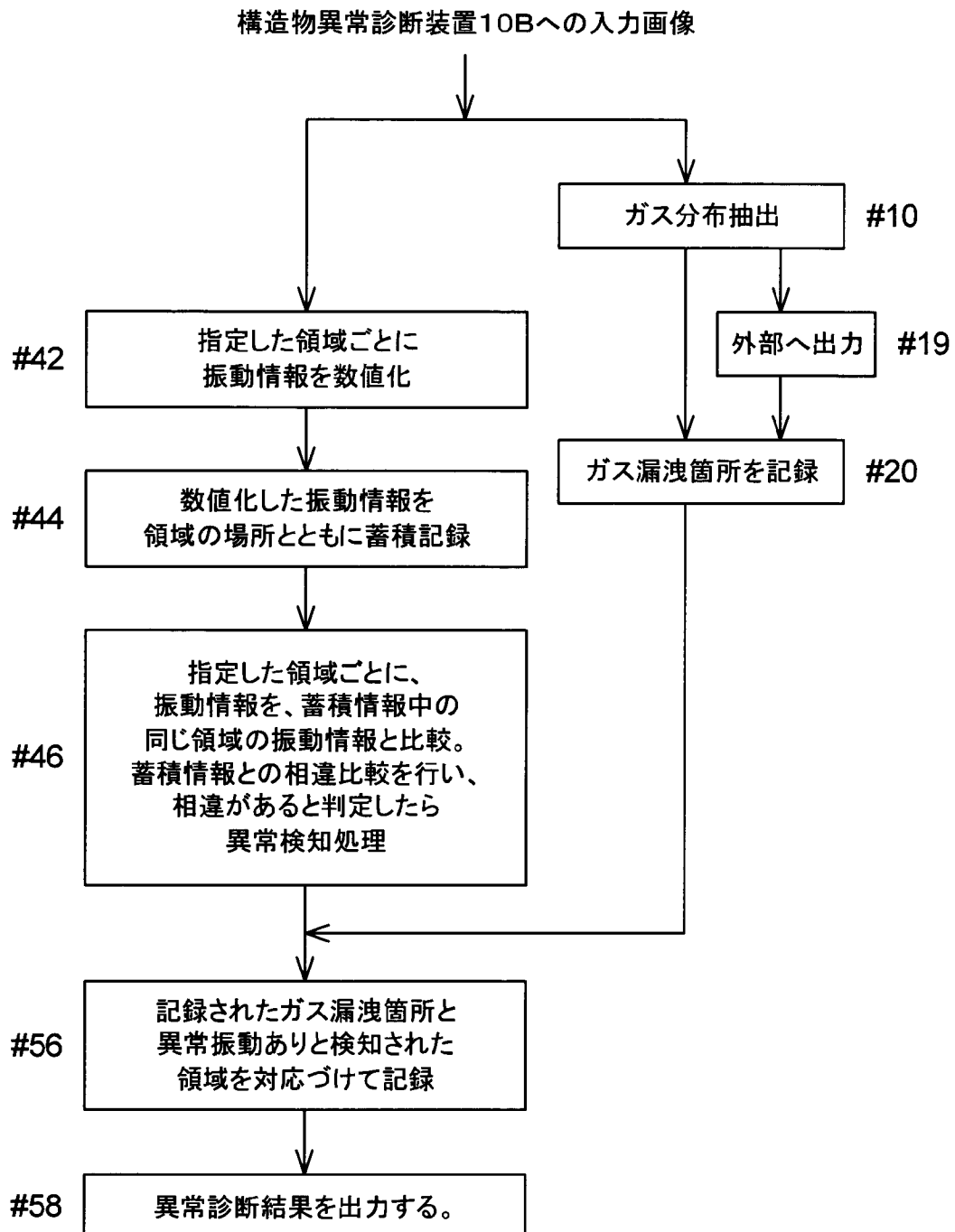
[図4]



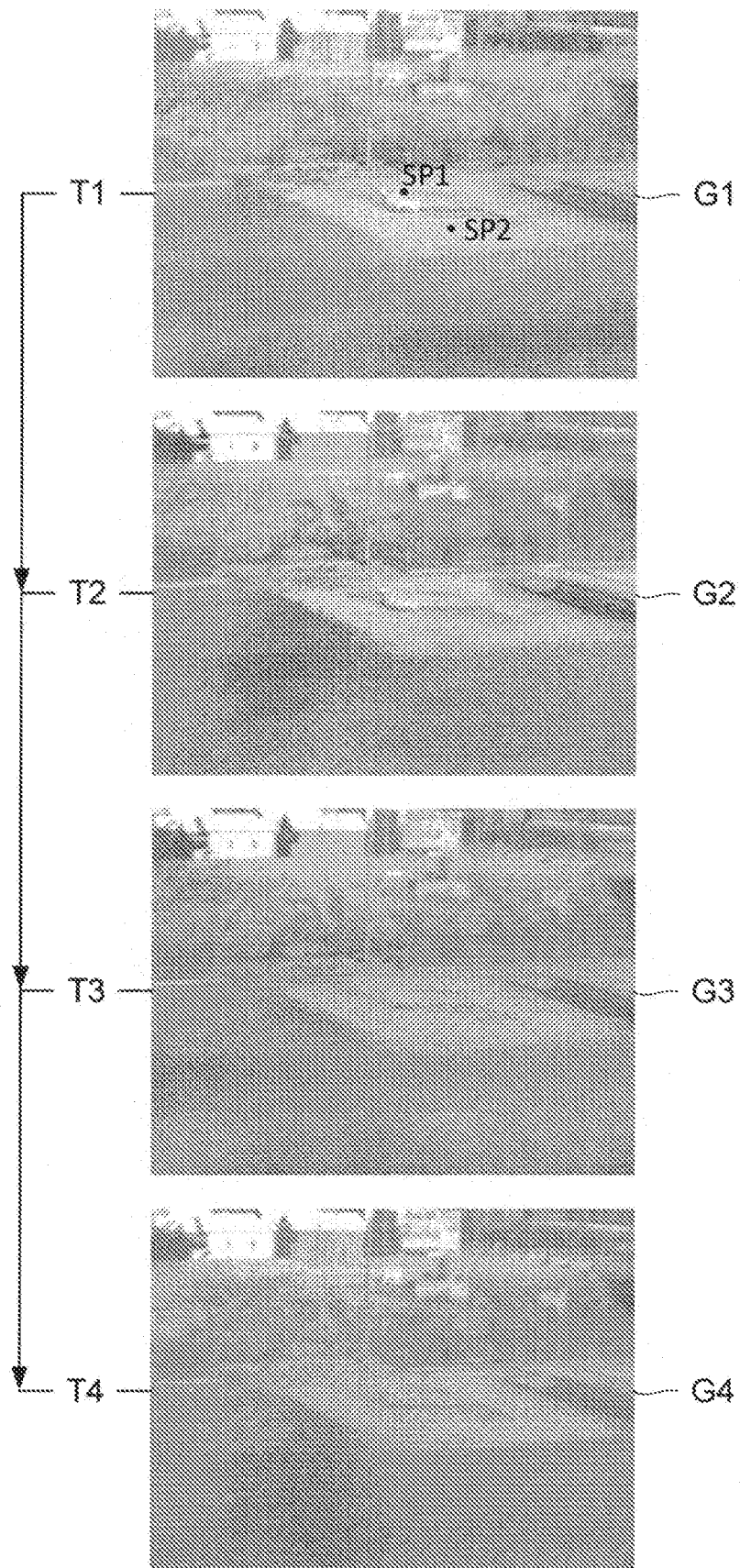
[図5]



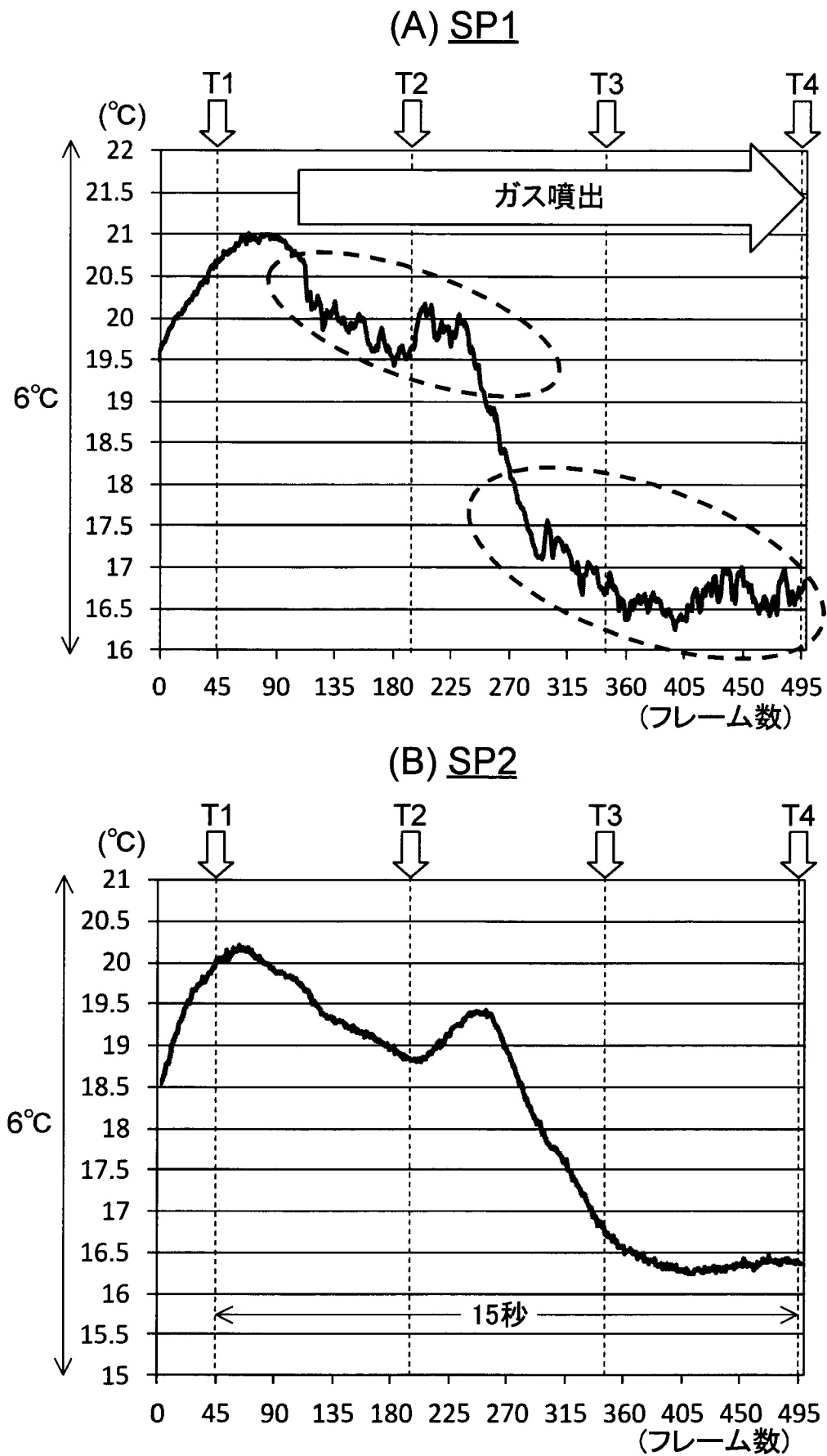
[図6]



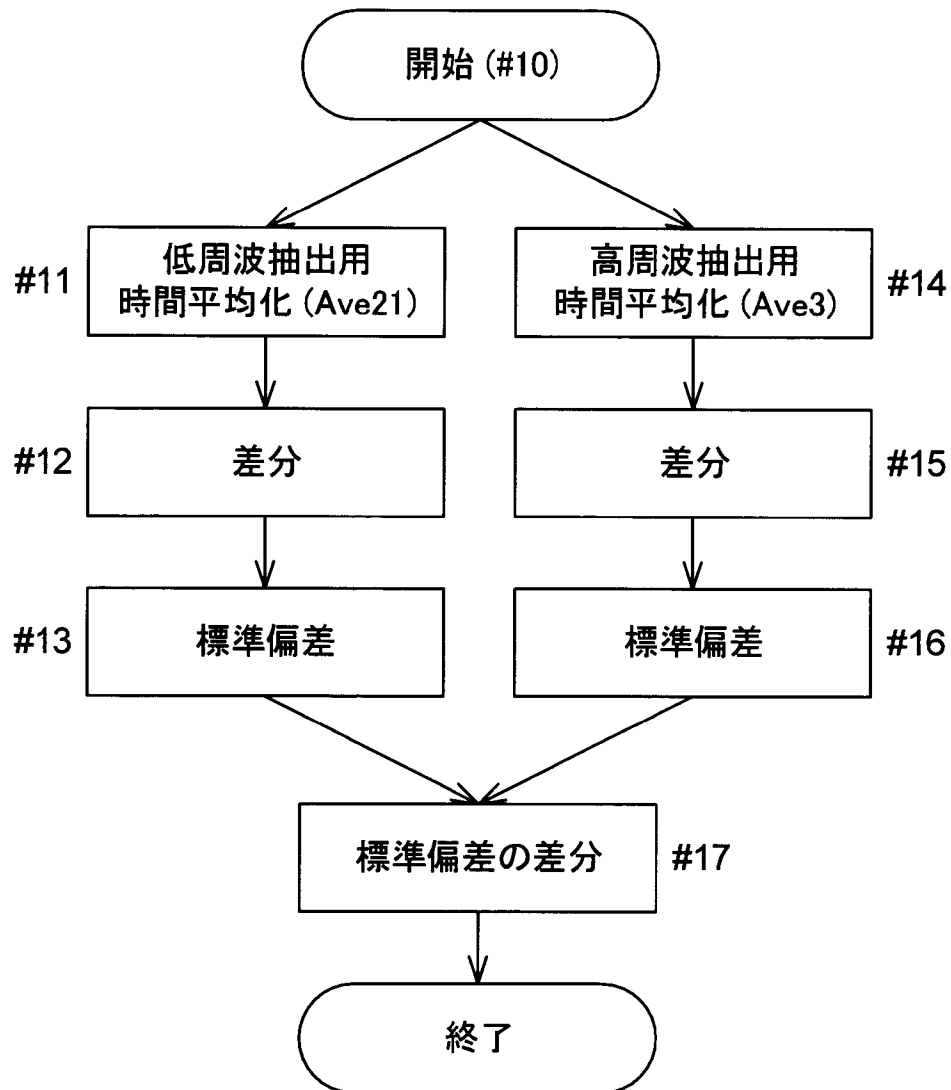
[図7]



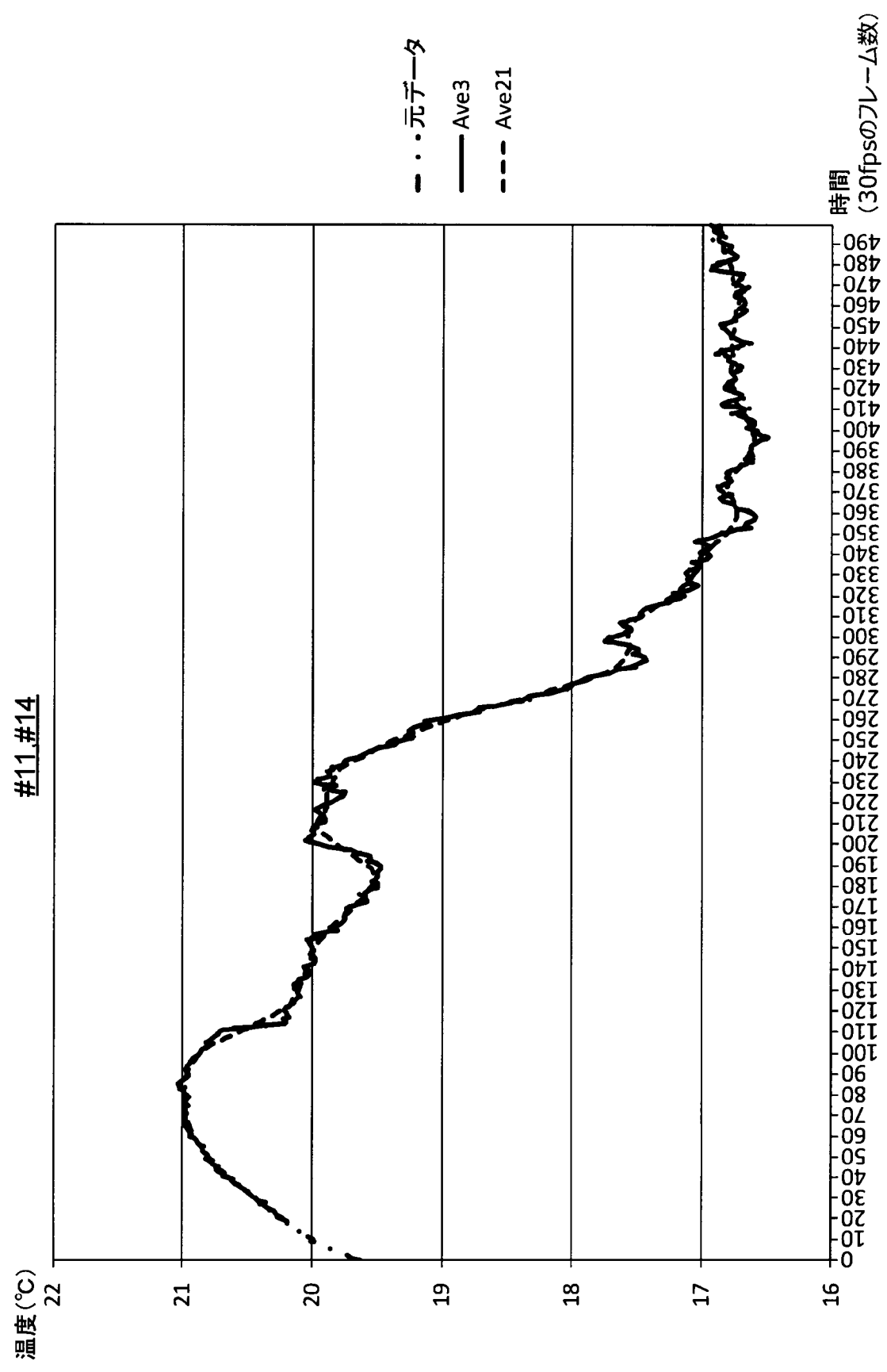
[図8]



[図9]

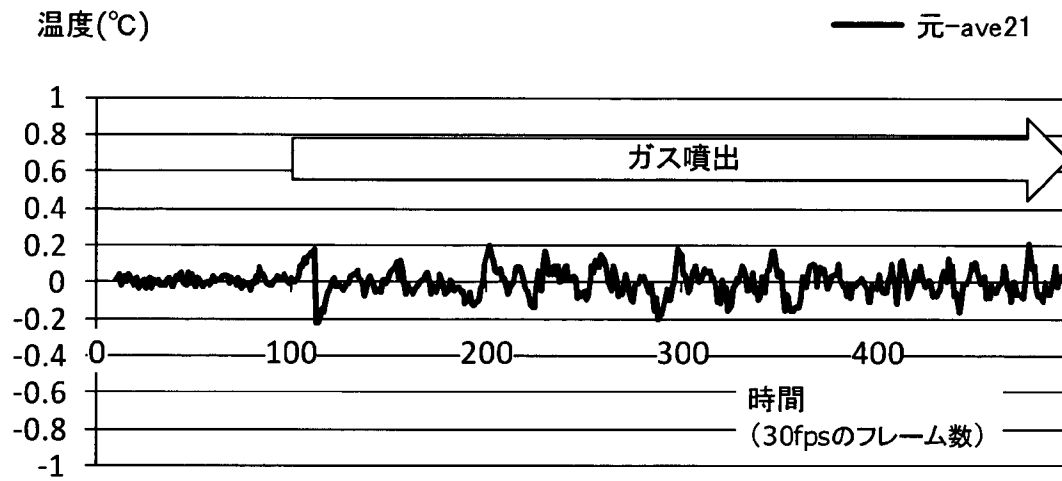


[図10]

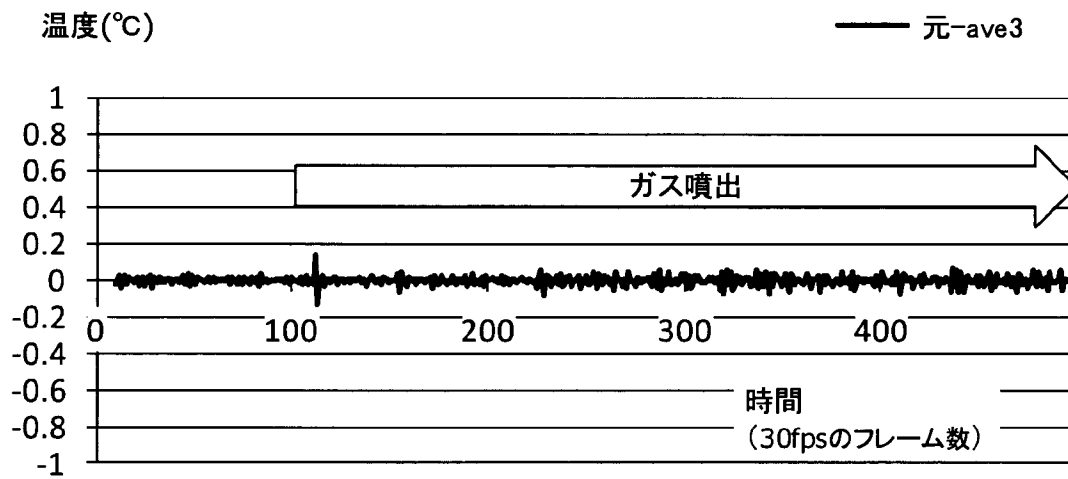


[図11]

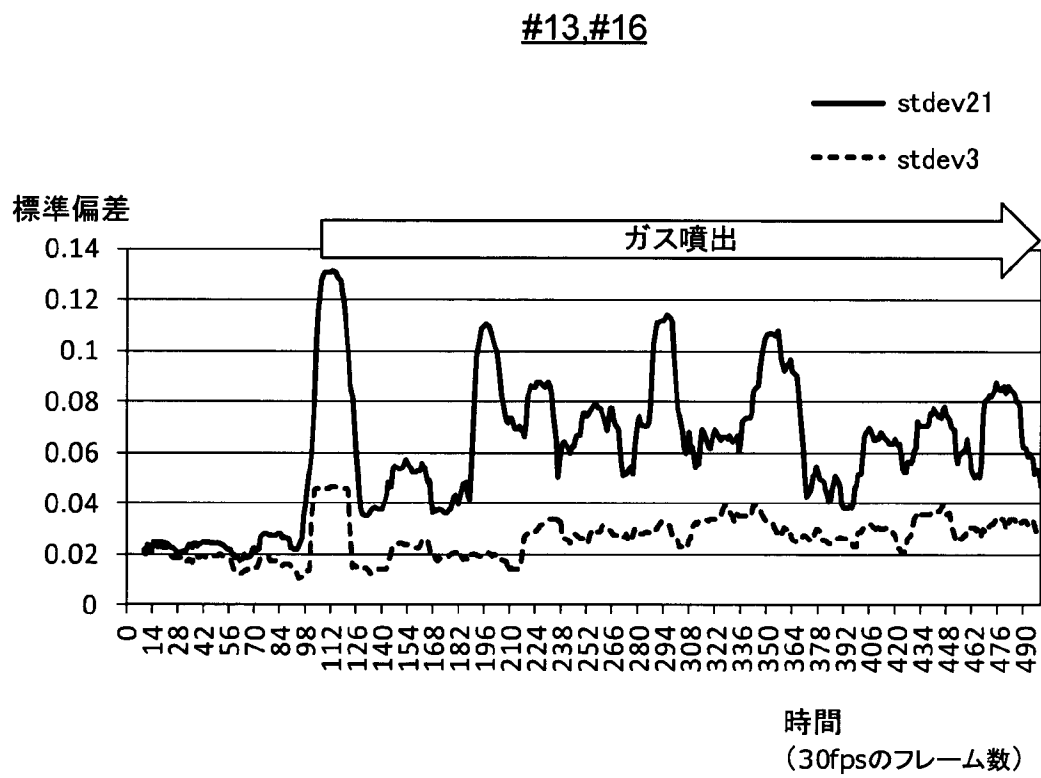
(A) #12



(B) #15

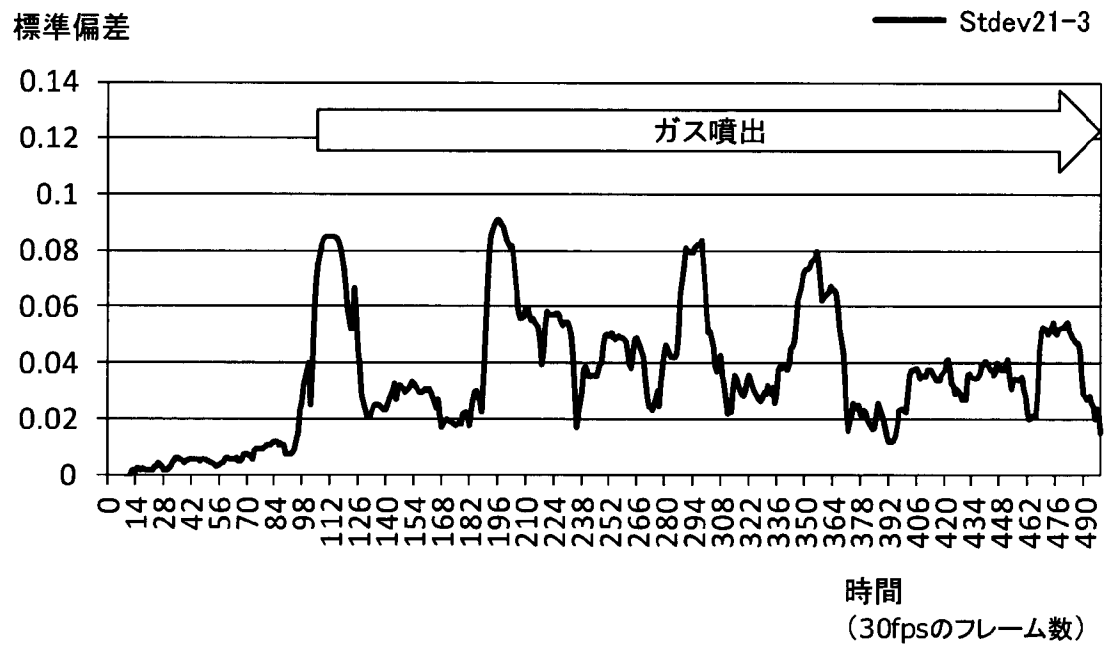


[図12]



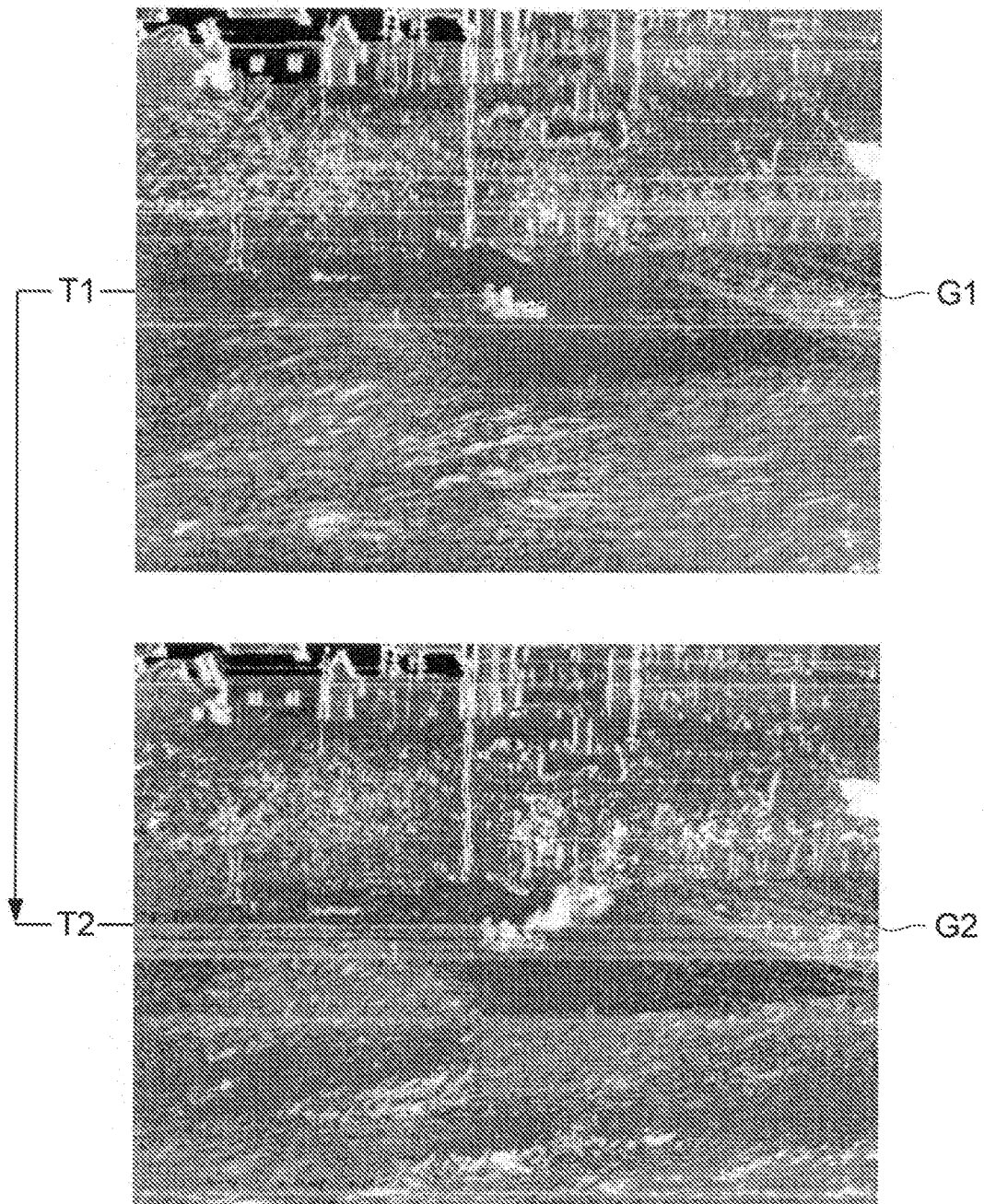
[図13]

#17



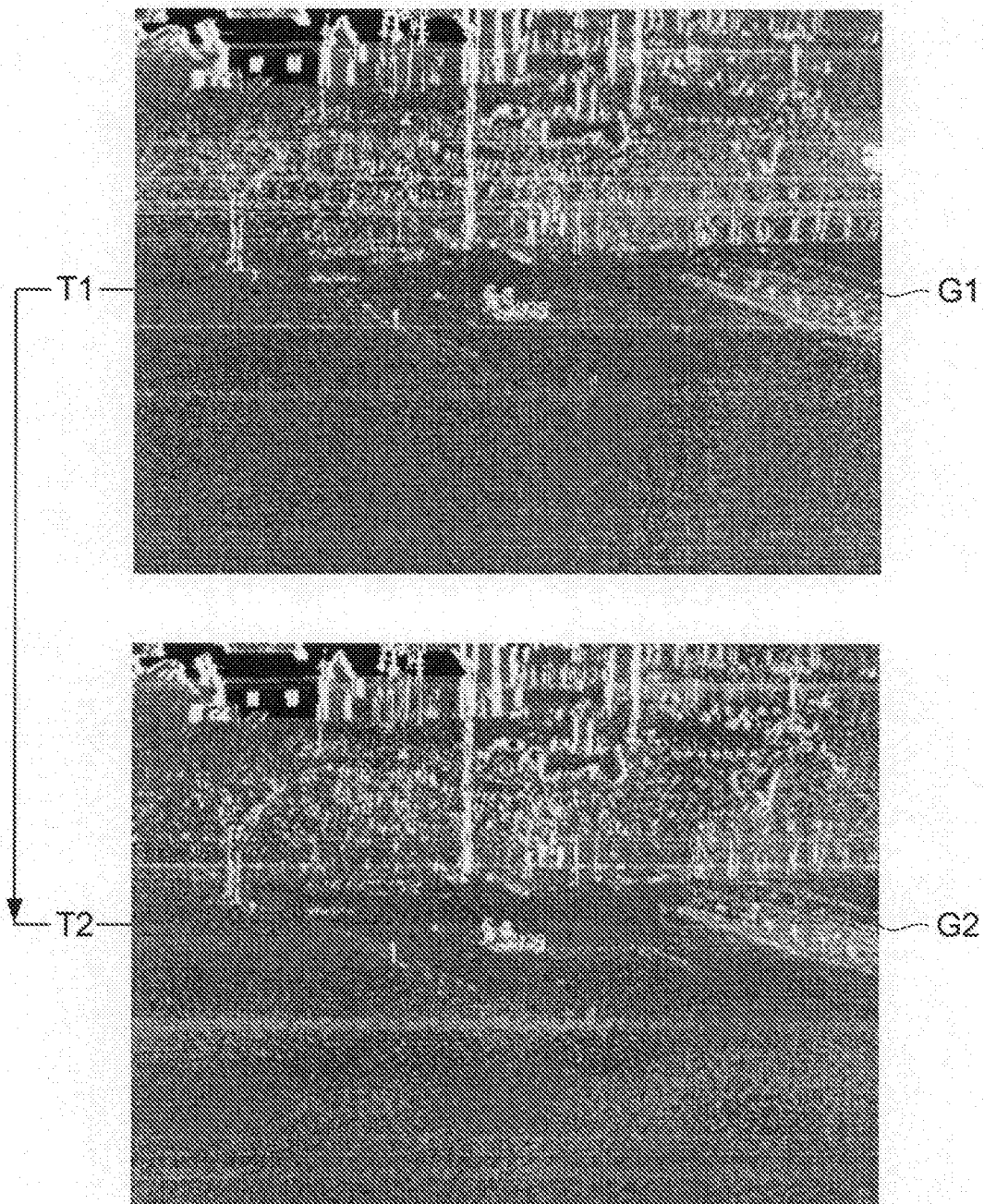
[図14]

#13



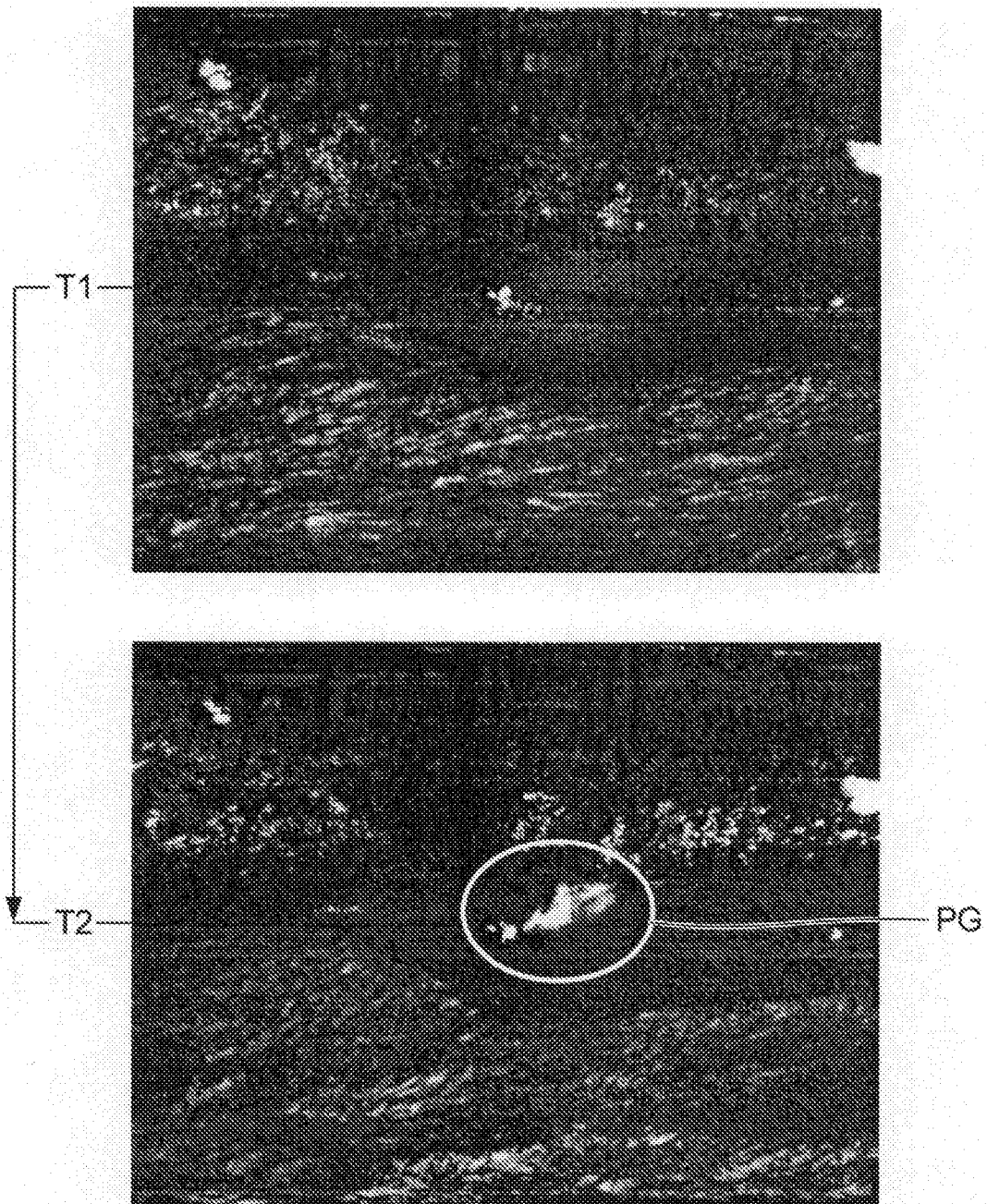
[図15]

#16



[図16]

#17

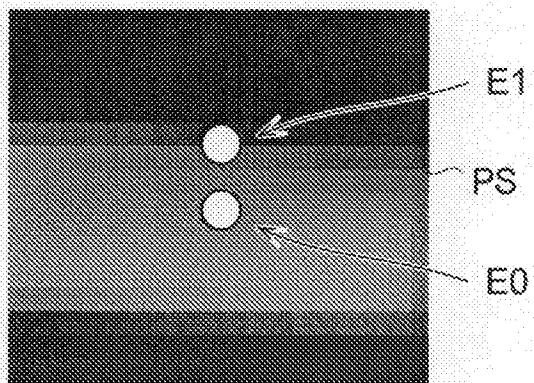


[図17]

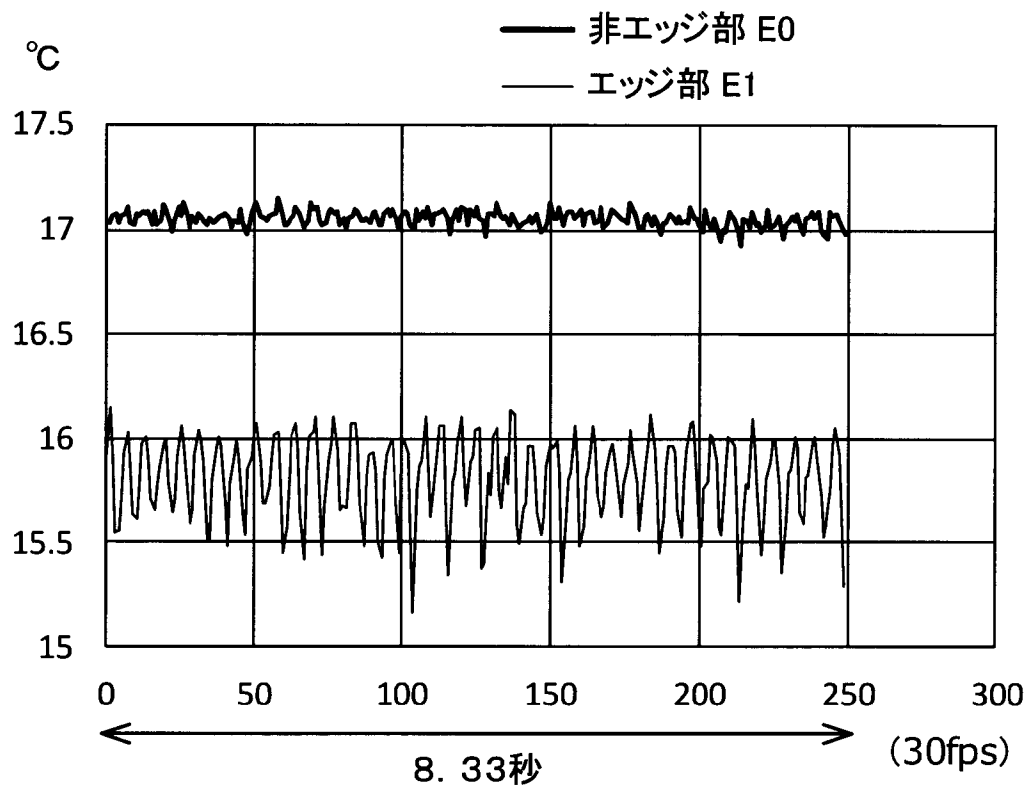
(A)



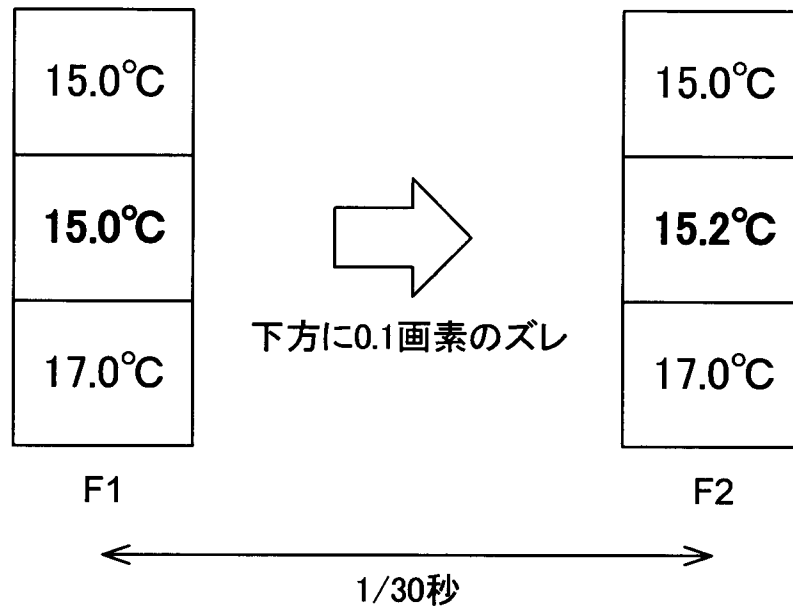
(B)



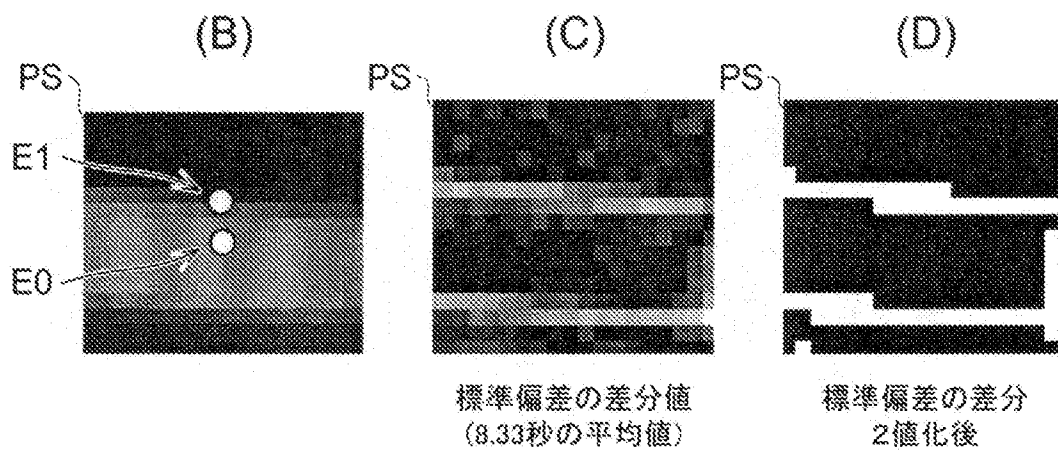
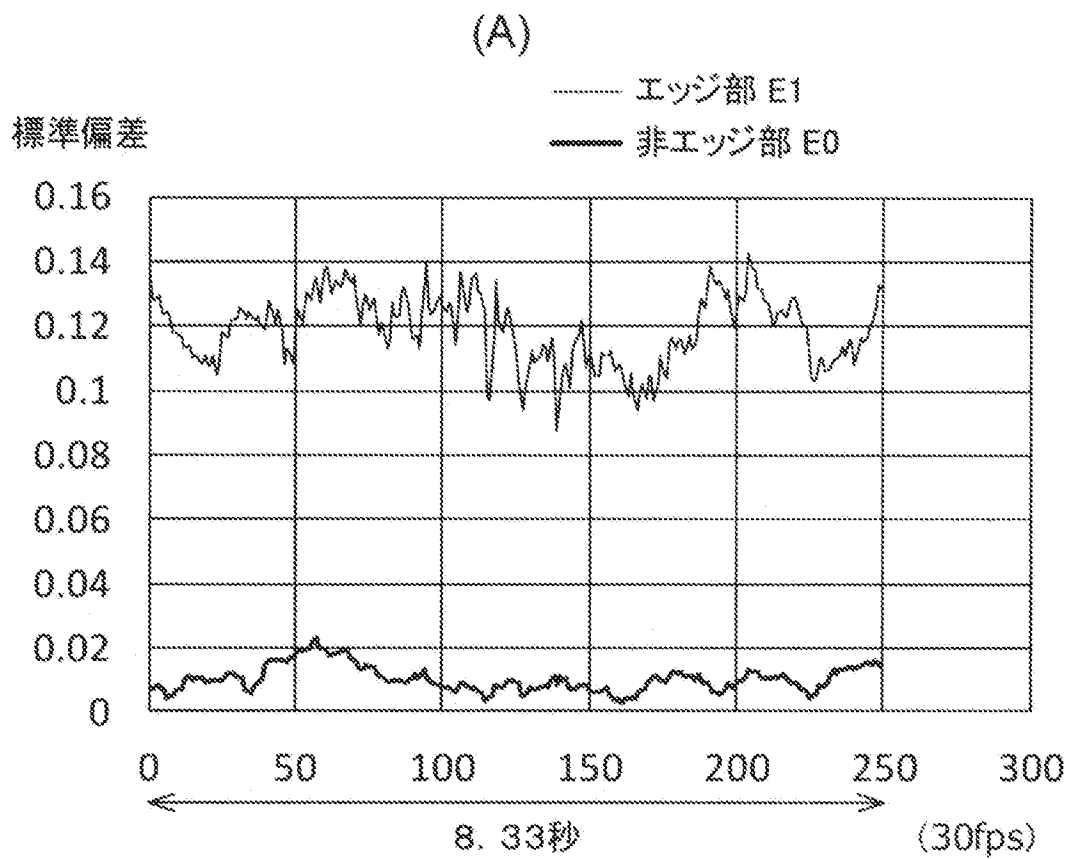
[図18]



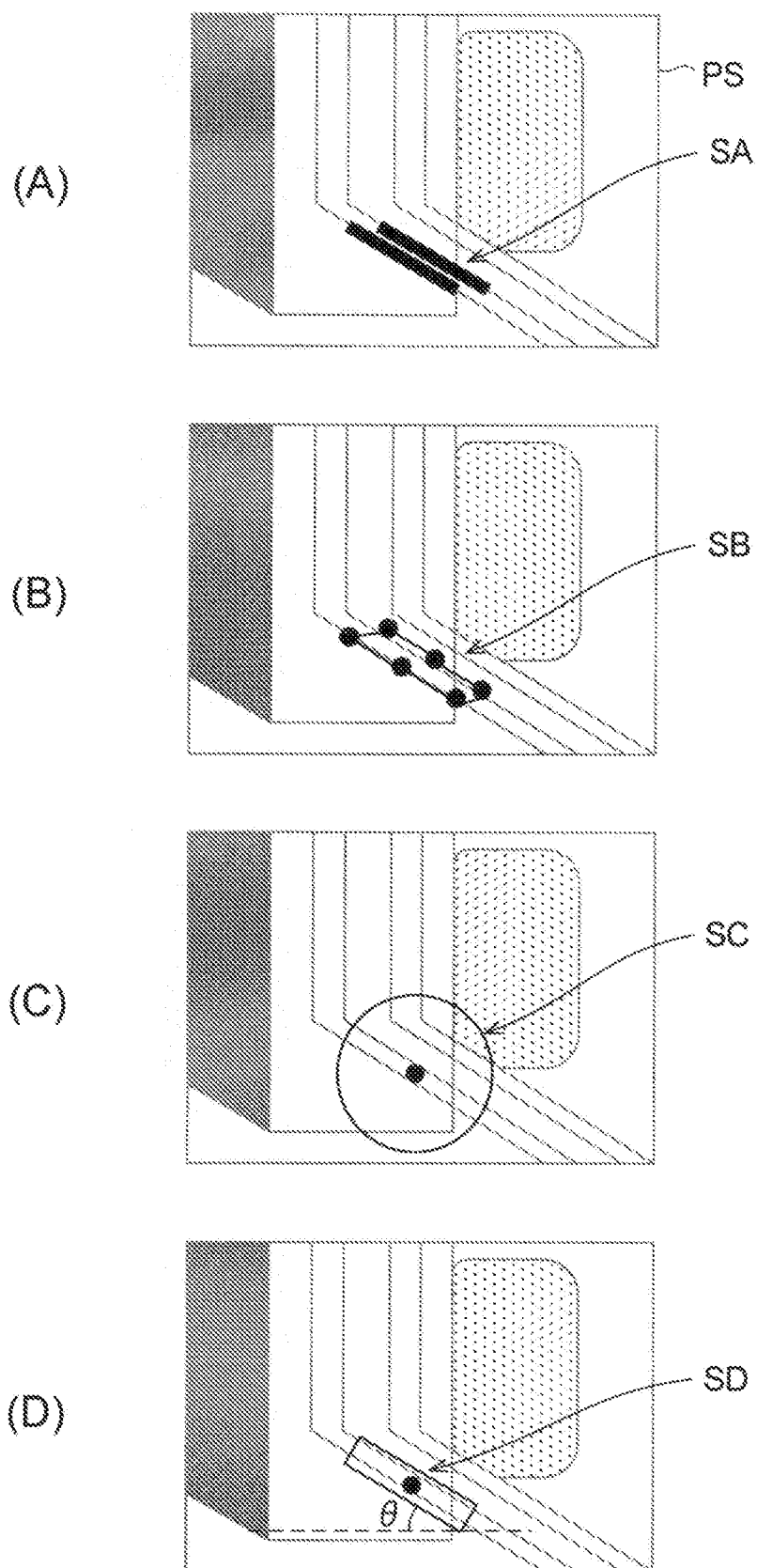
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/014956

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01H9/00 (2006.01) i, G01M3/02 (2006.01) i, G01N21/3504 (2014.01) 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. G01H1/00-17/00, G01M3/02, G01N21/3504

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-162096 A (KURIMOTO, LTD.) 16 June 2000, paragraphs [0003], [0009]-[0018], fig. 1-8 (Family: none)	1, 3, 4 5
Y	JP 2017-75795 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 20 April 2017, paragraphs [0018], [0019] & US 2017/0102295 A1, paragraphs [0022], [0023] & DE 102016119358 A1 & CN 107036708 A	5
A	WO 2016/143754 A1 (KONICA MINOLTA, INC.) 15 September 2016, paragraphs [0019]-[0022], fig. 1-3 & EP 003270134 A1, paragraphs [0011]-[0031], fig. 1-3	2



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 2018 (21.06.2018)

Date of mailing of the international search report

03 July 2018 (03.07.2018)

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. G01H9/00(2006.01)i, G01M3/02(2006.01)i, G01N21/3504(2014.01)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. G01H1/00-17/00, G01M3/02, G01N21/3504

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）

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
X Y	JP 2000-162096 A（株式会社栗本鐵工所）2000.06.16, 段落[0003], [0009]-[0018], [図1]-[図8]（ファミリーなし）	1, 3, 4 5
Y	JP 2017-75795 A（住友重機械工業株式会社）2017.04.20, 段落[0018], [0019] & US 2017/0102295 A1, 段落[0022], [0023] & DE 102016119358 A1 & CN 107036708 A	5
A	WO 2016/143754 A1（コニカミノルタ株式会社）2016.09.15, 段落[0019]-[0022], [図1]-[図3] & EP 003270134 A1 ,	2

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

21.06.2018

国際調査報告の発送日

03.07.2018

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）

寺田 祥子

2 J

5266

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
	段落[0011]-[0031], [図 1]-[図 3]	