

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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).

規則4. 17に規定する申立て:

一 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則4. 17(v))

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the space in parallel with the visible image by means of an infrared camera; a gas region extraction unit (14) that extracts an image of a gas cloud that is present in the space from the inspection image and generates a gas cloud image; and an image synthesis unit (16) that generates a gas cloud superimposed image by superimposing the visible image and the gas cloud image, wherein the image synthesis unit superimposes a target image and the gas cloud image so that a viewer can recognize the background of the gas cloud image from the gas cloud superimposed image.

(57) 要約: ガスの濃度が薄い場合や、赤外線画像におけるガス存在範囲が大きい場合にも、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示する。検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、空間が赤外線カメラにより可視画像と並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得する画像取得部 (1N) と、検査画像から空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成するガス領域抽出部 (14) と、可視画像とガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成する画像合成部 (16) と、備えるガス可視化画像処理装置 (10) であって、画像合成部は、ガス雲画像の背景を看者がガス雲重畳画像から認識できるように、対象画像とガス雲画像とを重ね合わせることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

ガス可視化画像処理装置、ガス可視化画像処理方法、および、プログラム
技術分野

[0001] 本開示は、ガス漏れを検出して映像により空間に存在するガスの存在領域を可視化するガス可視化画像処理装置、ガス可視化画像処理方法、および、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 天然ガスや石油を生産する生産施設、ガスを使用して化学製品を生産する生産プラント、ガス送管設備、石油化学プラントや火力発電所、製鉄関連施設等といった、ガスを使用する設備（以下「ガス設備」と記す場合もある）では、施設の経年劣化や運転ミスにより、ガス漏洩の危険性が認識されており、ガス漏洩を最小限にとどめるためにガス検知装置が備え付けられている。

[0003] このガス検知において、近年では、ガスの赤外線吸光特性を利用して赤外線動画を撮影することにより、検査対象からのガス漏れを検出する光学的ガス漏れ検出方法が提案されている（例えば、特許文献1）。抽出したガス像を表示する際に、ガスの存在する範囲を着色により可視化し、ガス設備を撮像した可視画像を併せて表示すると、看者はガスの流れ等の放出状態や、漏れ位置を認識でき、ガス漏れかどうかやガス設備のどこからガスが漏れているかを判断することができる。

[0004] 一方、赤外画像（熱画像）と可視光画像とを重畳すると視認性が極端に悪くなるために、可視光画像と熱画像をラインごとに交互、または特定のパターンで入れ違いに表示させることで、視認性の悪さを解消する合成方法が提案されている（特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 2 － 5 8 0 9 3

特許文献2：特開 2 0 1 6 － 2 1 7 9 5 3

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところが、従来の装置のように、赤外線画像においてガスと判断されたガス存在範囲を着色したガス雲画像を、背景となる可視画像の対応する画像部分に置き換えて表示する構成では、1) ガスの濃度が薄いとガス雲画像として表示されない、2) 赤外線画像におけるガス存在範囲の占める割合が多いと、背景の可視画像が隠れてしまい、何が映っているかわからない場合があるという不具合があり、撮影状況によってはガス漏れの有無やガス設備のどこからガスが漏れているか否かの判断が難しいという課題があった。

[0007] また、特許文献2の方法では、赤外線画像に表示されているラインもしくはパターンによりガス雲を認識しても、その部分の可視画像が表示されないため、どこから漏れているか把握できないといった問題や、あるいは、逆に実際の漏洩源が可視画像のラインもしくはパターンに存在すると、ガス雲の端のみ赤外線画像で表示されるために、可視画像上では漏洩源部分のガスが確認できないといった問題があった。

[0008] 本開示の態様は、上記課題に鑑み、ガスの濃度が薄い場合や、赤外線画像におけるガス存在範囲が大きい場合にも、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できるガス可視化画像処理装置、ガス可視化画像処理方法、および、プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の一態様に係るガス可視化画像処理装置は、検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、前記空間が赤外線カメラにより前記可視画像と並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得する画像取得部と、前記検査画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成するガス領域抽出部と、前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて

合わせてガス雲重畳画像を生成する画像合成部とを備えるガス可視化画像処理装置であって、前記画像合成部は、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせることを特徴とする。

[0010] ここで、前記背景は、前記ガス雲画像と重ね合わせられた前記検査対象の像であり、前記画像合成部は、前記可視画像を構成するR、G、Bのチャンネルを、所定の色空間を示すチャンネルに変換し、得られた明度を示すチャンネルに前記ガス雲画像を重ね合わせるにより、前記ガス雲重畳画像を生成する構成としてもよい。また、前記画像合成部は、前記可視画像に対する前記ガス雲画像との重畳割合が大きいほど、前記ガス雲重畳画像の彩度が低くなるように、前記可視画像と前記ガス雲画像を重ね合わせる構成としてもよい。

発明の効果

[0011] 本開示の一態様に係るガス可視化画像処理装置、ガス可視化画像処理方法、および、プログラムによれば、ガスの濃度が薄い場合や、画像におけるガス存在範囲が大きい場合にも、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できる。これにより、ガス漏れの有無やガス設備のどこからガスが漏れているか否かの判断が容易になる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態1に係るガス可視化画像処理システム1の概略構成図である。

[図2]検査対象300と画像取得手段20との関係を示す概略図である。

[図3]実施の形態1に係るガス可視化画像処理装置10における処理の概要を示す画像処置の流れを示す図である。

[図4] (a) ~ (d) は、ガス可視化画像処理装置10による表示画像の一例であり、(a) はガス周波数成分画像、(b) (c) (d) は重畳割合 r を、30%、50%、70%としたときの表示画像の一例である。

[図5] (a) ~ (d) は、ガス可視化画像処理装置 10 による、ネガポジ反転画像による表示画像の一例であり、(a) はガス周波数成分反転画像、(b) (c) (d) は重畳割合 r を、30%、50%、70%としたときの表示画像の一例である。

[図6] 従来のガス可視化画像処理の概要を示す画像処置の流れを示す図である。

[図7] (a) ~ (c) は、従来のガス可視化画像処理による表示画像の一例であり、(a) は可視画像、(b) はガス周波数成分画像、(c) は表示画像の一例である。

[図8] (a) ~ (f) は、ガス可視化画像処理装置 10 による、ガス周波数成分画像の動画像の一例である。

[図9] (a) ~ (f) は、ガス可視化画像処理装置 10 による表示画像であって、可視画像に、それぞれ、図 8 (a) ~ (f) に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく表示画像の一例である。

[図10] (a) ~ (f) は、図 9 (a) ~ (f) と同一の画像に基づく従来のガス可視化画像処理装置による表示画像であって、可視画像の画像情報を、ガス雲画像に対応する色情報に置き換えた置換画像に基づく表示画像の一例である。

[図11] (a) ~ (f) は、ガス可視化画像処理装置 10 による、ガス周波数成分画像の動画像の別の一例である。

[図12] (a) ~ (f) は、ガス可視化画像処理装置 10 による表示画像であって、可視画像に、それぞれ、図 11 (a) ~ (f) に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく表示画像の別の一例である。

[図13] (a) ~ (f) は、図 11 (a) ~ (f) と同一の画像に基づく従来のガス可視化画像処理装置による表示画像であって、可視画像の画像情報を、ガス雲画像に対応する色情報に置き換えた置換画像に基づく表示画像の別の一例である。

[図14] (a) ~ (f) は、ガス可視化画像処理装置 10 による、ガス周波数

成分画像の拡大した動画像の別の一例である。

[図15] (a) ~ (f) は、ガス可視化画像処理装置 10 による表示画像であって、可視画像に、それぞれ、図 14 (a) ~ (f) に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく拡大した表示画像の別の一例である。

[図16] (a) ~ (f) は、図 14 (a) ~ (f) と同一の画像に基づく従来のガス可視化画像処理装置による表示画像であって、可視画像の画像情報を、ガス雲画像に対応する色情報に置き換えた置換画像に基づく拡大した表示画像の別の一例である。

[図17] 変形例 1 に係るガス可視化画像処理装置における処理の概要を示す画像処置の流れを示す図である。

[図18] (a) ~ (d) は、変形例 1 に係るガス可視化画像処理装置による表示画像の一例であり、(a) は検査画像の時間差分画像、(b) (c) (d) は重畳割合 r を、30%、50%、70%としたときの表示画像の一例である。

[図19] (a) ~ (f) は、変形例 1 に係る画像処理装置による、ガス周波数成分画像の動画像の一例である。

[図20] (a) ~ (f) は、変形例 1 に係る画像処理装置による表示画像であって、可視画像に、それぞれ、図 19 (a) ~ (f) に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく表示画像の一例である。

[図21] (a) ~ (f) は、変形例 1 に係る画像処理装置による、ガス周波数成分画像の動画像の別の一例である。

[図22] (a) ~ (f) は、変形例 1 に係る画像処理装置による表示画像であって、可視画像に、それぞれ、図 21 (a) ~ (f) に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく表示画像の別の一例である。

[図23] (a) ~ (f) は、変形例 1 に係る画像処理装置による、ガス周波数成分画像の拡大した動画像の別の一例である。

[図24] (a) ~ (f) は、変形例 1 に係る画像処理装置による表示画像であ

って、可視画像に、それぞれ、図23(a)～(f)に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく拡大した表示画像の別の一例である。

[図25]実施の形態2に係るガス可視化画像処理システム1Aの概略構成図である。

[図26]実施の形態2に係るガス可視化画像処理装置10Aにおける処理の概要を示す画像処置の流れを示す図である。

[図27](a)～(b)は、ガス可視化画像処理装置10Aによる表示画像の一例であり、(a)はガス周波数成分画像、(b)は重畳割合 r を、50%としたときの表示画像の一例である。

[図28](a)～(d)は、ガス可視化画像処理装置10Aによる、ネガポジ反転画像による表示画像の一例であり、(a)はガス周波数成分反転画像、(b)は重畳割合 r を、50%としたときの表示画像の一例である。

[図29](a)は、ステップS4Bにおいて生成される、検査画像の時間差分画像の一例である。(b)(c)は、検査画像の時間差分画像と可視画像とを、30%、50%の重畳割合にしたときの表示画像の一例である。

発明を実施するための形態

[0013] 《実施の形態1》

以下、実施の形態1に係るガス可視化画像処理装置10について、図面を参照しながら説明する。

[0014] 図1は、実施の形態1に係るガス可視化画像処理システム1の機能ブロック図である。図1に示すように、ガス可視化画像処理システム1は、検査対象を撮像するための画像取得手段20と、画像取得手段20が取得した画像に基づきガスを検知するガス可視化画像処理装置10（以後、「画像処理装置10」とする場合がある）、操作入力部30、表示部40、及び記憶部50を有する。画像取得手段20、操作入力部30、表示部40、及び記憶部50は、それぞれ、画像処理装置10に接続可能に構成されている。

[0015] <画像取得手段20>

画像取得手段20は、検査対象を撮像してガス可視化画像処理装置10に画像を提供する装置またはシステムである。実施の形態において、画像取得手段20は、検査画像生成部21と可視画像生成部22とを備えるカメラである。

[0016] 検査画像生成部21は、例えば、波長3.2～3.4 μm の赤外光を検知して画像化する、いわゆる赤外線カメラであり、メタン、エタン、エチレン、プロピレンなど炭化水素系ガスを検知可能である。検査画像生成部21は、光学レンズ211、赤外線の波長範囲の光を選択的に透過させるフィルタ212、透過光を撮像する撮像素子213、取得した画像信号を処理する信号処理部214を備える。検査画像生成部21が撮像した画像は、ガス可視化画像処理装置10において、ガスを検知するために用いる検査画像として用いられる。

[0017] 可視画像生成部22は、可視光を検知して画像化する、いわゆる一般的な可視カメラである。可視画像生成部22は、光学レンズ221、可視光の波長範囲の光を選択的に透過させるフィルタ222、透過光を撮像する撮像素子223、取得した画像信号を処理する信号処理部224を備える。可視画像生成部22が撮像した画像は、ガス可視化画像処理装置10において、ガス検知場所を検査対象と照らして具体的に特定するなど、検査対象の管理上有用な、または、検査者の利便性を向上ための可視画像として用いられる。

[0018] 検査画像生成部21と可視画像生成部22は、図2の模式図に示すように、検査画像生成部21の視野範囲310と可視画像生成部22の視野範囲320のいずれにも検査対象300が含まれるように設置される。なお、視野範囲310と視野範囲320はほぼ一致していることが好ましい。実施の形態では、検査画像生成部21と可視画像生成部22は1つの筐体に組み込まれて画像取得手段20が1台の2波長カメラとして実現される。

[0019] 検査画像生成部21と可視画像生成部22は、それぞれ、視野範囲310と視野範囲320について並行して撮像を行い、撮像した画像を映像信号としてガス可視化画像処理装置10に出力する。映像信号としては、例えば、

秒間30フレームの画像を伝送するための信号である。

[0020] <ガス可視化画像処理装置10の構成>

ガス可視化画像処理装置10は、画像取得手段20から検査対象を撮像した画像を取得し、画像に基づいてガス領域の検出を行い、表示部40を通じてユーザにガス検知を通知する装置である。画像処理装置10は、図1に示すように、例えば、一般的なCPU(Central Processing Unit)とRAM(Random Access Memory)と、これらで実行されるプログラムを備えるコンピュータとして実現される制御部CTから構成される。

[0021] 制御部CTは、操作入力部30を介して受け付けた検査者からの指示に基づき、記憶部50からガス可視化画像処理プログラムを読みだして実行することにより、画像処理装置10の各機能を実現する。

[0022] 画像処理装置10を構成する制御部CTは、図1に示すように、画像取得部IN、画像保持部13、ガス領域抽出部14、可視画像変換部12、画像合成部16、表示画像変換部17の機能ブロックを有する。

[0023] 画像取得部INは、検査画像取得部11と可視画像取得部12からなる。

[0024] 検査画像取得部11は、検査対象を撮像した検査画像を画像取得手段20から取得する。例えば、画像キャプチャード等、画像データをコンピュータ等の処理装置に取り込むための入力装置を活用できる。検査画像は、複数フレームの時系列データを含む動画像としてもよい。実施の形態では、検査画像取得部11は、検査画像生成部21から映像信号を取得し、映像信号を画像に復元して、複数のフレームからなる動画として画像保持部13に出力する。検査画像は検査対象を撮像した赤外線画像であり、画素値として赤外線の強度を有する。

[0025] 可視画像取得部12は、検査対象を撮像した可視画像を画像取得手段20から取得する。実施の形態では、可視画像取得部12は、可視画像生成部22から映像信号を取得し、映像信号を画像に復元して、複数のフレームからなる動画として画像保持部13に出力する。

[0026] 画像保持部13は、検査画像取得部11が出力する動画としての検査画像

を保持する記憶媒体であり、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブや、半導体メモリなどで実現される。また、画像保持部 13 は、後述する可視画像取得部 12 が出力する動画としての可視画像も保持している。

[0027] ガス領域抽出部 14 は、画像保持部 13 から複数の検査画像を取得し、検査画像から赤外線画像においてガスと判断されるガス存在範囲を抽出して、ガス雲画像として画像合成部 16 に出力する。ガス領域抽出部 14 は、例えば、特許国際公開第 2017/073430 号等に記載された公知の光学的ガス漏れ検出方法を実行させることにより、検査画像から検査対象のガス漏れを検出する。具体的には、検査対象を撮影した赤外線画像に、炭化水素系ガスによる周波数成分が吸収された領域があるとき、その領域を、例えば、ガス量を識別情報に変換し、識別情報をマッピングすることでガス雲画像を生成して出力する。本例では、検査対象を複数の時刻で撮影した赤外線画像の動画に対し、漏れたガスによる温度変化を示すガス周波数成分データを抽出したガス周波数画像をガス雲画像とする。具体的には、検査対象を撮影した赤外線画像を示す画像データから、ガス周波数成分よりも周波数が低く、検査対象の背景の温度変化を示す背景周波数成分データを除く処理を行う。このように、検査画像の動画から空間に存在するガス雲の像の時間周波数成分を抽出してより精度の高いガス雲画像を生成することができる。

[0028] 可視画像変換部は、画像保持部 13 から取得した可視画像を、RGB 信号の形式から、CIE (L*, a*, b*) 色空間 (CIE LAB) に対応する L*, a*, b* 信号の形式に、変換して、画像合成部 16 に出力する。RGB 信号から L* a* b への変換は、先ず、公知の変換式により RGB 値を XYZ 値に変換し、XYZ 値を公知の変換式を用いて L* a* b へ変換することにより行う。

[0029] 画像合成部 16 は、可視画像変換部から取得した可視画像上に、ガス領域抽出部 14 により抽出されたガス領域の情報を重畳したガス雲重畳画像を生成する。ガス領域の情報は、例えば、ガス量を色情報に変換し、ガスが検知

された位置に色情報をマッピングすることで示される。具体的には、可視画像を構成するチャンネルをR、G、B、可視画像のC I E L A Bに対応するチャンネルを、 L^* 、 a^* 、 b^* 、赤外線画像から抽出したガス量に基づく識別情報としてガス雲画像の画素値をS（ $S = 0 \sim 255$ ）、可視画像に対する前記ガス雲画像との重畳割合を r （ $r = 0 \sim 1$ ）としたとき、ガス雲重畳画像における色空間を示すチャンネルを、 $L^{*'}$ 、 $a^{*'}$ 、 $b^{*'}$ は、式1から式3により算出される。

[0030] [数1]

$$L^{*'} = L^* \times (1.0 - r) + S \times r \quad (\text{式1})$$

[0031] [数2]

$$a^{*'} = a^* \times (1.0 - r) \quad (\text{式2})$$

[0032] [数3]

$$b^{*'} = b^* \times (1.0 - r) \quad (\text{式3})$$

[0033] 式1では、ガス雲画像の画素値Sと、C I E L A Bのうち明度を表す L^* 値とを、画素毎に、重畳割合 r と $(1 - r)$ とを乗じて重み付け加算を行うことにより両者を合成して、合成信号の $L^{*'}$ を生成する。可視画像を L^* 、 a^* 、 b^* のチャンネルに変換して明度とガス雲画像を重畳することにより、ガス雲画像と可視画像とをより看者の感覚に近く表現することができる。

[0034] 可視画像の a^* 値、 b^* 値は、 $(1 - r)$ を乗じて、重畳割合 r の増加に

伴い減少する関係を有する、合成信号 $a * \prime$ 、 $b * \prime$ を生成する。すなわち、画像合成部は、可視画像に対するガス雲画像との重畳割合 r が大きいほど、ガス雲重畳画像の彩度が低くなるように、可視画像とガス雲画像を重ね合わせる構成を採る。

[0035] これより、可視画像を、色空間を示すチャンネルに変換して、ガス雲画像の重畳割合 r を増加したとき可視画像の彩度を低下させることにより、ガスの濃度が薄い場合にも、可視画像に対しガス雲画像をより見やすく表示することができる。一方、ガス雲画像の重畳割合 r を減少したとき可視画像の彩度を増加させることにより、赤外線画像におけるガス存在範囲が大きい場合に、ガス雲画像に対し可視画像をより見やすく表示することができる。

[0036] また、ガス雲画像の画素値 S を、

[0037] [数4]

$$S' = 255 - S \quad (\text{式4})$$

[0038] により、反転させて、 S に替えて反転画素値 S' を用いて、式1から式3により $L * \prime$ 、 $a * \prime$ 、 $b * \prime$ を算出してもよい。画像合成部16は、生成されたガス雲重畳画像を表示画像変換部17に出力する。

[0039] 表示画像変換部17は、画像合成部16から取得したガス雲重畳画像を、 $L * \prime$ 、 $a * \prime$ 、 $b * \prime$ の信号形式から表示画像のRGB信号の形式に変換して、表示部40に出力して表示させる。これより、ガス雲重畳画像をR、G、Bのチャンネルに変換して、表示画像を生成することができる。

[0040] なお、 $L *$ 、 $a *$ 、 $b *$ 信号の形式に変換する替わりに、CIE ($L *$ 、 $u *$ 、 $v *$) 色空間 (CIE LUV) に対応する $L *$ 、 $u *$ 、 $v *$ 信号の形式に変換する構成としてもよい。

[0041] <その他の構成>

表示部40は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイなどの

表示装置（モニタ）である。警報機であってもよい。

[0042] 操作入力部30は、例えば、キーボード、マウス、トラックボールなどの入力装置である。

[0043] なお、表示部40と操作入力部30は、タッチパネルやタブレットなどの、表示装置と入力装置を兼ねた1つの装置として実現されてもよい。

[0044] 例えば、操作入力部30を用いて、操作者は可視画像にガス雲画像を重ね合わせる際の重畳割合 r を入力することができる。これより、検査者は検査画像から抽出したガス雲画像の濃度を増減することにより、ガス雲画像の態様や可視画像に適合させて、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示することが可能となる。

[0045] 記憶部50は、画像処理装置10が動作するために必要なガス可視化画像処理プログラムなどを記憶している他、制御部CTの計算結果を一時的に格納する一時記憶領域としての機能を有する。記憶部50は、例えばDRAMなどの揮発性メモリ、及び、例えばハードディスクなどの不揮発性メモリを含んで構成される。

[0046] <動作>

以下、図面を用いて、本実施の形態1におけるガス可視化画像処理装置10の動作について説明する。

[0047] 図3は、画像処理装置10における処理の概要を示す画像処置の流れを示す図である。

[0048] 画像処理装置10では、まず、可視画像取得部12を介して検査対象を撮像した可視画像を取得し（ステップS1）、可視画像を画像保持部13に保存する。そして、可視画像変換部により可視画像をRGB信号の形式から L^* 、 a^* 、 b^* 信号の形式に変換する（ステップS2）。

[0049] 次に、画像処理装置10は、検査画像取得部11を介して検査対象を撮像した検査画像を取得し（ステップS3）、取得した可視画像を画像保持部13に保存する。そして、ガス領域抽出部14により、検査対象を撮影した赤外線画像の動画から、ガスによる温度変化を示すガス周波数成分を抽出した

ガス周波数成分画像を、ガス存在範囲を示すガス雲画像として生成する（ステップS4）。これにより、検査画像から赤外線画像においてガスと判断されるガス存在範囲を抽出する。

[0050] 次に、画像合成部16により、可視画像上に、抽出されたガス存在領域の情報を重畳したガス雲重畳画像を生成する（ステップS5）。ガス雲重畳画像における合成信号 L^* 、 a^* 、 b^* は、上述のとおり、式1から式3により算出される。

[0051] さらに、表示画像変換部17により、ガス雲重畳画像を、 L^* 、 a^* 、 b^* の信号形式から、表示画像におけるRGBの信号形式に変換して（ステップS6）、表示画像を表示部40により表示して（ステップS7）、処理を終了する。

[0052] <表示画像>

以下、図面を用いて、ガス可視化画像処理装置10の表示画像について、説明する。

[0053] （画像処理装置10における表示画像の一例）

[画像例1]

図4（a）は、ステップS4において生成される、ガス周波数成分画像の一例である。また、可視画像の背景色が明るい場合には、検査画像を反転してから合成してもよい。図5（a）は、ガス周波数成分画像をネガポジ反転したガス周波数成分反転画像の一例である。検査画像からガスと判断されるガス存在範囲が抽出されていることが見て取れる。

[0054] 図4（b）（c）（d）は、ガス周波数成分画像と可視画像とを、30%、50%、70%の重畳割合にて重畳して生成したガス雲重畳画像に基づく、表示画像の一例である。また、図5（b）（c）（d）は、ガス周波数成分反転画像と可視画像とを、30%、50%、70%の重畳割合にて重畳して生成したガス雲重畳画像に基づく、表示画像の一例である。

[0055] このように、可視画像の背景に応じて、ガス周波数成分画像と反転画像を選択することにより、ガス雲をわかりやすく表示できる。また、重畳割合は

、ガス雲の濃度などによって変更してもよい。

[0056] 図4、5(b)(c)(d)によれば、重畳割合の増加に伴い、ガス存在範囲の濃度が増加するとともに、背景の可視画像における彩度（白黒では濃度）が減少していることが見て取れる。

[0057] これより、看者は、重畳割合が高い表示画像によりガス存在範囲を示すガス雲画像の絶対的な位置を把握することができる。例えば、ガス雲画像の画素値Sの絶対値が小さい場合にも、重畳割合rを増大することにより、ガス雲画像の位置を把握できる。図4(d)、図5(d)では、後述する図7(c)に示す従来の例と比較すると、ガス存在領域における、ガス雲画像の画素値Sの値が小さくガス雲の濃度が小さい、いわゆる、ハイライト部分が表示され、ガス雲の濃度が低いガス存在領域が表示されていることが見て取れる。

[0058] このとき、重畳割合が高い場合には、背景の可視画像における彩度（濃度）が低く表示されることにより、ガス雲画像の位置の把握が容易になる。

[0059] さらに、看者は、重畳割合が低い表示画像を用いて、背景の可視画像における彩度（濃度）を増加させて、背景画像に表示されたガス設備におけるガス雲画像の相対的な位置を特定することができる。これより、看者は、ガスの漏洩源の位置を容易に特定することができる。

[0060] （従来の画像処理装置における表示画像の例）

〔画像例1〕

次に、従来の画像処理装置における表示画像について説明する。

[0061] 図6は、従来のガス可視化画像処理の概要を示す画像処置の流れを示す図である。図6では、図3と同じ処理は同一の番号を付している。

[0062] 従来のガス可視化画像処理では、検査対象を撮像した可視画像を取得し（ステップS1）、検査対象を撮像した検査画像を取得し（ステップS3）、検査画像の動画から抽出したガス周波数成分画像を、ガス存在範囲を示すガス雲画像として生成する（ステップS4）。

[0063] 次に、可視画像における、ガス雲画像のガス存在領域の位置に対応する画

素の画像情報を、ガス雲画像の画素値Sに対応させた色情報に置き換える置換処理を行い（ステップS5X）、置換画像を表示画像として表示する（ステップS7X）。ここで、ガス雲画像に置き換えるべき色は、ガス雲画像の画素値Sの大きさにより選択され、RGBCMYからなる、いわゆる、純色から選択される構成を採る。例えば、ガス雲画像の画素値Sが50（max255）以上を、ガス雲として表示してもよい。このとき、画素値が大きくなるにつれ、青、水色、緑、黄色、赤（B、C、G、Y、R、M）に連続的に変化するように、画素値ごとに対応付けた色で表示させてもよい。

[0064] 図7（a）～（c）は、従来のガス可視化画像処理による表示画像の一例であり、（a）は可視画像の一例である。（b）はガス周波数成分画像であり、ガス存在範囲が抽出されていることが見て取れる。（c）は表示画像の一例であり、可視画像における、ガス存在領域が純色（白黒では枠線表示）に置換されていることが見て取れる。図4（d）、図5（d）と比較すると、図4（d）、図5（d）では、ガスと判断できた箇所（破線枠内）が、図7（c）では、薄いガス部分が表示されないため、ガスかどうかこの画像からは判断できない。これより、従来のガス可視化画像処理では、ガス存在領域から、ガス雲画像の画素値Sの値が小さくガス雲の濃度が小さい、いわゆる、ハイライト部分が表示されずに、ガス存在領域から抜け落ちていることが見て取れる。

[0065] （画像処理装置10、及び従来の画像処理装置における他の表示画像）

以下、ガス可視化画像処理装置10及び従来の画像処理装置における、他の表示画像について、説明する。

[0066] [画像例2]

検査画像に動画像を用いてもよい。

[0067] 図8（a）～（f）は、ガス可視化画像処理装置10による、ガス周波数成分画像の動画像の一例である。破線枠内に示すように、抽出されたガス存在範囲の位置が変化する様子が見て取れる。

[0068] 図9（a）～（f）は、ガス可視化画像処理装置10による表示画像であ

って、可視画像に、それぞれ、図8（a）～（f）に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく表示画像の一例である。ガス設備の背景画像上において、抽出されたガス存在範囲の位置が変化する様子が見て取れる。このように、ガス雲重畳画像に動画像を用いることにより、ガスの動きが画像で確認できるため、ガスで設備のどこから出ているか、静止画よりも容易に確認できる。

[0069] ここでも、図9（a）～（f）の破線枠内に示すように、後述する図10（a）～（f）に示す従来の例と比較すると、ガス存在領域におけるガス雲の濃度が低いガス存在領域の位置変化が表示されていることが見て取れる。

[0070] 図10（a）～（f）は、図9（a）～（f）と同一の画像に基づく従来のガス可視化画像処理装置による表示画像であって、可視画像の画像情報を、ガス雲画像に対応する色情報に置き換えた置換画像に基づく表示画像の一例である。このように、図10（a）～（f）の破線枠内では、動画であっても同様に、図9（a）～（f）においてガスと判断できた箇所（破線枠内）が、図10（a）～（f）では薄いガス部分が表示されないため、ガスかどうかこの画像からは判断できない。これより、従来のガス可視化画像処理では、ガス存在領域から、ガス雲の濃度が小さいハイライト部分が表示されずに抜け落ちていることが見て取れる。

[0071] [画像例3]

図11（a）～（f）は、ガス可視化画像処理装置10による、ガス周波数成分画像の動画像の別の一例であり、画像取得手段20（赤外線カメラ、可視カメラ）の振動によるノイズや草木の揺れによるノイズなどがある場合の例である。破線枠内に示すように、抽出されたガス存在範囲の位置が変化する様子が見て取れる。

[0072] 図12（a）～（f）は、ガス可視化画像処理装置10による表示画像であって、可視画像に、それぞれ、図11（a）～（f）に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく表示画像の別の一例である。ガス設備の背景画像上において、抽出されたガス存在範囲の位置が変化する様

子が見て取れる。ここでも、図12(a)～(f)の破線枠内に示すように、後述する図13(a)～(f)に示す従来の例と比較すると、振動ノイズや草木の揺れによるノイズなどがある場合でも、ガス存在領域におけるガス雲の濃度が低いガス存在領域の位置変化が認識可能に表示されていることが見て取れる。振動の影響で配管のエッジ部（被写体の境界部）等にノイズがあっても、可視のエッジ部分とちょうど重なるため、合成した図12(a)～(f)では、ガス雲だけを視認することができ、ガス存在領域の判断が容易になる。

[0073] 図13(a)～(f)は、図12(a)～(f)と同一の画像に基づく従来のガス可視化画像処理装置による表示画像であって、可視画像の画像情報を、ガス雲画像に対応する色情報に置き換えた置換画像に基づく表示画像の別の一例である。図13(a)～(f)の破線枠内では、振動ノイズや草木の揺れによるノイズなどがある場合では、図12(a)～(f)と比較すると、ガス存在領域から、ガス雲の濃度が小さいハイライト部分が表示されずに抜け落ちていることが見て取れ、ガス雲が背景のノイズと区別が難しくガス雲の存在がよくわからない。

[0074] [画像例4]

図14(a)～(f)は、ガス可視化画像処理装置10による、ガス周波数成分画像の拡大した動画像の別の一例である。破線枠内に示すように、抽出されたガス存在範囲の位置が変化する様子が見て取れる。

[0075] 図15(a)～(f)は、ガス可視化画像処理装置10による表示画像であって、可視画像に、それぞれ、図14(a)～(f)に示したガス周波数成分画像を重ねたガス雲重畳画像に基づく拡大した表示画像の別の一例である。ガス設備の背景画像上において、抽出されたガス存在範囲の位置が変化する様子が見て取れる。ここでも、図15(a)～(f)の破線枠内に示すように、後述する図16(a)～(f)に示す従来の例と比較すると、ガス存在領域におけるガス雲の濃度が低いガス存在領域の位置変化が表示されているとともに、ガス存在領域と重なった背景部分におけるガス設備の形状

が視認可能であることが見て取れる。そのため、ガス存在領域と重なった背景部分が隠れることがなく、どのガス装置のどこから漏れているかなどを把握しやすい。

[0076] 図16(a)～(f)は、図15(a)～(f)と同一の画像に基づく従来のガス可視化画像処理装置による表示画像であって、可視画像の画像情報を、ガス雲画像に対応する色情報に置き換えた置換画像に基づく拡大した表示画像の別の一例である。このように、拡大した表示画像では、例えば、ガス漏れ規模が大きい場合や、近くから撮影している場合などには、画像の半分にガス雲が映るような場合がある。図16(a)～(f)の破線枠内では、図15(a)～(f)と比較すると、ガス存在領域から、ガス雲の濃度が小さいハイライト部分が表示されずに抜け落ちているとともに、ガス存在領域と重なった背景部分が隠れてしまい、隠れたガス設備の形状が認識できず、どのガス装置のどこから漏れているかなど把握が困難な状態になっていることが見て取れる。

[0077] <小 括>

以上のとおり、本実施の形態1に係るガス可視化画像処理装置10は、検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、空間が赤外線カメラにより可視画像と、ほぼ一致している視野範囲について並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得する画像取得部1Nと、検査画像から空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成するガス領域抽出部14と、可視画像とガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成する画像合成部16と、備えるガス可視化画像処理装置10であって、画像合成部は、ガス雲画像の背景を看者がガス雲重畳画像から認識できるように、対象画像とガス雲画像とを重ね合わせることを特徴とする。

[0078] 係る構成により、ガスの濃度が薄い場合や、赤外線画像におけるガス存在範囲が大きい場合にも、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できるガス可視化画像処理装置、ガス可視化画像処理方法、および、プログラムを提供することを目的とす

ることができる。これにより、ガス漏れの有無やガス設備のどこからガスが漏れているか否かの判断が容易になる。

[0079] <変形例 1>

実施の形態 1 に係る画像処理装置 10 では、検査対象を撮影した赤外線画像の動画から、ガスによる温度変化を示すガス周波数成分を抽出したガス周波数成分画像を、ガス存在範囲を示すガス雲画像として生成する構成とした（図 3 のステップ S 4）。

[0080] しかしながら、変形例 1 に係る画像処理装置では、ガス領域抽出部 14 による、検査画像からガスと判断されるガス存在範囲を抽出するための処理方法が実施の形態 1 の処理方法と相違する。

[0081] 図 17 は、画像処理装置 10 における処理の概要を示す画像処置の流れを示す図である。図 6 では、図 3 と同じ処理は同一の番号を付している。

[0082] 図 17 に示すように、変形例 1 に係る画像処理装置では、ステップ S 4 A において、検査対象を撮影した赤外線画像の動画から、所定のフレーム数だけ離れた時間差分画像を、ガス存在範囲を示すガス雲画像として生成することにより、検査画像から赤外線画像においてガスと判断されるガス存在範囲を抽出する。ステップ S 4 A 以外の処理は、図 3 に示す画像処理装置 10 と同じ処理であるため、説明を省略する。

[0083] 以下、図面を用いて、変形例 1 に係るガス可視化画像処理装置の表示画像について、説明する。

[0084] [画像例 5]

図 18（a）は、ステップ S 4 A において生成される、検査画像の時間差分画像の一例である。破線枠内に示すように、検査画像からガスと判断されるガス存在範囲が抽出されていることが見て取れる。

[0085] 図 18（b）（c）（d）は、検査画像の時間差分画像と可視画像とを、30%、50%、70%の重畳割合にて重畳して生成したガス雲重畳画像に基づく、表示画像の一例である。破線枠内に示すように、重畳割合の増加に伴い、ガス存在範囲の濃度が増加するとともに、背景の可視画像における彩

度（白黒では濃度）が減少していることが見て取れる。

[0086] ここでも、実施の形態１と同様に、看者は、重畳割合が高い表示画像によりガス存在範囲を示すガス雲画像の絶対的な位置を把握することができる。

また、図１８（ｄ）では、ガス存在領域における、ガス雲画像の画素値Ｓの値が小さくガス雲の濃度が小さい、いわゆる、ハイライト部分が表示され、ガス雲の濃度が低いガス存在領域が表示されていることが見て取れる。

[0087] ここでも、重畳割合が高い場合には、背景の可視画像における彩度（濃度）が低く表示され、ガス雲画像の位置の把握が容易になる。

[0088] さらに、看者は、重畳割合が低い表示画像を用いて、背景の可視画像における彩度（濃度）を増加させて、背景画像に表示されたガス設備におけるガス雲画像の相対的な位置を特定することができる。

[0089] 以上のとおり、変形例１に係るガス可視化画像処理装置によれば、検査画像の動画画像の時間差分処理から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してより精度の高いガス雲画像を生成することができる。

[0090] [画像例６、７、８]

図１９（ａ）～（ｆ）は、変形例１に係る画像処理装置による、検査画像の時間差分画像の一例である。０．２秒で時間差分を採った画像であり、振動の影響で配管のエッジ部（被写体の境界部）等にノイズがある。図２０（ａ）～（ｆ）は、表示画像であって、可視画像に、それぞれ、図１９（ａ）～（ｆ）に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく表示画像の一例である。

[0091] 図２１（ａ）～（ｆ）は、変形例１に係る画像処理装置による、検査画像の時間差分画像の一例であり、画像取得手段２０（赤外線カメラ、可視カメラ）の振動によるノイズや草木の揺れによるノイズなどがある場合の例である。図２２（ａ）～（ｆ）は、可視画像に、それぞれ、図２１（ａ）～（ｆ）に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく表示画像の別の一例である。

[0092] 図２３（ａ）～（ｆ）は、変形例１に係る画像処理装置による、検査画像

の時間差分画像の一例である。図24(a)～(f)は、可視画像に、それぞれ、図23(a)～(f)に示したガス周波数成分画像を重畳したガス雲重畳画像に基づく拡大した表示画像の別の一例である。

[0093] 図19、21、23(a)～(f)に示す時間差分画像における破線枠内に示すように、抽出されたガス存在範囲の位置が変化する様子が見て取れる。

[0094] また、図20(a)～(f)に示すガス雲重畳画像における破線枠内に示すように、ガス設備の背景画像上において、抽出されたガス存在範囲の位置が変化する様子が見て取れ、ガス存在領域におけるガス雲の濃度が低いガス存在領域の位置変化が表示されているとともに、ガス存在領域と重なった背景部分におけるガス設備の形状が視認可能であることが見て取れる。そのため、図19(a)～(f)に示すように、振動の影響で配管のエッジ部（被写体の境界部）等にノイズがあっても、可視のエッジ部分とちょうど重なるため、合成した図20(a)～(f)では、ガス雲だけを視認することができ、ガス存在領域の判断が容易になる。

[0095] また、図22(a)～(f)に示すガス雲重畳画像における破線枠内に示すように、画像取得手段20（赤外線カメラ、可視カメラ）の振動ノイズや草木の揺れによるノイズなどがある場合でも、ガス雲が背景のノイズと区別ができガス雲の存在が認識できる。

[0096] さらに、図24(a)～(f)に示すガス雲重畳画像における破線枠内に示すように、画像の半分にガス雲が映るような場合でも、ガス存在領域と重なった背景部分が隠れることがなく、どのガス装置のどこから漏れているかなどを把握しやすい。

[0097] ≪実施の形態2≫

実施の形態1に係る画像処理装置10では、可視画像を、RGB信号の形式から、L*、a*、b*信号の形式に変換し、画像合成部16は、変換された可視画像上にガス領域の情報を重畳したガス雲重畳画像を生成する構成とした。

[0098] しかしながら、実施の形態 2 に係る画像処理装置では、RGB 信号からなる可視画像上にガス領域の情報を重畳したガス雲重畳画像を生成する点で実施の形態 1 と相違する。

[0099] 図 25 は、実施の形態 2 に係るガス可視化画像処理システム 1A とする場合がある) の概略構成図である。図 25 に示すように、画像処理装置 10A を構成する制御部 CT は、検査画像取得部 11、可視画像取得部 12、画像保持部 13、ガス領域抽出部 14、画像合成部 16A を有し、このうち、画像合成部 16A 以外の構成は、図 1 に示す画像処理装置 10 と同じであるため、同一の番号を付して説明を省略する。また、画像処理装置 10A は、実施の形態 1 における可視画像変換部、表示画像変換部 17 を有していない。

[0100] 画像合成部 16A は、可視画像変換部 12 から取得した RGB 信号からなる可視画像上に、ガス領域抽出部 14 により抽出されたガス領域の情報を重畳したガス雲重畳画像を生成する。ガス領域の情報は、例えば、ガス量を色情報に変換し、ガスが検知された位置に色情報をマッピングすることで示される。具体的には、可視画像の信号の値とし、赤外線画像から抽出したガス量に基づく識別情報としてガス雲画像の画素値を S ($S = 0 \sim 255$)、重畳割合を r ($r = 0 \sim 1$) としたとき、合成信号 R' 、 G' 、 B' は、式 5 から式 7 により算出される。

[0101] [数5]

$$R' = R \times (1.0 - r) + S \times r \quad (\text{式5})$$

[0102] [数6]

$$G' = G \times (1.0 - r) + S \times r \quad (\text{式6})$$

[0103] [数7]

$$B' = B \times (1.0 - r) + S \times r \quad (\text{式7})$$

[0104] また、ガス雲画像の画素値 S を、式4により、反転させて、反転画素値 S' を用いて式5から式7により合成信号 R' 、 G' 、 B' を算出してもよい。画像合成部16は、生成されたガス雲重畳画像を表示部40に出力して表示させる。

[0105] なお、式5から式7の何れかを選択的に用いて、RGBの一部のチャンネルに処理するような形態としてもよい。

[0106] 図26は、画像処理装置10Aにおける処理の概要を示す画像処置の流れを示す図である。図26では、図3と同じ処理は同一の番号を付している。

[0107] 図26に示すように、画像処理装置10Aでは、ステップS4Bにおいて、検査対象を撮影した赤外線画像の動画から、ガスによる温度変化を示すガス周波数成分を抽出したガス周波数成分画像を、ガス存在範囲を示すガス雲画像として生成するか、あるいは、所定のフレーム数だけ離れた時間差分画像を生成し、その時間差分画像を、ガス存在範囲を示すガス雲画像として生成することにより、検査画像から赤外線画像においてガスと判断されるガス存在範囲を抽出するかの何れかの処理を行う。ステップS5Bでは、画像合成部16Aにより、式5から式7により、可視画像上に抽出されたガス存在領域の情報を重畳してガス雲重畳画像の信号 R' 、 G' 、 B' を生成、ガス雲重畳画像からなる表示画像を表示部40により表示して（ステップS7）、処理を終了する。ステップS4B、S5B以外の処理は、図3に示す画像処理装置10と同じ処理であるため、説明を省略する。

[0108] 以下、図面を用いて、変形例1に係るガス可視化画像処理装置の表示画像について、説明する。

[0109] [画像例9、10]

図 2 7 (a) は、ステップ S 4 B において生成される、ガス周波数成分画像の一例である。また、図 2 8 (a) は、ガス周波数成分画像をネガポジ反転したガス周波数成分反転画像の一例である。破線枠内に示すように、検査画像からガスと判断されるガス存在範囲が抽出されていることが見て取れる。

[0110] 図 2 7 (b) は、ガス周波数成分画像と可視画像とを、50%の重畳割合にて重畳して生成したガス雲重畳画像に基づく、表示画像の一例である。また、図 2 8 (b) は、ガス周波数成分反転画像と可視画像とを、50%の重畳割合にて重畳して生成したガス雲重畳画像に基づく、表示画像の一例である。破線枠内に示すように、ガス存在領域における、ガス雲画像の画素値 S の値が小さくガス雲の濃度が小さい、いわゆる、ハイライト部分が表示され、ガス雲の濃度が低いガス存在領域が表示されていることが見て取れる。

[0111] [画像例 1 1]

図 2 9 (a) は、ステップ S 4 B において生成される、検査画像の時間差分画像の一例である。破線枠内に示すように、検査画像からガスと判断されるガス存在範囲が抽出されていることが見て取れる。

[0112] 図 2 9 (b) (c) は、検査画像の時間差分画像と可視画像とを、30%、50%の重畳割合にしたときの表示画像の一例である。破線枠内に示すように、重畳割合の増加に伴い、ガス存在範囲の濃度が増加するとともに、背景の可視画像における彩度（白黒では濃度）が減少していることが見て取れる。

[0113] ここでも、実施の形態 1 と同様に、看者は、重畳割合が高い表示画像によりガス存在範囲を示すガス雲画像の絶対的な位置を把握することができる。この際、重畳割合が高い場合には、背景の可視画像における彩度（濃度）が低く表示され、ガス雲画像の位置の把握が容易になる。

[0114] さらに、看者は、重畳割合が低い表示画像を用いて、背景の可視画像における彩度（濃度）を増加させて、背景画像に表示されたガス設備におけるガス雲画像の相対的な位置を特定することができる。

[0115] <小 括>

以上のとおり、本実施の形態 2 に係るガス可視化画像処理装置 10A は、前記画像合成部は、前記可視画像を構成する R、G、B のチャンネル、又は R、G、B の一部のチャンネルに前記ガス雲画像を重ね合わせるにより、前記ガス雲重畳画像を生成することを特徴とする。

[0116] 係る構成により、実施の形態 1 と同様に、ガスの濃度が薄い場合や、赤外線画像におけるガス存在範囲が大きい場合にも、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示することができる。

[0117] ≪その他の変形例≫

以上、実施の形態に係るガス可視化画像処理装置を説明したが、本開示は、その本質的な特徴的構成要素を除き、以上の実施の形態に何ら限定を受けるものではない。例えば、実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本開示に含まれる。以下では、そのような形態の一例として、上記した実施の形態の変形例を説明する。

[0118] (1) 上記した実施の形態では、検査画像は、赤外線カメラにより撮像された赤外線画像を例として記載したが、可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成する構成としてもよい。この場合、可視画像をグレイに変換し、同じ処理を適応すると、白く見える水蒸気等のガスを抽出することができる。これにより、水蒸気等の着色ガスの濃度が薄い場合や、可視画像における水蒸気等の存在範囲が大きい場合にも、水蒸気等のガス雲画像と背景の可視画像とを、水蒸気等の有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できる処理方法を実現できる。

[0119] (2) 上記した実施の形態では、背景画像を可視画像としたが、可視画像はカラーでなく、グレイの画像であってもよい。

[0120] (3) 上記した実施の形態では、検査画像の一例として、ガス設備として

ガスプラントを例示して説明を行った。しかしながら、本開示はこれに限定されるものではなく、ガスを利用する機器、装置、実験室、研究室、工場、事業所における表示画像の生成に適用してもよい。

[0121] (4) 本開示を上記実施の形態に基づいて説明してきたが、本開示は、上記の実施の形態に限定されず、以下のような場合も本発明に含まれる。

[0122] 例えば、本発明は、マイクロプロセッサとメモリを備えたコンピュータシステムであって、上記メモリは、上記コンピュータプログラムを記憶しており、上記マイクロプロセッサは、上記コンピュータプログラムにしたがって動作するとしてもよい。例えば、本開示のシステム又はその構成要素における処理のコンピュータプログラムを有しており、このプログラムに従って動作する（又は接続された各部位に動作を指示する）コンピュータシステムであってもよい。

[0123] また、上記システム又はその構成要素における処理の全部、もしくは一部を、マイクロプロセッサ、ROM、RAM等の記録媒体、ハードディスクユニットなどから構成されるコンピュータシステムで構成した場合も本発明に含まれる。上記RAM又はハードディスクユニットには、上記各装置と同様の動作を達成するコンピュータプログラムが記憶されている。上記マイクロプロセッサが、上記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、各装置はその機能を達成する。

[0124] また、上記の各装置を構成する構成要素の一部又は全部は、1つのシステムLSI（Large scale Integration（大規模集積回路））から構成されているとしてもよい。システムLSIは、複数の構成部を1個のチップ上に集積して製造された超多機能LSIであり、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAMなどを含んで構成されるコンピュータシステムである。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部又は全てを含むように1チップ化されてもよい。上記RAMには、上記各装置と同様の動作を達成するコンピュータプログラムが記憶されている。上記マイクロプロセッサが、上記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、システムLSIは

、その機能を達成する。例えば、システム又はその構成要素における処理がＬＳＩのプログラムとして格納されており、このＬＳＩがコンピュータ内に挿入され、所定のプログラムを実施する場合も本発明に含まれる。

[0125] なお、集積回路化の手法はＬＳＩに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。ＬＳＩ製造後に、プログラムすることが可能なＦＰＧＡ(Field Programmable Gate Array)や、ＬＳＩ内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサ(Reconfigurable Processor)を利用してもよい。

[0126] さらに、半導体技術の進歩または派生する別技術によりＬＳＩに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。

[0127] また、各実施の形態に係る、システム又はその構成要素の機能の一部又は全てを、ＣＰＵ等のプロセッサがプログラムを実行することにより実現してもよい。システム又はその構成要素の動作を実施させるプログラムが記録された非一時的なコンピュータ読み取り可能な記録媒体であってもよい。プログラムや信号を記録媒体に記録して移送することにより、プログラムを独立した他のコンピュータシステムにより実施するとしてもよい。また、上記プログラムは、インターネット等の伝送媒体を介して流通させることができるのは言うまでもない。

[0128] また、上記実施形態に係るシステム又はその各構成要素は、ＣＰＵやＧＰＵ(Graphics Processing Unit)やプロセッサなどのプログラマブルデバイスとソフトウェアにより実現される構成であってもよい。これらの構成要素は一個の回路部品とすることができるし、複数の回路部品の集合体にすることもできる。また、複数の構成要素を組合せて一個の回路部品とすることができるし、複数の回路部品の集合体にすることもできる。

[0129] (５) 機能ブロックの分割は一例であり、複数の機能ブロックを一つの機能ブロックとして実現したり、一つの機能ブロックを複数に分割したり、一部の機能を他の機能ブロックに移してもよい。また、類似する機能を有する

複数の機能ブロックの機能を、単一のハードウェア又はソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

[0130] また、上記のステップが実行される順序は、本発明を具体的に説明するために例示するためのものであり、上記以外の順序であってもよい。また、上記ステップの一部が、他のステップと同時（並列）に実行されてもよい。

[0131] また、各実施の形態、及びその変形例の機能のうち少なくとも一部を組み合わせてもよい。更に上記で用いた数字は、全て本発明を具体的に説明するために例示するものであり、本発明は例示された数字に制限されない。

[0132] 《まとめ》

以上のとおり、本実施の形態に係るガス可視化画像処理装置は、検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、前記空間が赤外線カメラにより前記可視画像と並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得する画像取得部と、前記検査画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成するガス領域抽出部と、前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせてガス雲重畳画像を生成する画像合成部とを備えるガス可視化画像処理装置であって、前記画像合成部は、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせることを特徴とする。また、前記背景は、前記ガス雲画像と重ね合わせられた前記検査対象の像である構成としてもよい。

[0133] 係る構成により、ガスの濃度が薄い場合や、赤外線画像におけるガス存在範囲が大きい場合にも、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できる。これにより、ガス漏れの有無やガス設備のどこからガスが漏れているか否かの判断が容易になる。

[0134] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、前記画像合成部は、前記可視画像を構成するR、G、Bのチャンネルを、所定の色空間を示すチャンネルに変換し、得られた明度を示すチャンネルに前記ガス雲画像を重ね合わせることにより、前記ガス雲重畳画像を生成する構成としてもよい。

[0135] 係る構成により、可視画像を、色空間を示すチャンネルに変換して、明度と

ガス雲画像を重畳することにより、ガス雲画像と可視画像とをより看者の感覚に近く表現することが可能となる。

[0136] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、前記画像合成部は、前記可視画像に対する前記ガス雲画像との重畳割合が大きいほど、前記ガス雲重畳画像の彩度が低くなるように、前記可視画像と前記ガス雲画像を重ね合わせる構成としてもよい。

[0137] 係る構成により、可視画像を、色空間を示すチャンネルに変換して、ガス雲画像の重畳割合 r を増加したとき可視画像の彩度を低下させることにより、ガスの濃度が薄い場合にも、可視画像に対しガス雲画像をより見やすく表示することができる。一方、ガス雲画像の重畳割合 r を減少したとき可視画像の彩度を増加させることにより、赤外線画像におけるガス存在範囲が大きい場合に、ガス雲画像に対し可視画像をより見やすく表示することができる。

[0138] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、前記可視画像から変換された所定の色空間を示すチャンネルを、 L^* 、 a^* 、 b^* 、前記ガス雲画像における濃度を示す画素値を S 、前記重畳割合を r 、前記ガス雲重畳画像における、前記所定の色空間を示すチャンネルを、 $L^{*'}$ 、 $a^{*'}$ 、 $b^{*'}$ としたとき、前記ガス雲重畳画像は、

[0139] [数1]

$$L^{*'} = L^* \times (1.0 - r) + S \times r \quad (\text{式1})$$

[0140] [数2]

$$a^{*'} = a^* \times (1.0 - r) \quad (\text{式2})$$

[0141]

[数3]

$$b^{*'} = b^{*} \times (1.0 - r) \quad (\text{式3})$$

[0142] により算出される構成としてもよい。

[0143] 係る構成により、可視画像を L^{*} 、 a^{*} 、 b^{*} のチャンネルに変換してガス雲画像と重畳することにより、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示が可能なガス雲重畳画像を生成することができる。

[0144] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、さらに、前記ガス雲重畳画像を、所定の色空間を示すチャンネルから R 、 G 、 B を示すチャンネルからなる表示画像に変換する表示画像変換部を備えた構成としてもよい。

[0145] 係る構成により、ガス雲重畳画像を R 、 G 、 B のチャンネルに変換して、表示画像を生成することができる。

[0146] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、前記画像合成部は、前記可視画像を構成する R 、 G 、 B のチャンネル、又は R 、 G 、 B の一部のチャンネルに前記ガス雲画像を重ね合わせることにより、前記ガス雲重畳画像を生成する構成としてもよい。

[0147] 係る構成により、可視画像を構成する R 、 G 、 B のチャンネルの信号を活用して、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示することができる。

[0148] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、前記画像合成部は、前記ガス雲画像を白黒反転する変換処理をしたのち、前記可視画像に重ね合わせる構成としてもよい。

[0149] 係る構成により、可視画像の背景色が明るい場合や暗い場合に依じて、検査画像を選択的に反転してから合成することにより、検査画像からガスと判断されるガス存在範囲を可視画像に適合させて、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示するこ

とができる。

[0150] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、さらに、ガス像の白黒反転をするかどうかの操作入力を受け付ける操作入力部を備えた構成としてもよい。

[0151] 係る構成により、可視画像の背景色の明度に応じて、検査者は検査画像を選択的に反転してから合成することができる。

[0152] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、さらに、前記重畳割合の操作入力を受け付ける操作入力部を備える構成としてもよい。

[0153] 係る構成により、操作入力部を用いて、操作者は可視画像にガス雲画像を重ね合わせる際の重畳割合 r を入力することができる。これより、検査者は検査画像から抽出したガス雲画像の濃度を増減することにより、ガス雲画像の態様や可視画像に適合させて、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示することができる。

[0154] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、前記検査画像は、複数のフレームからなる動画画であり、前記ガス雲画像は、前記検査画像から所定の時間周波数成分を抽出する処理を行った画像である構成としてもよい。

[0155] 係る構成により、動画画から前記空間に存在するガス雲の像の時間周波数成分を抽出してより精度の高いガス雲画像を生成することができる。

[0156] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、前記検査画像は、複数のフレームからなる動画画であり、前記ガス雲画像は、前記検査画像から所定の時間差分処理を行った画像である構成としてもよい。

[0157] 係る構成により、動画画の時間差分処理から前記空間に存在するガス雲の像のを抽出してより精度の高いガス雲画像を生成することができる。

[0158] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像を取得する画像取得部と、前記可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成するガス領域抽出部と、前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲

重畳画像を生成するガス雲重畳画像部を備えたガス可視化画像処理装置であって、前記ガス雲重畳画像部は、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせる構成としてもよい。

[0159] 係る構成により、水蒸気等の着色ガスの濃度が薄い場合や、可視画像における水蒸気等の存在範囲が大きい場合にも、水蒸気等のガス雲画像と背景の可視画像とを、水蒸気等の有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できる処理方法を実現できる。

[0160] また、本実施の形態に係るガス可視化画像処理方法は、検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、前記空間が赤外線カメラにより前記可視画像と並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得し、前記検査画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成し、前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス可視化画像処理方法であって、前記ガス雲重畳画像を生成する処理は、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせることを特徴とする。

[0161] 係る構成により、ガスの濃度が薄い場合や、赤外線画像におけるガス存在範囲が大きい場合にも、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できる処理方法を実現できる。

[0162] また、別の態様では、上記の何れかの態様において、検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像を取得し、前記可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成し、前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス可視化画像処理方法であって、前記ガス雲重畳画像を生成する処理では、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせる構成としてもよい。

[0163] 係る構成により、水蒸気等のガス雲画像と背景の可視画像とを、水蒸気等の有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できる処理方法を実

現できる。

[0164] また、本実施の形態に係るプログラムは、コンピュータにガス可視化画像処理を行わせるプログラムであって、前記ガス可視化画像処理は、検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、前記空間が赤外線カメラにより前記可視画像と並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得し、前記可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成し、前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス可視化画像処理方法であって、前記ガス雲重畳画像を生成する処理では、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせることを特徴とする。

[0165] また、本実施の形態に係るプログラムは、コンピュータにガス可視化画像処理を行わせるプログラムであって、前記ガス可視化画像処理は、検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像を取得し、前記可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成し、前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス可視化画像処理方法であって、前記ガス雲重畳画像を生成する処理では、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせる構成としてもよい。

[0166] 係る構成により、ガス雲画像と背景の可視画像とを、ガスの有無やどこから漏れているか判断しやすいように表示できるプログラムを提供できる。

[0167] 《補足》

以上で説明した実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。実施の形態で示される数値、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、処理方法、処理の順序などは一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていないものについては、より好ましい形態を構成する任意の構成要素として説明される。

[0168] また、上記の方法が実行される順序は、本発明を具体的に説明するために例示するためのものであり、上記以外の順序であってもよい。また、上記方法の一部が、他の方法と同時（並列）に実行されてもよい。

[0169] また、発明の理解の容易のため、上記各実施の形態で挙げた各図の構成要素の縮尺は実際のものと異なる場合がある。また本発明は上記各実施の形態の記載によって限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

産業上の利用可能性

[0170] 本開示に係るガス可視化画像処理装置、ガス可視化画像処理方法、および、プログラムは、ガス設備のガス漏れを検査に用いるシステムに広く適用可能である。

符号の説明

- [0171] 1 ガス検知システム
 - 1 0 ガス可視化画像処理装置
 - 1 1 検査画像取得部
 - 1 2 可視画像取得部
 - 1 3 画像保持部
 - 1 4 ガス領域抽出部
 - 1 5 画像合成部
 - 1 6 表示制御部
 - 2 0 画像取得手段
 - 2 1 検査画像生成部（赤外線カメラ）
 - 2 2 可視画像生成部（可視カメラ）
 - 3 0 操作入力部
 - 4 0 表示部
 - 3 0 0 検査対象
 - I N 画像取得部
 - C T 制御部

請求の範囲

- [請求項1] 検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、前記空間が赤外線カメラにより前記可視画像と並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得する画像取得部と、
- 前記検査画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成するガス領域抽出部と、
- 前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成する画像合成部とを備えるガス可視化画像処理装置であって、
- 前記画像合成部は、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせる
- ガス可視化画像処理装置。
- [請求項2] 前記背景は、前記ガス雲画像と重ね合わせられた前記検査対象の像である
- 請求項1に記載のガス可視化画像処理装置。
- [請求項3] 前記画像合成部は、前記可視画像を構成するR、G、Bのチャンネルを、所定の色空間を示すチャンネルに変換し、得られた明度を示すチャンネルに前記ガス雲画像を重ね合わせることにより、前記ガス雲重畳画像を生成する
- 請求項1又は2に記載のガス可視化画像処理装置。
- [請求項4] 前記画像合成部は、前記可視画像に対する前記ガス雲画像との重畳割合が大きいほど、前記ガス雲重畳画像の彩度が低くなるように、前記可視画像と前記ガス雲画像を重ね合わせる
- 請求項3に記載のガス可視化画像処理装置。
- [請求項5] 前記可視画像から変換された所定の色空間を示すチャンネルを、 L^* 、 a^* 、 b^* 、
- 前記ガス雲画像における濃度を示す画素値をS、
- 前記重畳割合をr、

前記ガス雲重畳画像における、前記所定の色空間を示すチャンネルを、 L^* 、 a^* 、 b^* としたとき、

前記ガス雲重畳画像は、

[数1]

$$L^{*'} = L^* \times (1.0 - r) + S \times r \quad (\text{式1})$$

[数2]

$$a^{*'} = a^* \times (1.0 - r) \quad (\text{式2})$$

[数3]

$$b^{*'} = b^* \times (1.0 - r) \quad (\text{式3})$$

により算出される

請求項4に記載のガス可視化画像処理装置。

[請求項6]

さらに、前記ガス雲重畳画像を、所定の色空間を示すチャンネルからR、G、Bを示すチャンネルからなる表示画像に変換する表示画像変換部を備えた

請求項3～5の何れか1項に記載のガス可視化画像処理装置。

[請求項7]

前記画像合成部は、前記可視画像を構成するR、G、Bのチャンネル、又はR、G、Bの一部のチャンネルに前記ガス雲画像を重ね合わせることにより、前記ガス雲重畳画像を生成する

請求項1又は2に記載のガス可視化画像処理装置。

- [請求項8] 前記画像合成部は、前記ガス雲画像を白黒反転する変換処理をしたのち、前記可視画像に重ね合わせる
請求項1～7の何れか1項に記載のガス可視化画像処理装置。
- [請求項9] さらに、ガス像の白黒反転をするかどうかの操作入力を受け付ける操作入力部を備えた
請求項8に記載のガス可視化画像処理装置。
- [請求項10] さらに、前記重畳割合の操作入力を受け付ける操作入力部を備える
請求項4又は5に記載のガス可視化画像処理装置。
- [請求項11] 前記検査画像は、複数のフレームからなる動画像であり、
前記ガス雲画像は、前記検査画像から所定の時間周波数成分を抽出する処理を行った画像である
請求項1～10の何れか1項に記載のガス可視化画像処理装置。
- [請求項12] 前記検査画像は、複数のフレームからなる動画像であり、
前記ガス雲画像は、前記検査画像から所定の時間差分処理を行った画像である
請求項1～11の何れか1項に記載のガス可視化画像処理装置。
- [請求項13] 検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像を取得する画像取得部と、
前記可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成するガス領域抽出部と、
前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス雲重畳画像部を備えたガス可視化画像処理装置であって、
前記ガス雲重畳画像部は、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせる、
ガス可視化画像処理装置。
- [請求項14] 検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、前

記空間が赤外線カメラにより前記可視画像と並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得し、

前記検査画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成し、

前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス可視化画像処理方法であって、

前記ガス雲重畳画像を生成する処理は、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせる

ガス可視化画像処理方法。

[請求項15] 検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像を取得し、

前記可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成し、

前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス可視化画像処理方法であって、

前記ガス雲重畳画像を生成する処理では、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせるガス可視化画像処理方法。

[請求項16] コンピュータにガス可視化画像処理を行わせるプログラムであって、

前記ガス可視化画像処理は、

検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像と、前記空間が赤外線カメラにより前記可視画像と並行して撮像された検査画像とを、それぞれ取得し、

前記可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成し、

前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス可視化画像処理方法であって、

前記ガス雲重畳画像を生成する処理では、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせる

プログラム。

[請求項17]

コンピュータにガス可視化画像処理を行わせるプログラムであって、

、

前記ガス可視化画像処理は、

検査対象を含む空間が可視カメラにより撮像された可視画像を取得し、

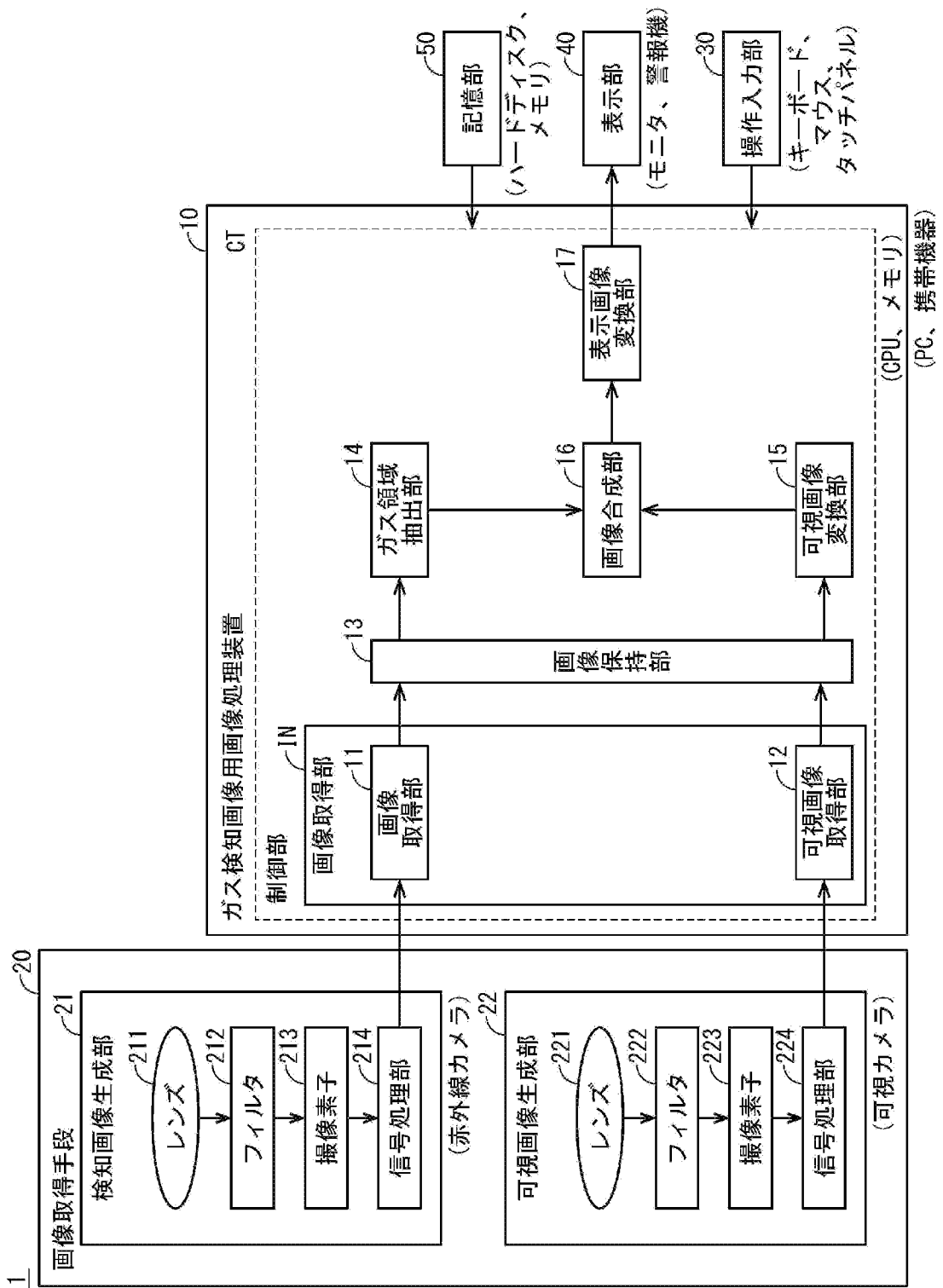
前記可視画像から前記空間に存在するガス雲の像を抽出してガス雲画像を生成し、

前記可視画像と前記ガス雲画像とを重ねて合わせてガス雲重畳画像を生成するガス可視化画像処理方法であって、

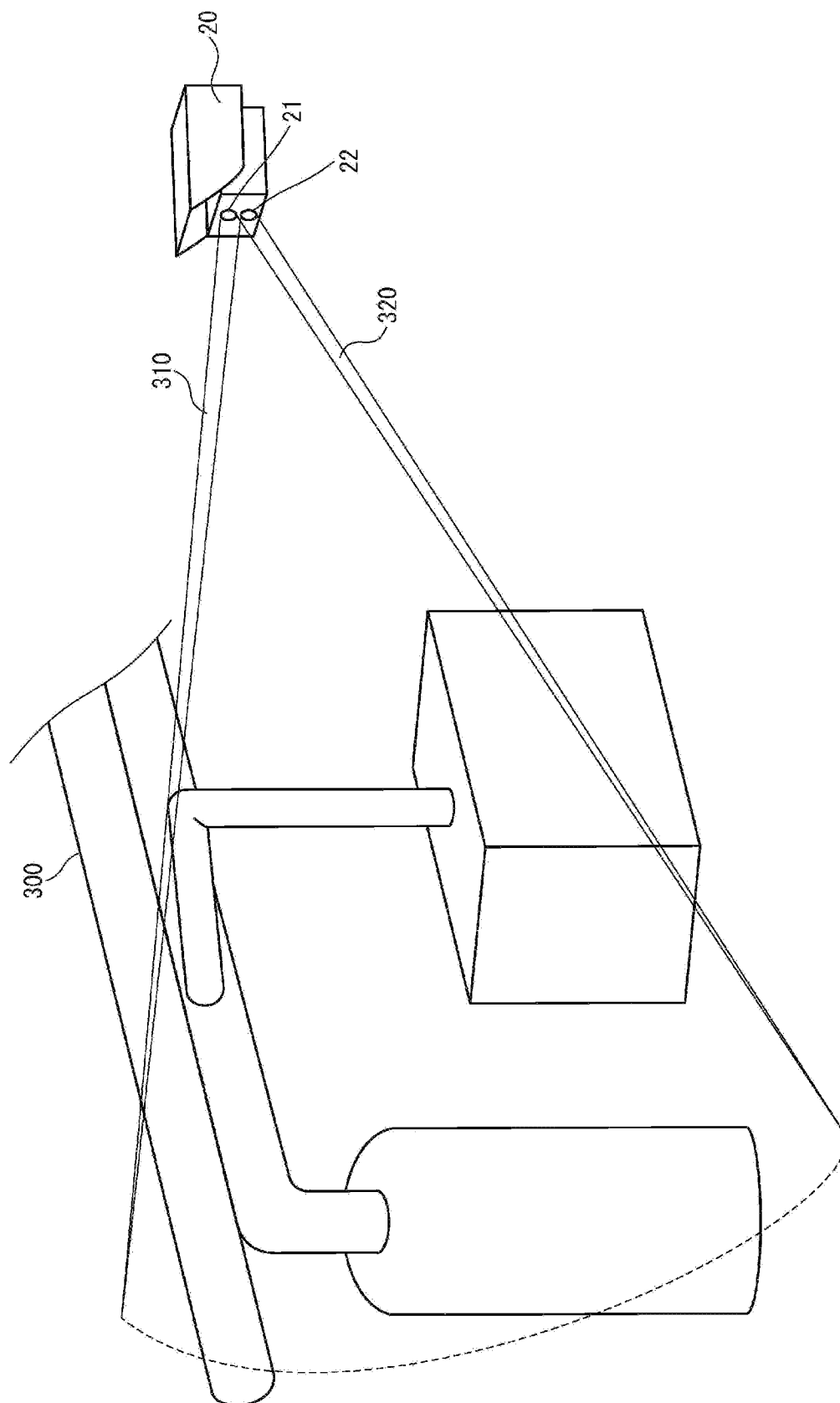
前記ガス雲重畳画像を生成する処理では、前記ガス雲画像の背景を看者が前記ガス雲重畳画像から認識できるように、前記対象画像と前記ガス雲画像とを重ね合わせる

プログラム。

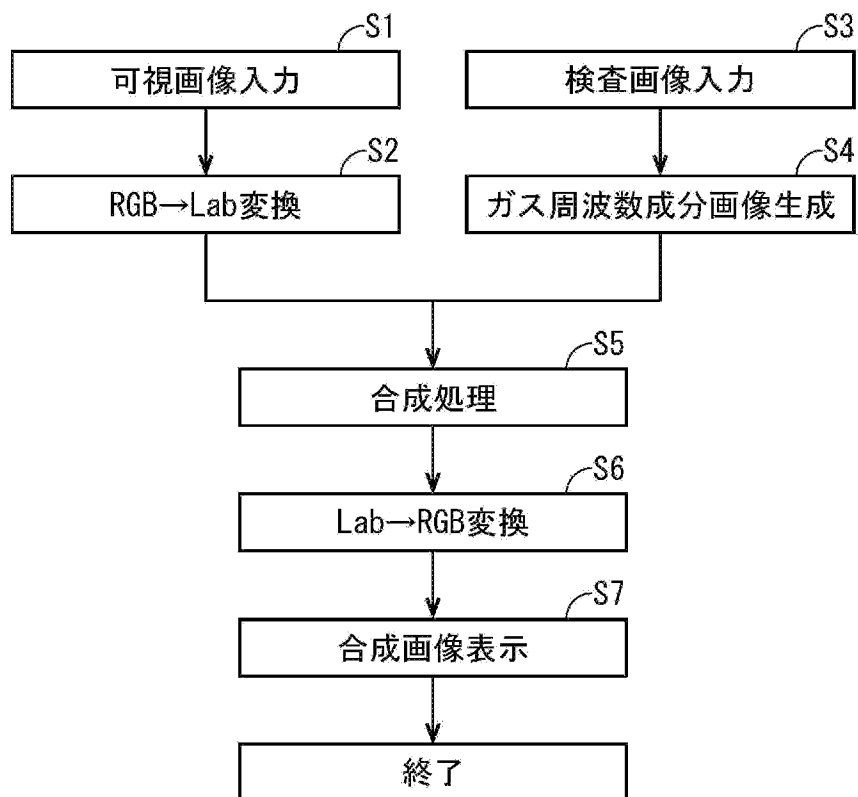
[図1]



[図2]

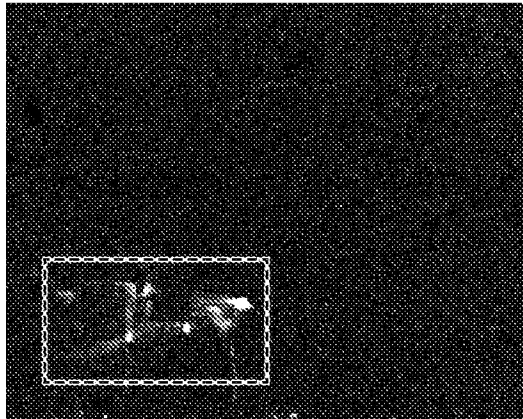


[図3]



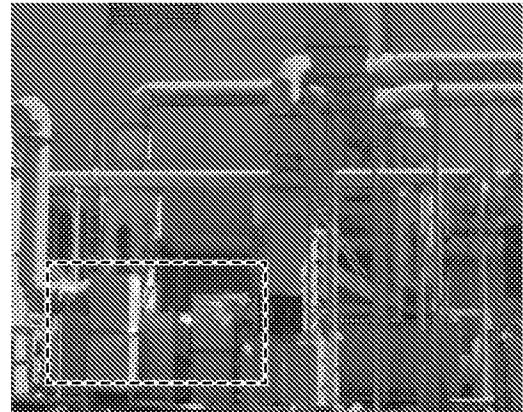
[図4]

(a)



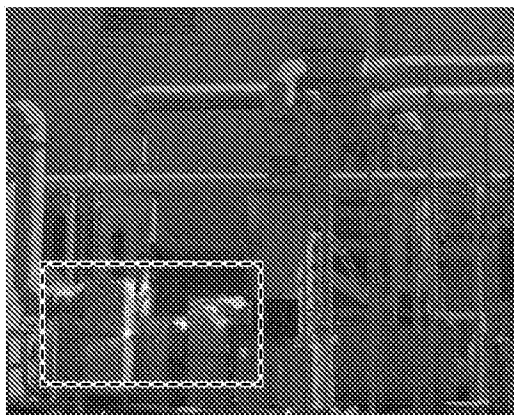
ガス周波数成分画像

(b)



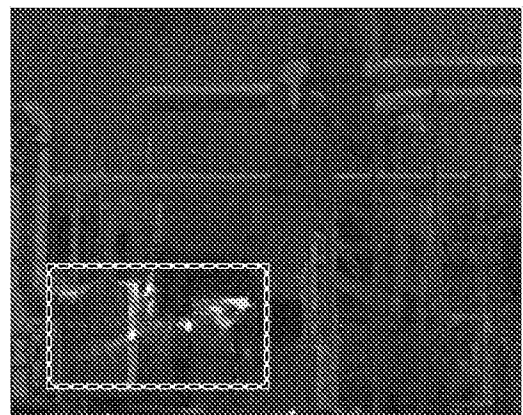
30%

(c)



50%

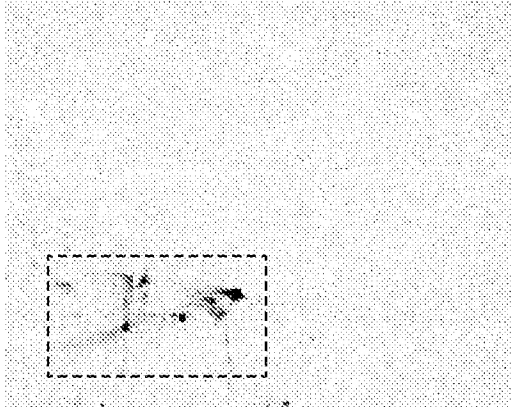
(d)



70%

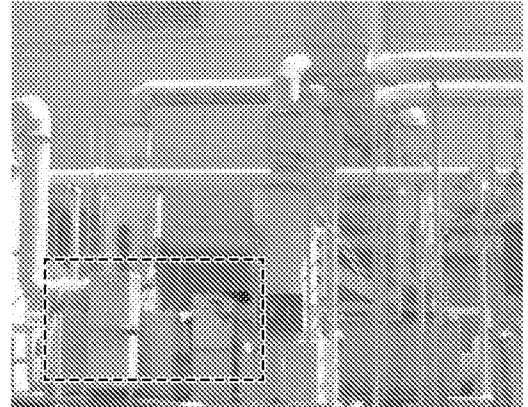
[図5]

(a)



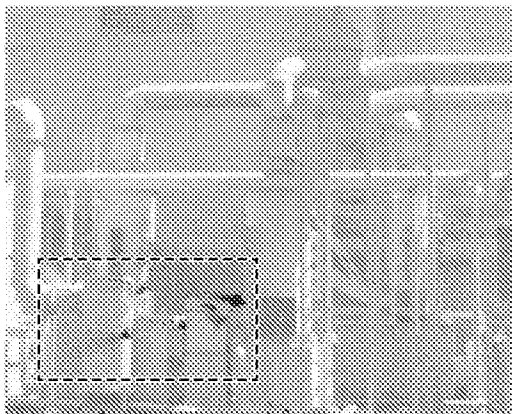
ガス周波数成分反転画像

(b)



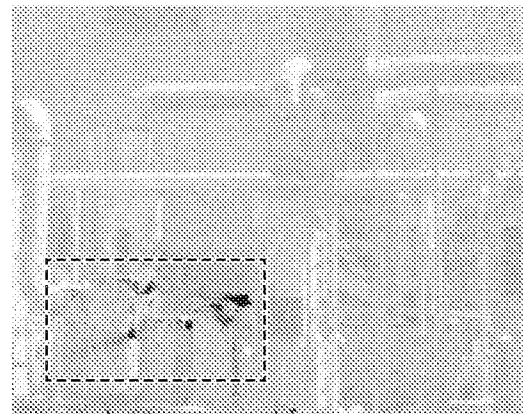
30%反転

(c)



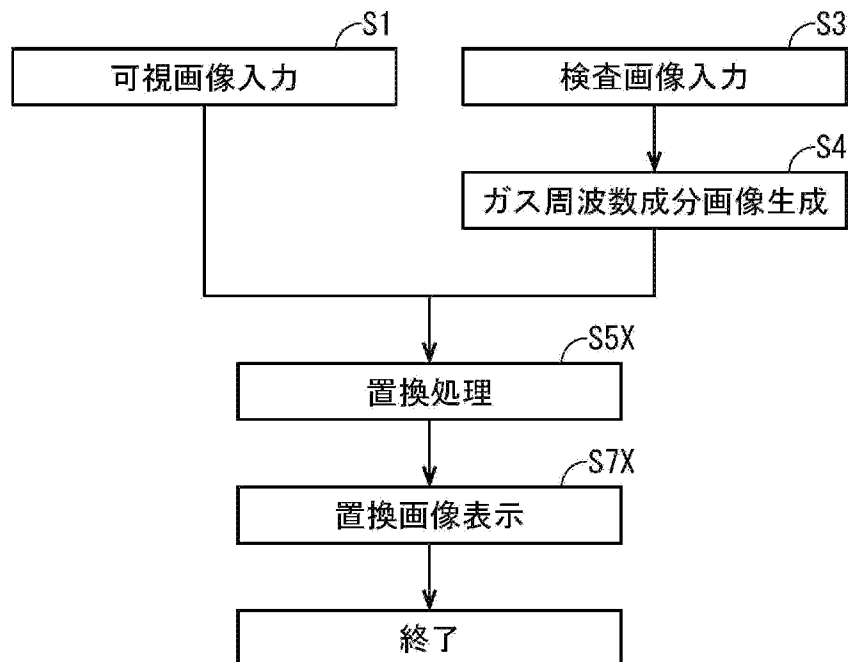
50%反転

(d)



70%反転

[図6]



[図7]

(a)



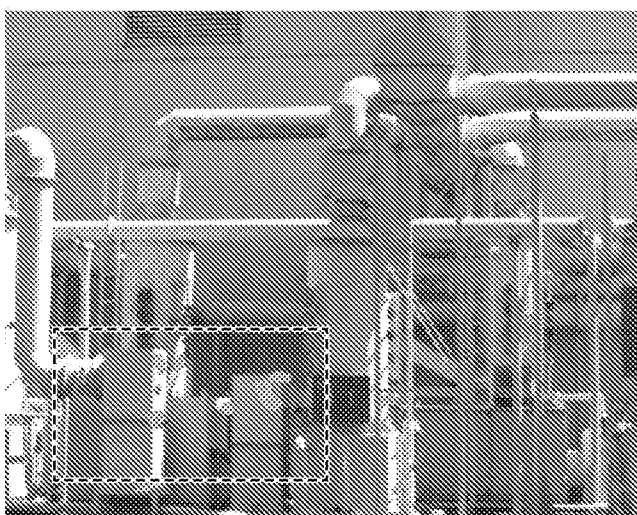
可視画像

(b)



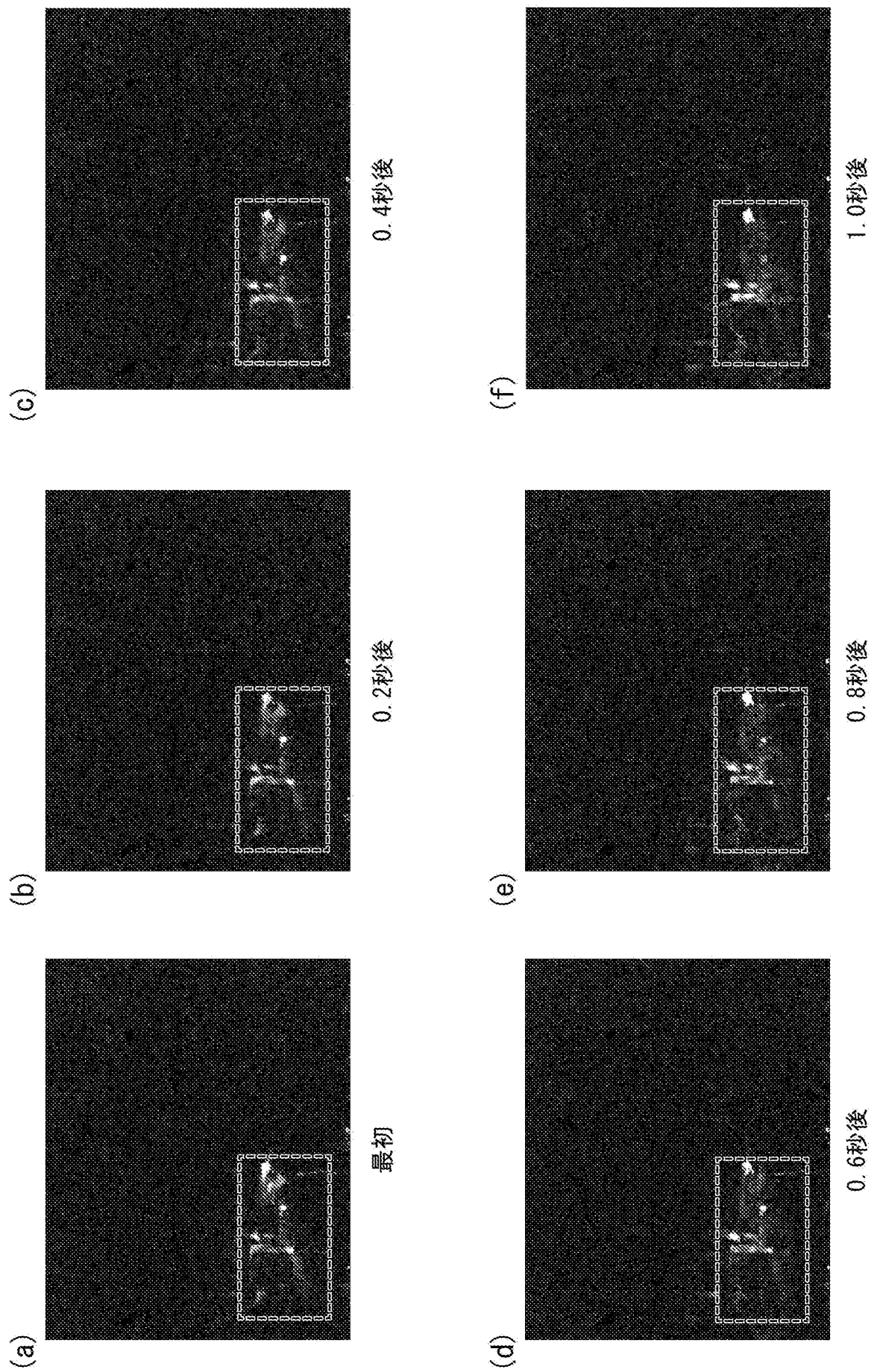
ガス周波数成分画像

(c)

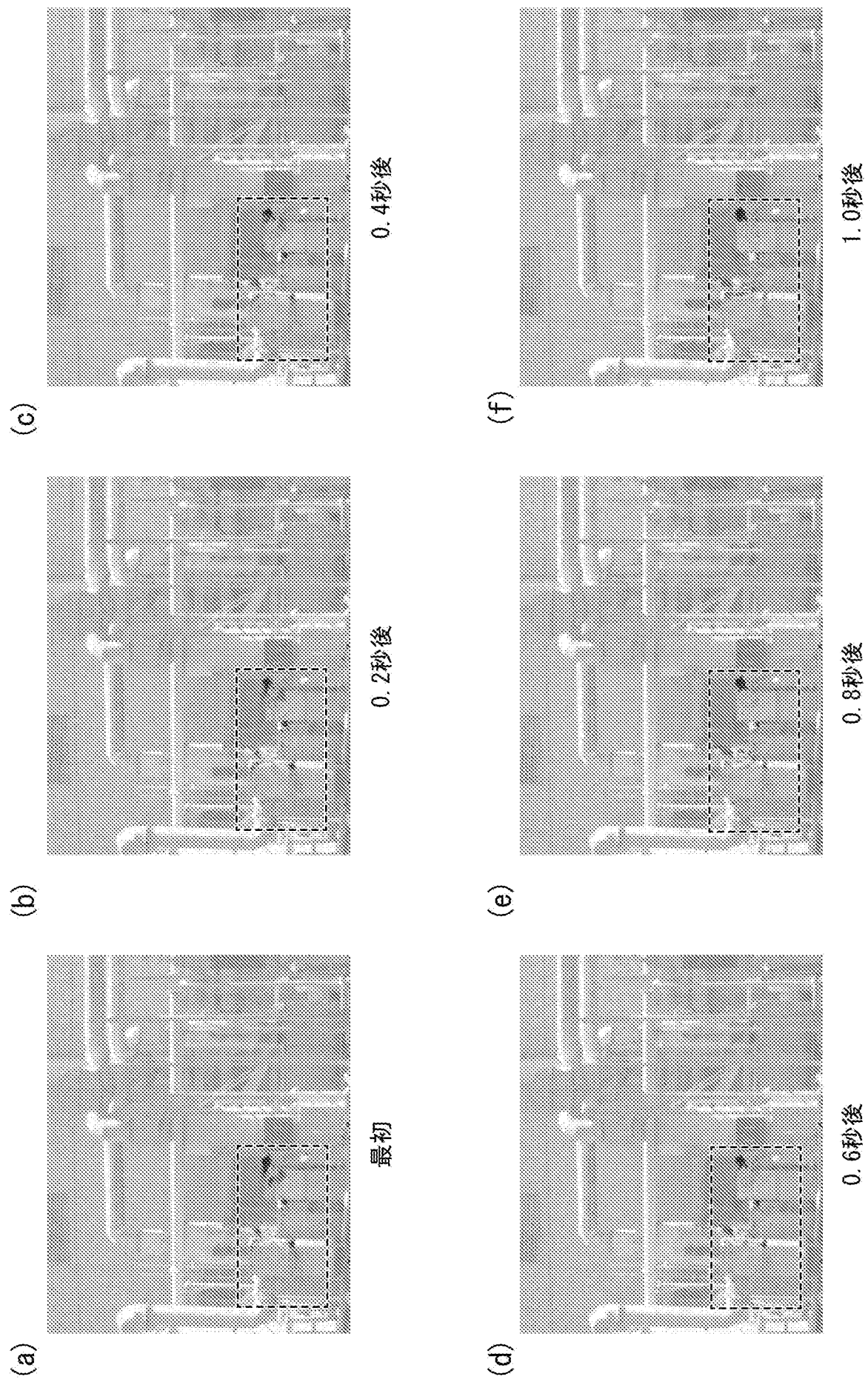


ガス雲置換

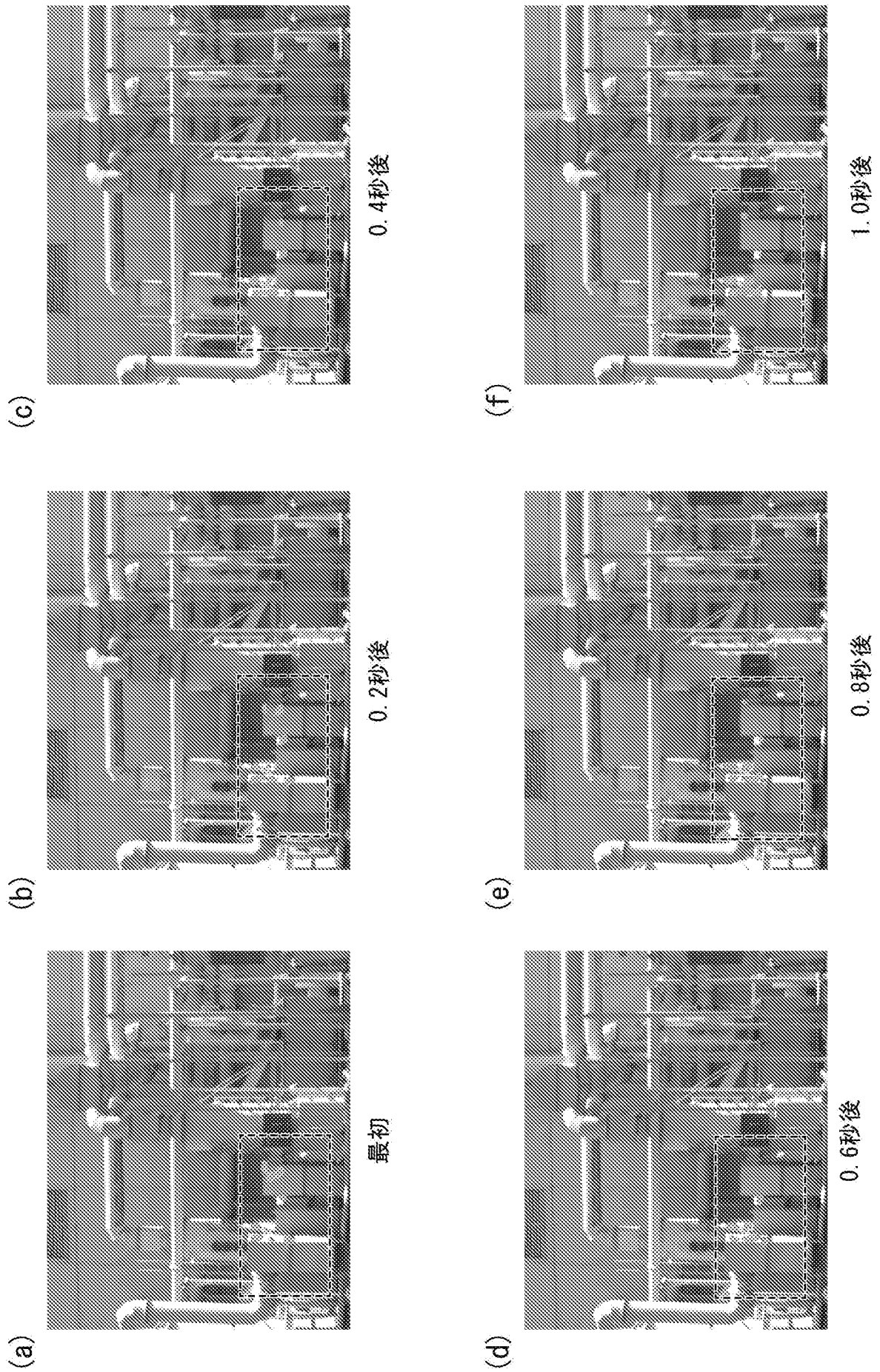
[図8]



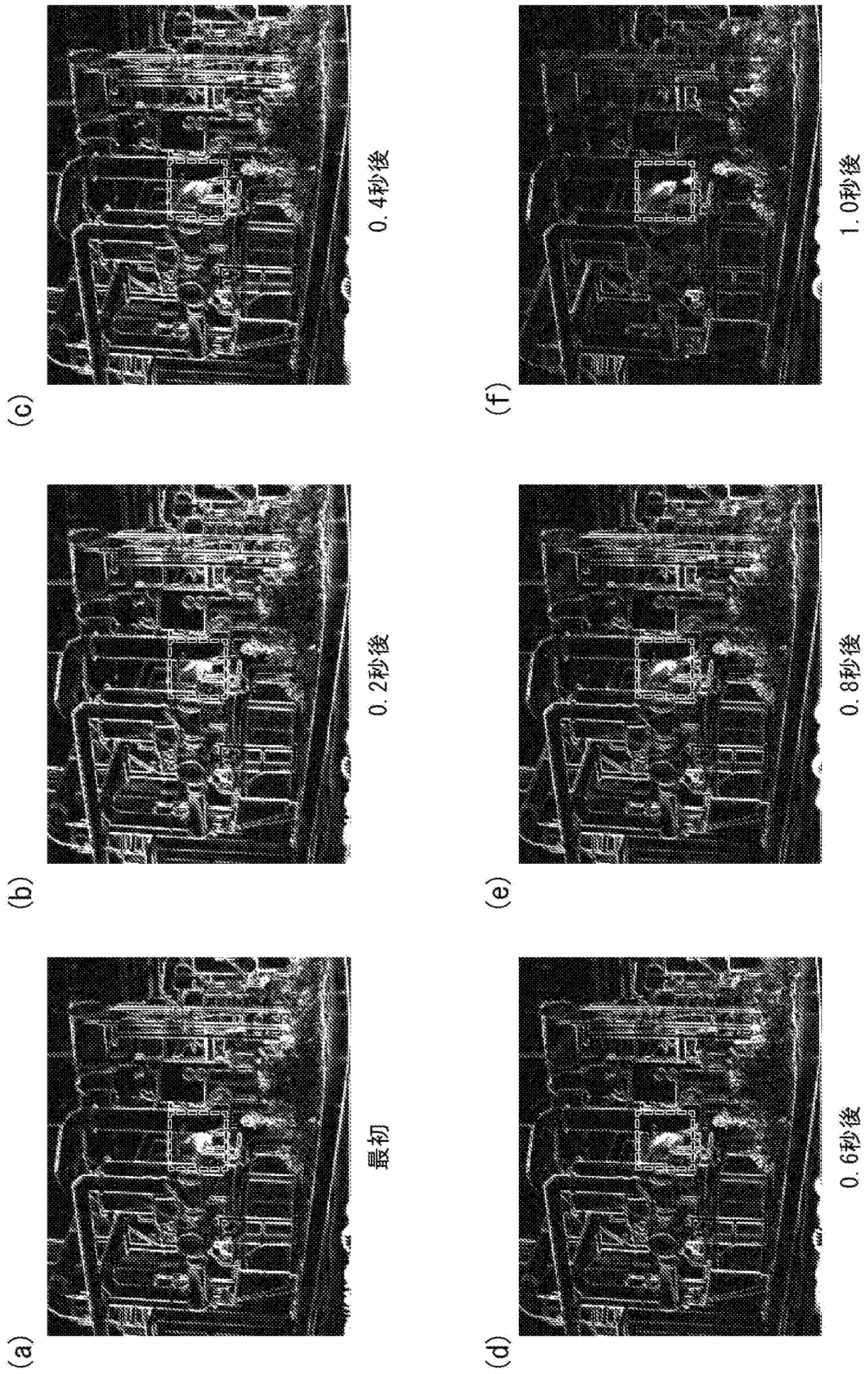
[図9]



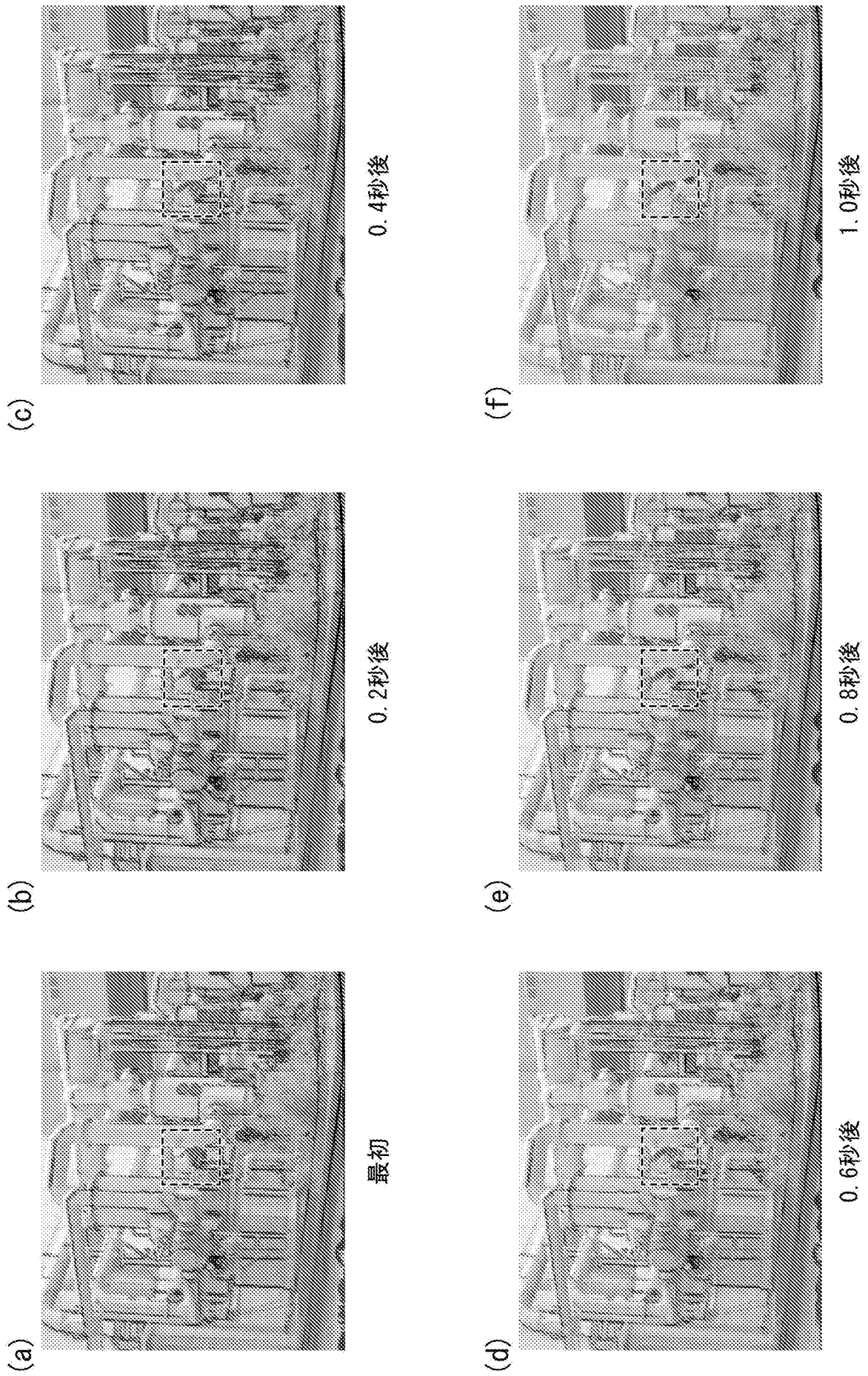
[図10]



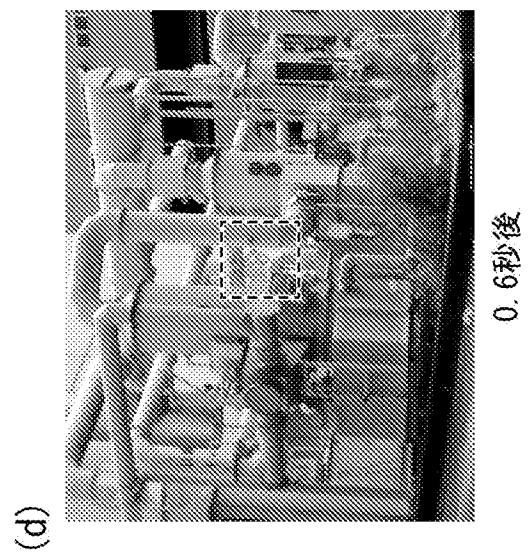
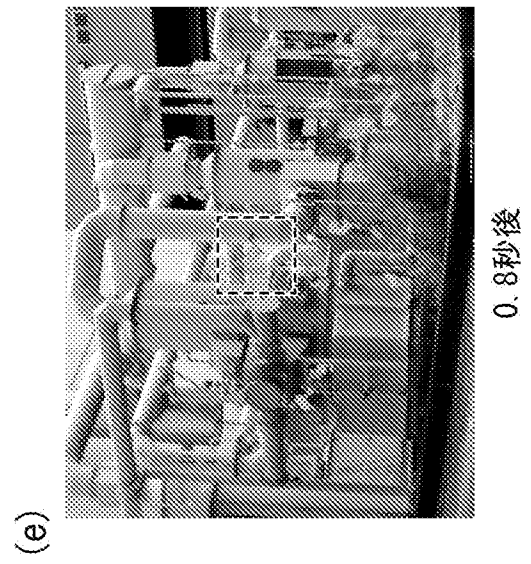
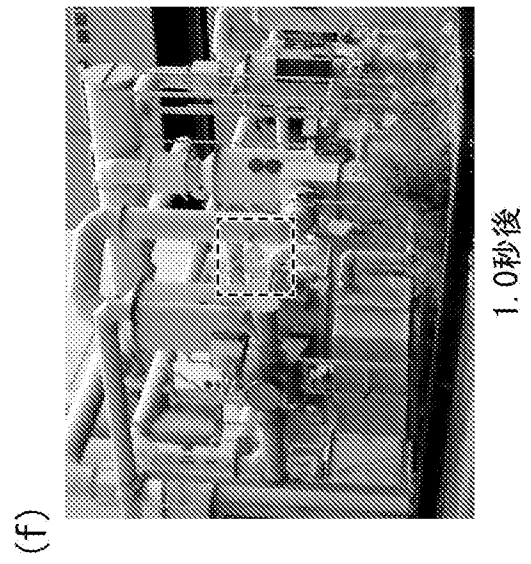
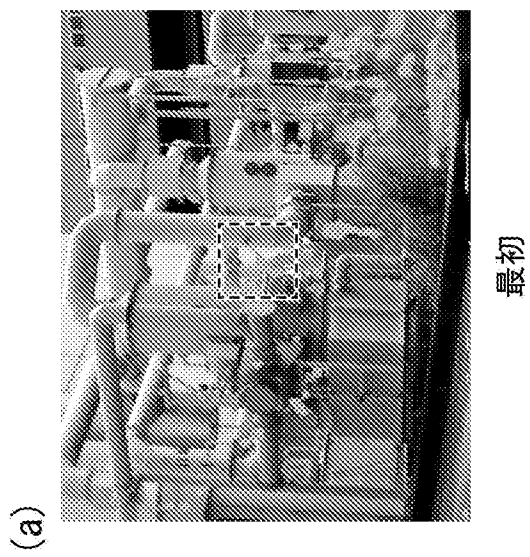
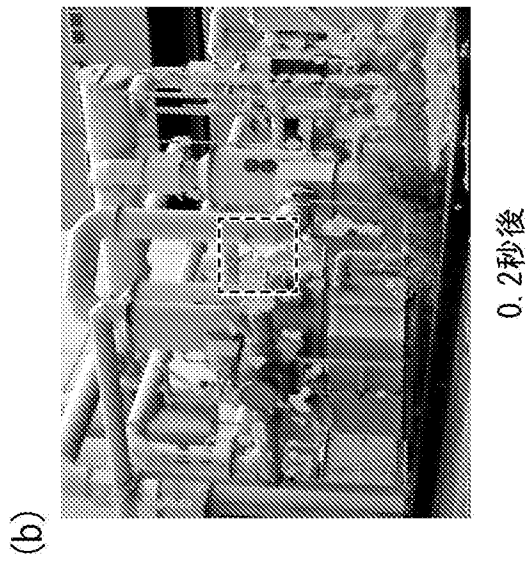
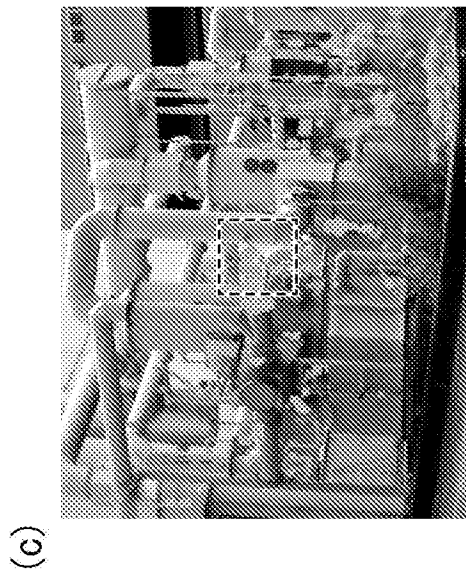
[図11]



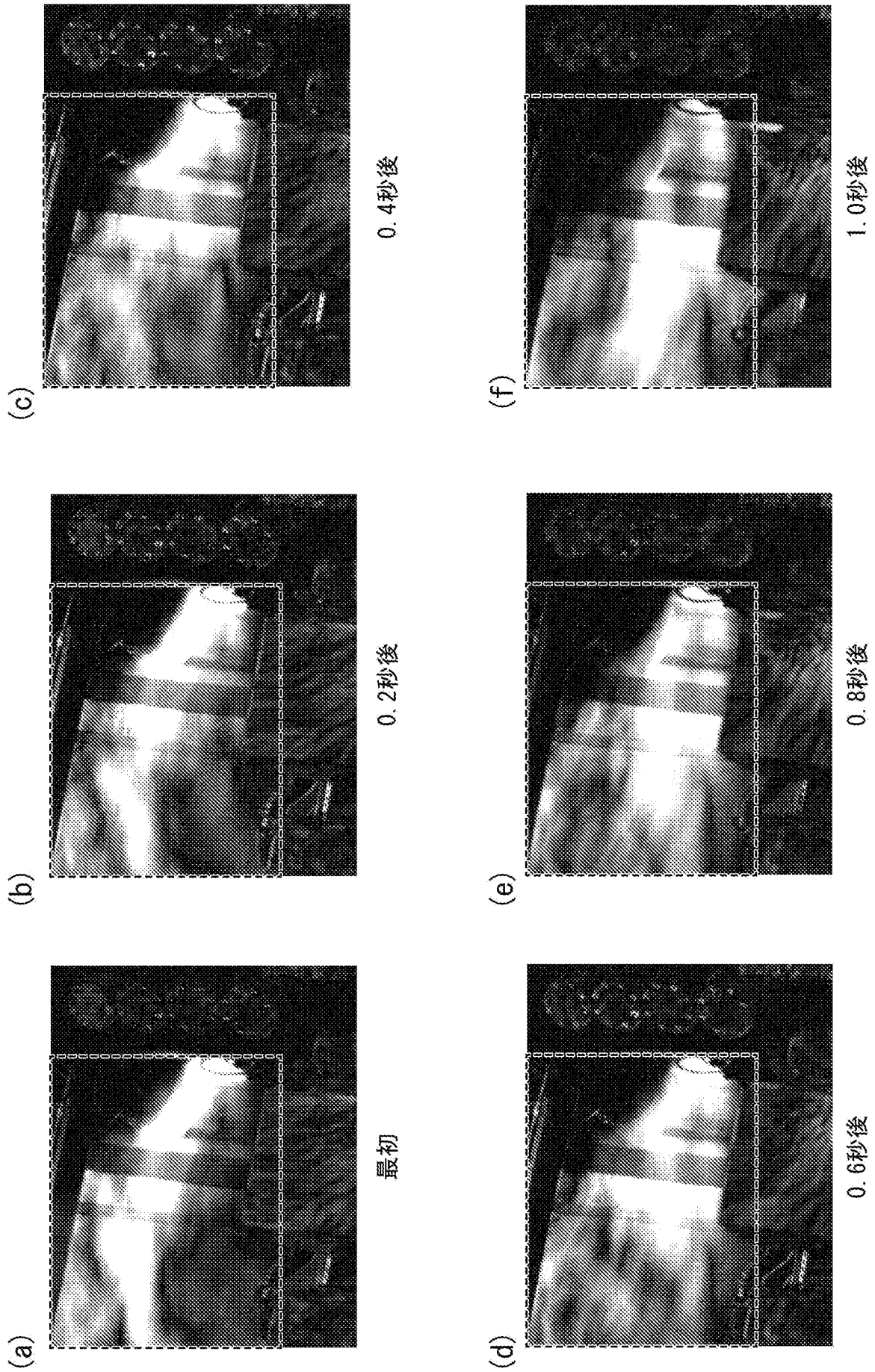
[図12]



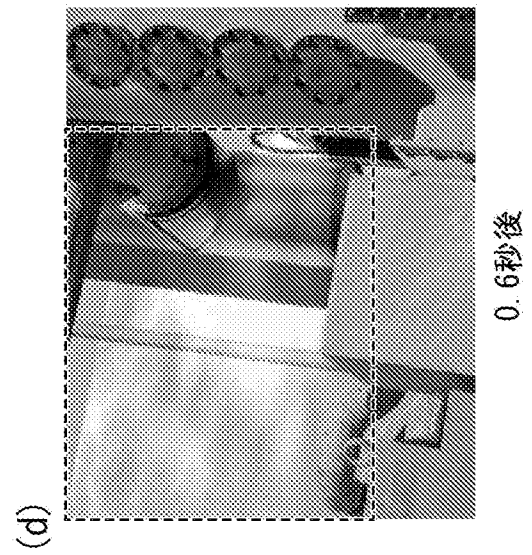
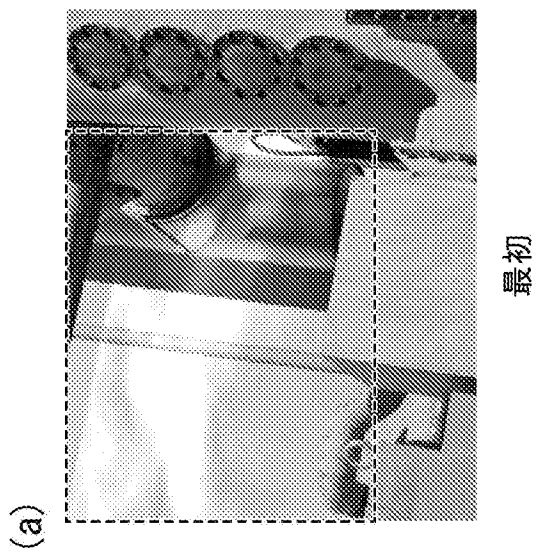
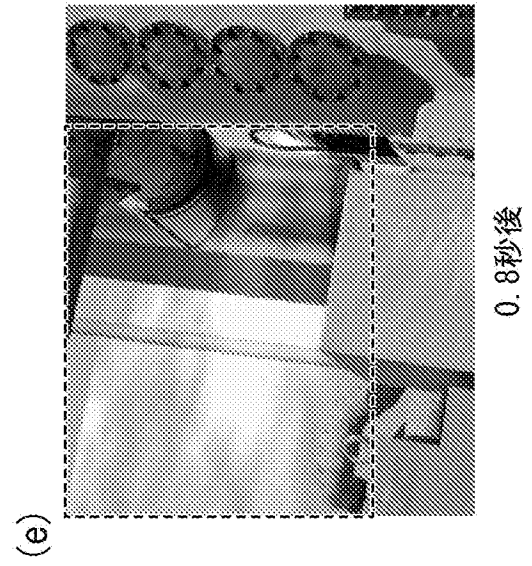
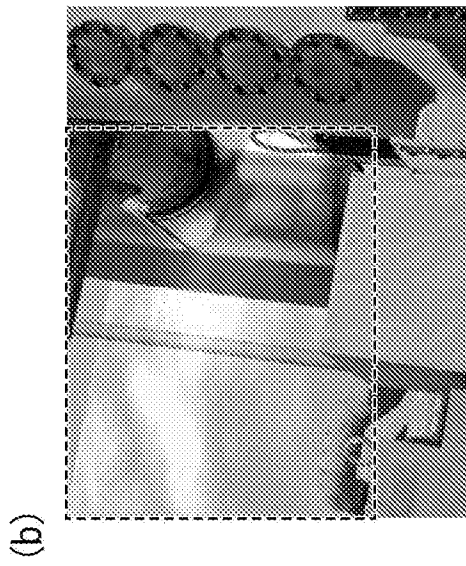
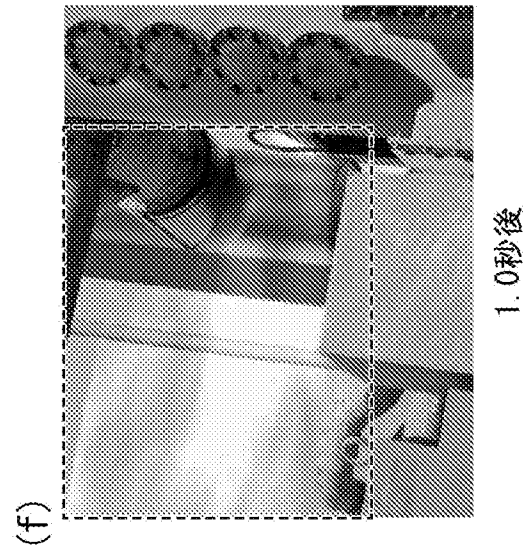
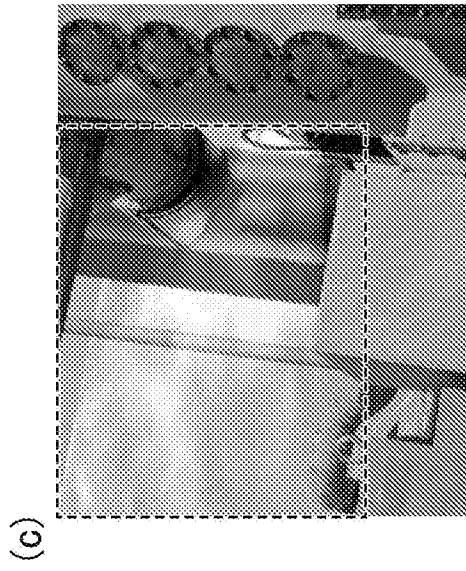
[図13]



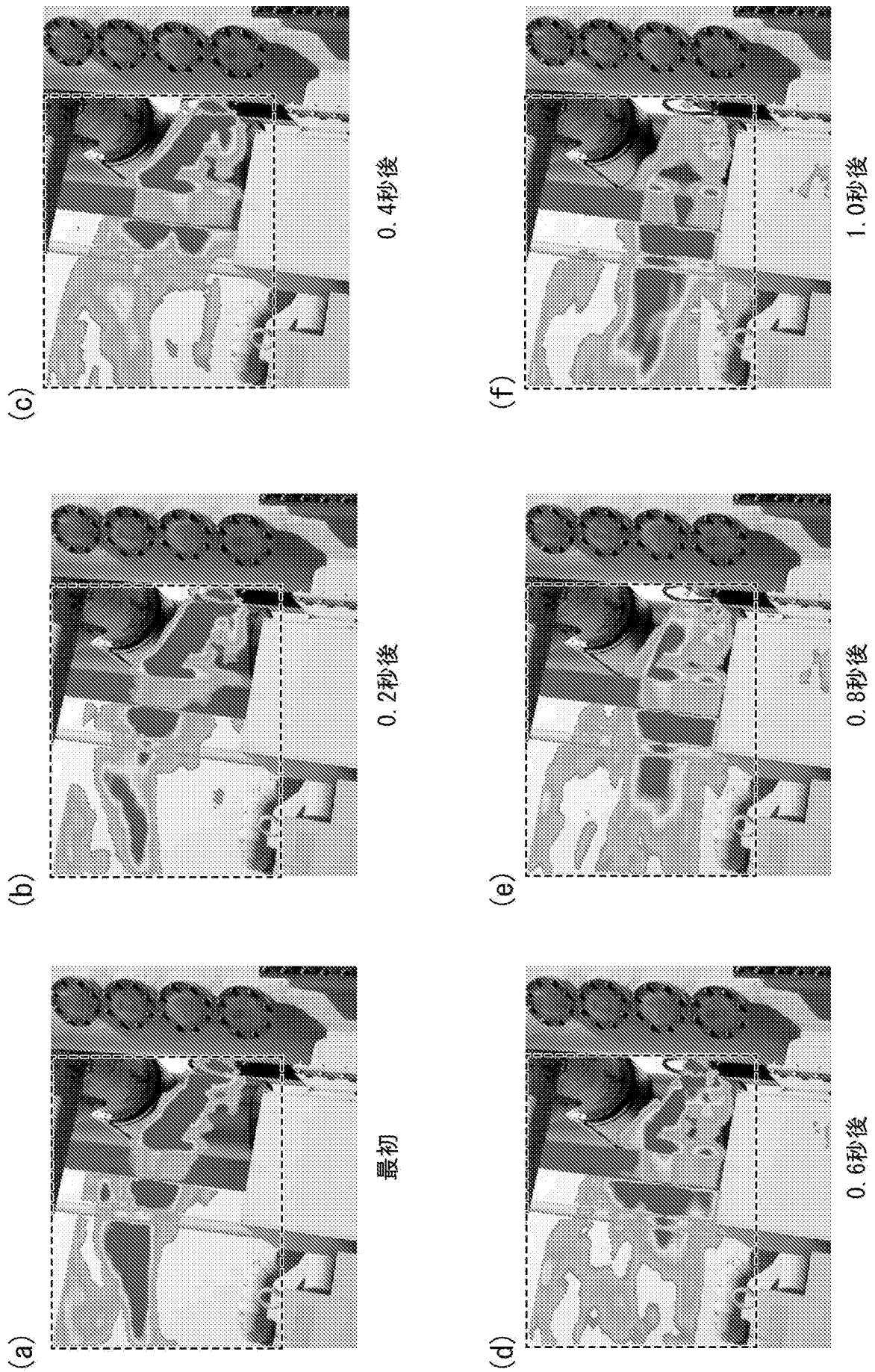
[図14]



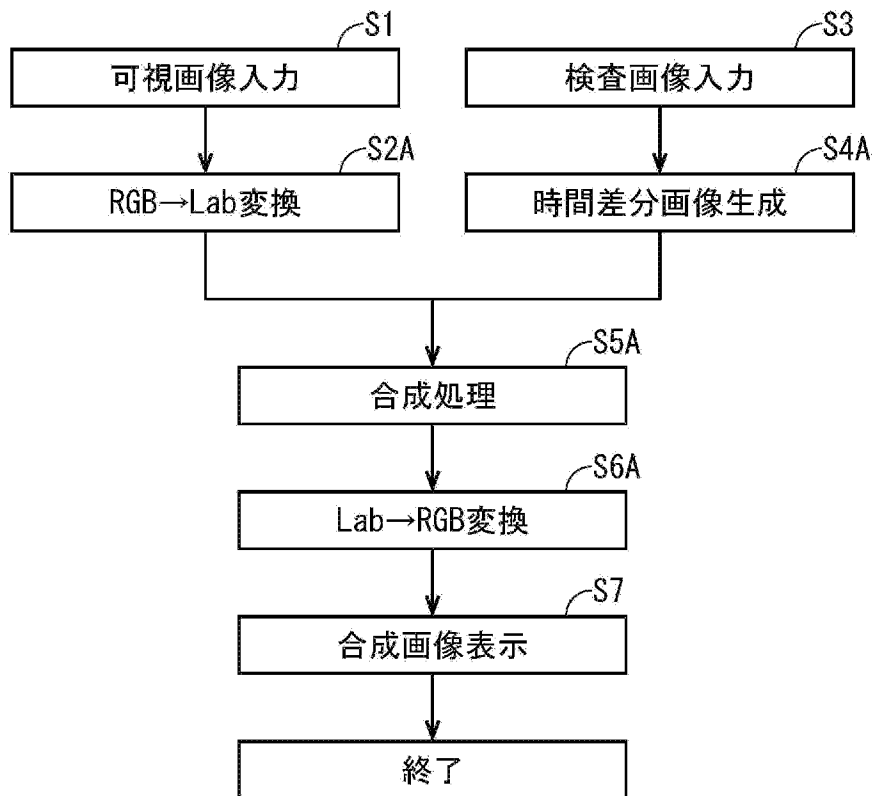
[図15]



[図16]

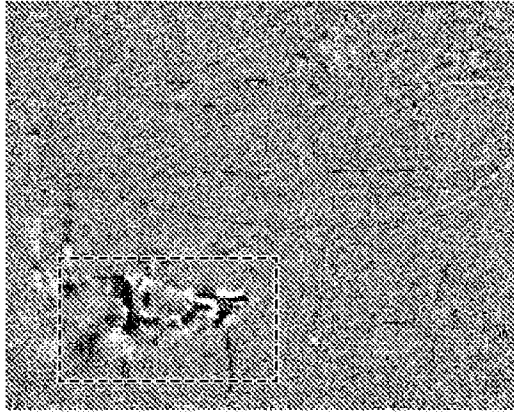


[図17]



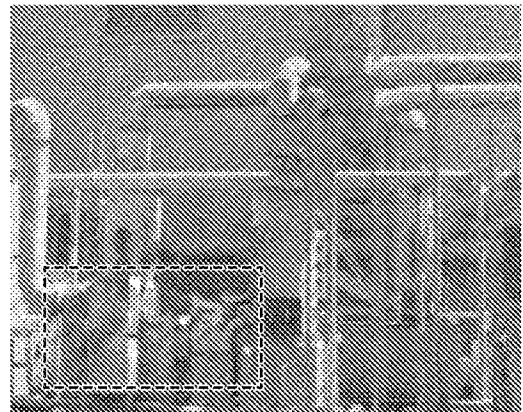
[図18]

(a)



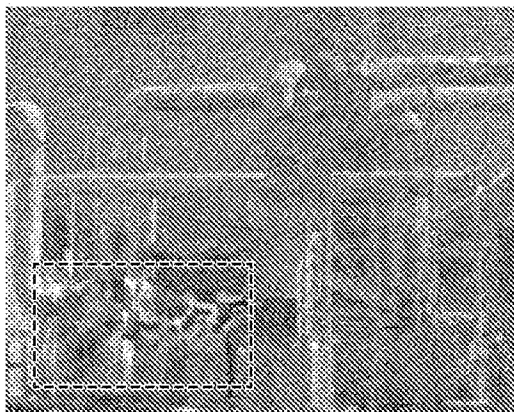
0%

(b)



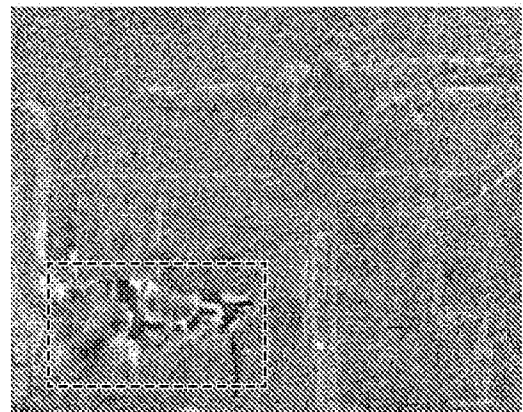
30%

(c)



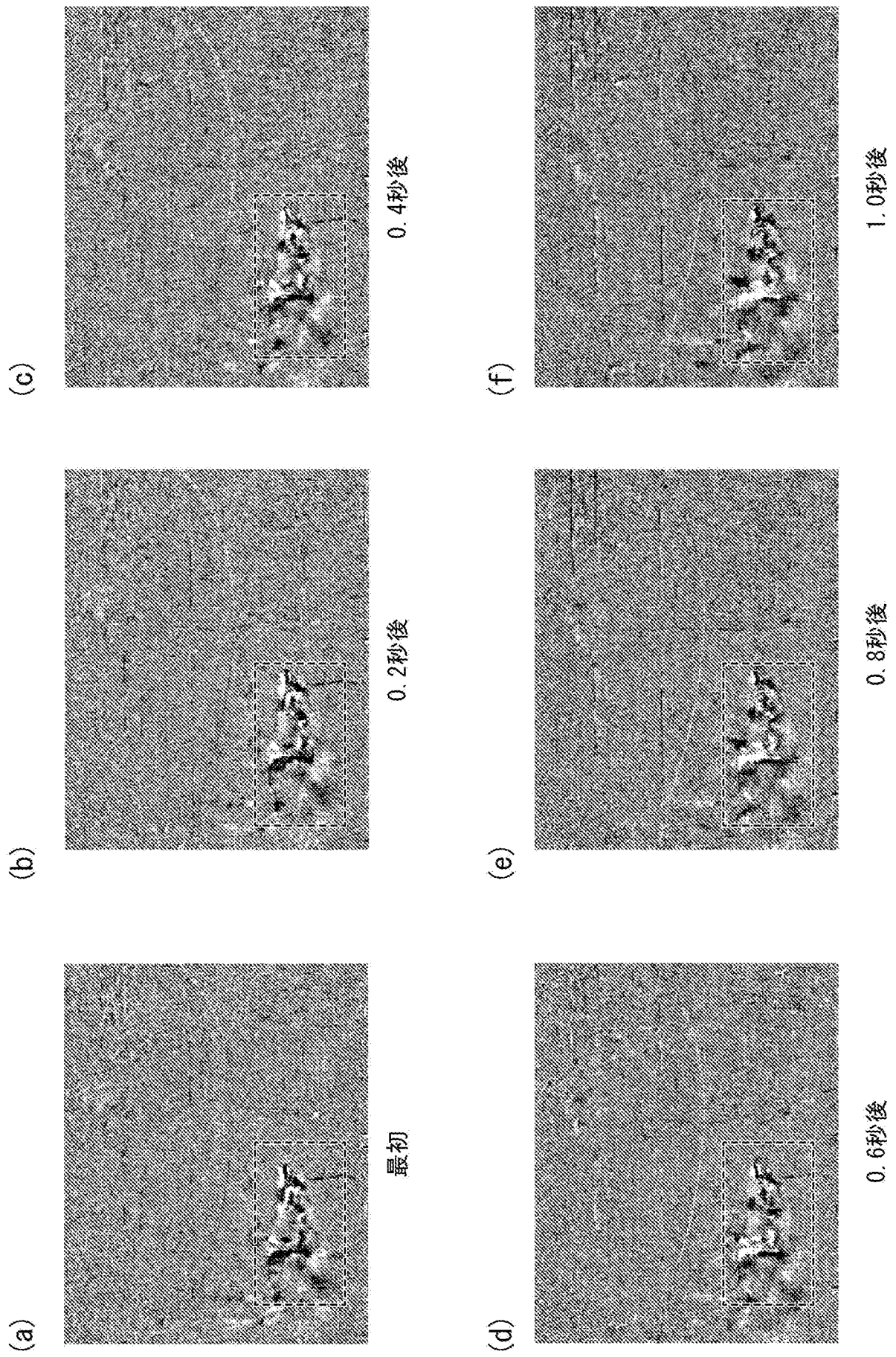
50%

(d)

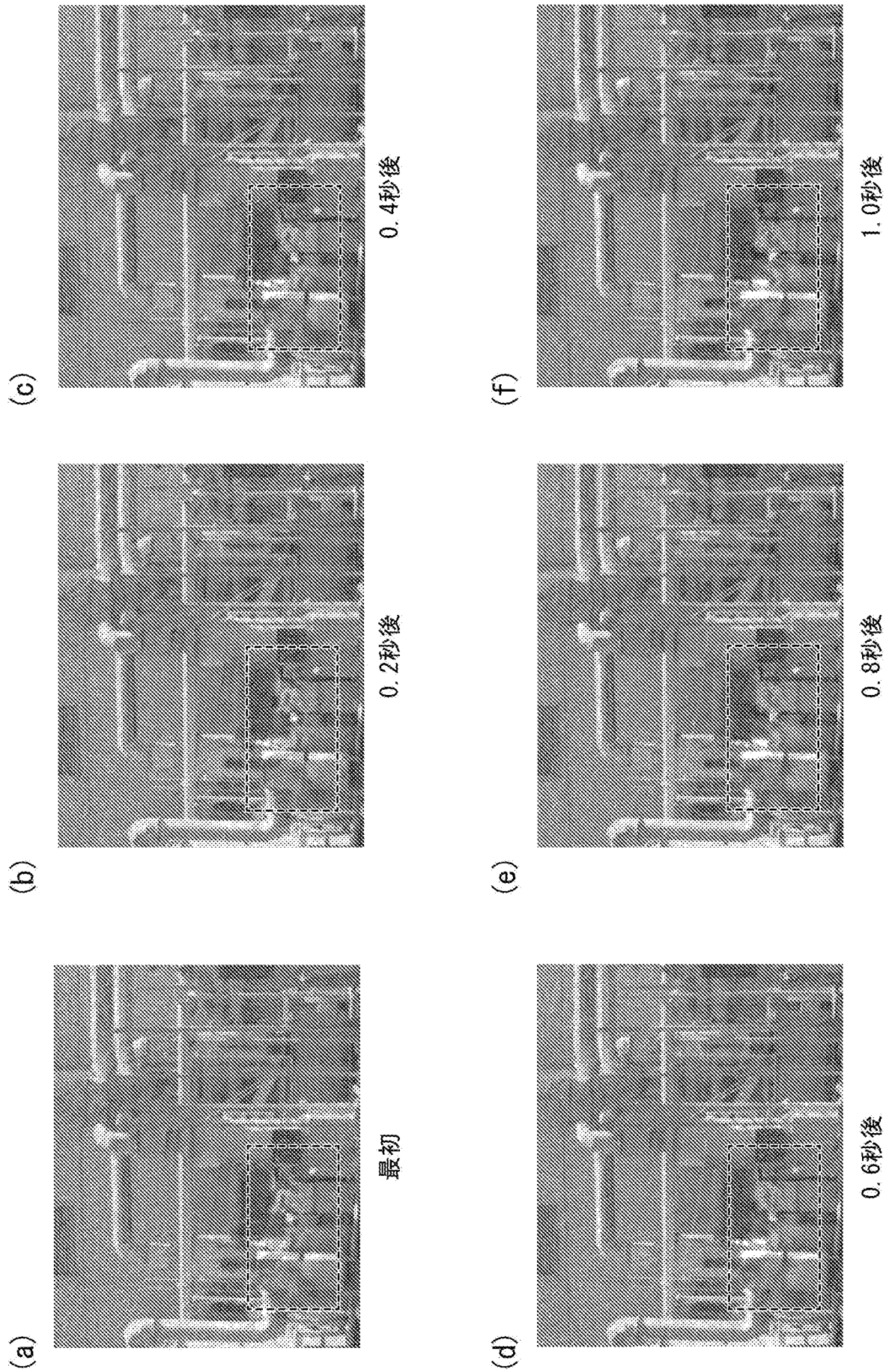


70%

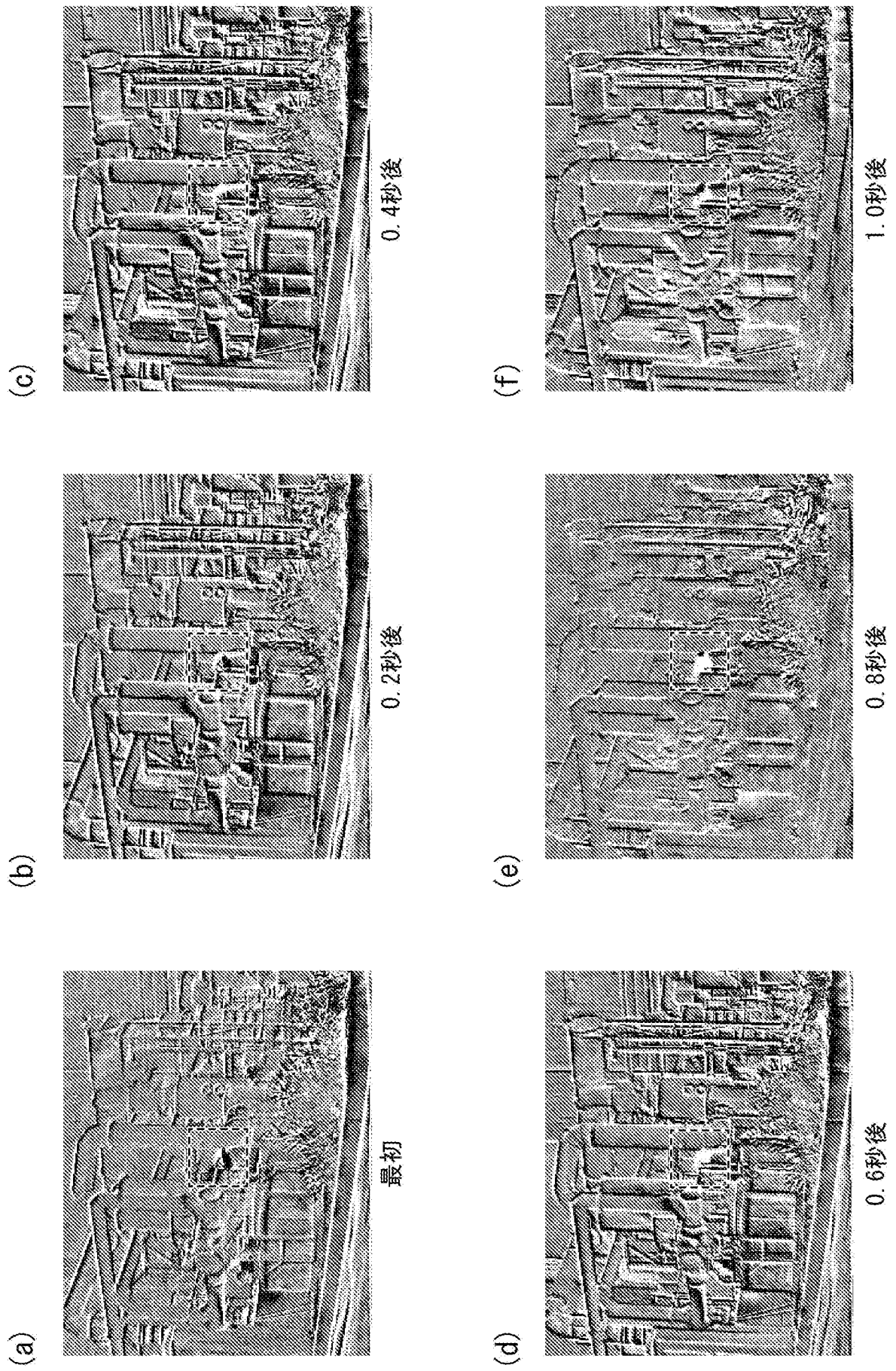
[図19]



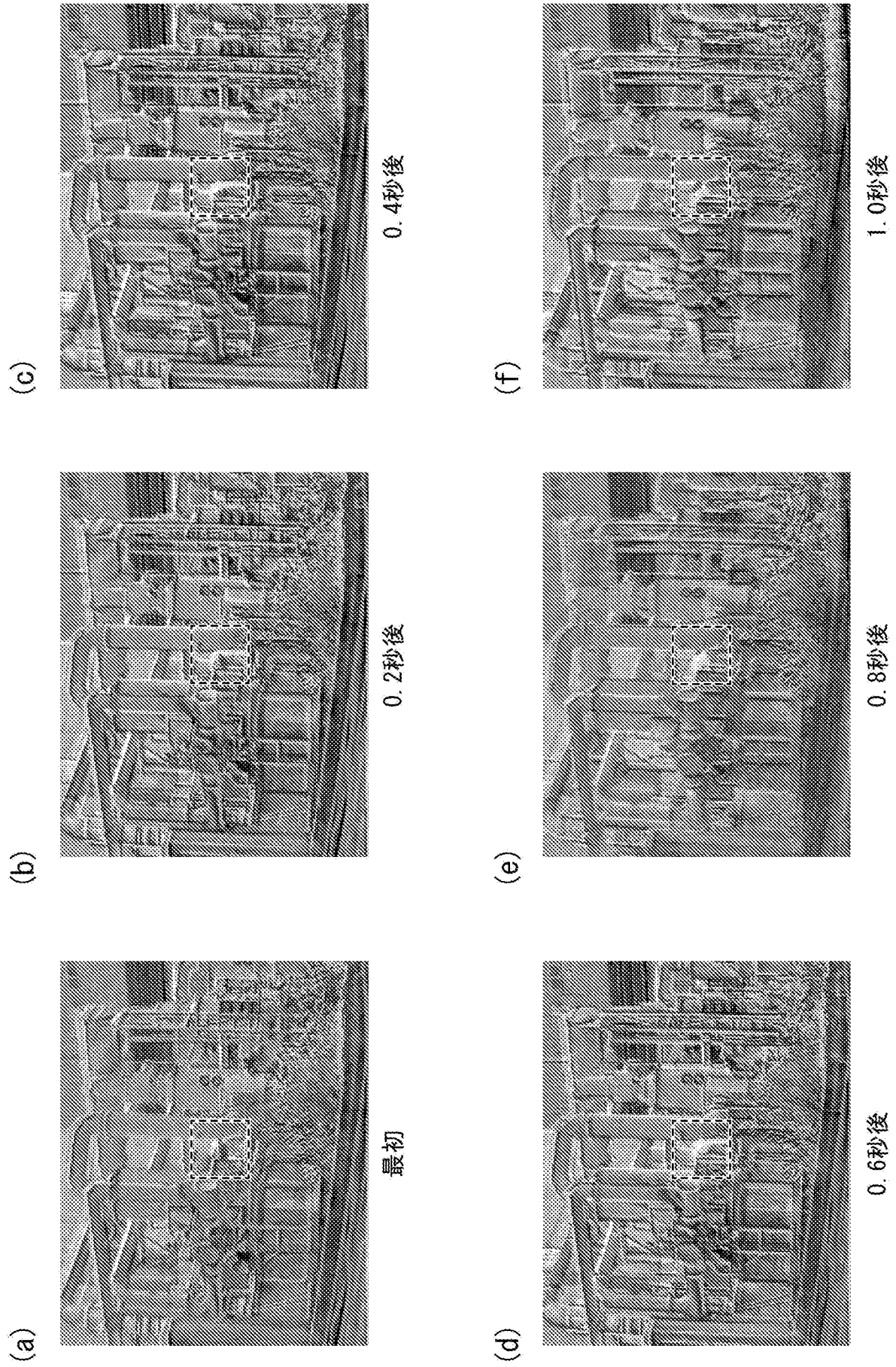
[図20]



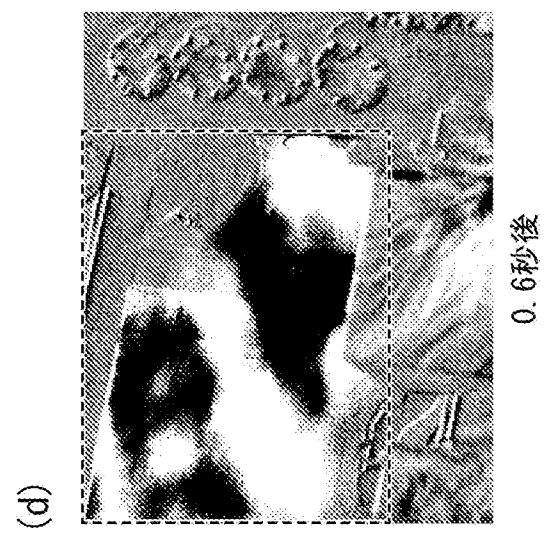
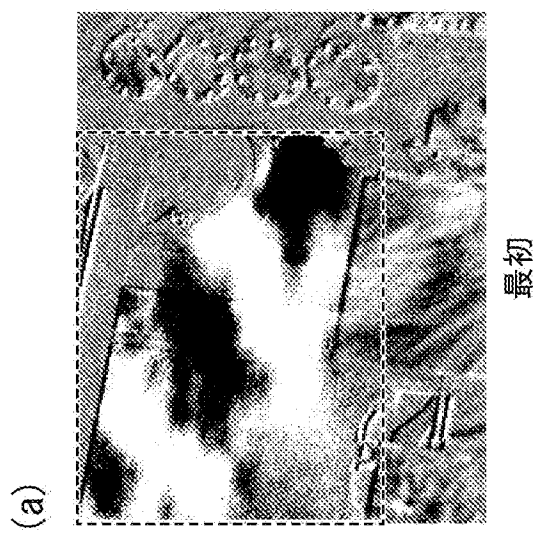
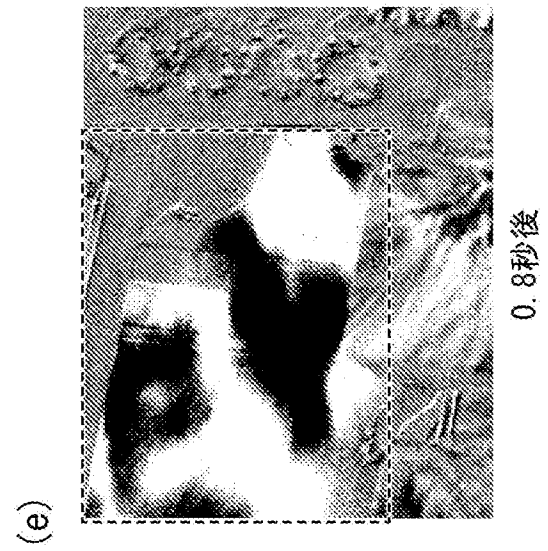
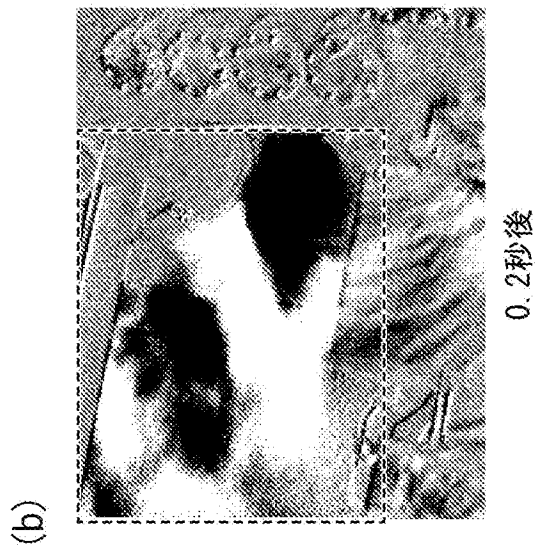
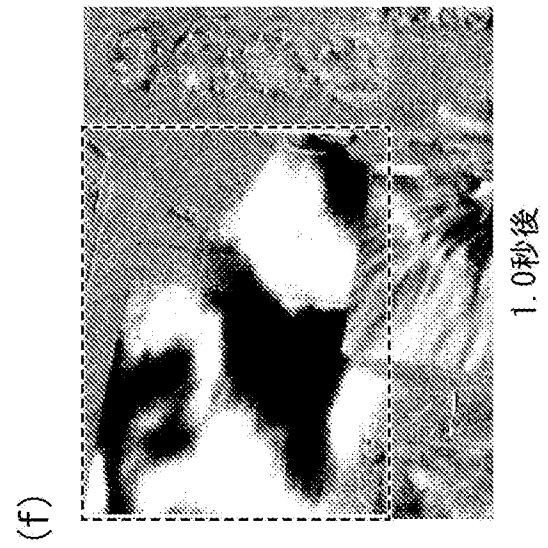
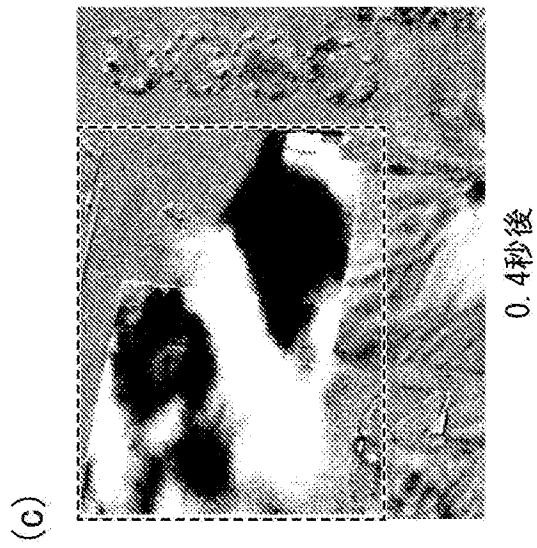
[図21]



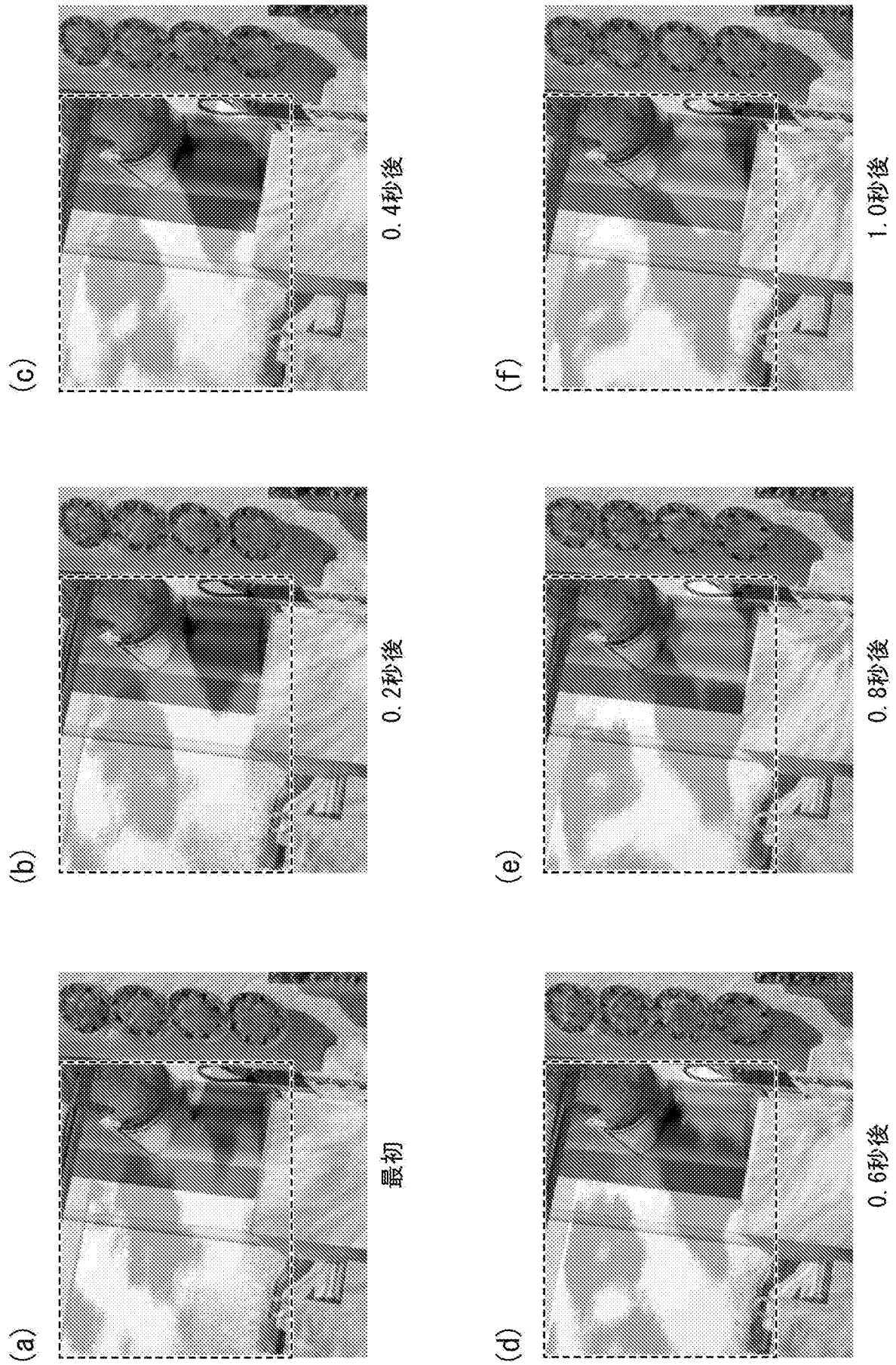
[図22]



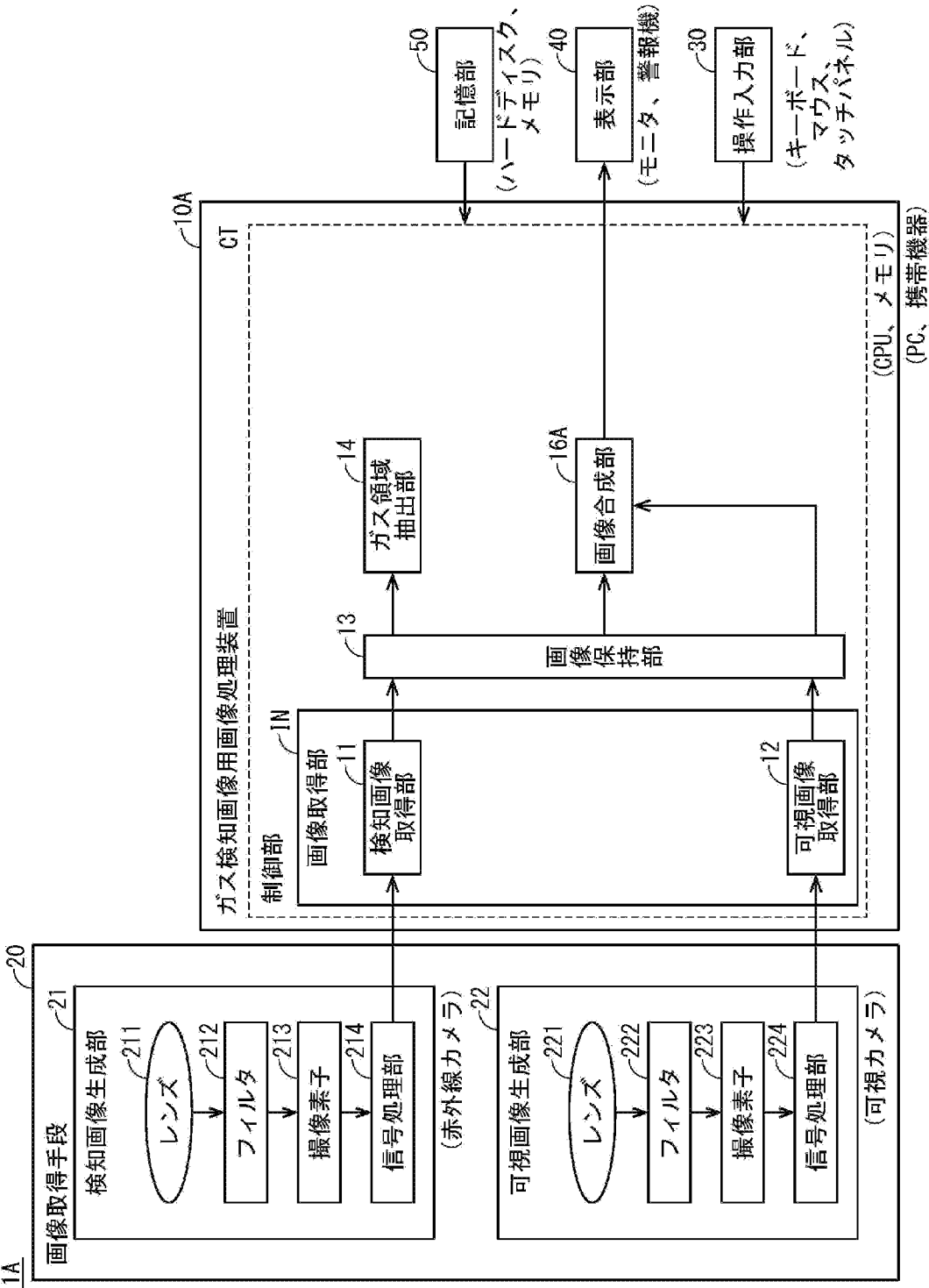
[図23]



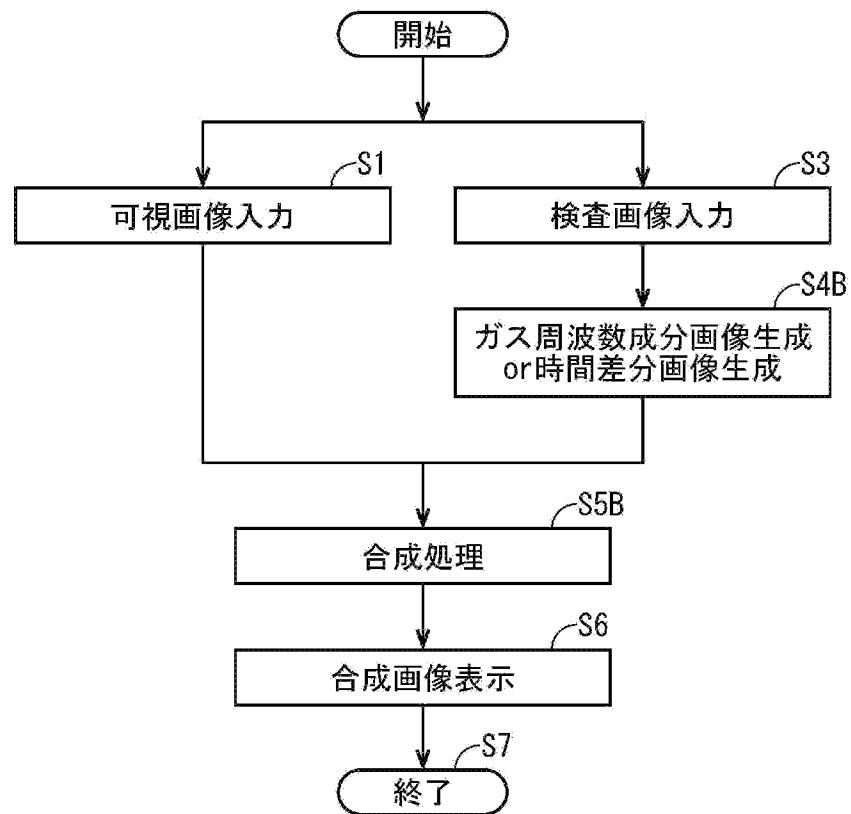
[図24]



[図25]



[図26]



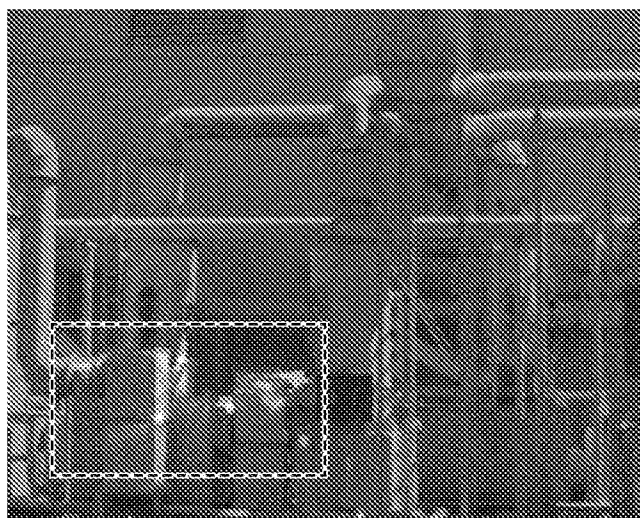
[図27]

(a)



ガス周波数成分画像

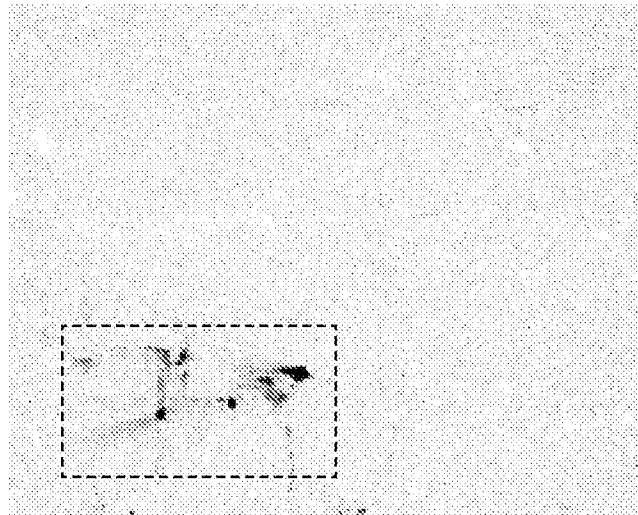
(b)



50%

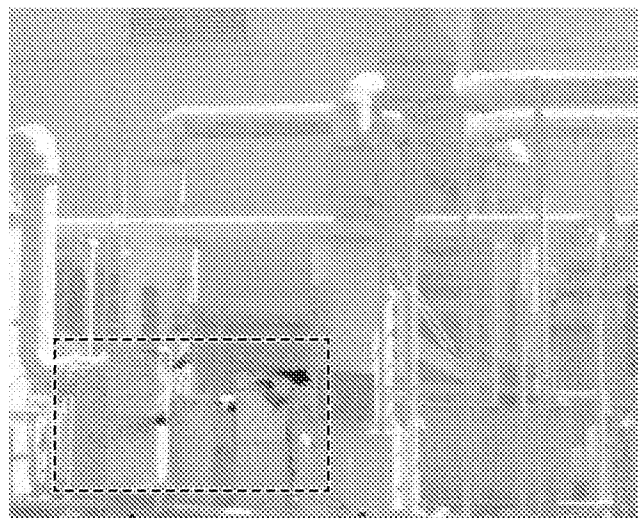
[図28]

(a)



ガス周波数成分反転画像

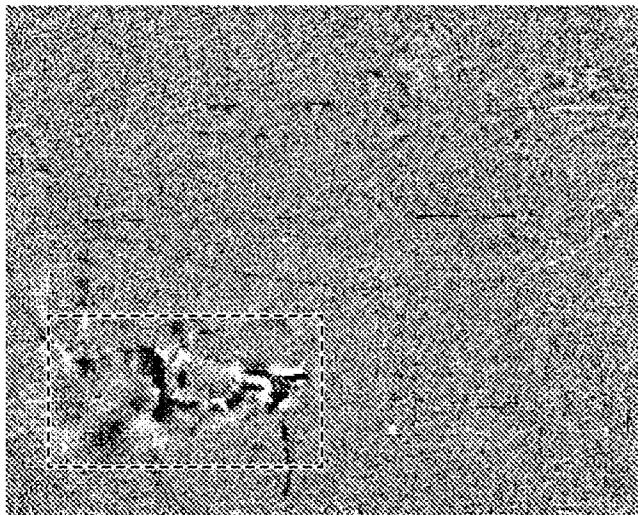
(b)



50%

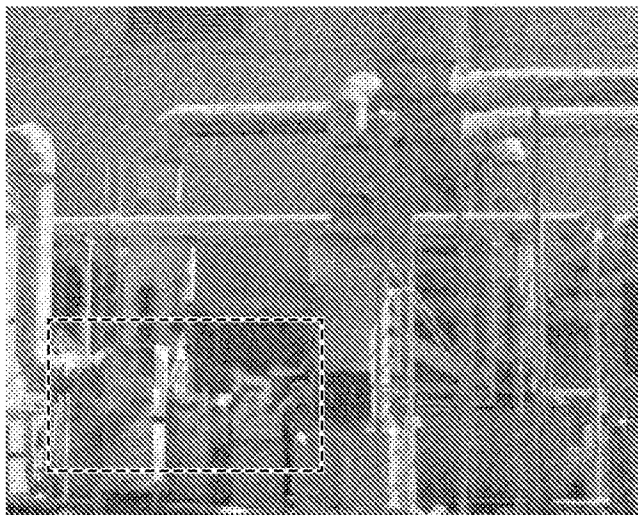
[図29]

(a)



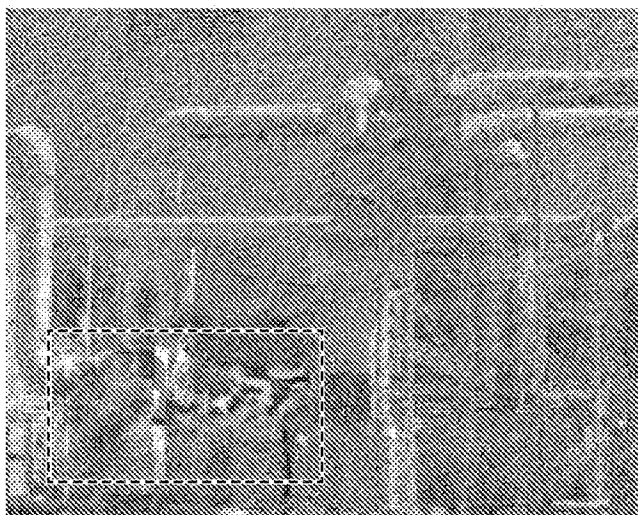
ガス差分画像

(b)



30%

(c)



50%

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/034061

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01M 3/02**(2006.01)i; **G06T 7/00**(2017.01)i; **G06T 7/90**(2017.01)i

FI: G01M3/02 M; G06T7/00; G06T7/90 D

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)

G01M3/00-3/40; G06T7/00; G06T7/90

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 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	WO 2016/143754 A1 (KONICA MINOLTA INC.) 15 September 2016 (2016-09-15) paragraphs [0019]-[0030], fig. 1-8	1-2, 7, 10-12, 14, 16
Y	paragraphs [0019]-[0030], fig. 1-8	3-6, 8-12, 13, 15, 17
Y	WO 2019/187446 A1 (SONY CORP.) 03 October 2019 (2019-10-03) paragraphs [0043]-[0057]	3-6, 8-12
Y	JP 2016-161396 A (KONICA MINOLTA INC.) 05 September 2016 (2016-09-05) paragraph [0030]	8-9, 11-12
Y	JP 2020-128908 A (KONICA MINOLTA INC.) 27 August 2020 (2020-08-27) paragraph [0023]	13, 15, 17
A	WO 2020/021785 A1 (KONICA MINOLTA INC.) 30 January 2020 (2020-01-30) entire text, all drawings	1-17
A	JP 2010-230596 A (TOKYO ELECTRIC POWER CO., INC.) 14 October 2010 (2010-10-14) entire text, all drawings	1-17

☒ 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

“T” 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

17 November 2021

Date of mailing of the international search report

30 November 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/034061

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 201322680 Y (ZHEJIANG ULIRVISION TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 October 2009 (2009-10-07) entire text, all drawings	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/034061

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2016/143754	A1	15 September 2016	US 2018/0052072 A1 paragraphs [0032]-[0086], fig. 1-8 EP 3270134 A1	
WO	2019/187446	A1	03 October 2019	US 2021/0004990 A1 paragraphs [0055]-[0067]	
JP	2016-161396	A	05 September 2016	(Family: none)	
JP	2020-128908	A	27 August 2020	(Family: none)	
WO	2020/021785	A1	30 January 2020	(Family: none)	
JP	2010-230596	A	14 October 2010	(Family: none)	
CN	201322680	Y	07 October 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01M 3/02(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i; G06T 7/90(2017.01)i FI: G01M3/02 M; G06T7/00; G06T7/90 D		
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）） G01M3/00-3/40; G06T7/00; G06T7/90		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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	WO 2016/143754 A1（コニカミノルタ株式会社）15.09.2016（2016-09-15） 段落0019-段落0030、図1-図8	1-2, 7, 10-12, 14, 16
Y	段落0019-段落0030、図1-図8	3-6, 8-12, 13, 15, 17
Y	WO 2019/187446 A1（ソニー株式会社）03.10.2019（2019-10-03） 段落0043-段落0057	3-6, 8-12
Y	JP 2016-161396 A（コニカミノルタ株式会社）05.09.2016（2016-09-05） 段落0030	8-9, 11-12
Y	JP 2020-128908 A（コニカミノルタ株式会社）27.08.2020（2020-08-27） 段落0023	13, 15, 17
A	WO 2020/021785 A1（コニカミノルタ株式会社）30.01.2020（2020-01-30） 全文、全図	1-17
A	JP 2010-230596 A（東京電力株式会社）14.10.2010（2010-10-14） 全文、全図	1-17
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 17.11.2021		国際調査報告の発送日 30.11.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 山口 剛 2J 9806 電話番号 03-3581-1101 内線 3250

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	CN 201322680 Y (ZHEJIANG ULIRVISION TECHNOLOGY CO., LTD.) 07.10.2009 (2009 - 10 - 07) 全文、全図	1-17

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/034061

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2016/143754	A1	15.09.2016	US 2018/0052072 A1 [0032]-[0086], Fig. 1-Fig. 8 EP 3270134 A1	
WO	2019/187446	A1	03.10.2019	US 2021/0004990 A1 [0055]-[0067]	
JP	2016-161396	A	05.09.2016	(ファミリーなし)	
JP	2020-128908	A	27.08.2020	(ファミリーなし)	
WO	2020/021785	A1	30.01.2020	(ファミリーなし)	
JP	2010-230596	A	14.10.2010	(ファミリーなし)	
CN	201322680	Y	07.10.2009	(ファミリーなし)	