

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))

(57) 要約: 異常検出装置 (100) は、画像取得部 (11)、動き抽出部 (12)、重み付け部 (13)、散乱度計算部 (14) 及び検出部 (15) を備えている。画像取得部 (11) は、カメラ (200) から複数の画像を取得する。動き抽出部 (12) は、1 フレームの画像に含まれる複数の移動体から、動きの大きさと動きの方向とによって決定される複数の動きベクトルを抽出する。重み付け部 (13) は、複数の動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算し、生起確率に重み付けを行う。散乱度計算部 (14) は、重み付けされた生起確率に基づいて、1 フレームの散乱度を計算する。検出部 (15) は、散乱度と閾値とを比較し、比較結果に基づいて異常を検出する。

明 細 書

発明の名称：

異常行動検出装置、異常行動検出プログラム及び異常行動検出方法

技術分野

[0001] この発明は、画像に撮影された群集の動きから異常行動を検出する、異常行動検出装置、異常行動検出プログラム及び異常行動検出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来では、群集の動きから異常行動を検知する技術がある（例えば非特許文献1）。非特許文献1の技術は、動きを前景の時間的変化から検出し、連続する数フレームぶん前景画像を足し合わせたActivity mapを作成する。Activity mapのヒストグラムから計算した画素値の発生頻度に対するシャノンエントロピーが高く、かつ、連続する異なる時間に作られたActivity mapの差分が大きい場合に、異常行動が検知される。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：A. Pennisi et al, “Online real-time crowd behavior detection in video sequences”, Computer Vision and Image Understanding, 144, pp166-176 (March 2016)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし非特許文献1の技術では、群集が移動を続けている状況を常に異常と判定してしまうため、駅のように絶えず規則的に群集が行き来する場所では、正常状態を異常状態と誤検知する可能性がある。また、従来技術の多くは特定の異常行動検知に特化しており、複数の異常行動を検知して、各異常

行動の種類を判別する技術はない。

[0005] この発明は、群集の正常行動を異常行動と誤検知することなく、異常行動を正確に検知する装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] この発明の異常検出装置は、
複数の画像を取得する画像取得部と、
1 フレームの画像に含まれる複数の移動体から、動きの大きさと動きの方向とによって決定される複数の動きベクトルを抽出する動き抽出部と、
前記複数の動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算し、少なくともいずれかの前記生起確率に重み付けを行う重み付け部と、
重み付けされた前記生起確率に基づいて、前記1フレームの散乱度を計算する散乱度計算部と、
前記散乱度と閾値とを比較し、比較結果に基づいて異常を検出する検出部と、
を備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、群集の正常行動を異常行動と誤検知することなく、異常行動を正確に検知する装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1の図で、異常検出装置100のハードウェア構成を示す図。
[図2]実施の形態1の図で、異常検出装置100の行う異常検出処理の流れを示す図。
[図3]実施の形態1の図で、異常検出装置100の動作のフローチャート。
[図4]実施の形態1の図で、複数の人61が不規則に動くことを示す図。
[図5]実施の形態1の図で、1フレームであるフレーム72を示す図。
[図6]実施の形態1の図で、動きベクトル $v_t(r, \theta)$ 及び生起確率 $p_t(r, \theta)$ を説明する図。

[図7]実施の形態1の図で、散乱度計算部14が計算する散乱度 E_t と生起確率 $p_t(r, \theta)$ との関係を示す図。

[図8]実施の形態1の図で、検出部15による異常の検出を示す図。

[図9]実施の形態1の図で、フレーム71を示す図。

[図10]実施の形態1の図で、図9から得られる生起確率 $p_t(r, \theta)$ を模式的に示す図。

[図11]実施の形態1の図で、対流を説明するフレーム73を示す図。

[図12]実施の形態1の図で、図11から得られる生起確率 $p_t(r, \theta)$ を模式的に示す図。

[図13]実施の形態1の図で、映像エリア81を示す図。

[図14]実施の形態1の図で、図13から得られる生起確率 $p_t(r, \theta)$ を模式的に示す図。

[図15]実施の形態1の図で、逆走を説明するフレーム75を示す図。

[図16]実施の形態1の図で、図15から得られる生起確率 $p_t(r, \theta)$ を模式的に示す図。

[図17]実施の形態1の図で、検出部15が異常の種類を検出する第1の例を示す図。

[図18]実施の形態1の図で、検出部15が異常の種類を検出する第2の例を示す図。

[図19]実施の形態1の図で、異常検出装置100の変形例2に係る異常検出装置100の構成を示す図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。なお、各図中、同一または相当する部分には、同一符号を付している。実施の形態の説明において、同一または相当する部分については、説明を適宜省略または簡略化する。

[0010] 実施の形態1.

図1から図19を参照して、実施の形態1の異常検出装置100を説明す

る。異常検出装置１００は、画像を構成する複数のフレームの各フレームの散乱度を計算し、散乱度の変化から画像に発生している異常を検出する装置である。

[0011] ***構成の説明***

図１は、異常検出装置１００のハードウェア構成を示す。異常検出装置１００は、コンピュータである。異常検出装置１００は、プロセッサ１０を備えるとともに、主記憶装置２０、補助記憶装置３０、入力インタフェース４０及び出力インタフェース５０といった他のハードウェアを備える。プロセッサ１０は、信号線１０１を介して他のハードウェアと接続され、これら他のハードウェアを制御する。

[0012] 異常検出装置１００は、機能要素として、画像取得部１１、動き抽出部１２、重み付け部１３、散乱度計算部１４及び検出部１５を備える。画像取得部１１、動き抽出部１２、重み付け部１３、散乱度計算部１４及び検出部１５の機能は、ソフトウェアである異常検出プログラムにより実現される。

[0013] プロセッサ１０は、異常検出プログラムを実行する装置である。異常検出プログラムは、画像取得部１１、動き抽出部１２、重み付け部１３、散乱度計算部１４及び検出部１５の機能を実現するプログラムである。プロセッサ１０は、演算処理を行うＩＣ（Integrated Circuit）である。プロセッサ１０の具体例は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）である。

[0014] 主記憶装置２０は、データを一時的に記憶する記憶装置である。主記憶装置２０の具体例は、ＳＲＡＭ（Static Random Access Memory）、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）である。主記憶装置２０は、プロセッサ１０の演算結果を保持する。

[0015] 補助記憶装置３０は、データを不揮発的に保管する記憶装置である。補助

記憶装置30の具体例は、HDD (Hard Disk Drive) である。また、補助記憶装置30は、SD (登録商標) (Secure Digital) メモリカード、CF (CompactFlash)、NANDフラッシュ、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ブルーレイ (登録商標) ディスク、DVD (Digital Versatile Disk) といった可搬記録媒体であってもよい。

[0016] 入力インタフェース40は、各種機器が接続され、各種機器のデータが入力されるポートである。図1では入力インタフェース40にはカメラ200が接続され、カメラ200の画像が入力される。

[0017] 出力インタフェース50は、各種機器が接続され、各種機器にプロセッサ10によりデータが出力されるポートである。検出部15による検出結果のような処理結果が、出力インタフェース50を介して各種機器へ出力される。

[0018] 異常検出プログラムは、主記憶装置20に記憶されている。異常検出プログラムは主記憶装置20からプロセッサ10に読み込まれ、プロセッサ10によって実行される。主記憶装置20には、異常検出プログラムだけでなく、OS (Operating System) も記憶されている。

プロセッサ10は、OSを実行しながら、異常検出プログラムを実行する。

[0019] 異常検出プログラム及びOSは、補助記憶装置30に記憶されていてもよい。補助記憶装置30に記憶されている異常検出プログラム及びOSは、主記憶装置20にロードされ、プロセッサ10によって実行される。なお、異常検出プログラムの一部または全部がOSに組み込まれていてもよい。

[0020] 異常検出装置100は、プロセッサ10を代替する複数のプロセッサを備えていてもよい。例えば、異常検出装置100は、別途、画像処理プロセッサを備えてもよい。これら複数のプロセッサは、異常検出プログラムの実行を分担する。それぞれのプロセッサは、プロセッサ10と同じように、異常検出プログラムを実行する装置である。

[0021] 異常検出プログラムにより利用、処理または出力されるデータ、情報、信

号値及び変数値は、主記憶装置 20、補助記憶装置 30、または、プロセッサ 10 内のレジスタあるいはキャッシュメモリに記憶される。

[0022] 異常検出プログラムは、画像取得部 11、動き抽出部 12、重み付け部 13、散乱度計算部 14 及び検出部 15 の各部の「部」を「処理」、「手順」あるいは「工程」に読み替えた各処理、各手順あるいは各工程をコンピュータに実行させるプログラムである。

[0023] また、異常検出方法は、コンピュータである異常検出装置 100 が異常検出プログラムを実行することにより行われる方法である。異常検出プログラムは、コンピュータ読取可能な記録媒体に格納されて提供されてもよいし、プログラムプロダクトとして提供されてもよい。

[0024] ***動作の説明***

以下に異常検出装置 100 の動作を説明する。異常検出装置 100 の動作は、異常検出方法に相当する。異常検出方法の手順は、異常検出プログラムの手順に相当する。

[0025] 図 2 は、異常検出装置 100 の行う異常検出処理の流れを示す。

図 3 は、異常検出装置 100 の動作のフローチャートである。図 2 では図 3 に対応する処理に、図 3 のステップ番号を付している。図 2 及び図 3 を参照して、異常検出装置 100 の動作概要を説明する。

[0026] ステップ S 101 において、画像取得部 11 が複数の画像を取得する。具体的には、図 1 に示すように、画像取得部 11 は、入力インタフェース 40 を介して、カメラ 200 から複数の画像を取得する。

ステップ S 102 において、動き抽出部 12 は、1 フレームの画像に含まれる複数の移動体から、動きの大きさと動きの方向とによって決定される複数の動きベクトルを抽出する。動きベクトルは動きベクトル $v_t(r, \theta)$ または単に $v_t(r, \theta)$ と表記する。動きベクトル $v_t(r, \theta)$ については後述する。添え字の t は 1 フレーム関することを意味する。

なお、実施の形態 1 では、動きベクトル $v_t(r, \theta)$ を抽出する移動体として人を例にしている。しかし、動きベクトル $v_t(r, \theta)$ を抽出する移動

体は、人に限られない。移動体は、昆虫、車両、液体に浮いている浮遊物のような、あらゆる移動体を対象とすることができる。

[0027] ステップS103において、重み付け部13は、複数の動きベクトル $v_t(r, \theta)$ の動きベクトル $v_t(r, \theta)$ ごとに、生起確率 $p_t(r, \theta)$ を計算する。重み付け部13は、少なくともいずれかの生起確率 $p_t(r, \theta)$ に重み付けを行う。生起確率は生起確率 $p_t(r, \theta)$ または単に $p_t(r, \theta)$ と表記する。生起確率 $p_t(r, \theta)$ については後述する。

なお添え字の t は1フレーム関することを意味する。生起確率 $p_t(r, \theta)$ は動きベクトル $v_t(r, \theta)$ に一对一に対応している。実施の形態1では、重み付け部13による重み付けは、タイプ1からタイプ4を説明する。タイプ1からタイプ4の重み付けは、後述する。

[0028] ステップS104において、散乱度計算部14は、重み付けされた生起確率 $p_t(r, \theta)$ に基づいて、1フレームの散乱度 E_t を計算する。散乱度はエントロピーとも呼ばれる。散乱度 E_t の詳細は後述する。

ステップS105において、検出部15は、散乱度 E_t と閾値 TH とを比較し、比較結果に基づいて異常を検出する。閾値 TH は、検出部15に設定されている。

[0029] 図4から図6を参照して動きベクトル $v_t(r, \theta)$ を説明する。画像の1フレームを対象として動きベクトル $v_t(r, \theta)$ を説明する。

図4は、画像の1フレームであるフレーム71を示す。フレーム71は不規則に動く群集を示す。不規則に動く群集では散乱度 E_t は大きくなる。図4では、丸形状で示す複数の人61が、不規則に動くことを示す。丸形状の一つ一つが人を示している。人61を示す丸形状に付されている矢印82の方向が人の動く方向を示し、矢印の大きさが人の動く速さを示す。動きベクトル $v_t(r, \theta)$ と区別するため、矢印82を人ベクトル82と呼ぶこととする。

図5は、画像の1フレームであるフレーム72を示す。フレーム72は規則的に動く群集を示す。規則的に動く群集では散乱度 E_t は小さくなる。

図6は、動きベクトル $v_t(r, \theta)$ 及び生起確率 $p_t(r, \theta)$ を説明する図である。図4のフレーム71を想定して説明する。図6の最上段は、人ベクトル82の方向 θ の分布を示す図である。横軸は人ベクトル82の方向 θ を示し、縦軸は方向 θ の数 N_θ を示す。右側の円は方向 θ の計測方向を示している。方向 θ はX軸を基準に左回りに測る。図4、図5、図9、図11、図13及び図15にはX-Y座標を示している。図6の2段目は、人ベクトル82の大きさ r の分布を示す図である。横軸は人ベクトル82の大きさ r を示し、縦軸は大きさ r の数 N_r を示す。図6の3段目は、動きベクトル $v_t(r, \theta)$ の分布を模式的に示している。動きベクトル $v_t(r, \theta)$ は、動き抽出部12によってフレーム71から抽出される。動きベクトル $v_t(r, \theta)$ はフレーム71と異なる別のフレームを参照して求められる。動きベクトル $v_t(r, \theta)$ は大きさ r 及び方向 θ から決まるので、複数人の人ベクトル82が同一のときは、複数の同一の人ベクトル82は一つの動きベクトル $v_t(r, \theta)$ に集約される。図6の4段目は、動きベクトル $v_t(r, \theta)$ の生起確率 $p_t(r, \theta)$ の分布を模式的に示している。重み付け部13は、動きベクトル $v_t(r, \theta)$ ごとに生起確率 $p_t(r, \theta)$ を計算する。

[0030] 図7は、散乱度計算部14が計算する散乱度 E_t 、生起確率 $p_t(r, \theta)$ 、重みとの関係を示す。散乱度 E_t の式において $\log[p_t(r, \theta)]$ は情報量と呼ばれることがある。図7に示す式1は、重みがないときの散乱度 E_t の式である。図7に示す式2は、重み $w_{r, \theta}$ を反映するときの散乱度 E_t の式である。重み $w_{r, \theta}$ の詳細は後述する。

図8は、検出部15による異常の検出を示すグラフである。散乱度 E_t は t ごと、つまりフレームごとに計算されるが、これが図8の横軸の時間に対応する。図8の縦軸は散乱度 E_t の大きさである。検出部15は、散乱度 E_t が閾値 TH 以上となった場合に、取得する画像に異常があると判定する。図8では、検出部15によって異常時間帯が異常と検出される。

図8のグラフは、検出部15によって、図2のステップS103に示すタイプ1からタイプ4のそれぞれについて生成される。

閾値 T_H は、タイプ 1 からタイプ 4 のそれぞれについて設定されている。例えば、各閾値 T_H は、検出部 15 を実現する異常検出プログラムに設定されている。閾値 T_H はタイプごとに異なる種類の閾値が設定されている。図 2 の場合であれば、タイプ 1 の閾値 T_H は混乱を示す閾値であり、タイプ 2 の閾値 T_H は対流を示す閾値であり、タイプ 3 の閾値 T_H は合流を示す閾値であり、タイプ 4 の閾値 T_H は逆送を示す閾値である。よって、検出部 15 は、異常として、異常の発生と、発生した異常の種類とを検出できる。

具体的には以下のようなものである。検出部 15 は散乱度 E_t が閾値 T_H を超えた場合に異常の発生を検出できる。また、検出部 15 は、散乱度 E_t が閾値 T_H を超えた場合に、閾値 T_H の種類から、発生した異常の種類を検出できる。

[0031] 図 2 に戻って説明する。異常検出装置 100 は、ステップ S101 で取得する監視画像を対象として、ステップ S103 において、並列処理によって、タイプ 1 からタイプ 4 の重み付け処理を行う。なお、同時にタイプ 1 からタイプ 4 の重み付け処理を行う方式に限らず、タイプ 1 からタイプ 4 のうち、どれか一つ、またはどれか二つ、またはどれか三つ以上を選択できる構成でも良い。重み付け部 13 は選択指令に従って重み付け処理を行う。

[0032] <タイプ 1>

図 9 及び図 10 を参照して、重み付け部 13 が行う重み付け処理のタイプ 1 を説明する。タイプ 1 では、重み付け部 13 は、生起確率 $p_t(r, \theta)$ が計算される動きベクトル $v_t(r, \theta)$ の動きの大きさに r 応じて、生起確率 $p_t(r, \theta)$ に重み付けを行う。

タイプ 1 によって異常状態として混乱状態を検知できる。言い換えれば、タイプ 1 で異常と検出された状態が混乱状態である。

図 9 は、図 4 と同一のフレーム 71 である。

図 10 は、図 9 から得られる生起確率 $p_t(r, \theta)$ を模式的に示す。生起確率 $p_t(r, \theta)$ は大きさ r 及び方向 θ で決まるが、タイプ 1 では、大きさ r が大きいほど、重み $w_{r, \theta}$ を大きくする。 $w_{r, \theta}$ を大きさ r に比例させてもよい。なお、情報量 $\log[p_t(r, \theta)]$ の生起確率 $p_t(r, \theta)$ には、

重み $w_{r, \theta}$ は反映させない。重み $w_{r, \theta}$ は、情報量 $\log [p_t(r, \theta)]$ と掛け算される生起確率 $p_t(r, \theta)$ に反映する。これはタイプ1からタイプ4とも同じである。

[0033] <タイプ2>

図11及び図12を参照して、重み付け部13が行う重み付け処理のタイプ2を説明する。タイプ2では、重み付け部13は、生起確率 $p_t(r, \theta)$ が計算される動きベクトル $v_t(r, \theta)$ の動きの方向 θ に応じて、生起確率 $p_t(r, \theta)$ に重み付けを行う。より具体的には、タイプ2では1フレームを左右に分けて、画面左側と画面右側とで異なる重み付けを行う。タイプ2によって異常状態として対流状態を検知できる。言い換えれば、タイプ2で異常と検出された状態が対流状態である。

図11は、対流を説明するフレーム73である。図11では、画面左側の人ベクトル82は右方向にそろっており、画面右側の人ベクトル82は左方向にそろっている。

図12は、図11から得られる生起確率 $p_t(r, \theta)$ を模式的に示す。生起確率 $p_t(r, \theta)$ は大きさ r 及び方向 θ で決まるが、タイプ2では、方向 θ に応じて重み付けを行う。タイプ2の特徴は、画面左側と画面右側とで重み付けする方向が異なる点である。画面左側では、図12の一番上($3/2 * \pi \leq \theta \leq 2\pi$)と、一番下の領域($0 \leq \theta \leq \pi/2$)とが重み付けの対象となる。画面右側では、図12の中央($\pi/2 \leq \theta \leq 3/2 * \pi$)の領域が重み付けの対象となる。重み付け部13は、重み付けの対象となる領域の生起確率 $p_t(r, \theta)$ に、対応する大きさ r の値に応じて重み $w_{r, \theta}$ を付けてもよい。例えば、重み $w_{r, \theta}$ を大きさ r に比例させてもよい。あるいは重み付け部13は、重み $w_{r, \theta}$ として、固定値を与えてもよい。図11をみるとわかるように、画面左側は右方向が強調され、画面右側は左方向が強調されるので、対流を検出しやすい。

[0034] <タイプ3>

図13及び図14を参照して、重み付け部13が行う重み付け処理のタイ

プ3を説明する。行う重み付け処理のタイプ3では、重み付け部13は1フレームにおける映像エリア81に応じた重み付けを行う。図13のフレーム74は1フレームである。

図13は、映像エリア81を示す図である。図13の映像エリア81は、合流領域83から本線84への合流を示している。

図14は、図13から得られる生起確率 $p_t(r, \theta)$ を模式的に示す。

動き抽出部12は、フレーム74から1フレームの部分領域である映像エリア81を抽出し、映像エリア81から複数の動きベクトルを抽出する。また、動き抽出部12は、1フレームのうち映像エリア81が除かれた除外領域から複数の動きベクトルを抽出する。図13において除外領域は、フレーム74のうち、映像エリア81が除かれた領域である。

重み付け部13は、映像エリア81から抽出された複数の動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算する。また、重み付け部13は、除外領域から抽出された複数の動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算する。

重み付け部13は、映像エリア81に基づき計算された複数の生起確率に、除外領域に基づき計算された複数の生起確率と異なる重み付けを行う。

具体的には、以下のようなものである。映像エリア81で抽出される動きベクトル $v_t(r, \theta)$ を $v_{in, t}(r, \theta)$ と表記し、除外領域で抽出される動きベクトル $v_t(r, \theta)$ を $v_{out, t}(r, \theta)$ と表記する。また、動きベクトル $v_{in, t}(r, \theta)$ の生起確率を $p_{in, t}(r, \theta)$ と表記し、動きベクトル $v_{out, t}(r, \theta)$ の生起確率を $p_{out, t}(r, \theta)$ と表記する。散乱度計算部14は図7の(式2)において、 $p_{in, t}(r, \theta)$ と $p_{out, t}(r, \theta)$ とを区別する。つまり図7の(式2)において、 $p_{in, t}(r, \theta)$ と $p_{out, t}(r, \theta)$ とは、異なる項として扱われる。

動き抽出部12は、フレーム74から映像エリア81を抽出し、映像エリア81から複数の動きベクトル $v_{in, t}(r, \theta)$ を抽出する。動き抽出部12は、除外領域から複数の動きベクトル $v_{out, t}(r, \theta)$ を抽出する。

重み付け部 13 は、映像エリア 81 から抽出された複数の動きベクトル $v_{i,n,t}(r, \theta)$ の動きベクトルごとに生起確率 $p_{i,n,t}(r, \theta)$ を計算する。また、重み付け部 13 は、除外領域から抽出された複数の動きベクトル $v_{o,t,t}(r, \theta)$ の動きベクトルごとに生起確率 $p_{o,t,t}(r, \theta)$ を計算する。

図 14 の破線で示す範囲は、動き抽出部 12 が映像エリア 81 から抽出した動きベクトル $v_{i,n,t}(r, \theta)$ に対応する生起確率 $p_{i,n,t}(r, \theta)$ の範囲を示す。図 14 の破線で示す範囲には 9 つの生起確率 $p_{i,n,t}(r, \theta)$ を点で示している。重み付け部 13 は、映像エリア 81 に基づき計算された複数の生起確率 $p_{i,n,t}(r, \theta)$ に、除外領域に基づき計算された複数の生起確率 $p_{o,t,t}(r, \theta)$ と異なる重み付けを行う。例えば、重み付け部 13 は、複数の生起確率 $p_{i,n,t}(r, \theta)$ には、生起確率 $p_{i,n,t}(r, \theta)$ の大きさ r に反比例する重み $w_{r,\theta}$ を生起確率 $p_{i,n,t}(r, \theta)$ に乗じ、複数の生起確率 $p_{o,t,t}(r, \theta)$ には重み $w_{r,\theta}$ としてゼロを乗じる。これによって、映像エリア 81 の状態を強調して検出できる効果がある。

[0035] <タイプ 4>

図 15 及び図 16 を参照して、重み付け部 13 が行う重み付け処理のタイプ 4 を説明する。タイプ 4 はタイプ 2 に類似するが、タイプ 4 はタイプ 2 に対して画面を左右に分けずに、1 フレーム全体で、生起確率 $p_t(r, \theta)$ における方向 θ に応じて、重み付け部 13 が重み付けを行う。タイプ 4 によって異常状態として逆走状態を検知できる。言い換えれば、タイプ 4 で異常と検出された状態が逆走状態である。

図 15 は、逆走を説明するフレーム 75 である。図 15 では、複数の人 61 の人ベクトル 82 は左方向にそろっている。黒い丸で示す人 62 の人ベクトル 82 のみが左方向である。

図 16 は、図 15 から得られる生起確率 $p_t(r, \theta)$ を模式的に示す。タイプ 4 では、方向 θ に応じて生起確率 $p_t(r, \theta)$ に、重み $w_{r,\theta}$ が与えられる。図 15 については、図 16 の一番上 ($3/2 * \pi \leq \theta \leq 2\pi$) と、一番

下の領域 ($0 \leq \theta \leq \pi/2$) とは、重み $w_{r, \theta}$ がゼロである。中央 ($\pi/2 \leq \theta \leq 3/2 * \pi$) の領域では、重み付け部 13 は大きさ r に比例する重み $w_{r, \theta}$ を生起確率 $p_t(r, \theta)$ に与える。この重み付けにより、図 15 の人 62 の逆走を検出できる。

[0036] 以上のように、重み付け部 13 はタイプ 1 からタイプ 4 の重み付けを行う。散乱度計算部 14 は、重み付け部 13 によって計算された重み $w_{r, \theta}$ を用いて、散乱度 E_t を計算する。検出部 15 は、図 8 で述べたように、散乱度 E_t が閾値 TH 以上になった場合に、異常と判定する。以上の処理によって、混乱、対流、合流及び逆走のような異常を感度よく検出することができる。また、これらのタイプに限らず、任意の重みを付けることで、任意の異常を検出することができる。

[0037] <変形例 1>

異常検出装置 100 の変形例 1 として、検出部 15 がフレームの前景の面積を使用して、異常を特定する方式を説明する。検出部 15 は、閾値 TH と散乱度 E_t との比較結果と、少なくとも一つのフレームにおける前景面積とに基づいて、異常を検出する。

前景の面積を使用する具体例としては、特定のフレームの前景の形状又は異常が検出されたフレームの前景の形状から、異常の種類を特定することができる。

あるいは複数フレームにおける前景の面積変化から、異常の種類を特定することができる。複数フレームにおける前景の面積変化から異常の種類を特定する場合は、検出部 15 は、フレーム t 、フレーム $t+1$ 、フレーム $t+2$ 、... の複数フレームにわたる、前景の面積変化を計算する。検出部 15 は、前景の面積変化と、図 8 に示す散乱度 E_t の変化とを用いて、異常として、具体的な異常の種類を検出することができる。

[0038] 図 17 は、検出部 15 が前景面積の変化を使用して、異常を検出する第 1 の例を示す。図 17 の上側のグラフは、図 8 に示すグラフと同じである。図 17 の下側のグラフは、時間経過に伴う前景の面積変化のグラフである。下

側のグラフでは、前景の面積は、異常時間帯の前から、異常時間帯にかけて増加している。そして、前景の面積は、異常時間帯から異常時間帯の後にかけて、ほぼ最大値を保っている。つまり、異常時間帯の後は散乱度 E_t は小さくなっていること、及び、前景の面積はほぼ最大値を保っていることから、検出部 15 は、異常の種類を蠕集と判定する。図 17 では異常時間帯の前では、「(1) 正常」の状態である。異常時間帯の範囲では検出部 15 によって「(2) 異常」が検出されている。「(2) 異常」は実際には動きのある混乱または集合である。異常時間帯の後、検出部 15 は、閾値 T_H と散乱度 E_t との比較結果と、複数のフレームにおける前景面積の変化とに基づいて、「(3) 異常」の種類を蠕集と検出している。このように、前景面積の変化を使用することで、検出部 15 は蠕集のような動きの発生しない異常も検出することができる。

[0039] 図 18 は、検出部 15 が前景面積の変化を使用して、異常を検出する第 2 の例を示す。図 18 の上側のグラフは、図 8 に示すグラフと同じである。図 18 の下側のグラフは、時間経過に伴う前景の面積変化のグラフである。下側のグラフでは、前景の面積は、異常時間帯の前から、異常時間帯にかけて減少している。そして、前景の面積は、異常時間帯から異常時間帯の後にかけて、ほぼ最小値を保っている。つまり、異常時間帯の後では散乱度 E_t は小さくなっていること、及び、前景の面積はほぼ最小値を保っていることから、検出部 15 は、異常の種類を避難と判定する。図 18 では異常時間帯の前では、「(1) 正常」の状態である。異常時間帯の範囲では検出部 15 によって「(2) 異常」が検出されている。「(2) 異常」は実際には混乱または避難である。異常時間帯の後、検出部 15 は、閾値 T_H と散乱度 E_t との比較結果と、複数のフレームにおける前景面積の変化とに基づいて、「(3) 異常」の種類を非難と検出している。このように、前景面積の変化を使用することで、検出部 15 は異常時間帯に発生していた異常の種類を検出できる。

[0040] 図 17 及び図 18 では、検出部 15 は散乱度 E_t の変化と前景の面積変化と

から異常の種類を検出することができる。具体的には、散乱度 E_t の変化及び前景の面積変化に異常の種類が対応付けられた対応情報が、異常の種類ごとに検出部 15 に設定されている。検出部 15 は対応情報を参照して異常の種類を検出することができる。なお、図 17 及び図 18 の例に限らず、異常検出装置 100 は、様々な異常の種類を検出することができる。

[0041] ***実施の形態 1 の効果***

(1) 異常検出装置 100 は重み付け部 13 によって生起確率 $p_t(r, \theta)$ に重み付けするので、多様な異常行動を正確に検出できる。具体的には、駅のように多くの人が集まる環境における雑踏事故防止は、パブリックセーフティを実現するための重要な要素の一つである。雑踏事故の一因として、不審物または急病人に起因するパニック状態の発生がある。パニック状態の予兆として、群集が入り乱れて動き回る「混乱行動」、あるいは群集が一箇所に集まる「蝟集行動」がある。そのため、これら予兆の早期発見が雑踏事故の防止に有効である。異常検出装置 100 は重み付け部 13 を有するので、これら予兆の早期発見が可能である。

(2) また、異常行動の種類に応じて「警備員派遣」または「避難誘導」など、対処法が異なる。従って、異常行動の種類を特定することは有効である。異常検出装置 100 の検出部 15 は、散乱度 E_t の変化と前景の面積変化とから異常の種類を検出するので、異常行動の種類に応じた対処法を選択することができる。

[0042] <変形例 2>

図 1 の異常検出装置 100 では、異常検出装置 100 の機能がソフトウェアで実現されるが、変形例 2 として、異常検出装置 100 の機能がハードウェアで実現されてもよい。

図 19 は、異常検出装置 100 の変形例 2 に係る異常検出装置 100 の構成を示す。図 19 の電子回路 90 は、画像取得部 11、動き抽出部 12、重み付け部 13、散乱度計算部 14、検出部 15、主記憶装置 20、補助記憶装置 30、入力インタフェース 40 及び出力インタフェース 50 の機能を実

現する専用の電子回路である。電子回路90は、信号線91に接続している。電子回路90は、具体的には、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ロジックIC、GA、ASIC、または、FPGAである。GAは、Gate Arrayの略語である。ASICは、Application Specific Integrated Circuitの略語である。FPGAは、Field-Programmable Gate Arrayの略語である。異常検出装置100の構成要素の機能は、1つの電子回路で実現されてもよいし、複数の電子回路に分散して実現されてもよい。別の変形例として、異常検出装置100の構成要素の一部の機能が電子回路で実現され、残りの機能がソフトウェアで実現されてもよい。

[0043] プロセッサ10と電子回路90の各々は、プロセッシングサーキットリとも呼ばれる。

異常検出装置100において、画像取得部11、動き抽出部12、重み付け部13、散乱度計算部14及び検出部15の機能がプロセッシングサーキットリにより実現されてもよい。あるいは、画像取得部11、動き抽出部12、重み付け部13、散乱度計算部14、検出部15、主記憶装置20、補助記憶装置30、入力インタフェース40及び出力インタフェース50の機能が、プロセッシングサーキットリにより実現されてもよい。

[0044] なお、実施の形態1では重み付け部13による重み付けのタイプに関して、タイプ1からタイプ4を説明した。重み付け部13による重み付けは、タイプ1からタイプ4に限定されるものではない。

[0045] 以上、本発明の実施の形態1を説明したが、実施の形態1のうち、1つを部分的に実施しても構わない。あるいは、実施の形態1のうち、2つ以上を部分的に組み合わせて実施しても構わない。なお、本発明は、実施の形態1に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

符号の説明

[0046] 10 プロセッサ、11 画像取得部、12 動き抽出部、13 重み付

け部、１４ 散乱度計算部、１５ 検出部、２０ 主記憶装置、３０ 補助記憶装置、４０ 入力インタフェース、５０ 出力インタフェース、６１，６２ 人、７１，７２，７３，７４，７５ フレーム、８１ 映像エリア、８２ 人ベクトル、８３ 合流領域、８４ 本線、９０ 電子回路、９１ 信号線、１００ 異常検出装置、１０１ 信号線、２００ カメラ。

請求の範囲

[請求項1]

複数の画像を取得する画像取得部と、

1 フレームの画像に含まれる複数の移動体から、動きの大きさと動きの方向とによって決定される複数の動きベクトルを抽出する動き抽出部と、

前記複数の動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算し、少なくともいずれかの前記生起確率に重み付けを行う重み付け部と、

重み付けされた前記生起確率に基づいて、前記1フレームの散乱度を計算する散乱度計算部と、

前記散乱度と閾値とを比較し、比較結果に基づいて異常を検出する検出部と、

を備える異常検出装置。

[請求項2]

前記重み付け部は、

前記生起確率が計算される前記動きベクトルの前記動きの大きさに応じて、前記生起確率に重み付けを行う請求項1に記載の異常検出装置。

[請求項3]

前記重み付け部は、

前記生起確率が計算される前記動きベクトルの前記動きの方向に応じて、前記生起確率に重み付けを行う請求項1または請求項2に記載の異常検出装置。

[請求項4]

前記動き抽出部は、

前記1フレームから前記1フレームの一部分の部分領域を抽出し、前記部分領域から複数の動きベクトルを抽出し、前記1フレームのうち前記部分領域が除かれた除外領域から複数の動きベクトルを抽出し、

前記重み付け部は、

前記部分領域から抽出された前記複数の動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算し、前記除外領域から抽出された前記複数の

動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算し、前記部分領域に基づき計算された生起確率に、前記除外領域に基づき計算された生起確率と異なる重み付けを行う請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の異常検出装置。

[請求項5]

前記検出部は、

前記比較結果と、少なくとも一つのフレームにおける前景面積とに基づいて、異常を検出する請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の異常検出装置。

[請求項6]

コンピュータに、

複数の画像を取得する処理と、

1フレームの画像に含まれる複数の移動体から、動きの大きさと動きの方向とによって決定される複数の動きベクトルを抽出する処理と、

前記複数の動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算し、少なくともいずれかの前記生起確率に重み付けを行う処理と、

重み付けされた前記生起確率に基づいて、前記1フレームの散乱度を計算する処理と、

前記散乱度と閾値とを比較し、比較結果に基づいて異常を検出する処理と、

を実行させる異常検出プログラム。

[請求項7]

コンピュータが、

複数の画像を取得し、

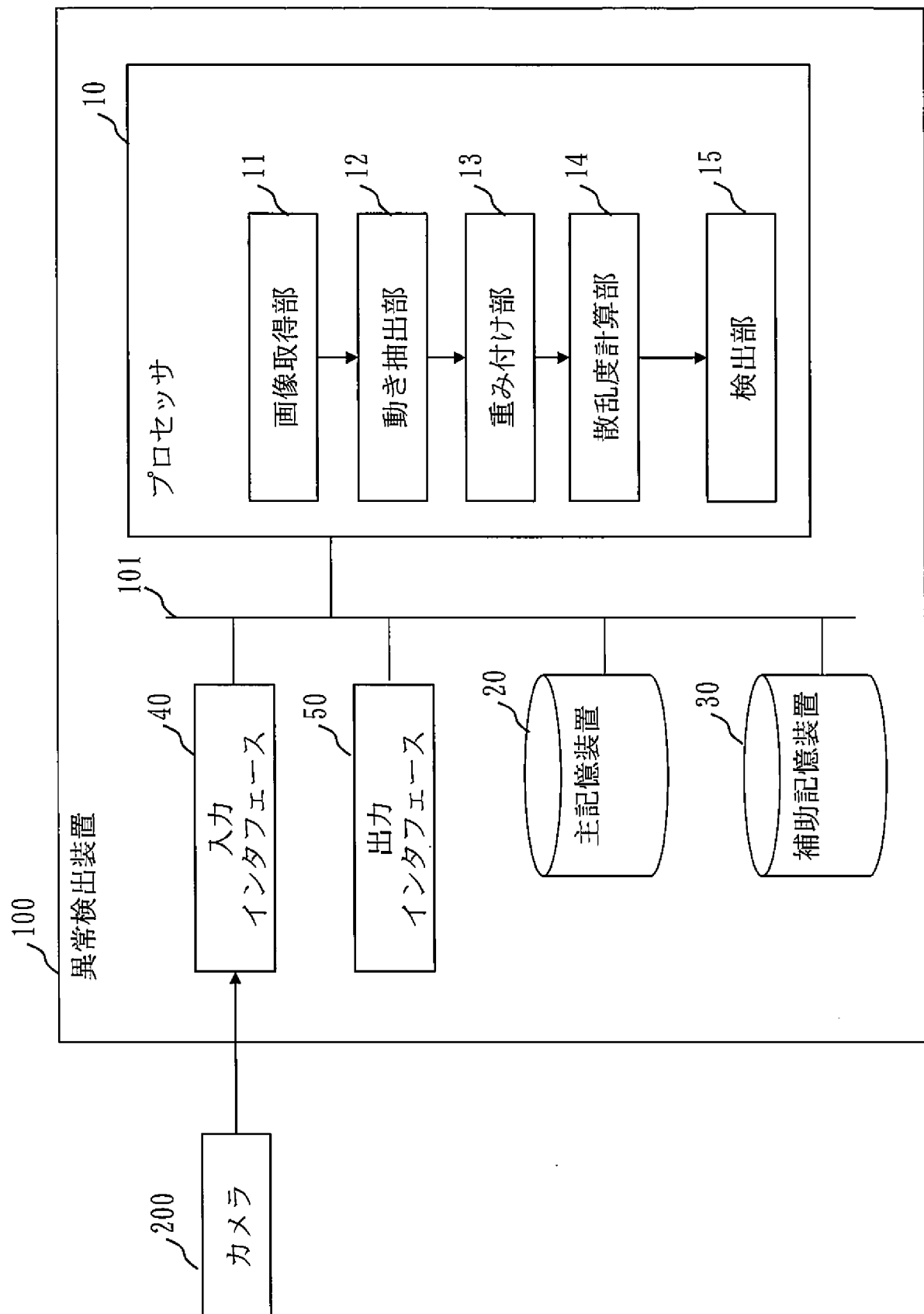
1フレームの画像に含まれる複数の移動体から、動きの大きさと動きの方向とによって決定される複数の動きベクトルを抽出し、

前記複数の動きベクトルの動きベクトルごとに生起確率を計算し、少なくともいずれかの前記生起確率に重み付けを行い、

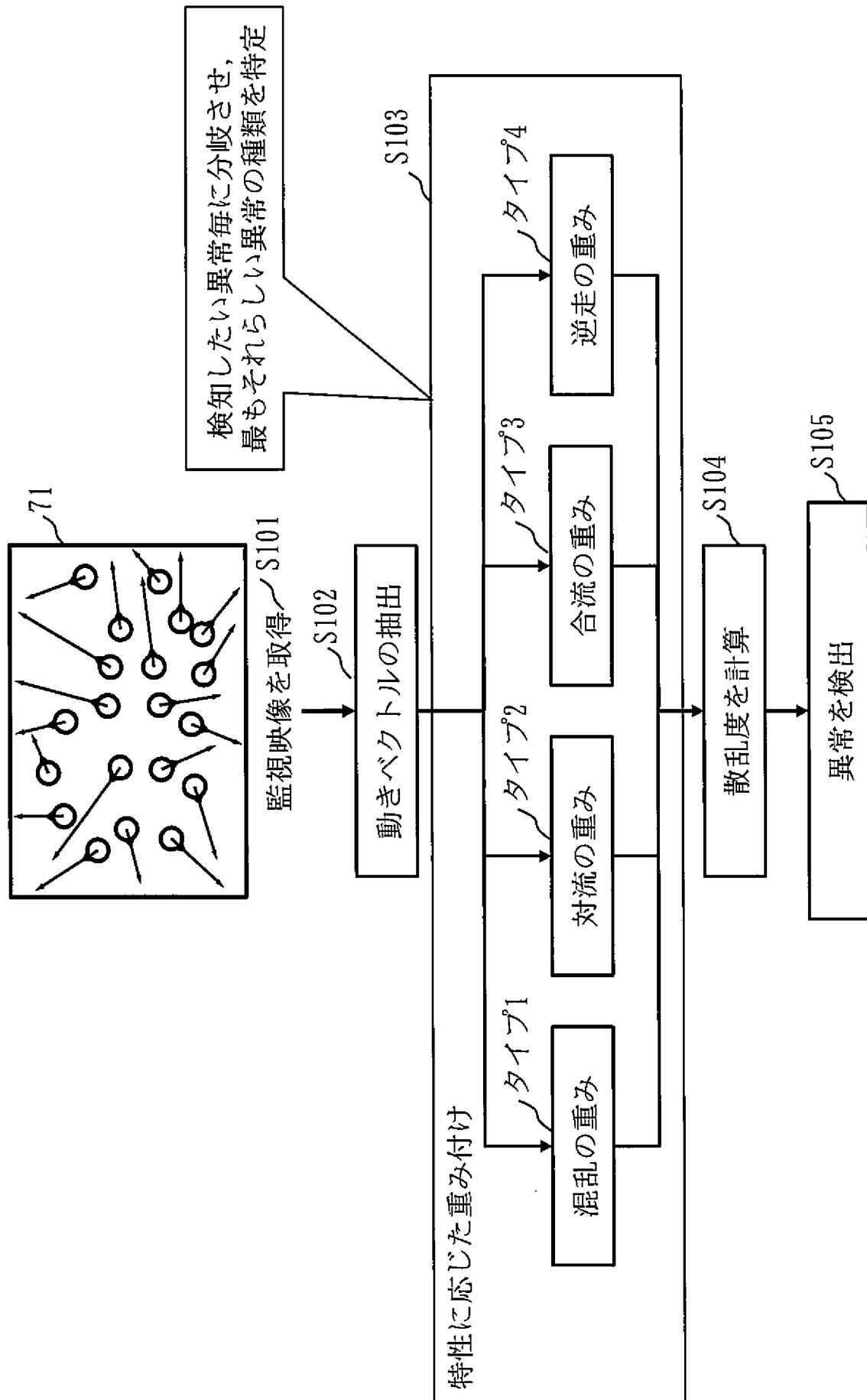
重み付けされた前記生起確率に基づいて、前記1フレームの散乱度を計算し、

前記散乱度と閾値とを比較し、比較結果に基づいて異常を検出する
、
異常検出方法。

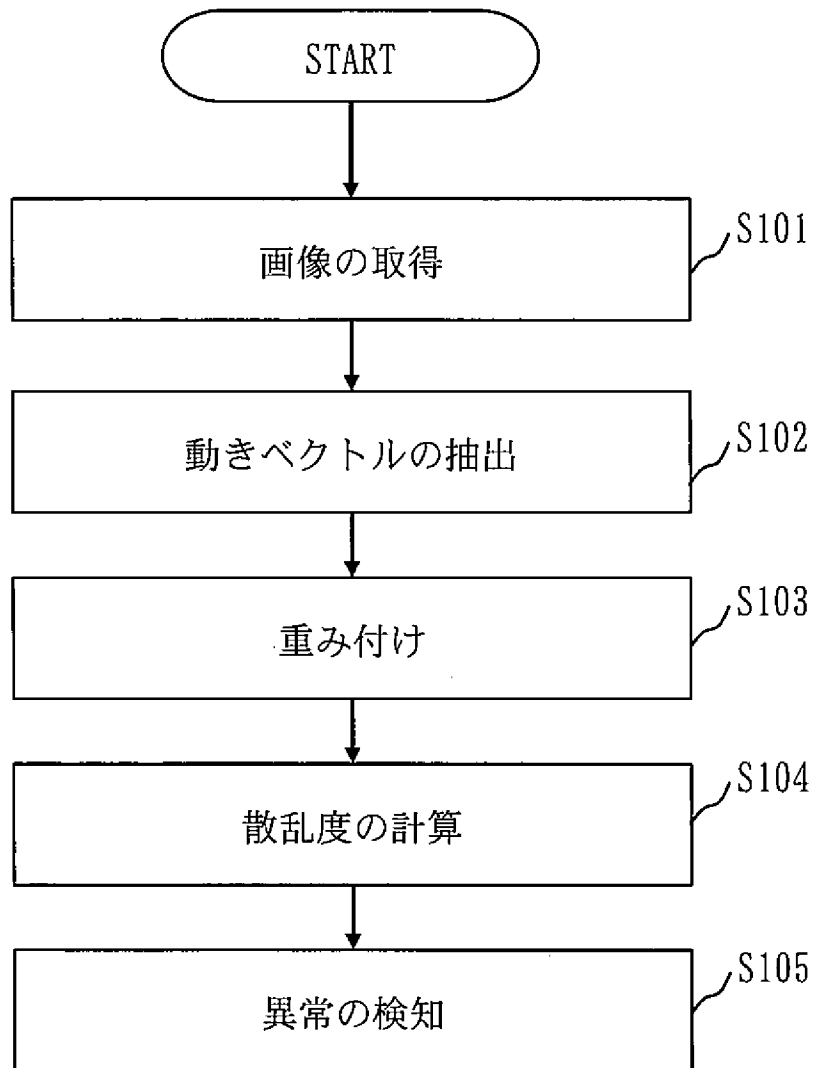
[図1]



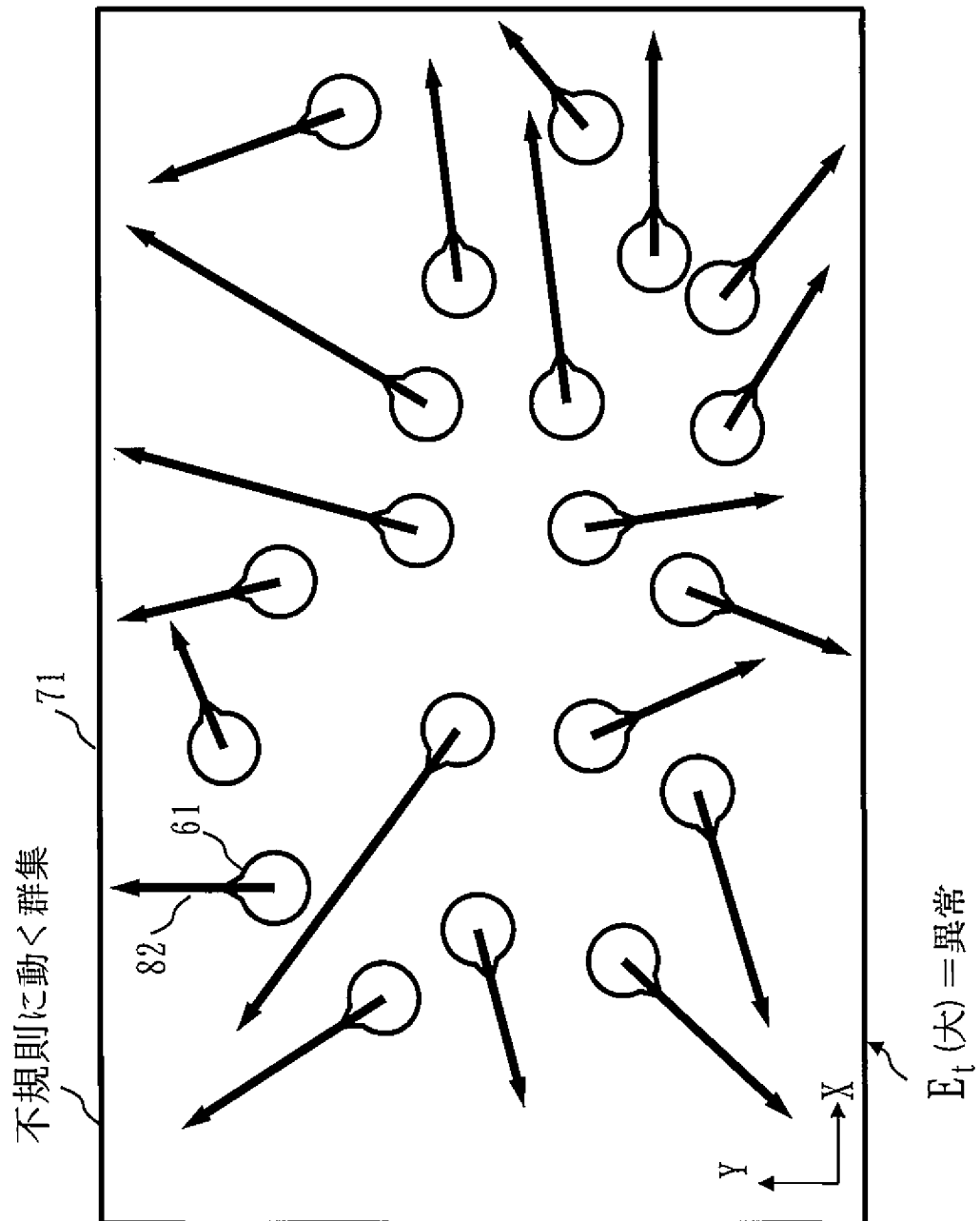
[図2]



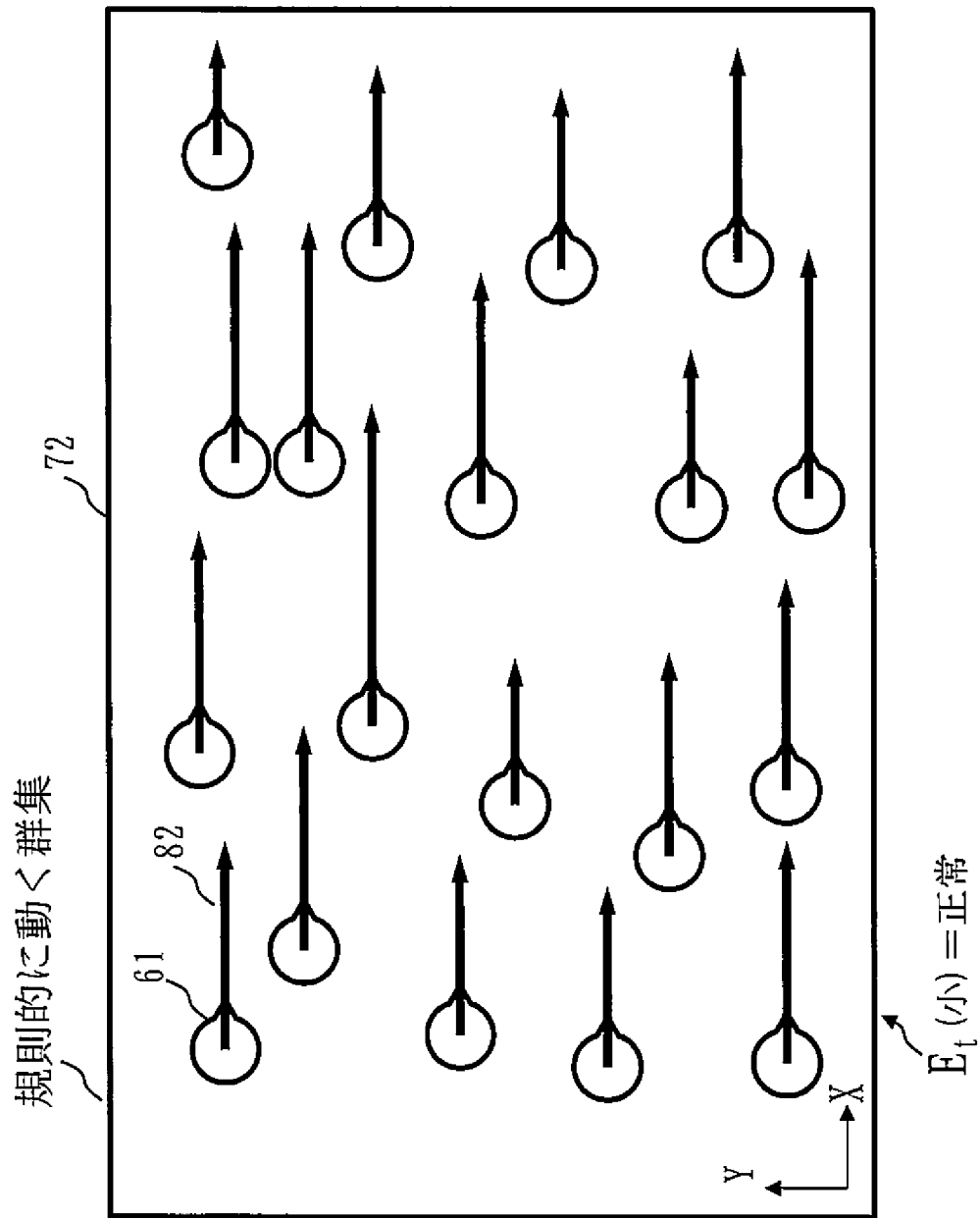
[図3]



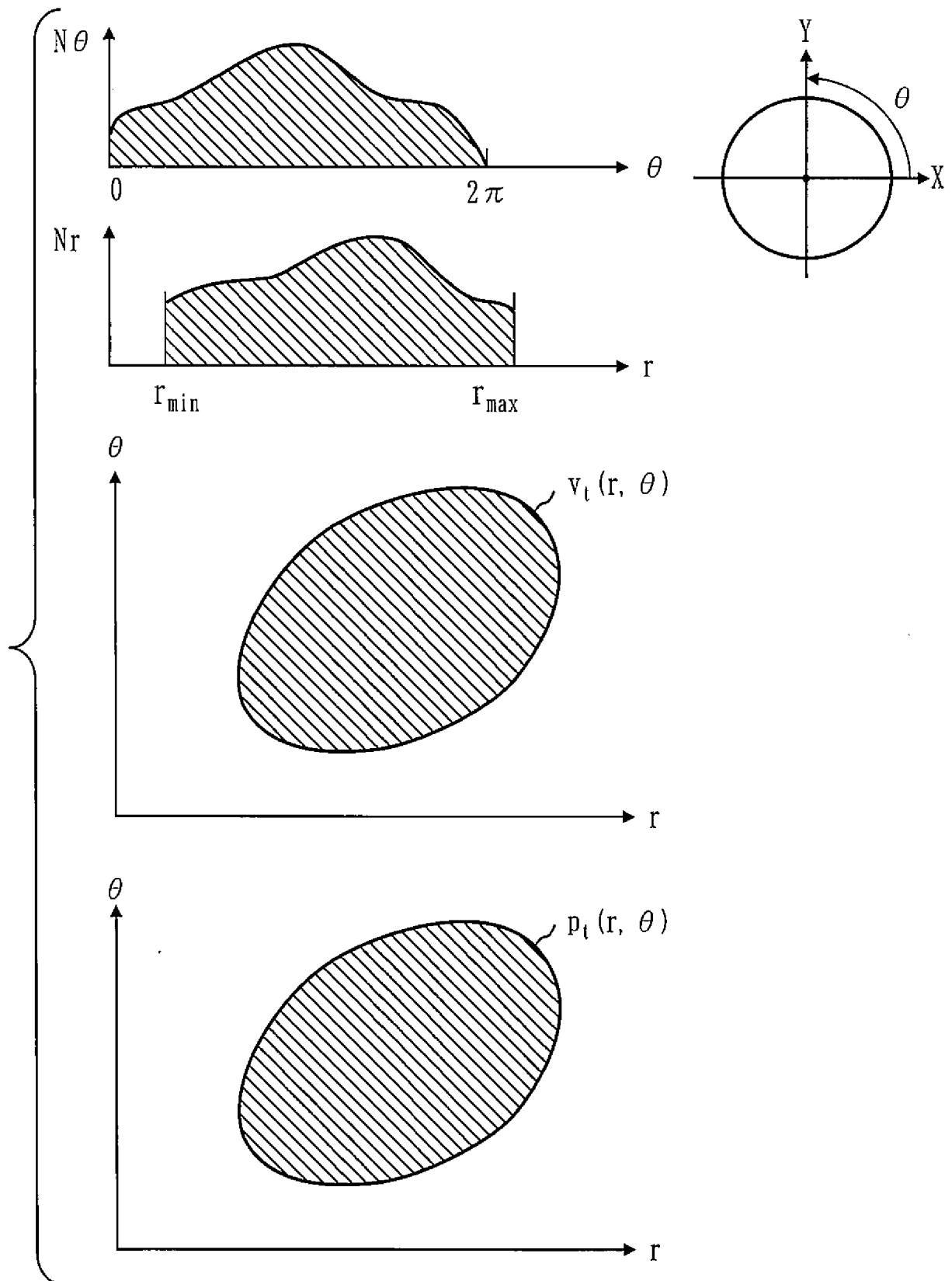
[図4]



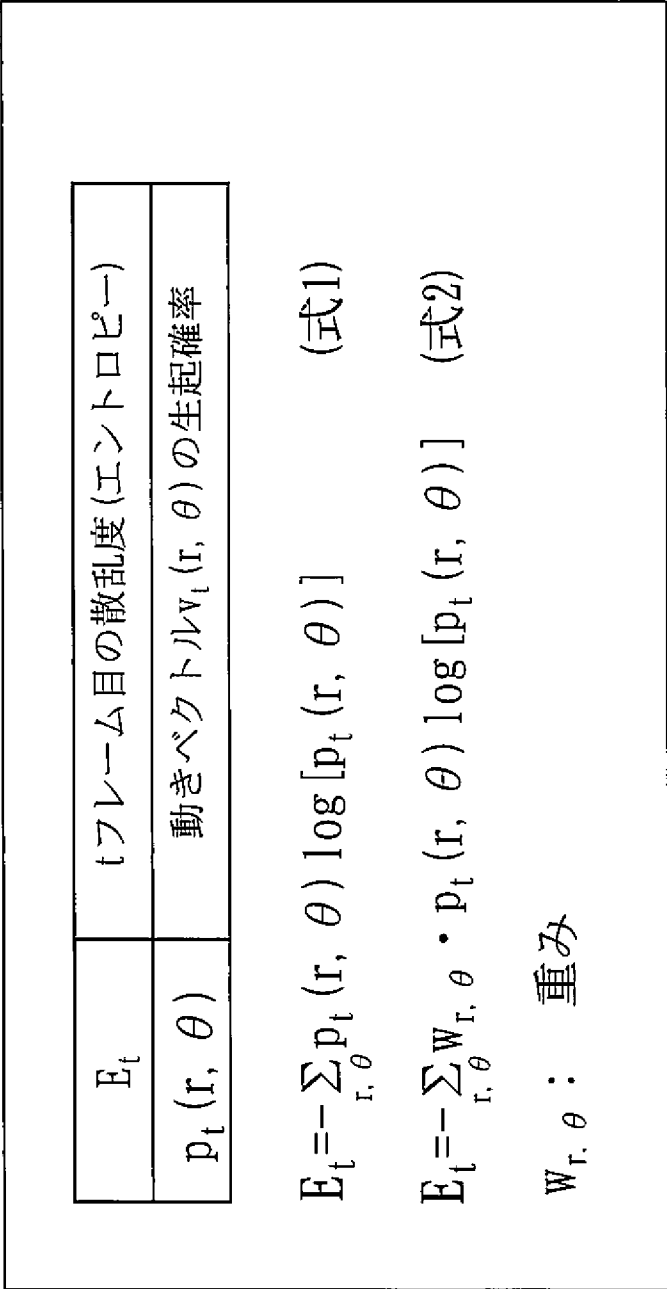
[図5]



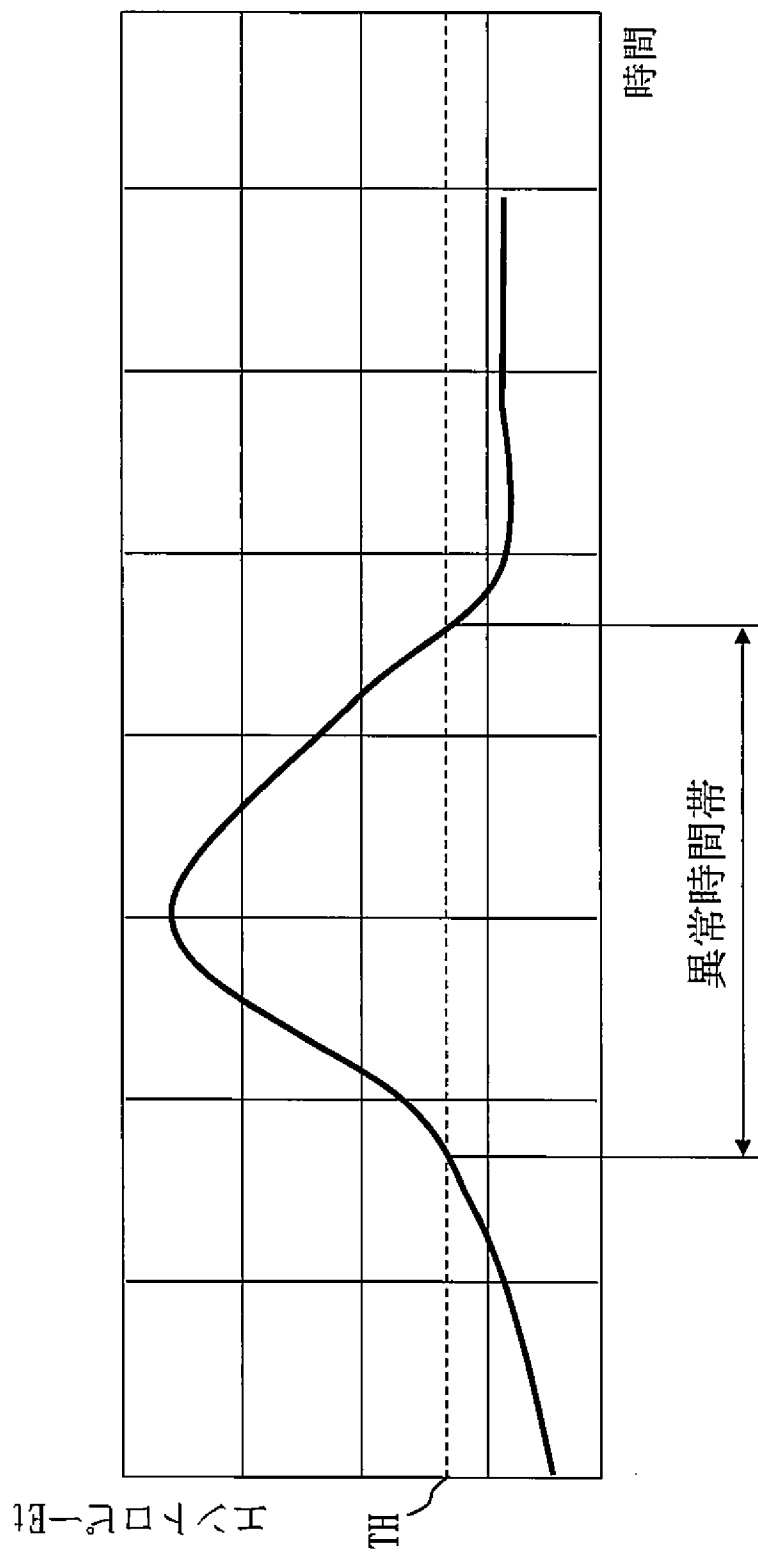
[図6]



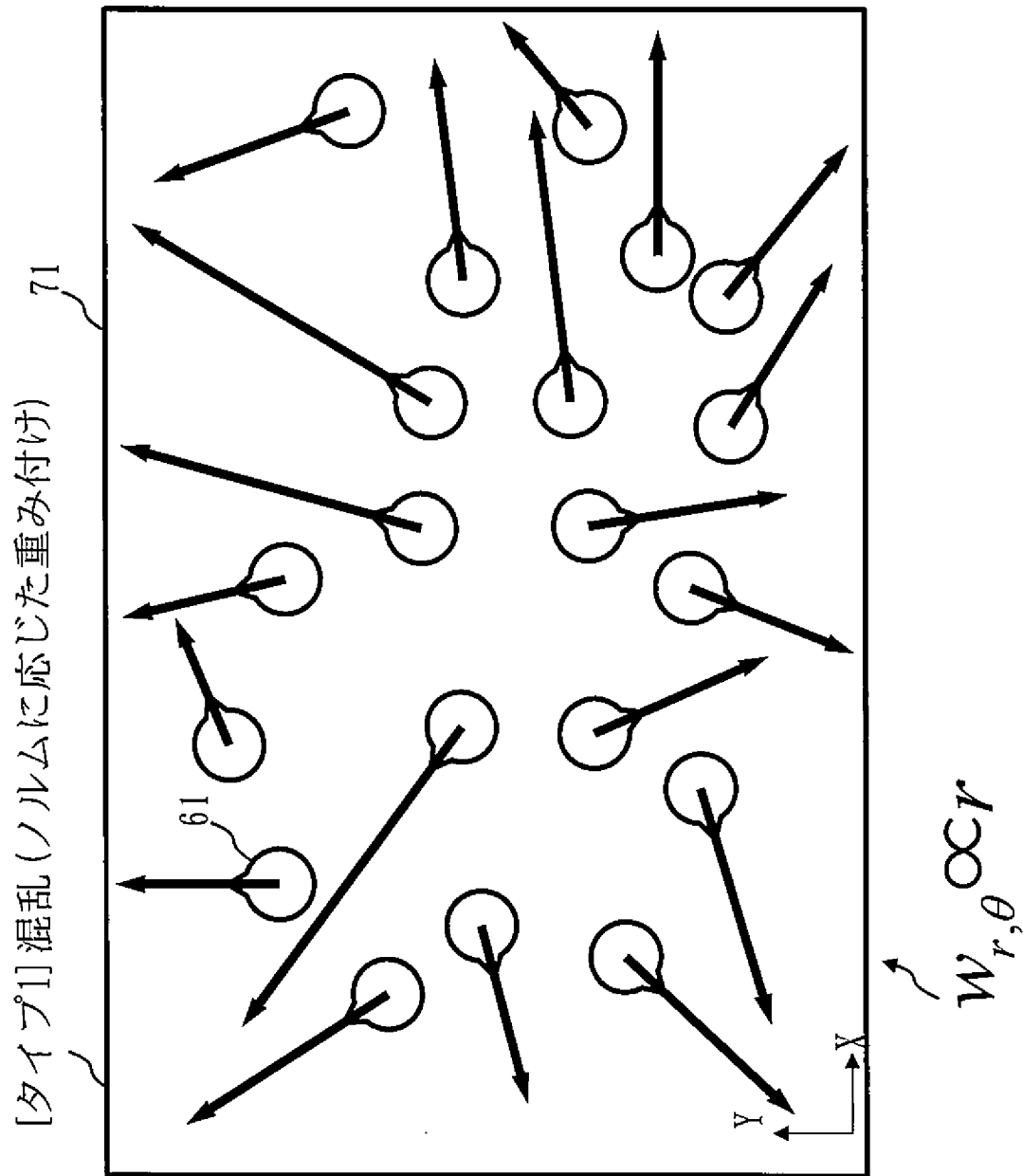
[図7]



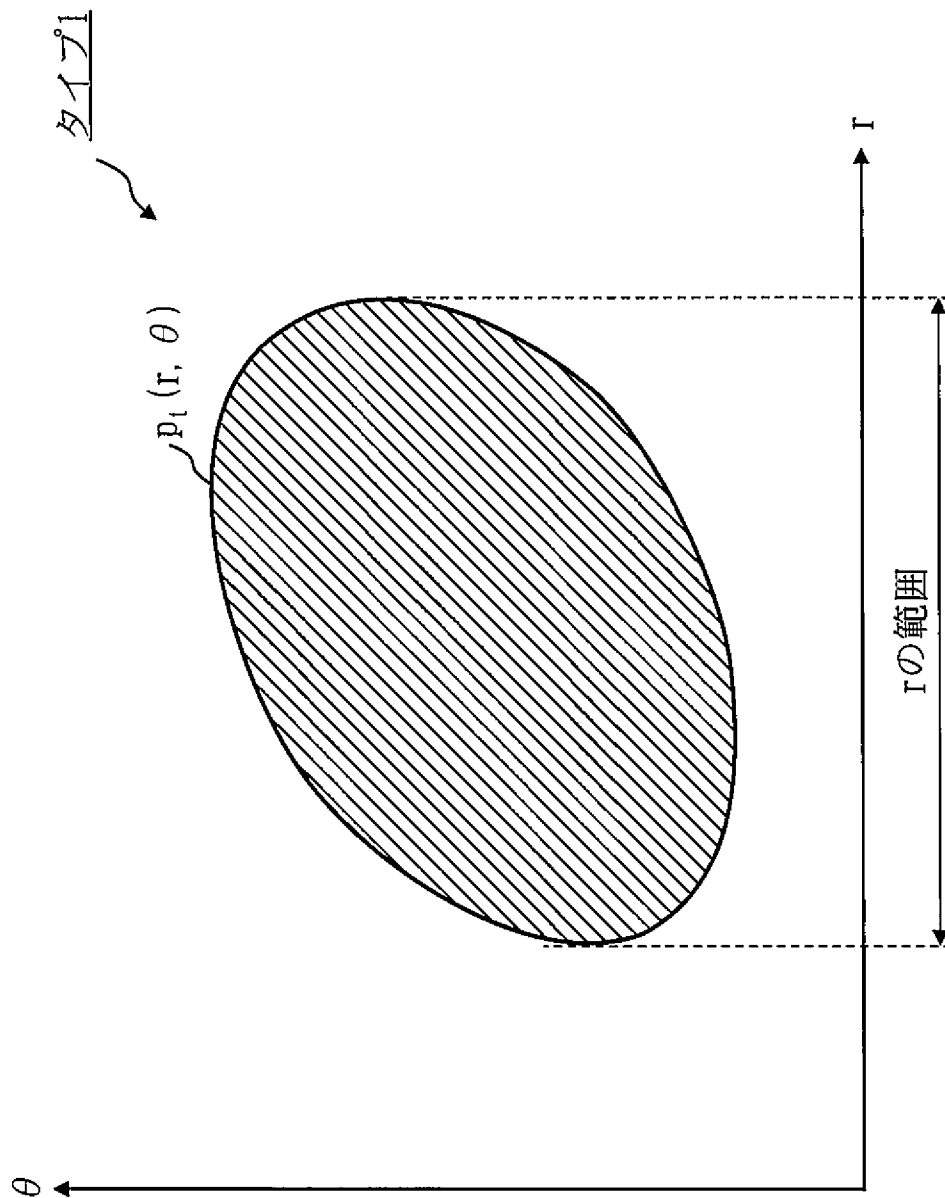
[図8]



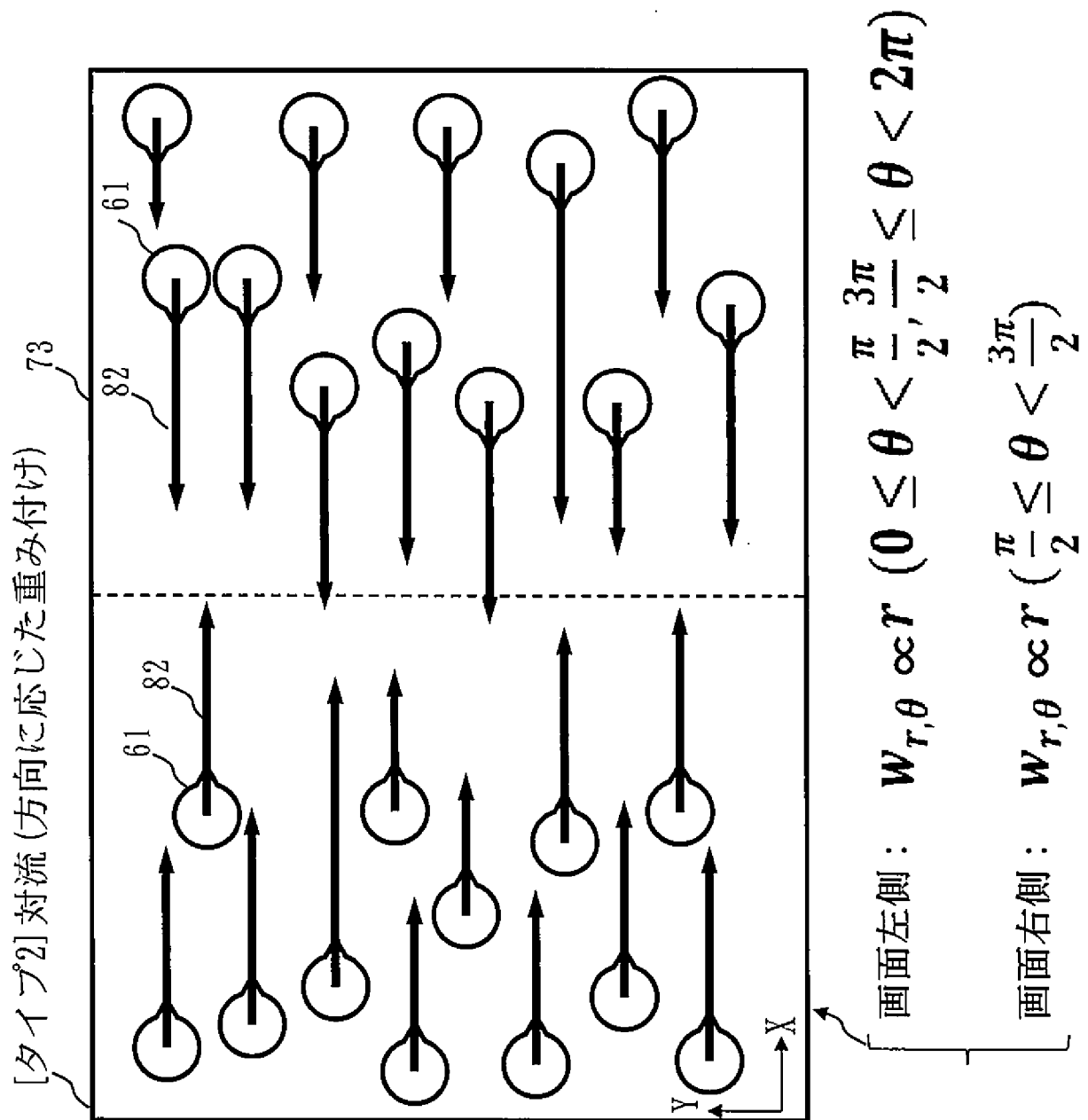
[図9]



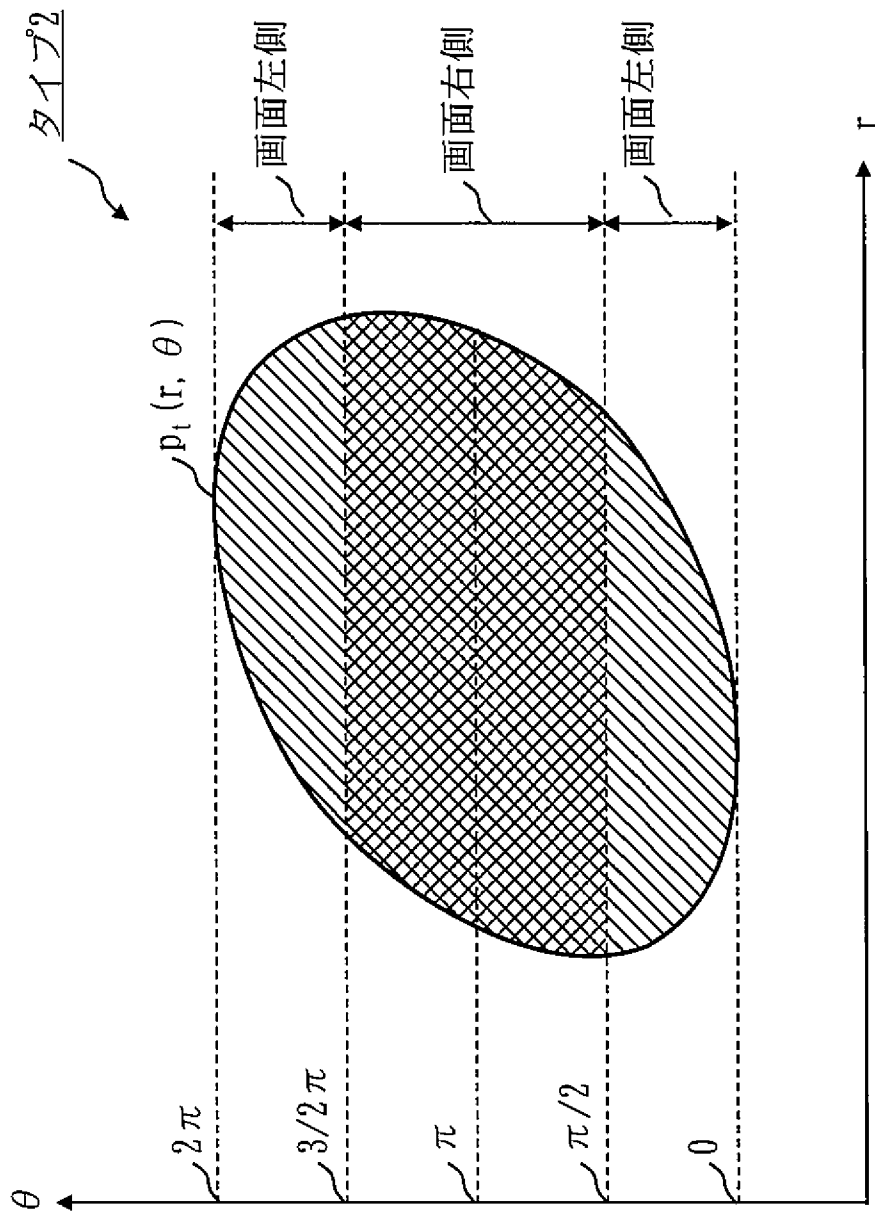
[図10]



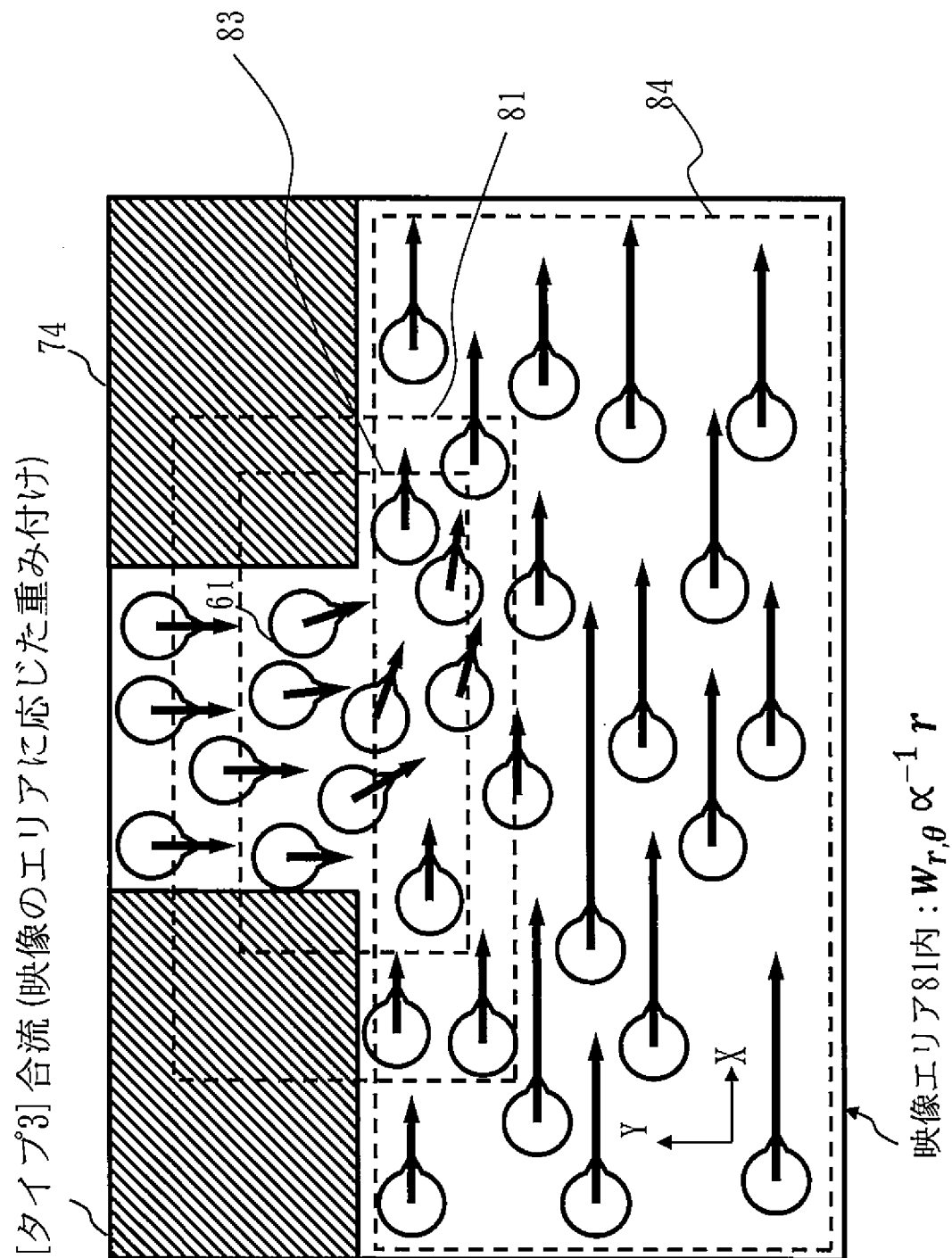
[図11]



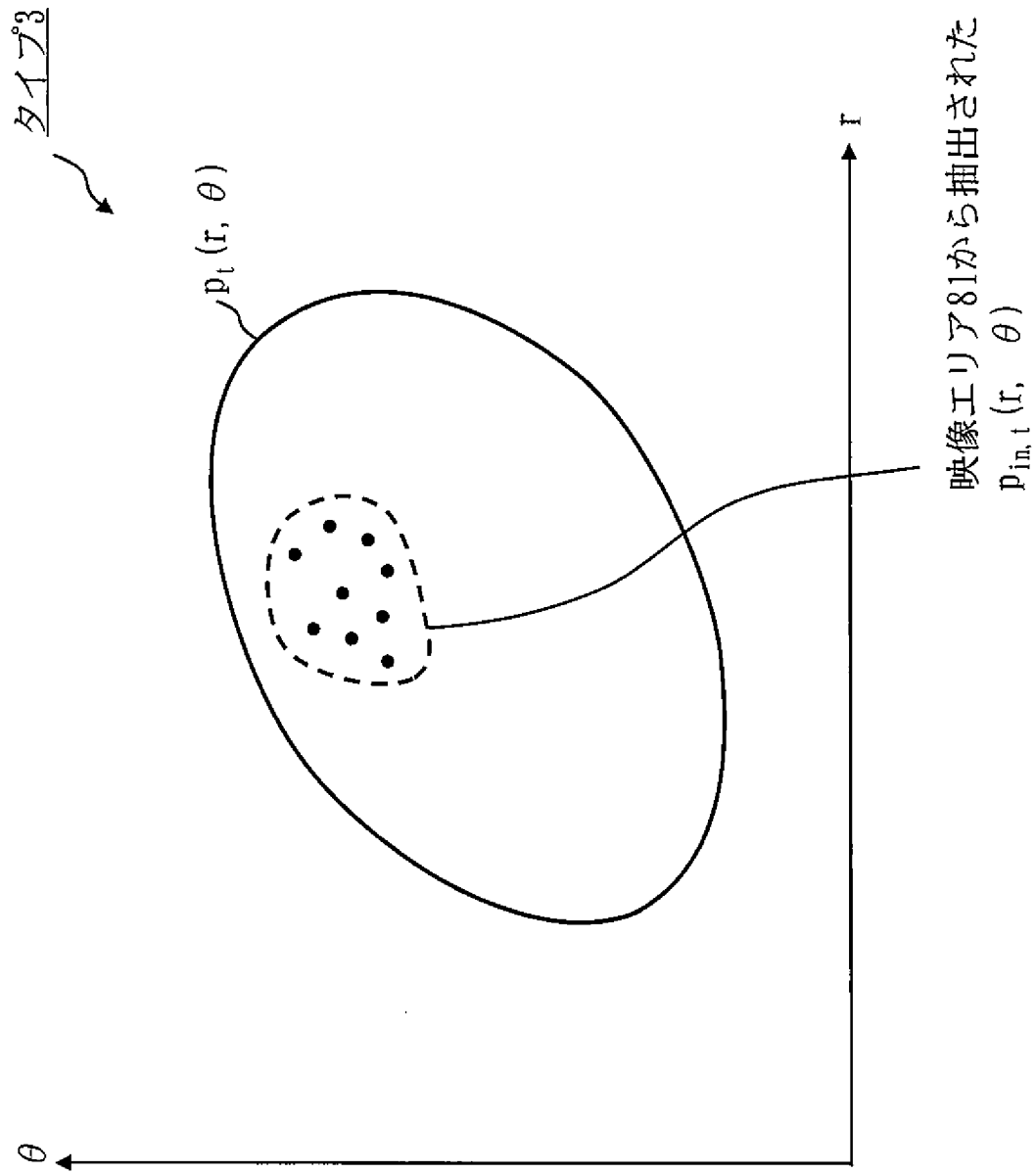
[図12]



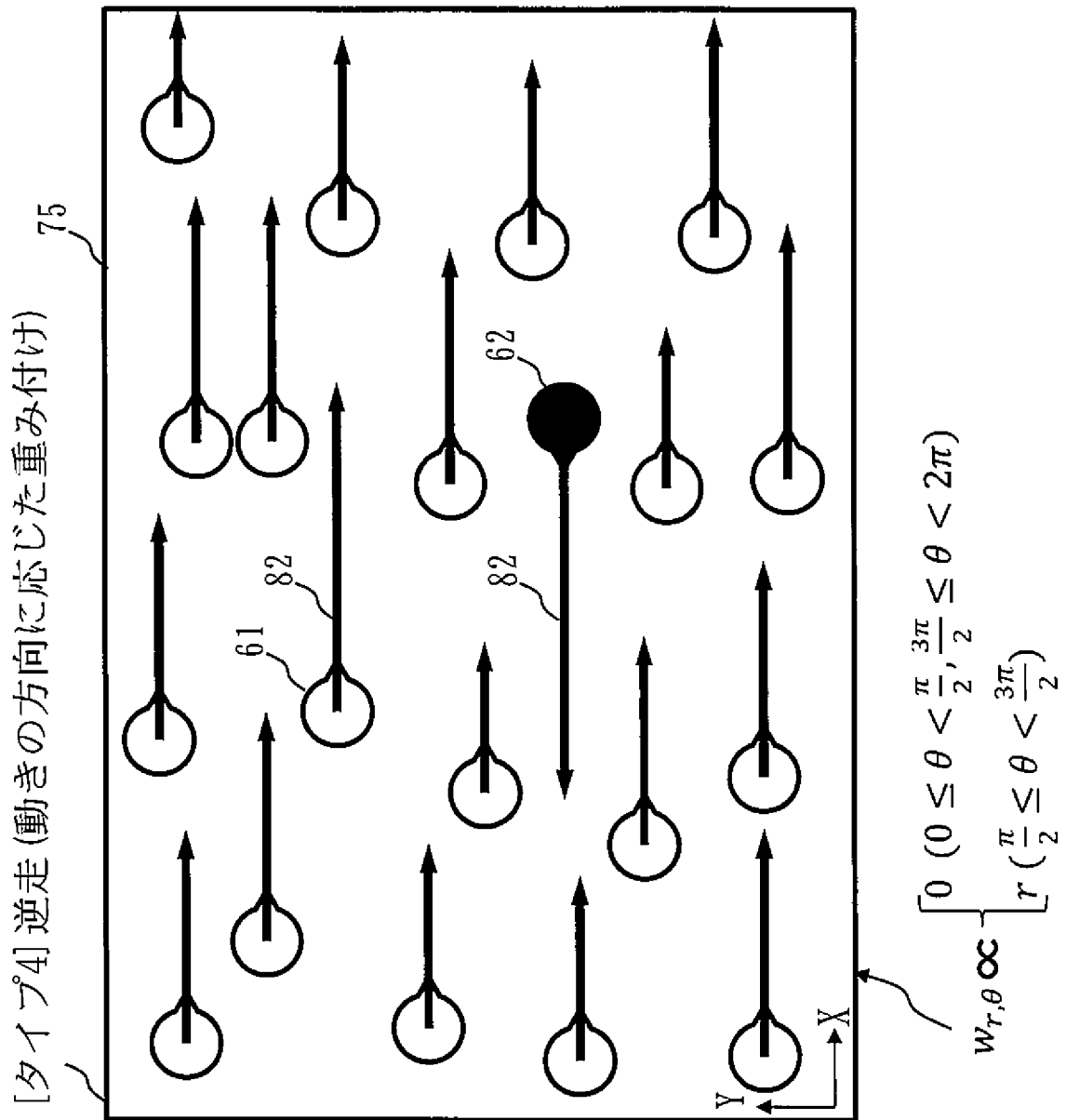
[図13]



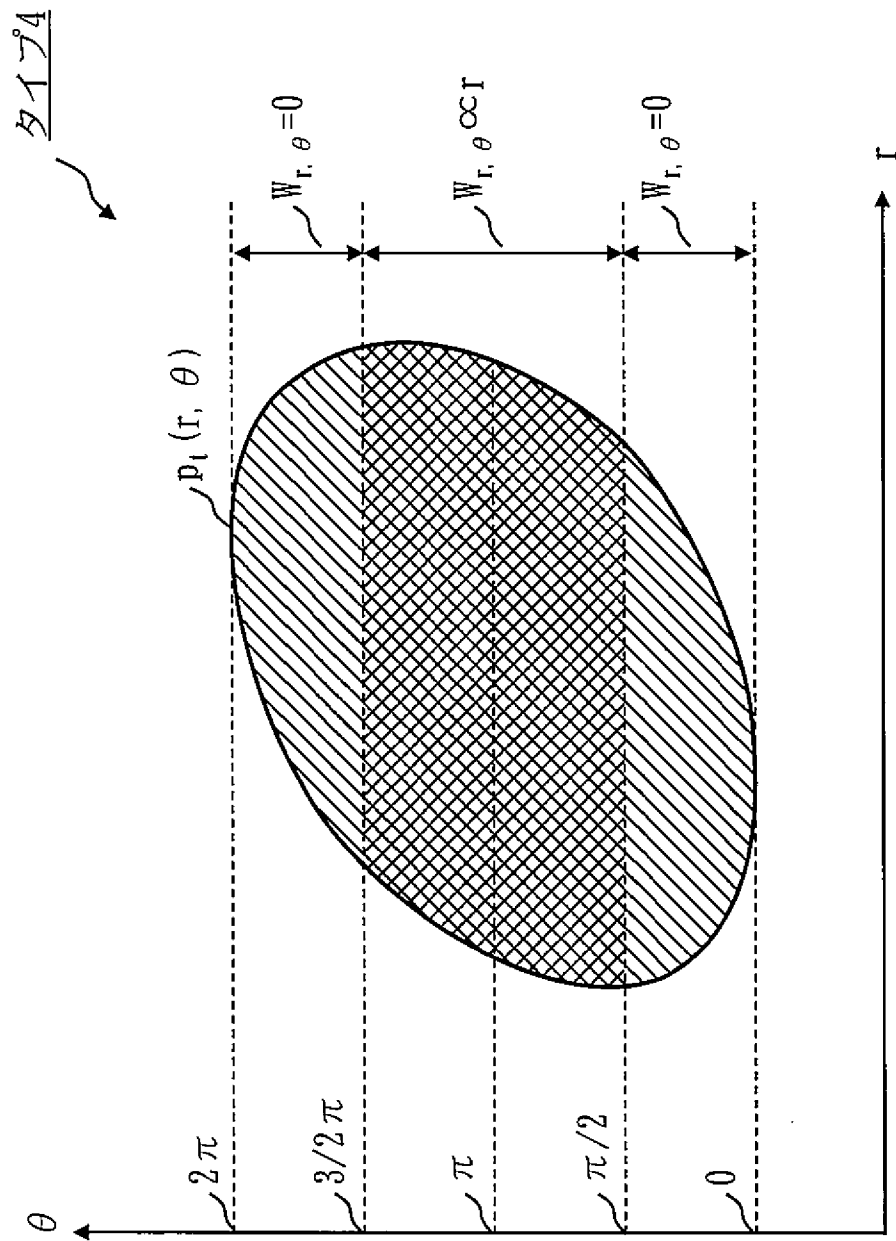
[図14]



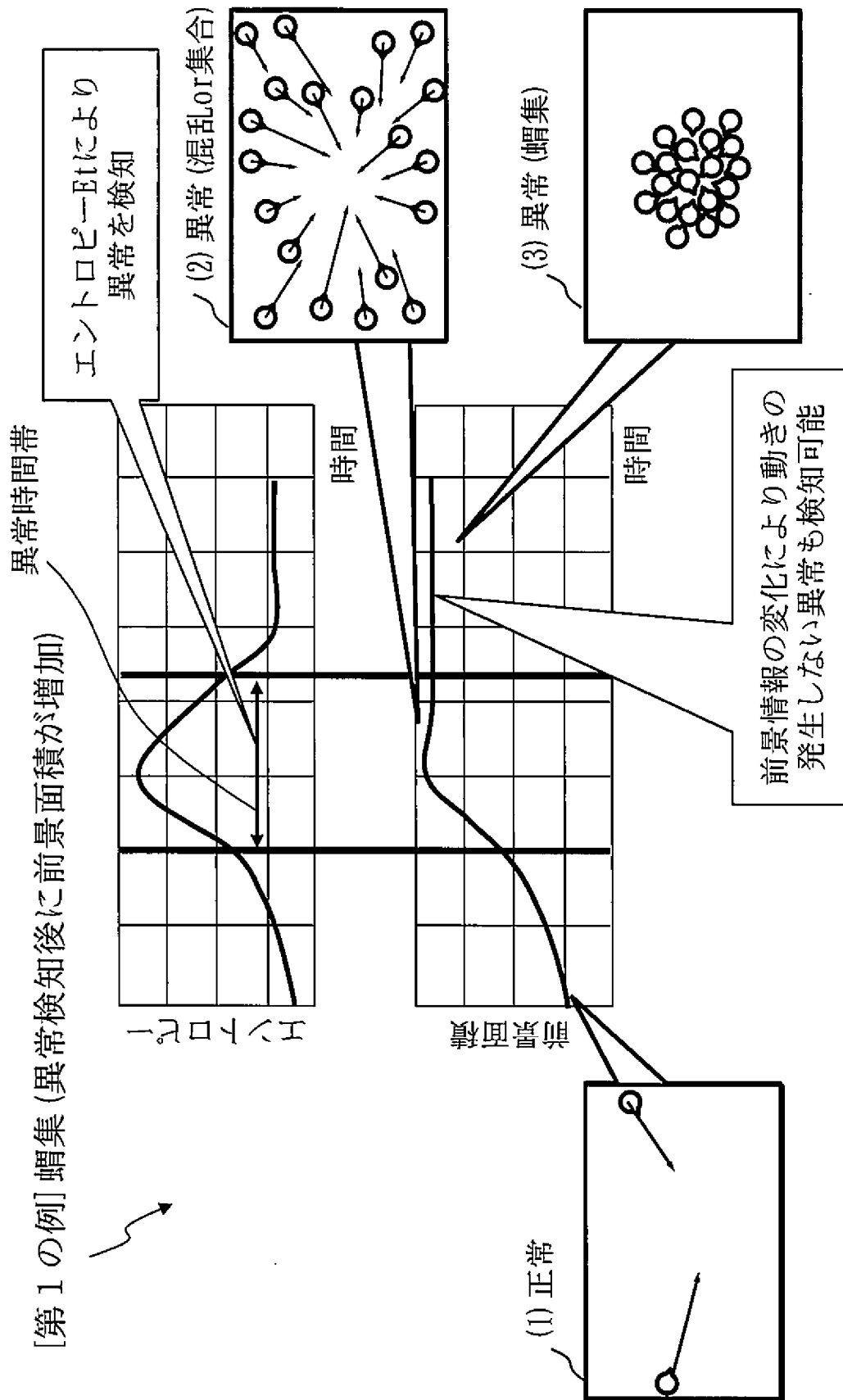
[図15]



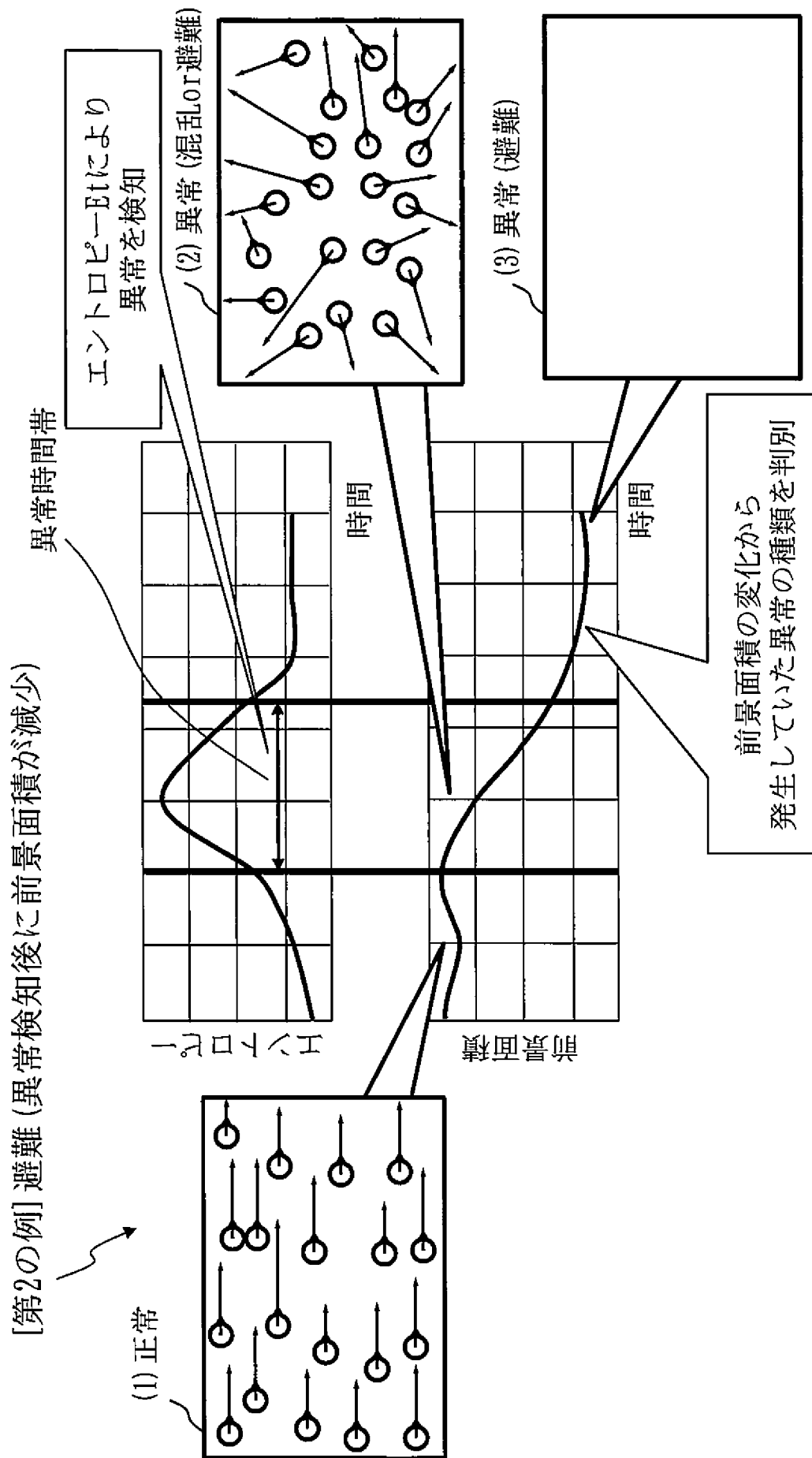
[図16]



[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. G06T7/20 (2017.01) 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. G06T7/20, G08B25/00, H04N7/18										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Published examined utility model applications of Japan</td> <td>1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td>1971-2019</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td>1996-2019</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td>1994-2019</td> </tr> </table>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019	Registered utility model specifications of Japan	1996-2019	Published registered utility model applications of Japan	1994-2019
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996									
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019									
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019									
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019									
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.								
A	JP 2012-022370 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 02 February 2012, paragraphs [0013]-[0063] & US 2013/0113934 A1, paragraphs [0033]-[0120] & CN 103003844 A	1-7								
A	JP 2013-127716 A (NIPPON SIGNAL CO., LTD.) 27 June 2013, paragraphs [0015]-[0035] (Family: none)	1-7								
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 24.01.2019		Date of mailing of the international search report 05.02.2019								
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.								

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040347

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-117331 A (IDEAQUEST INC.) 26 July 2018, paragraphs [0098]-[0100] (Family: none)	1-7
A	JP 2017-151875 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 31 August 2017, paragraphs [0019]-[0032] (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T7/20(2017.01)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（I P C））

Int.Cl. G06T7/20, G08B25/00, 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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で利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
A	JP 2012-022370 A（株式会社日立国際電気）2012.02.02, 段落 [0013] - [0063] & US 2013/0113934 A1, 段落 [0033] - [0120] & CN 103003844 A	1-7
A	JP 2013-127716 A（日本信号株式会社）2013.06.27, 段落 [0015] - [0035]（ファミリーなし）	1-7

☒ 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

24.01.2019

国際調査報告の発送日

05.02.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

板垣 有紀

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

5C

4452

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2018-117331 A (株式会社イデアクエスト) 2018.07.26, 段落 [0098] - [0100] (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2017-151875 A (三菱電機株式会社) 2017.08.31, 段落 [0019] - [0032] (ファミリーなし)	1-7