

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 8 月 15 日 (15.08.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/063561 A1

- (51) 国際特許分類: G06T 1/00, 3/00, 7/20, H04N 5/262
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/00919
- (22) 国際出願日: 2002 年 2 月 5 日 (05.02.2002)
- (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2001-28223 2001 年 2 月 5 日 (05.02.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 近藤 哲二郎 (KONDO, Tetsujiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区

北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 藤原 直樹 (FUJIWARA, Naoki) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 石橋 淳一 (ISHIBASHI, Junichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 沢尾 貴志 (SAWAO, Takashi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 永野 隆浩 (NAGANO, Takahiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 三宅 徹 (MIYAKE, Toru) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 和田 成司 (WADA, Seiji) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

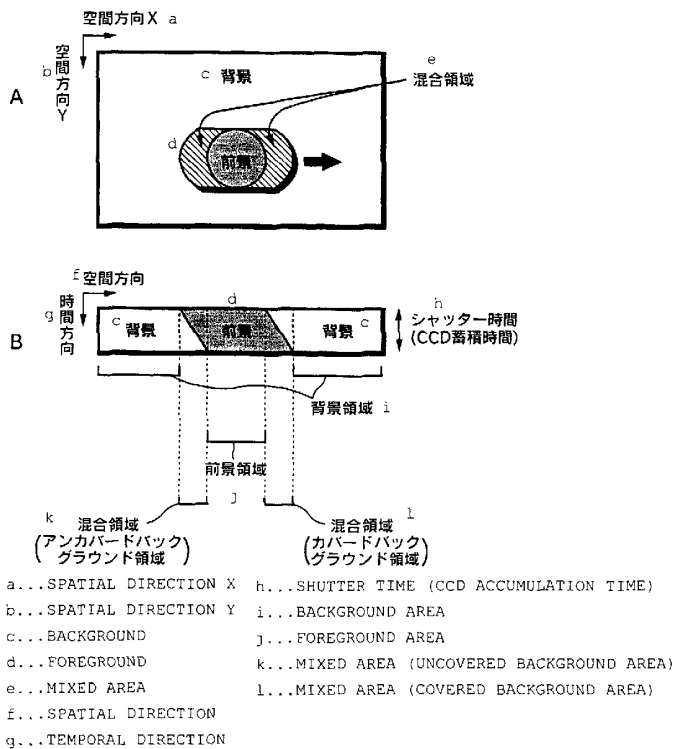
(74) 代理人: 稲本 義雄 (INAMOTO, Yoshio); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 11 番 18 号 711ビルディング 4 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称: 画像処理装置



(57) Abstract: The amount of movement blur included in a blurred image can be adjusted. A processing unit determining section (901) determines a processing unit composed of pixel data on pixels on a straight line. An equation defining section (903) defines simultaneous equations from relations according to the processing unit. An arithmetic section (904) solves the simultaneous equations to create a foreground object component for which the amount of movement blur is adjusted. The invention can be applied to an image processing apparatus where the difference between the signal produced by a sensor and the real world is taken into consideration.

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

本発明は、ボケた画像などに含まれる動きボケの量を調整することができるようにする。処理単位決定部901は、1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する。方程式生成部903は、処理単位に基づいて、複数の関係式からなる連立方程式を生成する。演算部904は、連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を生成する。本発明は、センサにより検出した信号と現実世界との違いを考慮した画像処理装置に適用できる。

明細書

画像処理装置

技術分野

- 5 本発明は、画像処理装置に関し、特に、センサにより検出した信号と現実世界との違いを考慮した画像処理装置に関する。

背景技術

- 10 現実世界における事象をセンサで検出し、センサが出力するサンプリングデータを処理する技術が広く利用されている。

例えば、静止している所定の背景の前で移動する物体をビデオカメラで撮像して得られる画像には、物体の移動速度が比較的速い場合、動きボケが生じることになる。

- 15 従来、このような動きボケを抑制するのに、例えば、電子シャッタの速度を速め、露光時間を短くするようにしている。

しかしながら、このようにシャッタ速度を速める方法は、撮像を行う前にビデオカメラのシャッタ速度を調整する必要がある。従って、既に得られたボケた画像を補正して、鮮明な画像を得ることはできない課題があった。

20 発明の開示

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、ボケた画像などの検出信号に含まれる動きボケの量を調整することができるようにすることを目的とする。

- 25 本発明の画像処理装置は、画像データにおいて前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、画像データにおいて背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、および画像データにおいて前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分とが混合された領域であって、前景

- オブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域および前景オブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域とを含む混合領域とを示す領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域を中心とするカバードバックグラウンド領域の外側端部からアンカバードバックグラウンド領域の外側端部までの、前景オブジェクトの動き方向と一致する少なくとも1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する処理単位決定手段と、処理単位に基づいて決定される処理単位内の画素の画素値と、混合領域における前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してなる未知数である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する連立方程式生成手段と、連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算手段とを含むことを特徴とする。

- 演算手段は、混合領域の端部から1番目の画素に含まれる前景オブジェクト成分を、隣の画素であって、直線上の混合領域の端部から2番目の画素に含まれる前景オブジェクト成分から減算すれば、2番目の画素に対応する1つの前景オブジェクト成分が算出される性質を利用して、連立方程式を端部の画素に対応する関係式から順次解くことにより、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算するようにすることができる。

連立方程式生成手段は、前景オブジェクトの動き量に応じた分割数を基に、連立方程式を生成するようにすることができる。

- 本発明の画像処理方法は、画像データにおいて前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、画像データにおいて背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、および画像データにおいて前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分とが混合された領域であって、前景オブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域および前景オブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域とを含む混合領域とを示す領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域を中心とするカバードバックグラウンド領域の外側端部からアンカバードバックグラウンド領域の外側端部までの、前景オブジェクトの動き方向と一致する少なくとも1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する処理単位決定手段と、処理単位に基づいて決定される処理単位内の画素の画素値と、混合領域における前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してなる未知数である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する連立方程式生成手段と、連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算手段とを含むことを特徴とする。

- ドバックグラウンド領域の外側端部までの、前景オブジェクトの動き方向と一致する少なくとも1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する処理単位決定ステップと、処理単位に基づいて決定される処理単位内の画素の画素値と、混合領域における前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してなる未知数
- 5 である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する連立方程式生成ステップと、連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする。

- 演算ステップは、混合領域の端部から1番目の画素に含まれる前景オブジェクト成分を、隣の画素であって、直線上の混合領域の端部から2番目の画素に含ま
- 10 れる前景オブジェクト成分から減算すれば、2番目の画素に対応する1つの前景オブジェクト成分が算出される性質を利用して、連立方程式を端部の画素に対応する関係式から順次解くことにより、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算するようにすることができる。

- 連立方程式生成ステップは、前景オブジェクトの動き量に応じた分割数を基に、
- 15 連立方程式を生成するようにすることができる。

- 本発明の記録媒体のプログラムは、画像データにおいて前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、画像データにおいて背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、および画像データにおいて前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分とが混合された領域であ
- 20 て、前景オブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域および前景オブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域とを含む混合領域とを示す領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域を中心とするカバードバックグラウンド領域の外側端部からアンカバードバックグラウンド領域の外側端部までの、前景オブジェクトの動き方
- 25 向と一致する少なくとも1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する処理単位決定ステップと、処理単位に基づいて決定される処理単位内の画素の画素値と、混合領域における前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してな

る未知数である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する連立方程式生成ステップと、連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする。

- 5 演算ステップは、混合領域の端部から1番目の画素に含まれる前景オブジェクト成分を、隣の画素であって、直線上の混合領域の端部から2番目の画素に含まれる前景オブジェクト成分から減算すれば、2番目の画素に対応する1つの前景オブジェクト成分が算出される性質を利用して、連立方程式を端部の画素に対応する関係式から順次解くことにより、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算するようにすることができる。

連立方程式生成ステップは、前景オブジェクトの動き量に応じた分割数を基に、連立方程式を生成するようにすることができる。

- 本発明の撮像装置は、それぞれ時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって撮像された被写体画像を、所定数の画素データからなる画像データとして出力する撮像手段と、画像データにおいて前景オブジェクトを構成する
- 15 前景オブジェクト成分からなる前景領域、画像データにおいて背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、および画像データにおいて前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分とが混合された領域であって、前景オブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域
- 20 および前景オブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域とを含む混合領域とを示す領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域を中心とするカバードバックグラウンド領域の外側端部からアンカバードバックグラウンド領域の外側端部までの、前景オブジェクトの動き方向と一致する少なくとも1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する処理単位
- 25 決定手段と、処理単位に基づいて決定される処理単位内の画素の画素値と、混合領域における前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してなる未知数である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する連立

方程式生成手段と、連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算手段とを含むことを特徴とする。

演算手段は、混合領域の端部から1番目の画素に含まれる前景オブジェクト成分を、隣の画素であって、直線上の混合領域の端部から2番目の画素に含まれる
5 前景オブジェクト成分から減算すれば、2番目の画素に対応する1つの前景オブジェクト成分が算出される性質を利用して、連立方程式を端部の画素に対応する関係式から順次解くことにより、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算するようにすることができる。

連立方程式生成手段は、前景オブジェクトの動き量に応じた分割数を基に、連
10 立方程式を生成するようにすることができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の原理を説明する図である。

図2は、本発明を適用するシステムの構成例を示すブロック図である。

15 図3は、図2の信号処理部の構成例を示すブロック図である。

図4は、信号処理部12を示すブロック図である。

図5は、センサによる撮像を説明する図である。

図6は、画素の配置を説明する図である。

図7は、検出素子の動作を説明する図である。

20 図8Aは、動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。

図8Bは、動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像のモデルを説明する図である。

図9は、背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。
25

図10は、静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して1列に並んでいる画

素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

図 1 1 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

5 図 1 2 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 1 3 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 1 4 は、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す図である。

10 図 1 5 は、画素と画素値を時間方向に展開したモデルとの対応を示す図である。

図 1 6 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 1 7 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

15 図 1 8 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 1 9 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

20 図 2 0 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 2 1 は、動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

図 2 2 は、領域特定部 1 0 3 の構成の一例を示すブロック図である。

図 2 3 は、前景に対応するオブジェクトが移動しているときの画像を説明する図である。

25 図 2 4 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 2 5 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割し

たモデル図である。

図 2 6 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 2 7 は、領域判定の条件を説明する図である。

5 図 2 8 A は、領域特定部 1 0 3 の領域の特定の結果の例を示す図である。

図 2 8 B は、領域特定部 1 0 3 の領域の特定の結果の例を示す図である。

図 2 8 C は、領域特定部 1 0 3 の領域の特定の結果の例を示す図である。

図 2 8 D は、領域特定部 1 0 3 の領域の特定の結果の例を示す図である。

図 2 9 は、領域特定部 1 0 3 の領域の特定の結果の例を示す図である。

10 図 3 0 は、領域特定の処理を説明するフローチャートである。

図 3 1 は、領域特定部 1 0 3 の構成の他の一例を示すブロック図である。

図 3 2 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 3 3 は、背景画像の例を示す図である。

15 図 3 4 は、2 値オブジェクト画像抽出部 3 0 2 の構成を示すブロック図である。

図 3 5 A は、相関値の算出を説明する図である。

図 3 5 B は、相関値の算出を説明する図である。

図 3 6 A は、相関値の算出を説明する図である。

図 3 6 B は、相関値の算出を説明する図である。

20 図 3 7 は、2 値オブジェクト画像の例を示す図である。

図 3 8 は、時間変化検出部 3 0 3 の構成を示すブロック図である。

図 3 9 は、領域判定部 3 4 2 の判定を説明する図である。

図 4 0 は、時間変化検出部 3 0 3 の判定の例を示す図である。

25 図 4 1 は、領域判定部 1 0 3 の領域特定の処理を説明するフローチャートである。

図 4 2 は、領域判定の処理の詳細を説明するフローチャートである。

図 4 3 は、領域特定部 1 0 3 のさらに他の構成を示すブロック図である。

図 4 4 は、ロバスト化部 3 6 1 の構成を説明するブロック図である。

図 4 5 は、動き補償部 3 8 1 の動き補償を説明する図である。

図 4 6 は、動き補償部 3 8 1 の動き補償を説明する図である。

図 4 7 は、領域特定の処理を説明するフローチャートである。

5 図 4 8 は、ロバスト化の処理の詳細を説明するフローチャートである。

図 4 9 は、混合比算出部 1 0 4 の構成の一例を示すブロック図である。

図 5 0 は、理想的な混合比 α の例を示す図である。

図 5 1 は、画素値を時間方向に展開し、シャッター時間に対応する期間を分割したモデル図である。

10 図 5 2 は、画素値を時間方向に展開し、シャッター時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 5 3 は、前景の成分の相関を利用した近似を説明する図である。

図 5 4 は、C、N、および P の関係を説明する図である。

図 5 5 は、推定混合比処理部 4 0 1 の構成を示すブロック図である。

15 図 5 6 は、推定混合比の例を示す図である。

図 5 7 は、混合比算出部 1 0 4 の他の構成を示すブロック図である。

図 5 8 は、混合比の算出の処理を説明するフローチャートである。

図 5 9 は、推定混合比の演算の処理を説明するフローチャートである。

図 6 0 は、混合比 α を近似する直線を説明する図である。

20 図 6 1 は、混合比 α を近似する平面を説明する図である。

図 6 2 は、混合比 α を算出するときの複数のフレームの画素の対応を説明する図である。

図 6 3 は、混合比推定処理部 4 0 1 の他の構成を示すブロック図である。

図 6 4 は、推定混合比の例を示す図である。

25 図 6 5 は、混合比の算出の処理を説明するフローチャートである。

図 6 6 は、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を説明するフローチャートである。

図 6 7 は、前景背景分離部 1 0 5 の構成の一例を示すブロック図である。

図 6 8 A は、入力画像、前景成分画像、および背景成分画像を示す図である。

図 6 8 B は、入力画像、前景成分画像、および背景成分画像のモデルを示す図である。

- 5 図 6 9 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 7 0 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

- 10 図 7 1 は、画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 7 2 は、分離部 6 0 1 の構成の一例を示すブロック図である。

図 7 3 A は、分離された前景成分画像の例を示す図である。

図 7 3 B は、分離された背景成分画像の例を示す図である。

図 7 4 は、前景と背景との分離の処理を説明するフローチャートである。

- 15 図 7 5 は、動きボケ調整部 1 0 6 の構成を示すブロック図である。

図 7 6 は、処理単位を説明する図である。

図 7 7 は、画素値と前景の成分のとの対応を指定するモデルの例を示す図である。

図 7 8 は、前景の成分の算出を説明する図である。

- 20 図 7 9 は、前景の成分の算出を説明する図である。

図 8 0 は、前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

図 8 1 は、前景の動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

図 8 2 は、信号処理部 1 2 の機能の他の構成を示すブロック図である。

- 25 図 8 3 は、合成部 1 0 0 1 の構成を示す図である。

図 8 4 は、信号処理部 1 2 の機能のさらに他の構成を示すブロック図である。

図 8 5 は、混合比算出部 1 1 0 1 の構成を示すブロック図である。

図 8 6 は、前景背景分離部 1 1 0 2 の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

図 1 は、本発明の原理を表している。同図に示すように、空間と時間軸を有する現実社会 1 の情報である第 1 の信号がセンサ 2 により取得され、データ化される。センサ 2 が取得したデータ 3 である検出信号は、現実社会 1 の情報を、現実社会より低い次元の時空間に射影して得られた情報である。従って、射影して得られた情報は、射影により発生する歪みを有している。換言すれば、センサ 2 が出力するデータ 3 は、現実社会 1 の情報に対して歪みを有している。また、データ 3 は、射影による歪みを有しているが、これを補正するための有意情報を含んでいる。

そこで、本発明においては、センサ 2 が出力したデータを信号処理部 4 において信号処理することで、その歪みが除去されるか、低減されるか、または調整される。または、本発明においては、センサ 2 が出力したデータを信号処理部 4 において信号処理することで、有意情報が抽出される。

図 2 は、本発明が適用される信号処理装置の構成例を表している。センサ 1 1 は、例えば、ビデオカメラで構成され、現実社会の画像を撮像し、得られた画像データを信号処理部 1 2 に出力する。信号処理部 1 2 は、例えば、パーソナルコンピュータなどで構成され、センサ 1 1 より入力されたデータを処理し、射影により発生する歪みの量を調整したり、射影により埋もれた有意情報の含まれる領域を特定したり、更に特定した領域から有意情報を抽出したり、抽出した有意情報に基づいて、入力されたデータを処理したりする。

ここで言う有意情報は、例えば、後述する混合比である。

なお、射影により埋もれた有意情報の含まれる領域を示す情報も有意情報と考えることができる。ここでは、後述する領域情報が有意情報に相当する。

ここで言う有意情報の含まれる領域は、例えば、後述する混合領域である。

信号処理部 1 2 は、例えば、図 3 に示すように構成される。CPU (Central

Processing Unit) 21は、ROM (Read Only Memory) 22、または記憶部 28
に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM (Random
Access Memory) 23には、CPU 21が実行するプログラムやデータなどが適宜
記憶される。これらの CPU 21、ROM 22、および RAM 23は、バス 24により
5 相互に接続されている。

CPU 21にはまた、バス 24を介して入出力インタフェース 25が接続されて
いる。入出力インタフェース 25には、キーボード、マウス、マイクロホンなど
よりなる入力部 26、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部 27が接続さ
れている。CPU 21は、入力部 26から入力される指令に対応して各種の処理を
10 実行する。そして、CPU 21は、処理の結果得られた画像や音声等を出力部 27
に出力する。

入出力インタフェース 25に接続されている記憶部 28は、例えばハードディ
スクなどで構成され、CPU 21が実行するプログラムや各種のデータを記憶する。
通信部 29は、インターネット、その他のネットワークを介して外部の装置と通
15 信する。この例の場合、通信部 29はセンサ 11の出力を取り込む取得部として
働く。

また、通信部 29を介してプログラムを取得し、記憶部 28に記憶してもよい。

入出力インタフェース 25に接続されているドライブ 30は、磁気ディスク 5
1、光ディスク 52、光磁気ディスク 53、或いは半導体メモリ 54などが装着
20 されたとき、それらを駆動し、そこに記録されているプログラムやデータなどを
取得する。取得されたプログラムやデータは、必要に応じて記憶部 28に転送さ
れ、記憶される。

次に、センサにより取得されたデータから、有意情報が埋もれている領域を特
定したり、埋もれた有意情報を抽出する処理を行う信号処理装置についてより具
25 体的な例を挙げて説明する。以下の例において、CCD ラインセンサまたは CCD エ
リアセンサがセンサに対応し、領域情報や混合比が有意情報に対応し、混合領域
において、前景と背景が混合していることや動きボケが歪みに対応する。

図 4 は、信号処理部 1 2 を示すブロック図である。

なお、信号処理部 1 2 の各機能をハードウェアで実現するか、ソフトウェアで実現するかは問わない。つまり、本明細書の各ブロック図は、ハードウェアのブロック図とを考えても、ソフトウェアによる機能ブロック図とを考えても良い。

- 5 ここで、動きボケとは、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトの動きと、センサ 1 1 の撮像の特性とにより生じる、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれている歪みをいう。

この明細書では、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトに対応する画像を、画像オブジェクトと称する。

- 10 信号処理部 1 2 に供給された入力画像は、オブジェクト抽出部 1 0 1、領域特定部 1 0 3、混合比算出部 1 0 4、および前景背景分離部 1 0 5 に供給される。

オブジェクト抽出部 1 0 1 は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部 1 0 2 に供給する。オブジェクト抽出部 1 0 1 は、例えば、入力画像に含まれる
15 前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの輪郭を検出することで、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出する。

- オブジェクト抽出部 1 0 1 は、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部 1 0 2 に供給する。オブジェクト抽出部 1 0 1 は、例えば、入力画像と、抽出さ
20 れた前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトとの差から、背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出する。

- また、例えば、オブジェクト抽出部 1 0 1 は、内部に設けられている背景メモリに記憶されている背景の画像と、入力画像との差から、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクト、および背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出するようにしてもよい。
25

動き検出部 1 0 2 は、例えば、ブロックマッチング法、勾配法、位相相関法、およびペルリカーシブ法などの手法により、粗く抽出された前景のオブジェクト

に対応する画像オブジェクトの動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルおよび動きベクトルの位置情報（動きベクトルに対応する画素の位置を特定する情報）を領域特定部 103 および動きボケ抽出部 106 に供給する。

動き検出部 102 が出力する動きベクトルには、動き量 v に対応する情報が
5 含まれるている。

また、例えば、動き検出部 102 は、画像オブジェクトに画素を特定する画素位置情報と共に、画像オブジェクト毎の動きベクトルを動きボケ調整部 106 に出力するようにしてもよい。

動き量 v は、動いているオブジェクトに対応する画像の位置の変化を画素間
10 隔を単位として表す値である。例えば、前景に対応するオブジェクトの画像が、あるフレームを基準として次のフレームにおいて 4 画素分離れた位置に表示されるように移動しているとき、前景に対応するオブジェクトの画像の動き量 v は、4 とされる。

なお、オブジェクト抽出部 101 および動き検出部 102 は、動いているオブ
15 ジェクトに対応した動きボケ量の調整を行う場合に必要となる。

領域特定部 103 は、入力された画像の画素のそれぞれを、前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに特定し、画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに属するかを示す情報（以下、領域情報と称する）を混合比
算出部 104、前景背景分離部 105、および動きボケ調整部 106 に供給する。

20 混合比算出部 104 は、入力画像、および領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、混合領域 63 に含まれる画素に対応する混合比（以下、混合比 α と称する）を算出して、算出した混合比を前景背景分離部 105 に供給する。

混合比 α は、後述する式（3）に示されるように、画素値における、背景のオブジェクトに対応する画像の成分（以下、背景の成分とも称する）の割合を示
25 す値である。

前景背景分離部 105 は、領域特定部 103 から供給された領域情報、および混合比算出部 104 から供給された混合比 α を基に、前景のオブジェクトに対

- 応する画像の成分（以下、前景の成分とも称する）のみから成る前景成分画像と、背景の成分のみから成る背景成分画像とに入力画像を分離して、前景成分画像を動きボケ調整部 106 および選択部 107 に供給する。なお、分離された前景成分画像を最終的な出力とすることも考えられる。従来の混合領域を考慮しないで
- 5 前景と背景だけを特定し、分離していた方式に比べ正確な前景と背景を得ることが出来る。

動きボケ調整部 106 は、動きベクトルからわかる動き量 v および領域情報を基に、前景成分画像に含まれる 1 以上の画素を示す処理単位を決定する。処理単位は、動きボケの量の調整の処理の対象となる 1 群の画素を指定するデータで

10 ある。

動きボケ調整部 106 は、信号処理部 12 に入力された動きボケ調整量、前景背景分離部 105 から供給された前景成分画像、動き検出部 102 から供給された動きベクトルおよびその位置情報、並びに処理単位を基に、前景成分画像に含まれる動きボケを除去する、動きボケの量を減少させる、または動きボケの量を

15 増加させるなど前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部 107 に出力する。動きベクトルとその位置情報は使わないこともある。

選択部 107 は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部 105 から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部 106 から供給

20 された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

次に、図 5 乃至図 20 を参照して、信号処理部 12 に供給される入力画像について説明する。

図 5 は、センサによる撮像を説明する図である。センサ 11 は、例えば、固体

25 撮像素子である CCD (Charge-Coupled Device) エリアセンサを備えた CCD ビデオカメラなどで構成される。現実世界における、前景に対応するオブジェクト 111 は、現実世界における、背景に対応するオブジェクト 112 と、センサ 11

との間を、例えば、図中の左側から右側に水平に移動する。

センサ 1 1 は、前景に対応するオブジェクト 1 1 1 を、背景に対応するオブジェクト 1 1 2 と共に撮像する。センサ 1 1 は、撮像した画像を 1 フレーム単位で出力する。例えば、センサ 1 1 は、1 秒間に 30 フレームから成る画像を出力する。センサ 1 1 の露光時間は、 $1/30$ 秒とすることができる。露光時間は、センサ 1 1 が入力された光の電荷への変換を開始してから、入力された光の電荷への変換を終了するまでの期間である。以下、露光時間をシャッタ時間とも称する。

図 6 は、画素の配置を説明する図である。図 6 中において、A 乃至 I は、個々の画素を示す。画素は、画像に対応する平面上に配置されている。1 つの画素に対応する 1 つの検出素子は、センサ 1 1 上に配置されている。センサ 1 1 が画像を撮像するとき、1 つの検出素子は、画像を構成する 1 つの画素に対応する画素値を出力する。例えば、検出素子の X 方向の位置は、画像上の横方向の位置に対応し、検出素子の Y 方向の位置は、画像上の縦方向の位置に対応する。

図 7 に示すように、例えば、CCD である検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力された光を電荷に変換して、変換された電荷を蓄積する。電荷の量は、入力された光の強さと、光が入力されている時間にほぼ比例する。検出素子は、シャッタ時間に対応する期間において、入力された光から変換された電荷を、既に蓄積されている電荷に加えていく。すなわち、検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力される光を積分して、積分された光に対応する量の電荷を蓄積する。検出素子は、時間に対して、積分効果があるとも言える。

検出素子に蓄積された電荷は、図示せぬ回路により、電圧値に変換され、電圧値は更にデジタルデータなどの画素値に変換されて出力される。従って、センサ 1 1 から出力される個々の画素値は、前景または背景に対応するオブジェクトの空間的に広がりを持つある部分を、シャッタ時間について積分した結果である、1 次元の空間に射影された値を有する。

信号処理部 1 2 は、このようなセンサ 1 1 の蓄積の動作により、出力信号に埋もれてしまった有意な情報、例えば、混合比 α を抽出する。信号処理部 1 2 は、

前景の画像オブジェクト自身が混ざり合うことによる生ずる歪みの量、例えば、動きボケの量などを調整する。また、信号処理部 1 2 は、前景の画像オブジェクトと背景の画像オブジェクトとが混ざり合うことにより生ずる歪みの量を調整する。

- 5 図 8 A は、動きを伴う前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を示している。図 8 A に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に左から右に動いている。

- 図 8 B は、図 8 A に示す画像の 1 つのラインに対応する画素値を時間方向に展開したモデル図である。図 8 B の横方向は、図 8 A の空間方向 X に対応している。

背景領域の画素は、背景の成分、すなわち、背景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。前景領域の画素は、前景の成分、すなわち、前景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。

- 15 混合領域の画素は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されている。混合領域は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されているので、歪み領域ともいえる。混合領域は、更に、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域に分類される。

- カバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の前端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が前景に覆い隠される領域をいう。

これに対して、アンカバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の後端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が現れる領域をいう。

- 25 このように、前景領域、背景領域、またはカバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域を含む画像が、領域特定部 1 0 3、混合比算出部 1 0 4、および前景背景分離部 1 0 5 に入力画像として入力される。

図 9 は、以上のような、背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。図 8 B に示す画像に対応する場合、背景領域は、静止部分であり、前景領域は、動き部分であり、混合領域のカバードバックグラウンド領域は、背景から前景に変化する部分であり、混合領域のアンカバードバックグラウンド領域は、前景から背景に変化する部分である。

図 10 は、静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して 1 列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。例えば、隣接して 1 列に並んでいる画素として、画面の 1 つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

図 10 に示す F01 乃至 F04 の画素値は、静止している前景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。図 10 に示す B01 乃至 B04 の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。

図 10 における縦方向は、図中の上から下に向かって時間が経過する。図 10 中の矩形の上辺の位置は、センサ 11 が入力された光の電荷への変換を開始する時刻に対応し、図 10 中の矩形の下辺の位置は、センサ 11 が入力された光の電荷への変換を終了する時刻に対応する。すなわち、図 10 中の矩形の上辺から下辺までの距離は、シャッタ時間に対応する。

以下において、シャッタ時間とフレーム間隔とが同一である場合を例に説明する。

図 10 における横方向は、図 8 A で説明した空間方向 X に対応する。より具体的には、図 10 に示す例において、図 10 中の "F01" と記載された矩形の左辺から "B04" と記載された矩形の右辺までの距離は、画素のピッチの 8 倍、すなわち、連続している 8 つの画素の間隔に対応する。

前景のオブジェクトおよび背景のオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサ 11 に入力される光は変化しない。

ここで、シャッタ時間に対応する期間を2つ以上の同じ長さの期間に分割する。例えば、仮想分割数を4とすると、図10に示すモデル図は、図11に示すモデルとして表すことができる。仮想分割数は、前景に対応するオブジェクトのシャッタ時間内の動き量 v などに対応して設定される。例えば、4である動き量 v に対応して、仮想分割数は、4とされ、シャッタ時間に対応する期間は4つに分割される。

図中の最も上の行は、シャッタが開いて最初の、分割された期間に対応する。図中の上から2番目の行は、シャッタが開いて2番目の、分割された期間に対応する。図中の上から3番目の行は、シャッタが開いて3番目の、分割された期間に対応する。図中の上から4番目の行は、シャッタが開いて4番目の、分割された期間に対応する。

以下、動き量 v に対応して分割されたシャッタ時間をシャッタ時間/ v とも称する。

前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサ11に入力される光は変化しないので、前景の成分 $F01/v$ は、画素値 $F01$ を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、前景の成分 $F02/v$ は、画素値 $F02$ を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分 $F03/v$ は、画素値 $F03$ を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分 $F04/v$ は、画素値 $F04$ を仮想分割数で除した値に等しい。

背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサ11に入力される光は変化しないので、背景の成分 $B01/v$ は、画素値 $B01$ を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、背景の成分 $B02/v$ は、画素値 $B02$ を仮想分割数で除した値に等しく、 $B03/v$ は、画素値 $B03$ を仮想分割数で除した値に等しく、 $B04/v$ は、画素値 $B04$ を仮想分割数で除した値に等しい。

すなわち、前景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサ11に入力される前景のオブジェクトに対応する

- 光が変化しないので、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッタが開いて2番目の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分 $F01/v$ とは、同じ値となる。 $F02/v$ 乃至 $F04/v$ も、 $F01/v$ と同様の関係を有する。

- 背景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサ 1 1 に入力される背景のオブジェクトに対応する光は変化しないので、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて2番目の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分 $B01/v$ とは、同じ値となる。 $B02/v$ 乃至 $B04/v$ も、同様の関係を有する。

- 次に、前景に対応するオブジェクトが移動し、背景に対応するオブジェクトが静止している場合について説明する。

- 図 1 2 は、前景に対応するオブジェクトが図中の右側に向かって移動する場合の、カバードバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図 1 2 において、前景の動き量 v は、4である。1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図 1 2 において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動する。

- 図 1 2 において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、前景領域に属する。図 1 2 において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。図 1 2 において、最も右側の画素は、背景領域に属する。

前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクト

を覆い隠すように移動しているので、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、背景の成分から、前景の成分に替わる。

例えば、図 1 2 中に太線枠を付した画素値 M は、式 (1) で表される。

$$M = B02/v + B02/v + F07/v + F06/v \quad (1)$$

例えば、左から 5 番目の画素は、1 つのシャッタ時間/ v に対応する背景の成分を含み、3 つのシャッタ時間/ v に対応する前景の成分を含むので、左から 5 番目の画素の混合比 α は、 $1/4$ である。左から 6 番目の画素は、2 つのシャッタ時間/ v に対応する背景の成分を含み、2 つのシャッタ時間/ v に対応する前景の成分を含むので、左から 6 番目の画素の混合比 α は、 $1/2$ である。左から 7 番目の画素は、3 つのシャッタ時間/ v に対応する背景の成分を含み、1 つのシャッタ時間/ v に対応する前景の成分を含むので、左から 7 番目の画素の混合比 α は、 $3/4$ である。

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて 4 画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図 1 2 中の左から 4 番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v の前景の成分 $F07/v$ は、図 1 2 中の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F07/v$ は、図 1 2 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分と、図 1 2 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて 4 画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図 1 2 中の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の前景の成分 $F06/v$ は、図 1 2 中の左から 4 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分

F06/v は、図 1 2 中の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/v に対応する前景の成分と、図 1 2 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

- 5 前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて 4 画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図 1 2 中の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/v の前景の成分 F05/v は、図 1 2 中の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/v のに対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分
- 10 F05/v は、図 1 2 中の左から 4 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/v に対応する前景の成分と、図 1 2 中の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

- 前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて 4 画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図 1 2 中の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/v の前景の成分 F04/v は、図 1 2 中の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/v に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 F04/v
- 15 は、図 1 2 中の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/v に対応する前景の成分と、図 1 2 中の左から 4 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

動いているオブジェクトに対応する前景の領域は、このように動きボケを含むので、歪み領域とも言える。

- 図 1 3 は、前景が図中の右側に向かって移動する場合の、アンカバードバック
- 25 グラウンド領域を含む、1 つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図 1 3 において、前景の動き量 v は、4 である。1 フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動してい

ると仮定することができる。図 1 3 において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて 4 画素分右側に移動する。

図 1 3 において、最も左側の画素乃至左から 4 番目の画素は、背景領域に属する。図 1 3 において、左から 5 番目乃至左から 7 番目の画素は、アンカバードバックグラウンドである混合領域に属する。図 1 3 において、最も右側の画素は、前景領域に属する。

背景に対応するオブジェクトを覆っていた前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトの前から取り除かれるように移動しているため、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、前景の成分から、背景の成分に替わる。

例えば、図 1 3 中に太線枠を付した画素値 M' は、式 (2) で表される。

$$M' = F02/v + F01/v + B26/v + B26/v \quad (2)$$

例えば、左から 5 番目の画素は、3 つのシャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分を含み、1 つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から 5 番目の画素の混合比 α は、 $3/4$ である。左から 6 番目の画素は、2 つのシャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分を含み、2 つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から 6 番目の画素の混合比 α は、 $1/2$ である。左から 7 番目の画素は、1 つのシャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分を含み、3 つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から 7 番目の画素の混合比 α は、 $1/4$ である。

式 (1) および式 (2) をより一般化すると、画素値 M は、式 (3) で表される。

$$M = \alpha \cdot B + \sum_i F_i/v \quad (3)$$

ここで、 α は、混合比である。B は、背景の画素値であり、 F_i/v は、前景の成分である。

前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、動き量 v が 4 であるので、例えば、図 1 3 中の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v の前景の成分 $F01/v$ は、図 1 3 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分に等しい。同様に、 $F01/v$ は、図 1 3 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分と、図 1 3 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

10 前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、仮想分割数が 4 であるので、例えば、図 1 3 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v の前景の成分 $F02/v$ は、図 1 3 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F02/v$ は、図 1 3 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分に等しい。

15 前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、動き量 v が 4 であるので、例えば、図 1 3 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v の前景の成分 $F03/v$ は、図 1 3 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v に対応する前景の成分に等しい。

20 図 1 1 乃至図 1 3 の説明において、仮想分割数は、4 であるとして説明したが、仮想分割数は、動き量 v に対応する。動き量 v は、一般に、前景に対応するオブジェクトの移動速度に対応する。例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて 4 画素分右側に表示されるように移動しているとき、動き量 v は、4 とされる。動き量 v に対応し、仮想分割数は、4 とされる。同様に、例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて 6 画素分左側に表示されるように移動しているとき、動き量 v は、6 とされ、仮想分割数は、6 とされる。

図 1 4 および図 1 5 に、以上で説明した、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域と、分割されたシャッタ時間に対応する前景の成分および背景の成分との関係を示す。

- 5 図 1 4 は、静止している背景の前を移動しているオブジェクトに対応する前景を含む画像から、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す。図 1 4 に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に移動している。

- 10 フレーム# $n+1$ は、フレーム# n の次のフレームであり、フレーム# $n+2$ は、フレーム# $n+1$ の次のフレームである。

フレーム# n 乃至フレーム# $n+2$ のいずれかから抽出した、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出して、動き量 v を 4 とし、抽出された画素の画素値を時間方向に展開したモデルを図 1 5 に示す。

- 15 前景領域の画素値は、前景に対応するオブジェクトが移動するので、シャッタ時間/ v の期間に対応する、4 つの異なる前景の成分から構成される。例えば、図 1 5 に示す前景領域の画素のうち最も左側に位置する画素は、 $F01/v$, $F02/v$, $F03/v$, および $F04/v$ から構成される。すなわち、前景領域の画素は、動きボケを含んでいる。

- 20 背景に対応するオブジェクトが静止しているので、シャッタ時間に対応する期間において、センサ 1 1 に入力される背景に対応する光は変化しない。この場合、背景領域の画素値は、動きボケを含まない。

カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域に属する画素の画素値は、前景の成分と、背景の成分とから構成される。

- 25 次に、オブジェクトに対応する画像が動いているとき、複数のフレームにおける、隣接して 1 列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデルについて説明する。例えば、オブジェクトに

対応する画像が画面に対して水平に動いているとき、隣接して1列に並んでいる画素として、画面の1つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

図16は、静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。フレーム# n は、フレーム# $n-1$ の次のフレームであり、フレーム# $n+1$ は、フレーム# n の次のフレームである。他のフレームも同様に称する。

図16に示すB01乃至B12の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム# $n-1$ 乃至フレーム# $n+1$ において、対応する画素の画素値は、変化しない。例えば、フレーム# $n-1$ におけるB05の画素値を有する画素の位置に対応する、フレーム# n における画素、およびフレーム# $n+1$ における画素は、それぞれ、B05の画素値を有する。

図17は、静止している背景に対応するオブジェクトと共に図中の右側に移動する前景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図17に示すモデルは、カバードバックグラウンド領域を含む。

図17において、前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、前景の動き量 v は、4であり、仮想分割数は、4である。

例えば、図17中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F12/v$ となり、図17中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ v の前景の成分も、 $F12/v$ となる。図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ v の前景の成分、および図17中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F12/v$ となる。

図 1 7 中のフレーム#n-1 の最も左側の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F11/v となり、図 1 7 中の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/v の前景の成分も、F11/v となる。図 1 7 中の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F11/v となる。

図 1 7 中のフレーム#n-1 の最も左側の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F10/v となり、図 1 7 中の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v の前景の成分も、F10/v となる。図 1 7 中のフレーム#n-1 の最も左側の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F09/v となる。

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 7 中のフレーム#n-1 の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/v の背景の成分は、B01/v となる。図 1 7 中のフレーム#n-1 の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて最初および 2 番目のシャッタ時間/v の背景の成分は、B02/v となる。図 1 7 中のフレーム#n-1 の左から 4 番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至 3 番目のシャッタ時間/v の背景の成分は、B03/v となる。

図 1 7 中のフレーム#n-1 において、最も左側の画素は、前景領域に属し、左側から 2 番目乃至 4 番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

図 1 7 中のフレーム#n-1 の左から 5 番目の画素乃至 12 番目の画素は、背景領域に属し、その画素値は、それぞれ、B04 乃至 B11 となる。

図 1 7 中のフレーム#n の左から 1 番目の画素乃至 5 番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n の前景領域における、シャッタ時間/v の前景の成分は、F05/v 乃至 F12/v のいずれかである。

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて 4 画素右側に表示されるように移動するので、図 1 7 中のフレーム#n の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャ

ッタ時間/v の前景の成分は、F12/v となり、図 1 7 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/v の前景の成分も、F12/v となる。図 1 7 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/v の前景の成分、および図 1 7 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F12/v となる。

図 1 7 中のフレーム#n の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F11/v となり、図 1 7 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/v の前景の成分も、F11/v となる。図 1 7 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F11/v となる。

図 1 7 中のフレーム#n の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F10/v となり、図 1 7 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v の前景の成分も、F10/v となる。図 1 7 中のフレーム#n の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/v の前景の成分は、F09/v となる。

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 7 中のフレーム#n の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/v の背景の成分は、B05/v となる。図 1 7 中のフレーム#n の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて最初および 2 番目のシャッタ時間/v の背景の成分は、B06/v となる。

図 1 7 中のフレーム#n の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至 3 番目の、シャッタ時間/v の背景の成分は、B07/v となる。

図 1 7 中のフレーム#n において、左側から 6 番目乃至 8 番目の画素は、カバーバックグラウンド領域である混合領域に属する。

図 1 7 中のフレーム#n の左から 9 番目の画素乃至 1 2 番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B08 乃至 B11 となる。

図 1 7 中のフレーム#n+1 の左から 1 番目の画素乃至 9 番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1 の前景領域における、シャッタ時間/v の前景の成分

は、F01/v 乃至 F12/v のいずれかである。

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図17中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなり、図17中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F12/vとなる。図17中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図17中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなる。

10 図17中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの期間の前景の成分は、F11/vとなり、図17中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F11/vとなる。図17中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F11/vとなる。

15 図17中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F10/vとなり、図17中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F10/vとなる。図17中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F09/vとなる。

20 背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図17中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの背景の成分は、B09/vとなる。図17中のフレーム#n+1の左から11番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B10/vとなる。図17中のフレーム#n+1の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B11/vとなる。

図17中のフレーム#n+1において、左側から10番目乃至12番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に対応する。

図 1 8 は、図 1 7 に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

図 1 9 は、静止している背景と共に図中の右側に移動するオブジェクトに対応する前景を撮像した画像の 3 つのフレームの、隣接して 1 列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図 1 9 において、アンカバードバックグラウンド領域が含まれている。

図 1 9 において、前景に対応するオブジェクトは、剛体であり、かつ等速で移動していると仮定できる。前景に対応するオブジェクトが、次のフレームにおいて 4 画素分右側に表示されるように移動しているので、動き量 v は、4 である。

例えば、図 1 9 中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F13/v$ となり、図 1 9 中の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v の前景の成分も、 $F13/v$ となる。図 1 9 中の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/ v の前景の成分、および図 1 9 中の左から 4 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F13/v$ となる。

図 1 9 中のフレーム# $n-1$ の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F14/v$ となり、図 1 9 中の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v の前景の成分も、 $F14/v$ となる。図 1 9 中の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F15/v$ となる。

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 9 中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて 2 番目乃至 4 番目の、シャッタ時間/ v の背景の成分は、 $B25/v$ となる。図 1 9 中のフレーム# $n-1$ の左から 2 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目および 4 番目の、シャッタ時間/ v の背景の成分は、 $B26/v$ となる。図 1 9 中のフレーム# $n-1$ の左から 3 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/ v の背景の成分は、 $B27/v$ となる。

図 1 9 中のフレーム# $n-1$ において、最も左側の画素乃至 3 番目の画素は、ア

ンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

図 1 9 中のフレーム# $n-1$ の左から 4 番目の画素乃至 1 2 番目の画素は、前景領域に属する。フレームの前景の成分は、 $F13/v$ 乃至 $F24/v$ のいずれかである。

図 1 9 中のフレーム# n の最も左側の画素乃至左から 4 番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、 $B25$ 乃至 $B28$ となる。

前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて 4 画素右側に表示されるように移動するので、図 1 9 中のフレーム# n の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F13/v$ となり、図 1 9 中の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v の前景の成分も、 $F13/v$ となる。図 1 9 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/ v の前景の成分、および図 1 9 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F13/v$ となる。

図 1 9 中のフレーム# n の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F14/v$ となり、図 1 9 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/ v の前景の成分も、 $F14/v$ となる。図 1 9 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F15/v$ となる。

背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 1 9 中のフレーム# n の左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目乃至 4 番目のシャッタ時間/ v の背景の成分は、 $B29/v$ となる。図 1 9 中のフレーム# n の左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目および 4 番目のシャッタ時間/ v の背景の成分は、 $B30/v$ となる。図 1 9 中のフレーム# n の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/ v の背景の成分は、 $B31/v$ となる。

図 1 9 中のフレーム# n において、左から 5 番目の画素乃至 7 番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

図 1 9 中のフレーム# n の左から 8 番目の画素乃至 1 2 番目の画素は、前景領

域に属する。フレーム#nの前景領域における、シャッタ時間/vの期間に対応する値は、F13/v乃至F20/vのいずれかである。

図19中のフレーム#n+1の最も左側の画素乃至左から8番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B25乃至B32となる。

- 5 前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図19中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図19中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。
- 10 図19中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図19中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

- 図19中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図19中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。
- 15 図19中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

- 背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図19中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B33/vとなる。
- 20 図19中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B34/vとなる。図19中のフレーム#n+1の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B35/vとなる。

- 図19中のフレーム#n+1において、左から9番目の画素乃至11番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。
- 25

図19中のフレーム#n+1の左から12番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1の前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F13/v乃至

F16/v のいずれかである。

図 20 は、図 19 に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

図 4 に戻り、領域特定部 103 は、複数のフレームの画素値を用いて、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域に属することを示すフラグを画素毎に対応付けて、領域情報として、混合比算出部 104 および動きボケ調整部 106 に供給する。

混合比算出部 104 は、複数のフレームの画素値、および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素について画素毎に混合比 α を算出し、算出した混合比 α を前景背景分離部 105 に供給する。

前景背景分離部 105 は、複数のフレームの画素値、領域情報、および混合比 α を基に、前景の成分のみからなる前景成分画像を抽出して、動きボケ調整部 106 に供給する。

動きボケ調整部 106 は、前景背景分離部 105 から供給された前景成分画像、動き検出部 102 から供給された動きベクトル、および領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を出力する。

図 21 のフローチャートを参照して、信号処理部 12 による動きボケの量の調整の処理を説明する。ステップ S11 において、領域特定部 103 は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を生成する領域特定の処理を実行する。領域特定の処理の詳細は、後述する。領域特定部 103 は、生成した領域情報を混合比算出部 104 に供給する。

なお、ステップ S11 において、領域特定部 103 は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域（カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域の区別をしない）のいずれかに属するかを示す領域情報を生成するようにしてもよい。この場合において、前

- 景背景分離部 105 および動きボケ調整部 106 は、動きベクトルの方向を基に、混合領域がカバードバックグラウンド領域であるか、またはアンカバードバックグラウンド領域であるかを判定する。例えば、動きベクトルの方向に対応して、
- 5 カバードバックグラウンド領域と判定され、動きベクトルの方向に対応して、背景領域、混合領域、および前景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、アンカバードバックグラウンド領域と判定される。

- ステップ S 12 において、混合比算出部 104 は、入力画像および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素毎に、混合比 α を算出する。混合比算出の処理
- 10 の詳細は、後述する。混合比算出部 104 は、算出した混合比 α を前景背景分離部 105 に供給する。

ステップ S 13 において、前景背景分離部 105 は、領域情報、および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分を抽出して、前景成分画像として動きボケ調整部 106 に供給する。

- 15 ステップ S 14 において、動きボケ調整部 106 は、動きベクトルおよび領域情報を基に、動き方向に並ぶ連続した画素であって、アンカバードバックグラウンド領域、前景領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するものの画像上の位置を示す処理単位を生成し、処理単位に対応する前景成分に含まれる動きボケの量を調整する。動きボケの量の調整の処理の詳細については、
- 20 後述する。

ステップ S 15 において、信号処理部 12 は、画面全体について処理を終了したか否かを判定し、画面全体について処理を終了していないと判定された場合、ステップ S 14 に進み、処理単位に対応する前景の成分を対象とした動きボケの量の調整の処理を繰り返す。

- 25 ステップ S 15 において、画面全体について処理を終了したと判定された場合、処理は終了する。

このように、信号処理部 12 は、前景と背景を分離して、前景に含まれる動き

ボケの量を調整することができる。すなわち、信号処理部 1 2 は、前景の画素の画素値であるサンプルデータに含まれる動きボケの量を調整することができる。

以下、領域特定部 1 0 3、混合比算出部 1 0 4、前景背景分離部 1 0 5、および動きボケ調整部 1 0 6 のそれぞれの構成について説明する。

- 5 図 2 2 は、領域特定部 1 0 3 の構成の一例を示すブロック図である。図 2 2 に構成を示す領域特定部 1 0 3 は、動きベクトルを利用しない。フレームメモリ 2 0 1 は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ 2 0 1 は、処理の対象がフレーム# n であるとき、フレーム# n の 2 つ前のフレームであるフレーム# $n-2$ 、フレーム# n の 1 つ前のフレームであるフレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、
- 10 フレーム# n の 1 つ後のフレームであるフレーム# $n+1$ 、およびフレーム# n の 2 つ後のフレームであるフレーム# $n+2$ を記憶する。

- 静動判定部 2 0 2 - 1 は、フレーム# n の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム# $n+2$ の画素の画素値、およびフレーム# n の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム# $n+1$ の
- 15 画素の画素値をフレームメモリ 2 0 1 から読み出して、読み出した画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部 2 0 2 - 1 は、フレーム# $n+2$ の画素値とフレーム# $n+1$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいかな否かを判定し、差の絶対値が閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部 2 0 3 - 1 に供給する。フレーム# $n+2$ の画素の画素値とフレ
- 20 ーム# $n+1$ の画素の画素値との差の絶対値が閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部 2 0 2 - 1 は、静止を示す静動判定を領域判定部 2 0 3 - 1 に供給する。

- 静動判定部 2 0 2 - 2 は、フレーム# n の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム# $n+1$ の画素の画素値、およびフレーム# n の
- 25 対象となる画素の画素値をフレームメモリ 2 0 1 から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部 2 0 2 - 2 は、フレーム# $n+1$ の画素値とフレーム# n の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいかな否かを

判定し、画素値の差の絶対値が、閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部 203-1 および領域判定部 203-2 に供給する。

フレーム# $n+1$ の画素の画素値とフレーム# n の画素の画素値との差の絶対値が、閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部 202-2 は、静止を示す静

5 動判定を領域判定部 203-1 および領域判定部 203-2 に供給する。

静動判定部 202-3 は、フレーム# n の領域特定の対象である画素の画素値、およびフレーム# n の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム# $n-1$ の画素の画素値をフレームメモリ 201 から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部 202-3 は、フレーム# n の画素値

10 とフレーム# $n-1$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいか否かを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部 203-2 および領域判定部 203-3 に供給する。フレーム# n の画素の画素値とフレーム# $n-1$ の画素の画素値との差の絶対値が、閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部 202-3 は、静止を示す静動判定を領域判定部 203-2 および領域判定部 203-3 に供給する。

静動判定部 202-4 は、フレーム# n の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム# $n-1$ の画素の画素値、およびフレーム# n の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム# $n-2$ の画素の画素値をフレームメモリ 201 から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部 202-4 は、フレーム# $n-1$ の画素値とフレーム# $n-2$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいか否かを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部 203-3 に供給する。フレーム# $n-1$ の画素の画素値とフレーム# $n-2$ の画素の画素値との差の絶対値が、閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部 202-4 は、静止を示す静動判定を領域判定部 203-3 に供給する。

領域判定部 203-1 は、静動判定部 202-1 から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部 202-2 から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#n における領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す”1”を設定する。

領域判定部 203-1 は、静動判定部 202-1 から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部 202-2 から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#n における領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属しないことを示す”0”を設定する。

領域判定部 203-1 は、このように”1”または”0”が設定されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 204 に供給する。

領域判定部 203-2 は、静動判定部 202-2 から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部 202-3 から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#n における領域特定の対象である画素が静止領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す”1”を設定する。

領域判定部 203-2 は、静動判定部 202-2 から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部 202-3 から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#n における領域特定の対象である画素が静止領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属しないことを示す”0”を設定する。

領域判定部 203-2 は、このように”1”または”0”が設定された静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 204 に供給する。

領域判定部 203-2 は、静動判定部 202-2 から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部 202-3 から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#n における領域特定の対象である画素が動き領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す”1”を設定する。

領域判定部 203-2 は、静動判定部 202-2 から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部 202-3 から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#n における領域特定の対象である画素が動き領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属しないことを示す”0”を設定する。

領域判定部 203-2 は、このように”1”または”0”が設定された動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 204 に供給する。

領域判定部 203-3 は、静動判定部 202-3 から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部 202-4 から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#n における領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す”1”を設定する。

領域判定部 203-3 は、静動判定部 202-3 から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部 202-4 から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#n における領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属しないことを示す”0”を設定する。

領域判定部 203-3 は、このように”1”または”0”が設定されたカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 204 に供給する。

- 判定フラグ格納フレームメモリ 204 は、領域判定部 203-1 から供給されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、領域判定部 203-2 から供給された静止領域判定フラグ、領域判定部 203-2 から供給された動き領域判定フラグ、および領域判定部 203-3 から供給されたカバードバックグラウンド領域判定フラグをそれぞれ記憶する。

- 判定フラグ格納フレームメモリ 204 は、記憶しているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを合成部 205 に供給する。合成部 205 は、判定フラグ格納フレームメモリ 204 から供給された、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、判定フラグ格納フレームメモリ 206 に供給する。
- 判定フラグ格納フレームメモリ 206 は、合成部 205 から供給された領域情報を記憶すると共に、記憶している領域情報を出力する。

次に、領域特定部 103 の処理の例を図 23 乃至図 27 を参照して説明する。

- 前景に対応するオブジェクトが移動しているとき、オブジェクトに対応する画像の画面上の位置は、フレーム毎に変化する。図 23 に示すように、フレーム #n において、 $Y_n(x, y)$ で示される位置に位置するオブジェクトに対応する画像は、次のフレームであるフレーム #n+1 において、 $Y_{n+1}(x, y)$ に位置する。

- 前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して 1 列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図を図 24 に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図 24 におけるモデル図は、1 つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデル図を示す。

図 24 において、フレーム #n におけるラインは、フレーム #n+1 におけるライ

ンと同一である。

フレーム# n において、左から2番目の画素乃至13番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム# $n+1$ において、左から6番目乃至17番目の画素に含まれる。

- 5 フレーム# n において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム# $n+1$ において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目
- 10 乃至8番目の画素である。

図24に示す例において、フレーム# n に含まれる前景の成分が、フレーム# $n+1$ において4画素移動しているので、動き量 v は、4である。仮想分割数は、動き量 v に対応し、4である。

- 次に、注目しているフレームの前後における混合領域に属する画素の画素値の
- 15 変化について説明する。

- 図25に示す、背景が静止し、前景の動き量 v が4であるフレーム# n において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素である。動き量 v が4であるので、1つ前のフレーム# $n-1$ において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ前のフレーム# $n-2$ において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。
- 20

- ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム# $n-1$ の左から15番目の画素の画素値は、フレーム# $n-2$ の左から15番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム# $n-1$ の左から16番目の画素の画素値は、フレーム# $n-2$ の左から16番目の画素の画素値から変化せず、フレーム# $n-1$ の左から17番目の画素の画素値は、フレーム# $n-2$ の左から17番目の画素の画素値から変化しない。
- 25

すなわち、フレーム# n におけるカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム# $n-1$ およびフレーム# $n-2$ の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないので、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム# n における混合領域に属する画素に対応する、フレーム# $n-1$ およびフレーム# $n-2$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-4により、静止と判定される。

フレーム# n におけるカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むので、フレーム# $n-1$ における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム# n における混合領域に属する画素、および対応するフレーム# $n-1$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-3により、動きと判定される。

このように、領域判定部203-3は、静動判定部202-3から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-4から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

図26に示す、背景が静止し、前景の動き量 v が4であるフレーム# n において、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。動き量 v が4であるので、1つ後のフレーム# $n+1$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ後のフレーム# $n+2$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム# $n+2$ の左から2番目の画素の画素値は、フレーム# $n+1$ の左から2番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム# $n+2$ の左から3番目の画素の画素値は、フレーム# $n+1$ の左から3番目の画素の画素値から変化せず、フレーム# $n+2$ の左から4番目の画素の画素値は、フレーム# $n+1$ の左から4番目の画素の画素値から変化しない。

すなわち、フレーム#nにおけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム#n+1 およびフレーム#n+2 の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないので、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム#nにおける混合領域に属する画素に対応する、フレーム#n+1 およびフレーム#n+2 の画素に対する静動判定は、静動判定部202-1により、静止と判定される。

フレーム#nにおけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むので、フレーム#n+1における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム#nにおける混合領域に属する画素、および対応するフレーム#n+1の画素に対する静動判定は、静動判定部202-2により、動きと判定される。

このように、領域判定部203-1は、静動判定部202-2から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-1から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

図27は、フレーム#nにおける領域特定部103の判定条件を示す図である。フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-2の画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素とが静止と判定され、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素と、フレーム#nの画素とが動きと判定されたとき、領域特定部103は、フレーム#nの判定の対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素と、フレーム#nの画素とが静止と判定され、フレーム#nの画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部103は、フレーム#nの判定の対象となる画素が静止領域に属すると判定する。

フレーム#n の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1 の画素と、フレーム#n の画素とが動きと判定され、フレーム#n の画素と、フレーム#n の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1 の画素とが動きと判定されたとき、領域特定部 103 は、フレーム

5 #n の判定の対象となる画素が動き領域に属すると判定する。

フレーム#n の画素と、フレーム#n の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1 の画素とが動きと判定され、フレーム#n の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1 の画素と、フレーム#n の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム

10 #n+2 の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部 103 は、フレーム#n の判定の対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

図 28A 乃至図 28D は、領域特定部 103 の領域の特定の結果の例を示す図である。図 28A において、カバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図 28B において、アンカバードバックグラウ

15 ンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

図 28C において、動き領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図 28D において、静止領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

図 29 は、判定フラグ格納フレームメモリ 206 が出力する領域情報の内、混合領域を示す領域情報を画像として示す図である。図 29 において、カバードバックグラウンド領域またはアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素、すなわち混合領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。判定フラグ格納フレームメモリ 206 が出力する混合領域を示す領域情報は、混合領域、および前景領域内のテクスチャの無い部分に囲まれたテクスチャの有る

20 部分を示す。

25 部分を示す。

次に、図 30 のフローチャートを参照して、領域特定部 103 の領域特定の処理を説明する。ステップ S201 において、フレームメモリ 201 は、判定の対

象となるフレーム#nを含むフレーム#n-2乃至フレーム#n+2の画像を取得する。

ステップS202において、静動判定部202-3は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップS203に進み、静動判定部202-2は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

ステップS203において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップS204に進み、領域判定部203-2は、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-2は、静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS205に進む。

ステップS202において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップS203において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム#nの画素が静止領域には属さないので、ステップS204の処理はスキップされ、手続きは、ステップS205に進む。

ステップS205において、静動判定部202-3は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップS206に進み、静動判定部202-2は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

ステップS206において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS207に進み、領域判定部203-2は、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-2は、動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS208に進む。

ステップS205において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の

画素とで、静止と判定された場合、または、ステップ S 2 0 6 において、フレーム #n の画素とフレーム #n+1 の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム #n の画素が動き領域には属さないのので、ステップ S 2 0 7 の処理はスキップされ、手続きは、ステップ S 2 0 8 に進む。

- 5 ステップ S 2 0 8 において、静動判定部 2 0 2 - 4 は、フレーム #n-2 の画素とフレーム #n-1 の同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップ S 2 0 9 に進み、静動判定部 2 0 2 - 3 は、フレーム #n-1 の画素とフレーム #n の同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

- 10 ステップ S 2 0 9 において、フレーム #n-1 の画素とフレーム #n の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップ S 2 1 0 に進み、領域判定部 2 0 3 - 3 は、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部 2 0 3 - 3 は、カバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 2 0 4 に供給し、手続きは、ステップ S 2 1 1 に進む。

- 15 ステップ S 2 0 8 において、フレーム #n-2 の画素とフレーム #n-1 の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップ S 2 0 9 において、フレーム #n-1 の画素とフレーム #n の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム #n の画素がカバードバックグラウンド領域には属さないのので、ステップ S 2 1 0 の処理はスキップされ、手続きは、ステップ S 2 1 1 に進む。

- 20 ステップ S 2 1 1 において、静動判定部 2 0 2 - 2 は、フレーム #n の画素とフレーム #n+1 の同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップ S 2 1 2 に進み、静動判定部 2 0 2 - 1 は、フレーム #n+1 の画素とフレーム #n+2 の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

- 25 ステップ S 2 1 2 において、フレーム #n+1 の画素とフレーム #n+2 の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップ S 2 1 3 に進み、領域判定部 2 0 3 - 1 は、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定

定する。領域判定部 203-1 は、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ 204 に供給し、手続きは、ステップ S 214 に進む。

5 ステップ S 211 において、フレーム#n の画素とフレーム#n+1 の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップ S 212 において、フレーム#n+1 の画素とフレーム#n+2 の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム#n の画素がアンカバードバックグラウンド領域には属さないので、ステップ S 213 の処理はスキップされ、手続きは、ステップ S 214 に進む。

10 ステップ S 214 において、領域特定部 103 は、フレーム#n の全ての画素について領域を特定したか否かを判定し、フレーム#n の全ての画素について領域を特定していないと判定された場合、手続きは、ステップ S 202 に戻り、他の画素について、領域特定の処理を繰り返す。

ステップ S 214 において、フレーム#n の全ての画素について領域を特定したと判定された場合、ステップ S 215 に進み、合成部 205 は、判定フラグ格納フレームメモリ 204 に記憶されているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、混合領域を示す領域情報を生成し、更に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、生成した領域情報を判定フラグ格納フレームメモリ 206 に設定し、処理は終了する。

このように、領域特定部 103 は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバードバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

25 なお、領域特定部 103 は、アンカバードバックグラウンド領域およびカバードバックグラウンド領域に対応する領域情報に論理和を適用することにより、混合領域に対応する領域情報を生成して、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、または混合領域に属することを示すフラグから

成る領域情報を生成するようにしてもよい。

前景に対応するオブジェクトがテクスチャを有する場合、領域特定部 103 は、より正確に動き領域を特定することができる。

5 領域特定部 103 は、動き領域を示す領域情報を前景領域を示す領域情報として、また、静止領域を示す領域情報を背景領域を示す領域情報として出力することができる。

10 なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した領域を特定する処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、領域特定部 103 は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを含んでいるとき、領域特定部 103 は、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

15 図 31 は、領域特定部 103 の構成の他の例を示すブロック図である。図 31 に示す領域特定部 103 は、動きベクトルを使用しない。背景画像生成部 301 は、入力画像に対応する背景画像を生成し、生成した背景画像を 2 値オブジェクト画像抽出部 302 に供給する。背景画像生成部 301 は、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを抽出して、背景画像を生成する。

20 前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して 1 列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図の例を図 32 に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図 32 におけるモデル図は、1 つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

25 図 32 において、フレーム #n におけるラインは、フレーム #n-1 およびフレーム #n+1 におけるラインと同一である。

フレーム #n において、左から 6 番目の画素乃至 17 番目の画素に含まれてい

るオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム# $n-1$ において、左から2番目乃至13番目の画素に含まれ、フレーム# $n+1$ において、左から10番目乃至21番目の画素に含まれる。

フレーム# $n-1$ において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左
5 から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に
属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム# n において、
カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の
画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目
乃至8番目の画素である。フレーム# $n+1$ において、カバードバックグラウンド
10 領域に属する画素は、左から19番目乃至21番目の画素であり、アンカバード
バックグラウンド領域に属する画素は、左から10番目乃至12番目の画素であ
る。

フレーム# $n-1$ において、背景領域に属する画素は、左から1番目の画素、お
よび左から14番目乃至21番目の画素である。フレーム# n において、背景領
15 域に属する画素は、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目乃至
21番目の画素である。フレーム# $n+1$ において、背景領域に属する画素は、左
から1番目乃至9番目の画素である。

背景画像生成部301が生成する、図32の例に対応する背景画像の例を図3
3に示す。背景画像は、背景のオブジェクトに対応する画素から構成され、前景
20 のオブジェクトに対応する画像の成分を含まない。

2値オブジェクト画像抽出部302は、背景画像および入力画像の相関を基に、
2値オブジェクト画像を生成し、生成した2値オブジェクト画像を時間変化検出
部303に供給する。

図34は、2値オブジェクト画像抽出部302の構成を示すブロック図である。
25 相関値演算部321は、背景画像生成部301から供給された背景画像および入
力画像の相関を演算し、相関値を生成して、生成した相関値をしきい値処理部3
22に供給する。

相関値演算部 3 2 1 は、例えば、図 3 5 A に示すように、 X_4 を中心とした 3×3 の背景画像の中のブロックと、図 3 5 B に示すように、背景画像の中のブロックに対応する Y_4 を中心とした 3×3 の入力画像の中のブロックに、式 (4) を適用して、 Y_4 に対応する相関値を算出する。

$$\text{相関値} = \frac{\sum_{i=0}^8 (X_i - \bar{X}) \sum_{i=0}^8 (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^8 (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=0}^8 (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

5

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^8 X_i}{9} \quad (5)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=0}^8 Y_i}{9} \quad (6)$$

相関値演算部 3 2 1 は、このように各画素に対応して算出された相関値をしきい値処理部 3 2 2 に供給する。

- 10 また、相関値演算部 3 2 1 は、例えば、図 3 6 A に示すように、 X_4 を中心とした 3×3 の背景画像の中のブロックと、図 3 6 B に示すように、背景画像の中のブロックに対応する Y_4 を中心とした 3×3 の入力画像の中のブロックに、式 (7) を適用して、 Y_4 に対応する差分絶対値和を算出するようにしてもよい。

$$\text{差分絶対値和} = \sum_{i=0}^8 |(X_i - Y_i)| \quad (7)$$

- 15 相関値演算部 3 2 1 は、このように算出された差分絶対値和を相関値として、しきい値処理部 3 2 2 に供給する。

しきい値処理部 3 2 2 は、相関画像の画素値としきい値 $th0$ とを比較して、相関値がしきい値 $th0$ 以下である場合、2 値オブジェクト画像の画素値に 1 を設定し、相関値がしきい値 $th0$ より大きい場合、2 値オブジェクト画像の画素

値に 0 を設定して、0 または 1 が画素値に設定された 2 値オブジェクト画像を出力する。しきい値処理部 3 2 2 は、しきい値 $th0$ を予め記憶するようにしてもよく、または、外部から入力されたしきい値 $th0$ を使用するようにしてもよい。

図 3 7 は、図 3 2 に示す入力画像のモデルに対応する 2 値オブジェクト画像の例を示す図である。2 値オブジェクト画像において、背景画像と相関の高い画素には、画素値に 0 が設定される。

図 3 8 は、時間変化検出部 3 0 3 の構成を示すブロック図である。フレームメモリ 3 4 1 は、フレーム# n の画素について領域を判定するとき、2 値オブジェクト画像抽出部 3 0 2 から供給された、フレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# $n+1$ の 2 値オブジェクト画像を記憶する。

領域判定部 3 4 2 は、フレームメモリ 3 4 1 に記憶されているフレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# $n+1$ の 2 値オブジェクト画像を基に、フレーム# n の各画素について領域を判定して、領域情報を生成し、生成した領域情報を出力する。

図 3 9 は、領域判定部 3 4 2 の判定を説明する図である。フレーム# n の 2 値オブジェクト画像の注目している画素が 0 であるとき、領域判定部 3 4 2 は、フレーム# n の注目している画素が背景領域に属すると判定する。

フレーム# n の 2 値オブジェクト画像の注目している画素が 1 であり、フレーム# $n-1$ の 2 値オブジェクト画像の対応する画素が 1 であり、フレーム# $n+1$ の 2 値オブジェクト画像の対応する画素が 1 であるとき、領域判定部 3 4 2 は、フレーム# n の注目している画素が前景領域に属すると判定する。

フレーム# n の 2 値オブジェクト画像の注目している画素が 1 であり、フレーム# $n-1$ の 2 値オブジェクト画像の対応する画素が 0 であるとき、領域判定部 3 4 2 は、フレーム# n の注目している画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

フレーム# n の 2 値オブジェクト画像の注目している画素が 1 であり、フレーム# $n+1$ の 2 値オブジェクト画像の対応する画素が 0 であるとき、領域判定部 3

42は、フレーム#nの注目している画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

図40は、図32に示す入力画像のモデルに対応する2値オブジェクト画像について、時間変化検出部303の判定した例を示す図である。時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの対応する画素が0なので、フレーム#nの左から1番目乃至5番目の画素を背景領域に属すると判定する。

時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n+1の対応する画素が0なので、左から6番目乃至9番目の画素をアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

10 時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n-1の対応する画素が1であり、フレーム#n+1の対応する画素が1なので、左から10番目乃至13番目の画素を前景領域に属すると判定する。

15 時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n-1の対応する画素が0なので、左から14番目乃至17番目の画素をカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの対応する画素が0なので、左から18番目乃至21番目の画素を背景領域に属すると判定する。

20 次に、図41のフローチャートを参照して、領域判定部103の領域特定の処理を説明する。ステップS301において、領域判定部103の背景画像生成部301は、入力画像を基に、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを抽出して背景画像を生成し、生成した背景画像を2値オブジェクト画像抽出部302に供給する。

25 ステップS302において、2値オブジェクト画像抽出部302は、例えば、図35Aおよび図35Bを参照して説明した演算により、入力画像と背景画像生成部301から供給された背景画像との相関値を演算する。ステップS303に

において、2値オブジェクト画像抽出部302は、例えば、相関値としきい値 th_0 とを比較することにより、相関値およびしきい値 th_0 から2値オブジェクト画像を演算する。

5 ステップS304において、時間変化検出部303は、領域判定の処理を実行して、処理は終了する。

図42のフローチャートを参照して、ステップS304に対応する領域判定の処理の詳細を説明する。ステップS321において、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が0であるか否かを判定し、フレーム#nにおいて、注目する
10 画素が0であると判定された場合、ステップS322に進み、フレーム#nの注目する画素が背景領域に属すると設定して、処理は終了する。

ステップS321において、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であると判定された場合、ステップS323に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n-1において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n-1において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS
15 324に進み、フレーム#nの注目する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

20 ステップS323において、フレーム#nにおいて、注目する画素が0であるか、または、フレーム#n-1において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS325に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n+1において、対応する画素が0であるか否かを判定
25 し、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n+1において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS326に進み、フレーム#nの注目する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると設

定して、処理は終了する。

- ステップ S 3 2 5 において、フレーム# n において、注目する画素が 0 であるか、または、フレーム# $n+1$ において、対応する画素が 1 であると判定された場合、ステップ S 3 2 7 に進み、時間変化検出部 3 0 3 の領域判定部 3 4 2 は、フレーム# n の注目する画素を前景領域と設定して、処理は終了する。

このように、領域特定部 1 0 3 は、入力された画像と対応する背景画像との相関値を基に、入力画像の画素が前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを特定して、特定した結果に対応する領域情報を生成することができる。

- 10 図 4 3 は、領域特定部 1 0 3 の他の構成を示すブロック図である。図 4 3 に示す領域特定部 1 0 3 は、動き検出部 1 0 2 から供給される動きベクトルとその位置情報を使用する。図 3 1 に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

- ロバスト化部 3 6 1 は、2 値オブジェクト画像抽出部 3 0 2 から供給された、
15 N 個のフレームの 2 値オブジェクト画像を基に、ロバスト化された 2 値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部 3 0 3 に出力する。

- 図 4 4 は、ロバスト化部 3 6 1 の構成を説明するブロック図である。動き補償部 3 8 1 は、動き検出部 1 0 2 から供給された動きベクトルとその位置情報を基に、 N 個のフレームの 2 値オブジェクト画像の動きを補償して、動きが補償された 2 値オブジェクト画像をスイッチ 3 8 2 に出力する。

- 図 4 5 および図 4 6 の例を参照して、動き補償部 3 8 1 の動き補償について説明する。例えば、フレーム# n の領域を判定するとき、図 4 5 に例を示すフレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# $n+1$ の 2 値オブジェクト画像が入力された場合、動き補償部 3 8 1 は、動き検出部 1 0 2 から供給された動きベクトルを
25 基に、図 4 6 に例を示すように、フレーム# $n-1$ の 2 値オブジェクト画像、およびフレーム# $n+1$ の 2 値オブジェクト画像を動き補償して、動き補償された 2 値オブジェクト画像をスイッチ 3 8 2 に供給する。

スイッチ 382 は、1 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像をフレームメモリ 383-1 に出力し、2 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像をフレームメモリ 383-2 に出力する。同様に、スイッチ 382 は、3 番目乃至 N-1 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像のそれぞれをフレームメモリ 383-3 乃至フレームメモリ 383-(N-1) のいずれかに出力し、N 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像をフレームメモリ 383-N に出力する。

フレームメモリ 383-1 は、1 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている 2 値オブジェクト画像を重み付け部 384-1 に出力する。フレームメモリ 383-2 は、2 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている 2 値オブジェクト画像を重み付け部 384-2 に出力する。

同様に、フレームメモリ 383-3 乃至フレームメモリ 383-(N-1) のそれぞれは、3 番目のフレーム乃至 N-1 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像のいずれかを記憶し、記憶されている 2 値オブジェクト画像を重み付け部 384-3 乃至重み付け部 384-(N-1) のいずれかに出力する。フレームメモリ 383-N は、N 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている 2 値オブジェクト画像を重み付け部 384-N に出力する。

重み付け部 384-1 は、フレームメモリ 383-1 から供給された 1 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_1 を乗じて、積算部 385 に供給する。重み付け部 384-2 は、フレームメモリ 383-2 から供給された 2 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_2 を乗じて、積算部 385 に供給する。

同様に、重み付け部 384-3 乃至重み付け部 384-(N-1) のそれぞれは、フレームメモリ 383-3 乃至フレームメモリ 383-(N-1) のいずれかから供給された 3 番目乃至 N-1 番目のいずれかのフレームの動き補償された

2 値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_3 乃至重み $w_{(N-1)}$ のいずれかを乗じて、積算部 385 に供給する。重み付け部 384-N は、フレームメモリ 383-N から供給された N 番目のフレームの動き補償された 2 値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_N を乗じて、積算部 385 に供給する。

- 5 積算部 385 は、1 乃至 N 番目のフレームの動き補償され、それぞれ重み w_1 乃至 w_N のいずれかが乗じられた、2 値オブジェクト画像の対応する画素値を積算して、積算された画素値を予め定めたしきい値 th_0 と比較することにより 2 値オブジェクト画像を生成する。

- 10 このように、ロバスト化部 361 は、N 個の 2 値オブジェクト画像からロバスト化された 2 値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部 303 に供給するので、図 43 に構成を示す領域特定部 103 は、入力画像にノイズが含まれていても、図 31 に示す場合に比較して、より正確に領域を特定することができる。

- 次に、図 43 に構成を示す領域特定部 103 の領域特定の処理について、図 47 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S341 乃至ステップ S343 の処理は、図 41 のフローチャートで説明したステップ S301 乃至ステップ S303 とそれぞれ同様なのでその説明は省略する。

ステップ S344 において、ロバスト化部 361 は、ロバスト化の処理を実行する。

- 20 ステップ S345 において、時間変化検出部 303 は、領域判定の処理を実行して、処理は終了する。ステップ S345 の処理の詳細は、図 42 のフローチャートを参照して説明した処理と同様なのでその説明は省略する。

- 次に、図 48 のフローチャートを参照して、図 47 のステップ S344 の処理に対応する、ロバスト化の処理の詳細について説明する。ステップ S361 において、動き補償部 381 は、動き検出部 102 から供給される動きベクトルとその位置情報を基に、入力された 2 値オブジェクト画像の動き補償の処理を実行する。ステップ S362 において、フレームメモリ 383-1 乃至 383-N のいずれかは、スイッチ 382 を介して供給された動き補償された 2 値オブジェクト

画像を記憶する。

ステップS 3 6 3において、ロバスト化部3 6 1は、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたか否かを判定し、N個の2値オブジェクト画像が記憶されていないと判定された場合、ステップS 3 6 1に戻り、2値オブジェクト画像の動き補償の処理および2値オブジェクト画像の記憶の処理を繰り返す。

ステップS 3 6 3において、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたと判定された場合、ステップS 3 6 4に進み、重み付け部3 8 4-1乃至3 8 4-Nのそれぞれは、N個の2値オブジェクト画像のそれぞれに w_1 乃至 w_N のいずれかの重みを乗じて、重み付けする。

10 ステップS 3 6 5において、積算部3 8 5は、重み付けされたN個の2値オブジェクト画像を積算する。

ステップS 3 6 6において、積算部3 8 5は、例えば、予め定められたしきい値 th_1 との比較などにより、積算された画像から2値オブジェクト画像を生成して、処理は終了する。

15 このように、図4 3に構成を示す領域特定部1 0 3は、ロバスト化された2値オブジェクト画像を基に、領域情報を生成することができる。

以上のように、領域特定部1 0 3は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバードバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

20 図4 9は、混合比算出部1 0 4の構成の一例を示すブロック図である。推定混合比処理部4 0 1は、入力画像を基に、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を混合比決定部4 0 3に供給する。

25 推定混合比処理部4 0 2は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を混合比決定部4 0 3に供給する。

前景に対応するオブジェクトがシャッター時間内に等速で動いていると仮定できるので、混合領域に属する画素の混合比 α は、以下の性質を有する。すなわち、混合比 α は、画素の位置の変化に対応して、直線的に変化する。画素の位置の変化を 1 次元とすれば、混合比 α の変化は、直線で表現することができ、画素

5 の位置の変化を 2 次元とすれば、混合比 α の変化は、平面で表現することができる。

なお、1 フレームの期間は短いので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定が成り立つ。

この場合、混合比 α の傾きは、前景のシャッター時間内での動き量 v の逆比となる。

10

理想的な混合比 α の例を図 5 0 に示す。理想的な混合比 α の混合領域における傾き 1 は、動き量 v の逆数として表すことができる。

図 5 0 に示すように、理想的な混合比 α は、背景領域において、1 の値を有し、前景領域において、0 の値を有し、混合領域において、0 を越え 1 未満の値

15 を有する。

図 5 1 の例において、フレーム # n の左から 7 番目の画素の画素値 $C06$ は、フレーム # $n-1$ の左から 7 番目の画素の画素値 $P06$ を用いて、式 (8) で表すことができる。

$$\begin{aligned}
 C06 &= B06/v + B06/v + F01/v + F02/v \\
 &= P06/v + P06/v + F01/v + F02/v \\
 &= 2/v \cdot P06 + \sum_{i=1}^2 F_i/v
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

20 式 (8) において、画素値 $C06$ を混合領域の画素の画素値 M と、画素値 $P06$ を背景領域の画素の画素値 B と表現する。すなわち、混合領域の画素の画素値 M および背景領域の画素の画素値 B は、それぞれ、式 (9) および式 (10) のように表現することができる。

$$M = C06 \tag{9}$$

$$B=P06$$

$$(10)$$

式(8)中の $2/v$ は、混合比 α に対応する。動き量 v が4なので、フレーム# n の左から7番目の画素の混合比 α は、0.5となる。

- 5 以上のように、注目しているフレーム# n の画素値 C を混合領域の画素値と見なし、フレーム# n の前のフレーム# $n-1$ の画素値 P を背景領域の画素値と見なすことで、混合比 α を示す式(3)は、式(11)のように書き換えられる。

$$C=\alpha \cdot P+f$$

$$(11)$$

式(11)の f は、注目している画素に含まれる前景の成分の和 $\sum_i F_i/v$ である。

式(11)に含まれる変数は、混合比 α および前景の成分の和 f の2つである。

- 10 同様に、アンカバードバックグラウンド領域における、動き量 v が4であり、時間方向の仮想分割数が4である、画素値を時間方向に展開したモデルを図52に示す。

- アンカバードバックグラウンド領域において、上述したカバードバックグラウンド領域における表現と同様に、注目しているフレーム# n の画素値 C を混合領域の画素値と見なし、フレーム# n の後のフレーム# $n+1$ の画素値 N を背景領域の画素値と見なすことで、混合比 α を示す式(3)は、式(12)のように表現することができる。

$$C=\alpha \cdot N+f$$

$$(12)$$

- 20 なお、背景のオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景のオブジェクトが動いている場合においても、背景の動き量 v に対応させた位置の画素の画素値を利用することにより、式(8)乃至式(12)を適用することができる。例えば、図51において、背景に対応するオブジェクトの動き量 v が2であり、仮想分割数が2であるとき、背景に対応するオブジェクトが図中の右側に動いているとき、式(10)における背景領域の画素の画素値 B は、画素値 $P04$ とされる。

25 式(11)および式(12)は、それぞれ2つの変数を含むので、そのままでは混合比 α を求めることができない。ここで、画像は一般的に空間的に相関が

強いので近接する画素同士ではほぼ同じ画素値となる。

そこで、前景成分は、空間的に相関が強いので、前景の成分の和 f を前または後のフレームから導き出せるように式を変形して、混合比 α を求める。

図 5 3 のフレーム # n の左から 7 番目の画素の画素値 M_c は、式 (1 3) で表すことができる。

$$M_c = \frac{2}{v} \cdot B06 + \sum_{i=11}^{12} F_i/v \quad (13)$$

式 (1 3) の右辺第 1 項の $2/v$ は、混合比 α に相当する。式 (1 3) の右辺第 2 項は、後のフレーム # $n+1$ の画素値を利用して、式 (1 4) のように表すこととする。

$$\sum_{i=11}^{12} F_i/v = \beta \cdot \sum_{i=7}^{10} F_i/v \quad (14)$$

ここで、前景の成分の空間相関を利用して、式 (1 5) が成立するとする。

$$F=F05=F06=F07=F08=F09=F10=F11=F12 \quad (15)$$

式 (1 4) は、式 (1 5) を利用して、式 (1 6) のように置き換えることができる。

$$\begin{aligned} \sum_{i=11}^{12} F_i/v &= \frac{2}{v} \cdot F \\ &= \beta \cdot \frac{4}{v} \cdot F \end{aligned} \quad (16)$$

結果として、 β は、式 (1 7) で表すことができる。

$$\beta = 2/4 \quad (17)$$

一般的に、式 (1 5) に示すように混合領域に関係する前景の成分が等しいと仮定すると、混合領域の全ての画素について、内分比の関係から式 (1 8) が成立する。

$$\beta = 1 - \alpha \quad (18)$$

式 (1 8) が成立するとすれば、式 (1 1) は、式 (1 9) に示すように展開

することができる。

$$\begin{aligned}
 C &= \alpha \cdot P + f \\
 &= \alpha \cdot P + (1 - \alpha) \cdot \sum_{i=r}^{r+V-1} Fi/v \\
 &= \alpha \cdot P + (1 - \alpha) \cdot N
 \end{aligned} \tag{19}$$

同様に、式（１８）が成立するとすれば、式（１２）は、式（２０）に示すように展開することができる。

$$\begin{aligned}
 C &= \alpha \cdot N + f \\
 &= \alpha \cdot N + (1 - \alpha) \cdot \sum_{i=r}^{r+V-1} Fi/v \\
 &= \alpha \cdot N + (1 - \alpha) \cdot P
 \end{aligned} \tag{20}$$

5

式（１９）および式（２０）において、C、N、およびPは、既知の画素値なので、式（１９）および式（２０）に含まれる変数は、混合比 α のみである。

式（１９）および式（２０）における、C、N、およびPの関係を図５４に示す。

Cは、混合比 α を算出する、フレーム#nの注目している画素の画素値である。N

10 は、注目している画素と空間方向の位置が対応する、フレーム#n+1の画素の画素値である。Pは、注目している画素と空間方向の位置が対応する、フレーム#n-1の画素の画素値である。

従って、式（１９）および式（２０）のそれぞれに１つの変数が含まれることとなるので、３つのフレームの画素の画素値を利用して、混合比 α を算出する

15 ことができる。式（１９）および式（２０）を解くことにより、正しい混合比 α が算出されるための条件は、混合領域に関係する前景の成分が等しい、すなわち、前景のオブジェクトが静止しているとき撮像された前景の画像オブジェクトにおいて、前景のオブジェクトの動きの方向に対応する、画像オブジェクトの境界に位置する画素であって、動き量 v の２倍の数の連続している画素の画素値が、

一定であることである。

以上のように、カバードバックグラウンド領域に属する画素の混合比 α は、式 (2 1) により算出され、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の混合比 α は、式 (2 2) により算出される。

$$5 \quad \alpha = (C - N) / (P - N) \quad (2\ 1)$$

$$\alpha = (C - P) / (N - P) \quad (2\ 2)$$

図 5 5 は、推定混合比処理部 4 0 1 の構成を示すブロック図である。フレームメモリ 4 2 1 は、入力された画像をフレーム単位で記憶し、入力画像として入力されているフレームから 1 つ後のフレームをフレームメモリ 4 2 2 および混合比演算部 4 2 3 に供給する。

フレームメモリ 4 2 2 は、入力された画像をフレーム単位で記憶し、フレームメモリ 4 2 1 から供給されているフレームから 1 つ後のフレームを混合比演算部 4 2 3 に供給する。

従って、入力画像としてフレーム #n+1 が混合比演算部 4 2 3 に入力されているとき、フレームメモリ 4 2 1 は、フレーム #n を混合比演算部 4 2 3 に供給し、フレームメモリ 4 2 2 は、フレーム #n-1 を混合比演算部 4 2 3 に供給する。

混合比演算部 4 2 3 は、式 (2 1) に示す演算により、フレーム #n の注目している画素の画素値 C、注目している画素と空間的位置が対応する、フレーム #n+1 の画素の画素値 N、および注目している画素と空間的位置が対応する、フレーム #n-1 の画素の画素値 P を基に、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。例えば、背景が静止しているとき、混合比演算部 4 2 3 は、フレーム #n の注目している画素の画素値 C、注目している画素とフレーム内の位置が同じ、フレーム #n+1 の画素の画素値 N、および注目している画素とフレーム内の位置が同じ、フレーム #n-1 の画素の画素値 P を基に、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

このように、推定混合比処理部 4 0 1 は、入力画像を基に、推定混合比を算出して、混合比決定部 4 0 3 に供給することができる。

なお、推定混合比処理部 4 0 2 は、推定混合比処理部 4 0 1 が式 (2 1) に示す演算により、注目している画素の推定混合比を算出するのに対して、式 (2 2) に示す演算により、注目している画素の推定混合比を算出する部分が異なることを除き、推定混合比処理部 4 0 1 と同様なので、その説明は省略する。

- 5 図 5 6 は、推定混合比処理部 4 0 1 により算出された推定混合比の例を示す図である。図 5 6 に示す推定混合比は、等速で動いているオブジェクトに対応する前景の動き量 v が 1 1 である場合の結果を、1 ラインに対して示すものである。

推定混合比は、混合領域において、図 5 0 に示すように、ほぼ直線的に変化していることがわかる。

- 10 図 4 9 に戻り、混合比決定部 4 0 3 は、領域特定部 1 0 3 から供給された、混合比 α の算出の対象となる画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比 α を設定する。混合比決定部 4 0 3 は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 を混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 を混合比 α に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 1 から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 2 から供給された推定混合比を混合比 α に設定する。混合比決定部 4 0 3 は、領域情報を基に設定した混合比 α を出力する。

- 20 図 5 7 は、混合比算出部 1 0 4 の他の構成を示すブロック図である。選択部 4 4 1 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、カバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前および後のフレームの画素を推定混合比処理部 4 4 2 に供給する。選択部 4 4 1 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前および後のフレームの画素を推定混合比処理部 4 4 3 に供給する。

推定混合比処理部 4 4 2 は、選択部 4 4 1 から入力された画素値を基に、式 (2 1) に示す演算により、カバードバックグラウンド領域に属する、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を選択部 4 4 4 に供給する。

- 5 推定混合比処理部 4 4 3 は、選択部 4 4 1 から入力された画素値を基に、式 (2 2) に示す演算により、アンカバードバックグラウンド領域に属する、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を選択部 4 4 4 に供給する。

- 選択部 4 4 4 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 である推定混合比を選択して、混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 である推定混合比を選択して、混合比 α に設定する。選択部 4 4 4 は、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 4 2 から供給された推定混合比を選択して混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラ
10 ンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 4 3 から供給された推定混合比を選択して混合比 α に設定する。選択部 4 4 4 は、領域情報を基に選択して設定した混合比 α を出力する。

- このように、図 5 7 に示す他の構成を有する混合比算出部 1 0 4 は、画像の含まれる画素毎に混合比 α を算出して、算出した混合比 α を出力することができ
20 る。

- 図 5 8 のフローチャートを参照して、図 4 9 に構成を示す混合比算出部 1 0 4 の混合比 α の算出の処理を説明する。ステップ S 4 0 1 において、混合比算出部 1 0 4 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を取得する。ステップ S 4 0 2 において、推定混合比処理部 4 0 1 は、カバードバックグラウンド領域に
25 対応するモデルにより推定混合比の演算の処理を実行し、算出した推定混合比を混合比決定部 4 0 3 に供給する。混合比推定の演算の処理の詳細は、図 5 9 のフローチャートを参照して、後述する。

ステップ S 4 0 3 において、推定混合比処理部 4 0 2 は、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルにより推定混合比の演算の処理を実行し、算出した推定混合比を混合比決定部 4 0 3 に供給する。

- 5 ステップ S 4 0 4 において、混合比算出部 1 0 4 は、フレーム全体について、混合比 α を推定したか否かを判定し、フレーム全体について、混合比 α を推定していないと判定された場合、ステップ S 4 0 2 に戻り、次の画素について混合比 α を推定する処理を実行する。

- 10 ステップ S 4 0 4 において、フレーム全体について、混合比 α を推定したと判定された場合、ステップ S 4 0 5 に進み、混合比決定部 4 0 3 は、画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、混合比 α を設定する。混合比決定部 4 0 3 は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 を混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 を混合比 α に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 1 から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 4 0 2 から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、処理は終了する。

- 20 このように、混合比算出部 1 0 4 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比 α を算出することができる。

図 5 7 に構成を示す混合比算出部 1 0 4 の混合比 α の算出の処理は、図 5 8 のフローチャートで説明した処理と同様なので、その説明は省略する。

- 25 次に、図 5 8 のステップ S 4 0 2 に対応する、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を図 5 9 のフローチャートを参照して説明する。

ステップ S 4 2 1 において、混合比演算部 4 2 3 は、フレームメモリ 4 2 1 か

ら、フレーム# n の注目画素の画素値 C を取得する。

ステップS 4 2 2において、混合比演算部4 2 3は、フレームメモリ4 2 2から、注目画素に対応する、フレーム# $n-1$ の画素の画素値 P を取得する。

5 ステップS 4 2 3において、混合比演算部4 2 3は、入力画像に含まれる注目画素に対応する、フレーム# $n+1$ の画素の画素値 N を取得する。

ステップS 4 2 4において、混合比演算部4 2 3は、フレーム# n の注目画素の画素値 C 、フレーム# $n-1$ の画素の画素値 P 、およびフレーム# $n+1$ の画素の画素値 N を基に、推定混合比を演算する。

10 ステップS 4 2 5において、混合比演算部4 2 3は、フレーム全体について、推定混合比を演算する処理を終了したか否かを判定し、フレーム全体について、推定混合比を演算する処理を終了していないと判定された場合、ステップS 4 2 1に戻り、次の画素について推定混合比を算出する処理を繰り返す。

ステップS 4 2 5において、フレーム全体について、推定混合比を演算する処理を終了したと判定された場合、処理は終了する。

15 このように、推定混合比処理部4 0 1は、入力画像を基に、推定混合比を演算することができる。

図5 8のステップS 4 0 3におけるアンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理は、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する式を利用した、図5 9のフローチャートに示す処理と同様なので、

20 その説明は省略する。

なお、図5 7に示す推定混合比処理部4 4 2および推定混合比処理部4 4 3は、図5 9に示すフローチャートと同様の処理を実行して推定混合比を演算するので、その説明は省略する。

25 また、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した混合比 α を求める処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、推定混合比処理部4 0 1は、背景の動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景

に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる背景の動きを含んでいるとき、推定混合比処理部 401 は、混合領域に属する画素に対応する画素として、背景の動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

- 5 また、混合比算出部 104 は、全ての画素について、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理のみを実行して、算出された推定混合比を混合比 α として出力するようにしてもよい。この場合において、混合比 α は、カバードバックグラウンド領域に属する画素について、背景の成分の割合を示し、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、前景
- 10 の成分の割合を示す。アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、このように算出された混合比 α と 1 との差分の絶対値を算出して、算出した絶対値を混合比 α に設定すれば、信号処理部 12 は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、背景の成分の割合を示す混合比 α を求めることができる。

- 15 なお、同様に、混合比算出部 104 は、全ての画素について、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理のみを実行して、算出された推定混合比を混合比 α として出力するようにしてもよい。

次に、混合比算出部 104 の他の処理について説明する。

- 20 シャッター時間内において、前景に対応するオブジェクトが等速で動くことによる、画素の位置の変化に対応して、混合比 α が直線的に変化する性質を利用して、空間方向に、混合比 α と前景の成分の和 f とを近似した式を立てることができる。混合領域に属する画素の画素値および背景領域に属する画素の画素値の組の複数を利用して、混合比 α と前景の成分の和 f とを近似した式を解くことにより、混合比 α を算出する。

- 25 混合比 α の変化を、直線として近似すると、混合比 α は、式 (23) で表される。

$$\alpha = il + p \quad (23)$$

式 (23) において、 i は、注目している画素の位置を 0 とした空間方向のインデックスである。 l は、混合比 α の直線の傾きである。 p は、混合比 α の直線の切片である共に、注目している画素の混合比 α である。式 (23) において、インデックス i は、既知であるが、傾き l および切片 p は、未知である。

- 5 インデックス i 、傾き l 、および切片 p の関係を図 60 に示す。

混合比 α を式 (23) のように近似することにより、複数の画素に対して複数の異なる混合比 α は、2 つの変数で表現される。図 60 に示す例において、5 つの画素に対する 5 つの混合比は、2 つの変数である傾き l および切片 p により表現される。

- 10 図 61 に示す平面で混合比 α を近似すると、画像の水平方向および垂直方向の 2 つの方向に対応する動き v を考慮したとき、式 (23) を平面に拡張して、混合比 α は、式 (24) で表される。

$$\alpha = jm + kq + p \quad (24)$$

- 式 (24) において、 j は、注目している画素の位置を 0 とした水平方向のインデックスであり、 k は、垂直方向のインデックスである。 m は、混合比 α の面の水平方向の傾きであり、 q は、混合比 α の面の垂直方向の傾きである。 p は、混合比 α の面の切片である。

例えば、図 51 に示すフレーム # n において、C05 乃至 C07 について、それぞれ、式 (25) 乃至式 (27) が成立する。

20 $C05 = \alpha05 \cdot B05 / v + f05 \quad (25)$

$$C06 = \alpha06 \cdot B06 / v + f06 \quad (26)$$

$$C07 = \alpha07 \cdot B07 / v + f07 \quad (27)$$

前景の成分が近傍で一致する、すなわち、F01 乃至 F03 が等しいとして、F01 乃至 F03 を F_c に置き換えると式 (28) が成立する。

25 $f(x) = (1 - \alpha(x)) \cdot F_c \quad (28)$

式 (28) において、 x は、空間方向の位置を表す。

$\alpha(x)$ を式 (24) で置き換えると、式 (28) は、式 (29) として表す

ことができる。

$$\begin{aligned} f(x) &= (1 - (jm + kq + p)) \cdot Fc \\ &= j \cdot (-m \cdot Fc) + k \cdot (-q \cdot Fc) + ((1-p) \cdot Fc) \\ &= js + kt + u \end{aligned} \quad (29)$$

- 5 式(29)において、 $(-m \cdot Fc)$ 、 $(-q \cdot Fc)$ 、および $(1-p) \cdot Fc$ は、式(30)乃至式(32)に示すように置き換えられている。

$$s = -m \cdot Fc \quad (30)$$

$$t = -q \cdot Fc \quad (31)$$

$$u = (1-p) \cdot Fc \quad (32)$$

- 10 式(29)において、 j は、注目している画素の位置を0とした水平方向のインデックスであり、 k は、垂直方向のインデックスである。

このように、前景に対応するオブジェクトがシャッタ時間内において等速に移動し、前景に対応する成分が近傍において一定であるという仮定が成立するので、前景の成分の和は、式(29)で近似される。

- 15 なお、混合比 α を直線で近似する場合、前景の成分の和は、式(33)で表すことができる。

$$f(x) = is + u \quad (33)$$

式(13)の混合比 α および前景成分の和を、式(24)および式(29)を利用して置き換えると、画素値 M は、式(34)で表される。

$$\begin{aligned} 20 \quad M &= (jm + kq + p) \cdot B + js + kt + u \\ &= jB \cdot m + kB \cdot q + B \cdot p + j \cdot s + k \cdot t + u \end{aligned} \quad (34)$$

式(34)において、未知の変数は、混合比 α の面の水平方向の傾き m 、混合比 α の面の垂直方向の傾き q 、混合比 α の面の切片 p 、 s 、 t 、および u の6つである。

- 25 注目している画素の近傍の画素に対応させて、式(34)に、画素値 M および画素値 B を設定し、画素値 M および画素値 B が設定された複数の式に対して最小自乗法で解くことにより、混合比 α を算出する。

例えば、注目している画素の水平方向のインデックス j を 0 とし、垂直方向のインデックス k を 0 とし、注目している画素の近傍の 3×3 の画素について、式 (3 4) に示す正規方程式に画素値 M または画素値 B を設定すると、式 (3 5) 乃至式 (4 3) を得る。

$$5 \quad M_{-1,-1} = (-1) \cdot B_{-1,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{-1,-1} \cdot q + B_{-1,-1} \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (3 5)$$

$$M_{0,-1} = (0) \cdot B_{0,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{0,-1} \cdot q + B_{0,-1} \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (3 6)$$

$$M_{+1,-1} = (+1) \cdot B_{+1,-1} \cdot m + (-1) \cdot B_{+1,-1} \cdot q + B_{+1,-1} \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (3 7)$$

$$M_{-1,0} = (-1) \cdot B_{-1,0} \cdot m + (0) \cdot B_{-1,0} \cdot q + B_{-1,0} \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (3 8)$$

$$M_{0,0} = (0) \cdot B_{0,0} \cdot m + (0) \cdot B_{0,0} \cdot q + B_{0,0} \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (3 9)$$

$$10 \quad M_{+1,0} = (+1) \cdot B_{+1,0} \cdot m + (0) \cdot B_{+1,0} \cdot q + B_{+1,0} \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (4 0)$$

$$M_{-1,+1} = (-1) \cdot B_{-1,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{-1,+1} \cdot q + B_{-1,+1} \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (4 1)$$

$$M_{0,+1} = (0) \cdot B_{0,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{0,+1} \cdot q + B_{0,+1} \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (4 2)$$

$$M_{+1,+1} = (+1) \cdot B_{+1,+1} \cdot m + (+1) \cdot B_{+1,+1} \cdot q + B_{+1,+1} \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (4 3)$$

- 注目している画素の水平方向のインデックス j が 0 であり、垂直方向のインデックス k が 0 であるので、注目している画素の混合比 α は、式 (2 4) より、 $j=0$ および $k=0$ のときの値、すなわち、切片 p に等しい。

従って、式 (3 5) 乃至式 (4 3) の 9 つの式を基に、最小自乗法により、水平方向の傾き m 、垂直方向の傾き q 、切片 p 、 s 、 t 、および u のそれぞれの値を算出し、切片 p を混合比 α として出力すればよい。

- 20 次に、最小自乗法を適用して混合比 α を算出するより具体的な手順を説明する。

インデックス i およびインデックス k を 1 つのインデックス x で表現すると、インデックス i 、インデックス k 、およびインデックス x の関係は、式 (4 4) で表される。

$$25 \quad x = (j+1) \cdot 3 + (k+1) \quad (4 4)$$

水平方向の傾き m 、垂直方向の傾き q 、切片 p 、 s 、 t 、および u をそれぞれ変数 w_0, w_1, w_2, w_3, w_4 、および w_5 と表現し、 jB, kB, B, j, k 、および 1 をそれぞれ

a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 、および a_5 と表現する。誤差 e_x を考慮すると、式 (35) 乃至式 (43) は、式 (45) に書き換えることができる。

$$M_x = \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y + e_x \quad (45)$$

式 (45) において、 x は、0 乃至 8 の整数のいずれかの値である。

5 式 (45) から、式 (46) を導くことができる。

$$e_x = M_x - \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y \quad (46)$$

ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の自乗和 E を式 (47) に示すようにに定義する。

$$E = \sum_{x=0}^8 e_x^2 \quad (47)$$

10 誤差が最小になるためには、誤差の自乗和 E に対する、変数 w_v の偏微分が 0 になればよい。ここで、 v は、0 乃至 5 の整数のいずれかの値である。従って、式 (48) を満たすように w_y を求める。

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial w_v} &= 2 \cdot \sum_{x=0}^8 e_x \cdot \frac{\partial e_x}{\partial w_v} \\ &= 2 \cdot \sum_{x=0}^8 e_x \cdot a_v = 0 \end{aligned} \quad (48)$$

式 (48) に式 (46) を代入すると、式 (49) を得る。

$$15 \quad \sum_{x=0}^8 (a_v \cdot \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y) = \sum_{x=0}^8 a_v \cdot M_x \quad (49)$$

式 (49) の v に 0 乃至 5 の整数のいずれか 1 つを代入して得られる 6 つの式からなる正規方程式に、例えば、掃き出し法 (Gauss-Jordan の消去法) などを用いて、 w_y を算出する。上述したように、 w_0 は水平方向の傾き m であり、 w_1 は垂直方向の傾き q であり、 w_2 は切片 p であり、 w_3 は s であり、 w_4 は t であり、 w_5 は u である。

20

以上のように、画素値 M および画素値 B を設定した式に、最小自乗法を適用することにより、水平方向の傾き m、垂直方向の傾き q、切片 p、s、t、および u を求めることができる。

ここで、切片 p が、インデックス i, k が 0 の点、すなわち中心位置における

5 混合比 α となっているので、これを出力する。

式 (35) 乃至式 (43) に対応する説明において、混合領域に含まれる画素の画素値を M とし、背景領域に含まれる画素の画素値を B として説明したが、注目している画素が、カバードバックグラウンド領域に含まれる場合、またはアンカバードバックグラウンド領域に含まれる場合のそれぞれに対して、正規方程式を立てる必要がある。

例えば、図 5 1 に示す、フレーム #n のカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を求める場合、フレーム #n の画素の C04 乃至 C08、およびフレーム #n-1 の画素の画素値 P04 乃至 P08 が、正規方程式に設定される。

図 5 2 に示す、フレーム #n のアンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を求める場合、フレーム #n の画素の C28 乃至 C32、およびフレーム #n+1 の画素の画素値 N28 乃至 N32 が、正規方程式に設定される。

また、例えば、図 6 2 に示す、カバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、以下の式 (50) 乃至式 (58) が立てられる。混合比 α を算出する画素の画素値は、Mc5 である。

$$20 \quad Mc1 = (-1) \cdot Bc1 \cdot m + (-1) \cdot Bc1 \cdot q + Bc1 \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (50)$$

$$Mc2 = (0) \cdot Bc2 \cdot m + (-1) \cdot Bc2 \cdot q + Bc2 \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (51)$$

$$Mc3 = (+1) \cdot Bc3 \cdot m + (-1) \cdot Bc3 \cdot q + Bc3 \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (52)$$

$$Mc4 = (-1) \cdot Bc4 \cdot m + (0) \cdot Bc4 \cdot q + Bc4 \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (53)$$

$$Mc5 = (0) \cdot Bc5 \cdot m + (0) \cdot Bc5 \cdot q + Bc5 \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (54)$$

$$25 \quad Mc6 = (+1) \cdot Bc6 \cdot m + (0) \cdot Bc6 \cdot q + Bc6 \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (55)$$

$$Mc7 = (-1) \cdot Bc7 \cdot m + (+1) \cdot Bc7 \cdot q + Bc7 \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (56)$$

$$Mc8 = (0) \cdot Bc8 \cdot m + (+1) \cdot Bc8 \cdot q + Bc8 \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (57)$$

$$Mc9 = (+1) \cdot Bc9 \cdot m + (+1) \cdot Bc9 \cdot q + Bc9 \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (58)$$

フレーム#nのカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、式(50)乃至式(58)において、フレーム#nの画素に対応する、フレーム#n-1の画素の背景領域の画素の画素値Bc1乃至Bc9が使用される。

- 5 図62に示す、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、以下の式(59)乃至式(67)が立てられる。混合比 α を算出する画素の画素値は、Mu5である。

$$Mu1 = (-1) \cdot Bu1 \cdot m + (-1) \cdot Bu1 \cdot q + Bu1 \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (59)$$

$$Mu2 = (0) \cdot Bu2 \cdot m + (-1) \cdot Bu2 \cdot q + Bu2 \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (60)$$

$$10 \quad Mu3 = (+1) \cdot Bu3 \cdot m + (-1) \cdot Bu3 \cdot q + Bu3 \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (61)$$

$$Mu4 = (-1) \cdot Bu4 \cdot m + (0) \cdot Bu4 \cdot q + Bu4 \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (62)$$

$$Mu5 = (0) \cdot Bu5 \cdot m + (0) \cdot Bu5 \cdot q + Bu5 \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (63)$$

$$Mu6 = (+1) \cdot Bu6 \cdot m + (0) \cdot Bu6 \cdot q + Bu6 \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (64)$$

$$Mu7 = (-1) \cdot Bu7 \cdot m + (+1) \cdot Bu7 \cdot q + Bu7 \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (65)$$

$$15 \quad Mu8 = (0) \cdot Bu8 \cdot m + (+1) \cdot Bu8 \cdot q + Bu8 \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (66)$$

$$Mu9 = (+1) \cdot Bu9 \cdot m + (+1) \cdot Bu9 \cdot q + Bu9 \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (67)$$

フレーム#nのアンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、式(59)乃至式(67)において、フレーム#nの画素に対応する、フレーム#n+1の画素の背景領域の画素の画素値Bu1乃至Bu9が使用さ

- 20 れる。

図63は、推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。推定混合比処理部401に入力された画像は、遅延部501および足し込み部502に供給される。

- 25 遅延回路221は、入力画像を1フレーム遅延させ、足し込み部502に供給する。足し込み部502に、入力画像としてフレーム#nが入力されているとき、遅延回路221は、フレーム#n-1を足し込み部502に供給する。

足し込み部502は、混合比 α を算出する画素の近傍の画素の画素値、およ

びフレーム#n-1の画素値を、正規方程式に設定する。例えば、足し込み部502は、式(50)乃至式(58)に基づいて、正規方程式に画素値Mc1乃至Mc9および画素値Bc1乃至Bc9を設定する。足し込み部502は、画素値が設定された正規方程式を演算部503に供給する。

- 5 演算部503は、足し込み部502から供給された正規方程式を掃き出し法などにより解いて推定混合比を求め、求められた推定混合比を出力する。

このように、推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比を算出して、混合比決定部403に供給することができる。

- 10 なお、推定混合比処理部402は、推定混合比処理部401と同様の構成を有するので、その説明は省略する。

図64は、推定混合比処理部401により算出された推定混合比の例を示す図である。図64に示す推定混合比は、等速で動いているオブジェクトに対応する前景の動きvが11であり、7×7画素のブロックを単位として方程式を生成して算出された結果を、1ラインに対して示すものである。

- 15 推定混合比は、混合領域において、図50に示すように、ほぼ直線的に変化していることがわかる。

- 混合比決定部403は、領域特定部101から供給された、混合比が算出される画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比を設定する。混合比決定部403は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0を混合比に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1を混合比に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定混合比を混合比に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定混合比を混合比に設定する。混合比決定部403は、領域情報を基に設定した混合比を出力する。
- 20
- 25

図65のフローチャートを参照して、推定混合比処理部401が図63に示す

- 構成を有する場合における、混合比算出部 102 の混合比の算出の処理を説明する。ステップ S 501 において、混合比算出部 102 は、領域特定部 101 から供給された領域情報を取得する。ステップ S 502 において、推定混合比処理部 401 は、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の
- 5 処理を実行し、推定混合比を混合比決定部 403 に供給する。混合比推定の処理の詳細は、図 66 のフローチャートを参照して、後述する。

ステップ S 503 において、推定混合比処理部 402 は、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を実行し、推定混合比を混合比決定部 403 に供給する。

- 10 ステップ S 504 において、混合比算出部 102 は、フレーム全体について、混合比を推定したか否かを判定し、フレーム全体について、混合比を推定していないと判定された場合、ステップ S 502 に戻り、次の画素について混合比を推定する処理を実行する。

- ステップ S 504 において、フレーム全体について、混合比を推定したと判定
- 15 された場合、ステップ S 505 に進み、混合比決定部 403 は、領域特定部 101 から供給された、混合比が算出される画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比を設定する。混合比決定部 403 は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 を混合比に設定し、対象となる画素が
- 20 背景領域に属する場合、1 を混合比に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 401 から供給された推定混合比を混合比に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 402 から供給された推定混合比を混合比に設定し、処理は終了する。

- 25 このように、混合比算出部 102 は、領域特定部 101 から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比 α を算出することができる。

混合比 α を利用することにより、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれる動きボケの情報を残したままで、画素値に含まれる前景の成分と背景の成分とを分離することが可能になる。

- また、混合比 α に基づいて画像を合成すれば、実世界を実際に撮影し直した
- 5 ような動いているオブジェクトのスピードに合わせた正しい動きボケを含む画像を作ることが可能になる。

次に、図65のステップS502に対応する、カバーバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を図66のフローチャートを参照して説明する。

- 10 ステップS521において、足し込み部502は、入力された画像に含まれる画素値、および遅延回路221から供給される画像に含まれる画素値を、カバーバックグラウンド領域のモデルに対応する正規方程式に設定する。

- ステップS522において、推定混合比処理部401は、対象となる画素についての設定が終了したか否かを判定し、対象となる画素についての設定が終了し
- 15 ていないと判定された場合、ステップS521に戻り、正規方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

- ステップS522において、対象となる画素についての画素値の設定が終了したと判定された場合、ステップS523に進み、演算部173は、画素値が設定された正規方程式を基に、推定混合比を演算して、求められた推定混合比を出力
- 20 する。

このように、推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比を演算することができる。

- 図65のステップS153におけるアンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理は、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する正規方程式を利用した、図66のフローチャートに示す処理と同
- 25 様なので、その説明は省略する。

なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領

域に対応する画像が動きを含んでいても上述した混合比を求める処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、推定混合比処理部401は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを含んでいるとき、推定混合比処理部401は、混合領域に属する画素に対応する画素として、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

次に、前景背景分離部105について説明する。図67は、前景背景分離部105の構成の一例を示すブロック図である。前景背景分離部105に供給された入力画像は、分離部601、スイッチ602、およびスイッチ604に供給される。カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す、領域特定部103から供給された領域情報は、分離部601に供給される。前景領域を示す領域情報は、スイッチ602に供給される。背景領域を示す領域情報は、スイッチ604に供給される。

15 混合比算出部104から供給された混合比 α は、分離部601に供給される。

分離部601は、カバードバックグラウンド領域を示す領域情報、アンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分を分離して、分離した前景の成分を合成部603に供給するとともに、入力画像から背景の成分を分離して、分離した背景の成分を合成部605に供給する。

スイッチ602は、前景領域を示す領域情報を基に、前景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる前景に対応する画素のみを合成部603に供給する。

25 スイッチ604は、背景領域を示す領域情報を基に、背景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる背景に対応する画素のみを合成部605に供給する。

合成部603は、分離部601から供給された前景に対応する成分、スイッチ

602から供給された前景に対応する画素を基に、前景成分画像を合成し、合成した前景成分画像を出力する。前景領域と混合領域とは重複しないので、合成部603は、例えば、前景に対応する成分と、前景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、前景成分画像を合成する。

- 5 合成部603は、前景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、前景成分画像の合成の処理において、前景成分画像を格納（上書き）する。従って、合成部603が出力する前景成分画像の内、背景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。
- 10 合成部605は、分離部601から供給された背景に対応する成分、スイッチ604から供給された背景に対応する画素を基に、背景成分画像を合成して、合成した背景成分画像を出力する。背景領域と混合領域とは重複しないので、合成部605は、例えば、背景に対応する成分と、背景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、背景成分画像を合成する。
- 15 合成部605は、背景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、背景成分画像の合成の処理において、背景成分画像を格納（上書き）する。従って、合成部605が出力する背景成分画像の内、前景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。
- 20 図68Aは、前景背景分離部105に入力される入力画像、並びに前景背景分離部105から出力される前景成分画像および背景成分画像の模式図であり、図68Bは、図68Aに対応する前景領域に属する画素、背景領域に属する画素、および混合領域に属する画素を含む1ラインの画素を時間方向に展開したモデル図を示す。
- 25 図68Aおよび図68Bに示すように、前景背景分離部105から出力される背景成分画像は、背景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる背景の成分から構成される。

図 6 8 A および図 6 8 B に示すように、前景背景分離部 1 0 5 から出力される前景成分画像は、前景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる前景の成分から構成される。

- 5 混合領域の画素の画素値は、前景背景分離部 1 0 5 により、背景の成分と、前景の成分とに分離される。分離された背景の成分は、背景領域に属する画素と共に、背景成分画像を構成する。分離された前景の成分は、前景領域に属する画素と共に、前景成分画像を構成する。

- 10 このように、前景成分画像は、背景領域に対応する画素の画素値が 0 とされ、前景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。同様に、背景成分画像は、前景領域に対応する画素の画素値が 0 とされ、背景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。

次に、分離部 6 0 1 が実行する、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離する処理について説明する。

- 15 図 6 9 は、図中の左から右に移動するオブジェクトに対応する前景を含む、2 つのフレームの前景の成分および背景の成分を示す画像のモデルである。図 6 9 に示す画像のモデルにおいて、前景の動き量 v は 4 であり、仮想分割数は、4 とされている。

- 20 フレーム # n において、最も左の画素、および左から 1 4 番目乃至 1 8 番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム # n において、左から 2 番目乃至 4 番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム # n において、左から 1 1 番目乃至 1 3 番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバードバックグラウンド領域に属する。フレーム # n において、左から 5 番目乃至 1 0 番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

フレーム # $n+1$ において、左から 1 番目乃至 5 番目の画素、および左から 1 8 番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム # $n+1$ に

において、左から 6 番目乃至 8 番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム#n+1 において、左から 1 5 番目乃至 1 7 番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバードバックグラウンド領域に属する。フレーム#n+1 において、左から 9 番目乃至 1 4 番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

図 7 0 は、カバードバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図 7 0 において、 $\alpha 1$ 乃至 $\alpha 18$ は、フレーム#n における画素のそれぞれに対応する混合比である。図 7 0 において、左から 1 5 番目乃至 1 7 番目の画素は、カバードバックグラウンド領域に属する。

10 フレーム#n の左から 1 5 番目の画素の画素値 $C15$ は、式 (6 8) で表される。

$$\begin{aligned} C15 &= B15/v + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot B15 + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot P15 + F09/v + F08/v + F07/v \end{aligned} \quad (68)$$

ここで、 $\alpha 15$ は、フレーム#n の左から 1 5 番目の画素の混合比である。P15 は、

15 フレーム#n-1 の左から 1 5 番目の画素の画素値である。

式 (6 8) を基に、フレーム#n の左から 1 5 番目の画素の前景の成分の和 $f15$ は、式 (6 9) で表される。

$$\begin{aligned} f15 &= F09/v + F08/v + F07/v \\ &= C15 - \alpha 15 \cdot P15 \end{aligned} \quad (69)$$

20 同様に、フレーム#n の左から 1 6 番目の画素の前景の成分の和 $f16$ は、式 (7 0) で表され、フレーム#n の左から 1 7 番目の画素の前景の成分の和 $f17$ は、式 (7 1) で表される。

$$f16 = C16 - \alpha 16 \cdot P16 \quad (70)$$

$$f17 = C17 - \alpha 17 \cdot P17 \quad (71)$$

25 このように、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値 C に含まれる前景の成分 f_c は、式 (7 2) で計算される。

$$f_c = C - \alpha \cdot P \quad (72)$$

P は、1 つ前のフレームの、対応する画素の画素値である。

図 7 1 は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図 7 1 において、 $\alpha 1$ 乃至 $\alpha 18$ は、フレーム #n における画素のそれぞれに対応する混合比である。図 7 1 において、左から 2 番目乃至 4 番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域に属する。

5 フレーム #n の左から 2 番目の画素の画素値 $C02$ は、式 (7 3) で表される。

$$\begin{aligned} C02 &= B02/v + B02/v + B02/v + F01/v \\ &= \alpha 2 \cdot B02 + F01/v \\ &= \alpha 2 \cdot N02 + F01/v \end{aligned} \quad (7 3)$$

10 ここで、 $\alpha 2$ は、フレーム #n の左から 2 番目の画素の混合比である。N02 は、フレーム #n+1 の左から 2 番目の画素の画素値である。

式 (7 3) を基に、フレーム #n の左から 2 番目の画素の前景の成分の和 $f02$ は、式 (7 4) で表される。

$$\begin{aligned} f02 &= F01/v \\ 15 \quad &= C02 - \alpha 2 \cdot N02 \end{aligned} \quad (7 4)$$

同様に、フレーム #n の左から 3 番目の画素の前景の成分の和 $f03$ は、式 (7 5) で表され、フレーム #n の左から 4 番目の画素の前景の成分の和 $f04$ は、式 (7 6) で表される。

$$\begin{aligned} f03 &= C03 - \alpha 3 \cdot N03 \\ 20 \quad f04 &= C04 - \alpha 4 \cdot N04 \end{aligned} \quad (7 5) \quad (7 6)$$

このように、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値 C に含まれる前景の成分 f_u は、式 (7 7) で計算される。

$$f_u = C - \alpha \cdot N \quad (7 7)$$

N は、1 つ後のフレームの、対応する画素の画素値である。

25 このように、分離部 6 0 1 は、領域情報に含まれる、カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す情報、並びに画素毎の混合比 α を基に、混合領域に属する画素から前景の成分、および背

景の成分を分離することができる。

図 7 2 は、以上で説明した処理を実行する分離部 6 0 1 の構成の一例を示すブロック図である。分離部 6 0 1 に入力された画像は、フレームメモリ 6 2 1 に供給され、混合比算出部 1 0 4 から供給されたカバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比 α は、分離処理ブロック 6 2 2 に入力される。

フレームメモリ 6 2 1 は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ 6 2 1 は、処理の対象がフレーム# n であるとき、フレーム# n の 1 つ前のフレームであるフレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# n の 1 つ後のフレームであるフレーム# $n+1$ を記憶する。

フレームメモリ 6 2 1 は、フレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# $n+1$ の対応する画素を分離処理ブロック 6 2 2 に供給する。

分離処理ブロック 6 2 2 は、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比 α を基に、フレームメモリ 6 2 1 から供給されたフレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# $n+1$ の対応する画素の画素値に図 7 0 および図 7 1 を参照して説明した演算を適用して、フレーム# n の混合領域に属する画素から前景の成分および背景の成分を分離して、フレームメモリ 6 2 3 に供給する。

分離処理ブロック 6 2 2 は、アンカバード領域処理部 6 3 1、カバード領域処理部 6 3 2、合成部 6 3 3、および合成部 6 3 4 で構成されている。

アンカバード領域処理部 6 3 1 の乗算器 6 4 1 は、混合比 α を、フレームメモリ 6 2 1 から供給されたフレーム# $n+1$ の画素の画素値に乗じて、スイッチ 6 4 2 に出力する。スイッチ 6 4 2 は、フレームメモリ 6 2 1 から供給されたフレーム# n の画素（フレーム# $n+1$ の画素に対応する）がアンカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器 6 4 1 から供給された混合比 α を乗じた画素値を演算器 6 4 3 および合成部 6 3 4 に供給する。スイッチ 6 4 2 から出力されるフレーム# $n+1$ の画素の画素値に混合比 α を乗じた値は、フレーム# n の

対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

演算器 6 4 3 は、フレームメモリ 6 2 1 から供給されたフレーム#n の画素の画素値から、スイッチ 6 4 2 から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器 6 4 3 は、アンカバードバックグラウンド領域に属する、フレーム
5 ム#n の画素の前景の成分を合成部 6 3 3 に供給する。

カバード領域処理部 6 3 2 の乗算器 6 5 1 は、混合比 α を、フレームメモリ 6 2 1 から供給されたフレーム#n-1 の画素の画素値に乗じて、スイッチ 6 5 2
10 2 に出力する。スイッチ 6 5 2 は、フレームメモリ 6 2 1 から供給されたフレーム#n の画素（フレーム#n-1 の画素に対応する）がカバードバックグラウンド領域
であるとき、閉じられ、乗算器 6 5 1 から供給された混合比 α を乗じた画素値を演算器 6 5 3 および合成部 6 3 4 に供給する。スイッチ 6 5 2 から出力される
フレーム#n-1 の画素の画素値に混合比 α を乗じた値は、フレーム#n の対応する
画素の画素値の背景の成分に等しい。

演算器 6 5 3 は、フレームメモリ 6 2 1 から供給されたフレーム#n の画素の
15 画素値から、スイッチ 6 5 2 から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器 6 5 3 は、カバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#n の画素の前景の成分を合成部 6 3 3 に供給する。

合成部 6 3 3 は、フレーム#n の、演算器 6 4 3 から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分、および演算器 6 5 3 から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分を合成して、
20 フレームメモリ 6 2 3 に供給する。

合成部 6 3 4 は、フレーム#n の、スイッチ 6 4 2 から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分、およびスイッチ 6 5 2 から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分を合成
25 して、フレームメモリ 6 2 3 に供給する。

フレームメモリ 6 2 3 は、分離処理ブロック 6 2 2 から供給された、フレーム#n の混合領域の画素の前景の成分と、背景の成分とをそれぞれに記憶する。

フレームメモリ 6 2 3 は、記憶しているフレーム#n の混合領域の画素の前景の成分、および記憶しているフレーム#n の混合領域の画素の背景の成分を出力する。

- 特微量である混合比 α を利用することにより、画素値に含まれる前景の成分と背景の成分とを完全に分離することが可能になる。

合成部 6 0 3 は、分離部 6 0 1 から出力された、フレーム#n の混合領域の画素の前景の成分と、前景領域に属する画素とを合成して前景成分画像を生成する。合成部 6 0 5 は、分離部 6 0 1 から出力された、フレーム#n の混合領域の画素の背景の成分と、背景領域に属する画素とを合成して背景成分画像を生成する。

- 図 7 3 A は、図 6 9 のフレーム#n に対応する、前景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から 1 4 番目の画素は、前景と背景が分離される前において、背景の成分のみから成っていたので、画素値が 0 とされる。

- 左から 2 番目乃至 4 番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、アンカバードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が 0 とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から 1 1 番目乃至 1 3 番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、カバードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が 0 とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から 5 番目乃至 1 0 番目の画素は、前景の成分のみから成るので、そのまま残される。

- 図 7 3 B は、図 6 9 のフレーム#n に対応する、背景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から 1 4 番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、背景の成分のみから成っていたので、そのまま残される。

- 左から 2 番目乃至 4 番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、アンカバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が 0 とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から 1 1 番目乃至 1 3 番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、カバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が 0 とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から 5 番目乃至 1 0 番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、前景の成分のみから成っていたので、

画素値が 0 とされる。

次に、図 7 4 に示すフローチャートを参照して、前景背景分離部 1 0 5 による前景と背景との分離の処理を説明する。ステップ S 6 0 1 において、分離部 6 0 1 のフレームメモリ 6 2 1 は、入力画像を取得し、前景と背景との分離の対象となるフレーム#n を、その前のフレーム#n-1 およびその後のフレーム#n+1 と共に記憶する。

ステップ S 6 0 2 において、分離部 6 0 1 の分離処理ブロック 6 2 2 は、混合比算出部 1 0 4 から供給された領域情報を取得する。ステップ S 6 0 3 において、分離部 6 0 1 の分離処理ブロック 6 2 2 は、混合比算出部 1 0 4 から供給された混合比 α を取得する。

ステップ S 6 0 4 において、アンカバード領域処理部 6 3 1 は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ 6 2 1 から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

ステップ S 6 0 5 において、アンカバード領域処理部 6 3 1 は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ 6 2 1 から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

ステップ S 6 0 6 において、カバード領域処理部 6 3 2 は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ 6 2 1 から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

ステップ S 6 0 7 において、カバード領域処理部 6 3 2 は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ 6 2 1 から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

ステップ S 6 0 8 において、合成部 6 3 3 は、ステップ S 6 0 5 の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分と、ステップ S 6 0 7 の処理で抽出されたカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分とを合成する。合成された前景の成分は、合成部 6 0 3 に供給される。更に、合成部 6 0 3 は、スイッチ 6 0 2 を介して供給された前景領域に属する画

素と、分離部 6 0 1 から供給された前景の成分とを合成して、前景成分画像を生成する。

5 ステップ S 6 0 9 において、合成部 6 3 4 は、ステップ S 6 0 4 の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分と、ステップ S 6 0 6 の処理で抽出されたカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分とを合成する。合成された背景の成分は、合成部 6 0 5 に供給される。更に、合成部 6 0 5 は、スイッチ 6 0 4 を介して供給された背景領域に属する画素と、分離部 6 0 1 から供給された背景の成分とを合成して、背景成分画像を生成する。

10 ステップ S 6 1 0 において、合成部 6 0 3 は、前景成分画像を出力する。ステップ S 6 1 1 において、合成部 6 0 5 は、背景成分画像を出力し、処理は終了する。

このように、前景背景分離部 1 0 5 は、領域情報および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分と、背景の成分とを分離し、前景の成分のみから成る前景成分画像、および背景の成分のみから成る背景成分画像を出力することができる。

15 図 7 5 は、動きボケ調整部 1 0 6 の構成を示すブロック図である。動き検出部 1 0 2 から供給された動きベクトルとその位置情報は、処理単位決定部 9 0 1 および補正部 9 0 5 に供給され、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報は、処理単位決定部 9 0 1 に供給される。前景背景分離部 1 0 5 から供給された前景成分画像は、演算部 9 0 4 に供給される。

処理単位決定部 9 0 1 は、動きベクトルとその位置情報、および領域情報を基に、動きベクトルと共に、生成した処理単位をモデル化部 9 0 2 に供給する。

25 図 7 6 の A で示すように、例えば、処理単位決定部 9 0 1 が生成する処理単位は、前景成分画像のカバードバックグラウンド領域に対応する画素から始まり、アンカバードバックグラウンド領域に対応する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素、またはアンカバードバックグラウンド領域に対応する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に対応する画素までの動き方向に並ぶ連続する画

素を示す。処理単位は、例えば、左上点（処理単位で指定される画素であって、画像上で最も左または最も上に位置する画素の位置）および右下点の2つのデータから成る。

モデル化部902は、動きベクトルおよび入力された処理単位を基に、モデル化を実行する。より具体的には、例えば、モデル化部902は、処理単位に含まれる画素の数、画素値の時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景の成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、図77に示すような、画素値と前景の成分との対応を指定するモデルを選択するようにしても良い。

- 10 例えば、処理単位に対応する画素の数が12であり動き量 v が5であるときにおいては、モデル化部902は、仮想分割数を5とし、最も左に位置する画素が1つの前景の成分を含み、左から2番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から3番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から4番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から5番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から6番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から7番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から8番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から9番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から10番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から11番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から12番目の画素が1つの前景の成分を含み、全体として8つの前景の成分から成るモデルを選択する。
- 15 なお、モデル化部902は、予め記憶してあるモデルから選択するのではなく、動きベクトル、および処理単位が供給されたとき、動きベクトル、および処理単位を基に、モデルを生成するようにしてもよい。

方程式生成部903は、モデル化部902から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。

- 25 図77乃至図79に示す前景成分画像のモデルを参照して、前景の成分の数が8であり、処理単位に対応する画素の数が12であり、動き量 v が5であるときの、方程式生成部903が生成する方程式の例について説明する。

前景成分画像に含まれるシャッタ時間/ v に対応する前景成分が $F01/v$ 乃至 $F08/v$ であるとき、 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ と画素値 $C01$ 乃至 $C12$ との関係は、式 (78) 乃至式 (89) で表される。

$$\begin{array}{ll}
 & C01=F01/v \quad (78) \\
 5 & C02=F02/v+F01/v \quad (79) \\
 & C03=F03/v+F02/v+F01/v \quad (80) \\
 & C04=F04/v+F03/v+F02/v+F01/v \quad (81) \\
 & C05=F05/v+F04/v+F03/v+F02/v+F01/v \quad (82) \\
 & C06=F06/v+F05/v+F04/v+F03/v+F02/v \quad (83) \\
 10 & C07=F07/v+F06/v+F05/v+F04/v+F03/v \quad (84) \\
 & C08=F08/v+F07/v+F06/v+F05/v+F04/v \quad (85) \\
 & C09=F08/v+F07/v+F06/v+F05/v \quad (86) \\
 & C10=F08/v+F07/v+F06/v \quad (87) \\
 & C11=F08/v+F07/v \quad (88) \\
 15 & C12=F08/v \quad (89)
 \end{array}$$

画素値 $C12$ および $C11$ に注目すると、画素値 $C12$ は、式 (90) に示すように、前景の成分 $F08/v$ のみを含み、画素値 $C11$ は、前景の成分 $F08/v$ および前景の成分 $F07/v$ の積和から成る。従って、前景の成分 $F07/v$ は、式 (91) で求めることができる。

$$\begin{array}{ll}
 20 & F08/v=C12 \quad (90) \\
 & F07/v=C11-C12 \quad (91)
 \end{array}$$

同様に、画素値 $C10$ 乃至 $C01$ に含まれる前景の成分を考慮すると、前景の成分 $F06/v$ 乃至 $F01/v$ は、式 (92) 乃至式 (97) により求めることができる。

$$\begin{array}{ll}
 & F06/v=C10-C11 \quad (92) \\
 25 & F05/v=C09-C10 \quad (93) \\
 & F04/v=C08-C09 \quad (94) \\
 & F03/v=C07-C08+C12 \quad (95)
 \end{array}$$

$$F02/v = C06 - C07 + C11 - C12 \quad (96)$$

$$F01/v = C05 - C06 + C10 - C11 \quad (97)$$

- 方程式生成部 903 は、式 (90) 乃至式 (97) に例を示す、画素値の差により前景の成分を算出するための方程式を生成する。方程式生成部 903 は、生成した方程式を演算部 904 に供給する。

演算部 904 は、方程式生成部 903 から供給された方程式に前景成分画像の画素値を設定して、画素値を設定した方程式を基に、前景の成分を算出する。演算部 904 は、例えば、式 (90) 乃至式 (97) が方程式生成部 903 から供給されたとき、式 (90) 乃至式 (97) に画素値 C05 乃至 C12 を設定する。

- 10 演算部 904 は、画素値が設定された式に基づき、前景の成分を算出する。例えば、演算部 904 は、画素値 C05 乃至 C12 が設定された式 (90) 乃至式 (97) に基づく演算により、図 78 に示すように、前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ を算出する。演算部 904 は、前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ を補正部 905 に供給する。

- 15 補正部 905 は、演算部 904 から供給された前景の成分に、処理単位決定部 901 から供給された動きベクトルに含まれる動き量 v を乗じて、動きボケを除去した前景の画素値を算出する。例えば、補正部 905 は、演算部 904 から供給された前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ が供給されたとき、前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ のそれぞれに、5 である動き量 v を乗じることにより、図 79 に示すように、動きボケを除去した前景の画素値 $F01$ 乃至 $F08$ を算出する。

補正部 905 は、以上のように算出された、動きボケを除去した前景の画素値から成る前景成分画像を動きボケ付加部 906 および選択部 907 に供給する。

- 動きボケ付加部 906 は、動き量 v とは異なる値の動きボケ調整量 v' 、例えば、動き量 v の半分の値の動きボケ調整量 v' 、動き量 v と無関係の値の動きボケ調整量 v' で、動きボケの量を調整することができる。例えば、図 80 に示すように、動きボケ付加部 906 は、動きボケが除去された前景の画素値 F_i を動きボケ調整量 v' で除すことにより、前景成分 F_i/v' を算出して、前景成分

F_i/v' の和を算出して、動きボケの量が調整された画素値を生成する。例えば、動きボケ調整量 v' が 3 のとき、画素値 C02 は、 $(F01) / v'$ とされ、画素値 C03 は、 $(F01+F02) / v'$ とされ、画素値 C04 は、 $(F01+F02+F03) / v'$ とされ、画素値 C05 は、 $(F02+F03+F04) / v'$ とされる。

- 5 動きボケ付加部 9 0 6 は、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部 9 0 7 に供給する。

選択部 9 0 7 は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、補正部 9 0 5 から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ付加部 9 0 6 から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選

- 10 択して、選択した前景成分画像を出力する。

このように、動きボケ調整部 1 0 6 は、選択信号および動きボケ調整量 v' を基に、動きボケの量を調整することができる。

次に、動きボケ調整部 1 0 6 による前景の動きボケの量の調整の処理を図 8 1 のフローチャートを参照して説明する。

- 15 ステップ S 9 0 1 において、動きボケ調整部 1 0 6 の処理単位決定部 9 0 1 は、動きベクトルおよび領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部 9 0 2 および補正部 9 0 5 に供給する。

ステップ S 9 0 2 において、動きボケ調整部 1 0 6 のモデル化部 9 0 2 は、動き量 v および処理単位に対応して、モデルの選択や生成を行う。ステップ S 9

- 20 0 3 において、方程式生成部 9 0 3 は、選択または生成されたモデルを基に、前景成分画像の画素値の差により前景の成分を算出するための方程式を生成する。

ステップ S 9 0 4 において、演算部 9 0 4 は、作成された方程式に前景成分画像の画素値を設定し、画素値が設定された方程式を基に、画素値の差分から前景の成分を抽出する。ステップ S 9 0 5 において、演算部 9 0 4 は、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出したか否かを判定し、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出していないと判定された場合、ステップ S 9 0 4 に戻り、前景の成分を抽出の処理を繰り返す。

ステップ S 9 0 5 において、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出したと判定された場合、ステップ S 9 0 6 に進み、補正部 9 0 5 は、動き量 v を基に、演算部 9 0 4 から供給された前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ のそれぞれを補正して、動きボケを除去した前景の画素値 $F01$ 乃至 $F08$ を算出する。

- 5 ステップ S 9 0 7 において、動きボケ付加部 9 0 6 は、動きボケの量を調整した前景の画素値を算出して、選択部 9 0 7 は、動きボケが除去された画像または動きボケの量が調整された画像のいずれかを選択して、選択した画像を出力して、処理は終了する。

- 10 このように、図 7 5 に構成を示す動きボケ調整部 1 0 6 は、動きボケを含む前景画像の動きボケを調整することができる。

- ウィナー・フィルタなど従来の動きボケを部分的に除去する手法が、理想状態では効果が認められるが、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対して十分な効果が得られないのに対し、図 7 5 に構成を示す動きボケ調整部 1 0 6 において、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対しても十分な効果が認められ、
- 15 精度の良い動きボケの除去が可能となる。

図 8 2 は、信号処理部 1 2 の機能の他の構成を示すブロック図である。

図 4 に示す部分と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は適宜省略する。

- 領域特定部 1 0 3 は、領域情報を混合比算出部 1 0 4 および合成部 1 0 0 1 に
- 20 供給する。

混合比算出部 1 0 4 は、混合比 α を前景背景分離部 1 0 5 および合成部 1 0 0 1 に供給する。

前景背景分離部 1 0 5 は、前景成分画像を合成部 1 0 0 1 に供給する。

- 合成部 1 0 0 1 は、混合比算出部 1 0 4 から供給された混合比 α 、領域特定部
- 25 1 0 3 から供給された領域情報を基に、任意の背景画像と、前景背景分離部 1 0 5 から供給された前景成分画像とを合成して、任意の背景画像と前景成分画像とが合成された合成画像を出力する。

図 8 3 は、合成部 1 0 0 1 の構成を示す図である。背景成分生成部 1 0 2 1 は、混合比 α および任意の背景画像を基に、背景成分画像を生成して、混合領域画像合成部 1 0 2 2 に供給する。

- 5 混合領域画像合成部 1 0 2 2 は、背景成分生成部 1 0 2 1 から供給された背景成分画像と前景成分画像とを合成することにより、混合領域合成画像を生成して、生成した混合領域合成画像を画像合成部 1 0 2 3 に供給する。

画像合成部 1 0 2 3 は、領域情報を基に、前景成分画像、混合領域画像合成部 1 0 2 2 から供給された混合領域合成画像、および任意の背景画像を合成して、合成画像を生成して出力する。

- 10 このように、合成部 1 0 0 1 は、前景成分画像を、任意の背景画像に合成することができる。

特徴量である混合比 α を基に前景成分画像を任意の背景画像と合成して得られた画像は、単に画素を合成した画像に比較し、より自然なものと成る。

- 15 図 8 4 は、動きボケの量を調整する信号処理部 1 2 の機能の更に他の構成を示すブロック図である。図 4 に示す信号処理部 1 2 が領域特定と混合比 α の算出を順番に行うのに対して、図 8 4 に示す信号処理部 1 2 は、領域特定と混合比 α の算出を並行して行う。

図 4 のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

- 20 入力画像は、混合比算出部 1 1 0 1、前景背景分離部 1 1 0 2、領域特定部 1 0 3、およびオブジェクト抽出部 1 0 1 に供給される。

- 25 混合比算出部 1 1 0 1 は、入力画像を基に、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を、入力画像に含まれる画素のそれぞれに対して算出し、算出した画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を前景背景

分離部 1 1 0 2 に供給する。

図 8 5 は、混合比算出部 1 1 0 1 の構成の一例を示すブロック図である。

図 8 5 に示す推定混合比処理部 4 0 1 は、図 4 9 に示す推定混合比処理部 4 0 1 と同じである。図 8 5 に示す推定混合比処理部 4 0 2 は、図 4 9 に示す推定混合比処理部 4 0 2 と同じである。

推定混合比処理部 4 0 1 は、入力画像を基に、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

推定混合比処理部 4 0 2 は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

前景背景分離部 1 1 0 2 は、混合比算出部 1 1 0 1 から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、並びに領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、入力画像から前景成分画像を生成し、生成した前景成分画像を動きボケ調整部 1 0 6 および選択部 1 0 7 に供給する。

図 8 6 は、前景背景分離部 1 1 0 2 の構成の一例を示すブロック図である。

図 6 7 に示す前景背景分離部 1 0 5 と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

選択部 1 1 2 1 は、領域特定部 1 0 3 から供給された領域情報を基に、混合比算出部 1 1 0 1 から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比のいずれか一方を選択して、選択した推定混合比を混合比 α として分離部 6 0 1 に供給する。

分離部 6 0 1 は、選択部 1 1 2 1 から供給された混合比 α および領域情報を基に、混合領域に属する画素の画素値から前景の成分および背景の成分を抽出し、

抽出した前景の成分を合成部 6 0 3 に供給すると共に、背景の成分を合成部 6 0 5 に供給する。

分離部 6 0 1 は、図 7 2 に示す構成と同じ構成とすることができる。

合成部 6 0 3 は、前景成分画像を合成して、出力する。合成部 6 0 5 は、背景成分画像を合成して出力する。

図 8 4 に示す動きボケ調整部 1 0 6 は、図 4 に示す場合と同様の構成とすることができ、領域情報および動きベクトルを基に、前景背景分離部 1 1 0 2 から供給された前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量が調整された前景成分画像を出力する。

図 8 4 に示す選択部 1 0 7 は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部 1 1 0 2 から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部 1 0 6 から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

このように、図 8 4 に構成を示す信号処理部 1 2 は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像に対して、その画像に含まれる動きボケの量を調整して出力することができる。図 8 4 に構成を示す信号処理部 1 2 は、第 1 の実施例と同様に、埋もれた情報である混合比 α を算出して、算出した混合比 α を出力することができる。

なお、混合比 α は、画素値に含まれる背景の成分の割合として説明したが、画素値に含まれる前景の成分の割合としてもよい。

また、前景となるオブジェクトの動きの方向は左から右として説明したが、その方向に限定されないことは勿論である。

以上においては、3次元空間と時間軸情報を有する現実空間の画像をビデオカメラを用いて2次元空間と時間軸情報を有する時空間への射影を行った場合を例としたが、本発明は、この例に限らず、より多くの第1の次元の第1の情報を、より少ない第2の次元の第2の情報に射影した場合に、その射影によって発生する歪みを補正したり、有意情報を抽出したり、またはより自然に画像を合成する

場合に適応することが可能である。

なお、センサ 11 は、CCD に限らず、固体撮像素子である、例えば、CMOS
(Complementary Metal Oxide Semiconductor (相補性金属酸化膜半導体))、
BBD (Bucket Brigade Device)、CID (Charge Injection Device)、または
5 CPD (Charge Priming Device) などのセンサでもよく、また、検出素子がマト
リックス状に配置されているセンサに限らず、検出素子が 1 列に並んでいるセン
サでもよい。

本発明の信号処理を行うプログラムを記録した記録媒体は、図 3 に示すように、
コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プロ
10 グラムが記録されている磁気ディスク 51 (フロッピディスクを含む)、光ディ
スク 52 (CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory), DVD (Digital Versatile
Disk) を含む)、光磁気ディスク 53 (MD (Mini-Disk) を含む)、もしくは
半導体メモリ 54 などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、
コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録
15 されている ROM 22 や、記憶部 28 に含まれるハードディスクなどで構成される。

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステッ
プは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時
系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むもの
である。

20

産業上の利用可能性

第 1 の本発明によれば、ボケた画像などの検出信号に含まれる動きボケの量を
調整することができるようになる。

第 2 の本発明によれば、動きボケの量を調整することができるようになる。

25

請求の範囲

1. それぞれ時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データから成る画像データを処理する画像処理装置において、

- 5 前記画像データにおいて前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、前記画像データにおいて背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、および前記画像データにおいて前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合された領域であって、前記前景オブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域および前記前景オブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域とを含む混合領域とを示す領域情報、並びに前記画像データに基づいて、前記前景領域を中心とする前記カバードバックグラウンド領域の外側端部から前記アンカバードバックグラウンド領域の外側端部までの、前記前景オブジェクトの動き方向と一致する少なくとも1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する処理単位決定手段と、
- 10
- 15

前記処理単位に基づいて決定される前記処理単位内の画素の画素値と、前記混合領域における前記前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してなる未知数である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する連立方程式生成手段と、

- 20 前記連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算手段と

を含むことを特徴とする画像処理装置。

2. 前記演算手段は、前記混合領域の端部から1番目の画素に含まれる前記前景オブジェクト成分を、隣の画素であって、前記直線上の前記混合領域の端部から2番目の画素に含まれる前記前景オブジェクト成分から減算すれば、前記2番目の画素に対応する1つの前記前景オブジェクト成分が算出される性質を利用して、前記連立方程式を前記端部の画素に対応する関係式から順次解くことにより、
- 25

動きボケ量の調整された前記前景オブジェクト成分を演算する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

3. 前記連立方程式生成手段は、前記前景オブジェクトの動き量に応じた前記分割数を基に、前記連立方程式を生成する

5 ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

4. それぞれ時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データから成る画像データを処理する画像処理方法において、

前記画像データにおいて前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、前記画像データにおいて背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、および前記画像データにおいて前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合された領域であって、前記前景オブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域および前記前景オブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域とを含む混合領域とを示す領域情報、並びに前記画像データに基づいて、前記前景領域を中心とする前記カバードバックグラウンド領域の外側端部から前記アンカバードバックグラウンド領域の外側端部までの、前記前景オブジェクトの動き方向と一致する少なくとも1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する処理単位決定ステップと、

20 前記処理単位に基づいて決定される前記処理単位内の画素の画素値と、前記混合領域における前記前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してなる未知数である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する連立方程式生成ステップと、

25 前記連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算ステップと

を含むことを特徴とする画像処理方法。

5. 前記演算ステップにおいて、前記混合領域の端部から1番目の画素に含ま

れる前記前景オブジェクト成分を、隣の画素であって、前記直線上の前記混合領域の端部から2番目の画素に含まれる前記前景オブジェクト成分から減算すれば、前記2番目の画素に対応する1つの前記前景オブジェクト成分が算出される性質を利用して、前記連立方程式を前記端部の画素に対応する関係式から順次解くこ

5 とにより、動きボケ量の調整された前記前景オブジェクト成分が演算される

ことを特徴とする請求の範囲第4項に記載の画像処理方法。

6. 前記連立方程式生成ステップにおいて、前記前景オブジェクトの動き量に応じた前記分割数を基に、前記連立方程式が生成される

ことを特徴とする請求の範囲第4項に記載の画像処理方法。

10 7. それぞれ時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データから成る画像データを処理する画像処理用のプログラムであって、

前記画像データにおいて前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、前記画像データにおいて背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、および前記画像データにおいて前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合された領域であって、前記前景オブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域および前記前景オブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域とを含む混合領域とを示す領域情報、並びに前記画像データに基づいて、前記前景領域を中心とする前記カバードバックグラウンド領域の外側端部から前記アンカバードバックグラウンド領域の外側端部までの、前記前景オブジェクトの動き方向と一致する少なくとも1つの直線上の画素データからなる処理単位を決定する処理単位決定ステップと、

15

20

前記処理単位に基づいて決定される前記処理単位内の画素の画素値と、前記混合領域における前記前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してなる未知数である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する連立方程式生成ステップと、

25

前記連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

- 5 8. 前記演算ステップにおいて、前記混合領域の端部から 1 番目の画素に含まれる前記前景オブジェクト成分を、隣の画素であって、前記直線上の前記混合領域の端部から 2 番目の画素に含まれる前記前景オブジェクト成分から減算すれば、前記 2 番目の画素に対応する 1 つの前記前景オブジェクト成分が算出される性質を利用して、前記連立方程式を前記端部の画素に対応する関係式から順次解くことにより、動きボケ量の調整された前記前景オブジェクト成分が演算される
- 10 ことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の記録媒体。
9. 前記連立方程式生成ステップにおいて、前記前景オブジェクトの動き量に応じた前記分割数を基に、前記連立方程式が生成される
- ことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の記録媒体。
- 15 10. それぞれ時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって撮像された被写体画像を、所定数の画素データからなる画像データとして出力する撮像手段と、
- 前記画像データにおいて前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、前記画像データにおいて背景オブジェクトを構成する背景オブ
- 20 ジェクト成分からなる背景領域、および前記画像データにおいて前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合された領域であって、前記前景オブジェクトの動き方向先端部側に形成されるカバードバックグラウンド領域および前記前景オブジェクトの動き方向後端部側に形成されるアンカバードバックグラウンド領域とを含む混合領域とを示す領域情報、並びに前記画像データに基づいて、前記前景領域を中心とする前記カバードバックグラウンド領域の外側端部から前記アンカバードバックグラウンド領域の外側端部までの、前記前景オブジェクトの動き方向と一致する少なくとも 1 つの直線上の画素データからなる処
- 25

理単位を決定する処理単位決定手段と、

前記処理単位に基づいて決定される前記処理単位内の画素の画素値と、前記混合領域における前記前景オブジェクト成分を設定した分割数で分割してなる未知数である分割値とを設定することで、複数の関係式からなる連立方程式を生成する

5 連立方程式生成手段と、

前記連立方程式を解くことで、動きボケ量の調整された前景オブジェクト成分を演算する演算手段と

を含むことを特徴とする撮像装置。

1 1. 前記演算手段は、前記混合領域の端部から 1 番目の画素に含まれる前記
10 前景オブジェクト成分を、隣の画素であって、前記直線上の前記混合領域の端部から 2 番目の画素に含まれる前記前景オブジェクト成分から減算すれば、前記 2 番目の画素に対応する 1 つの前記前景オブジェクト成分が算出される性質を利用して、前記連立方程式を前記端部の画素に対応する関係式から順次解くことにより、動きボケ量の調整された前記前景オブジェクト成分を演算する

15 ことを特徴とする請求の範囲第 10 項に記載の撮像装置。

1 2. 前記連立方程式生成手段は、前記前景オブジェクトの動き量に応じた前記分割数を基に、前記連立方程式を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 10 項に記載の撮像装置。

1/80

図 1

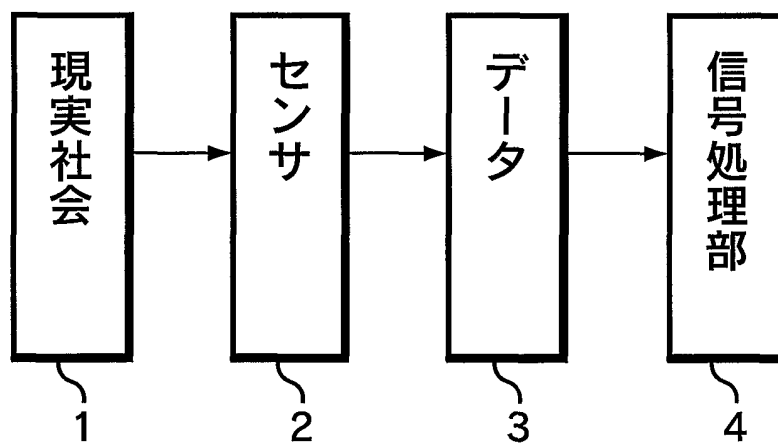


図 2

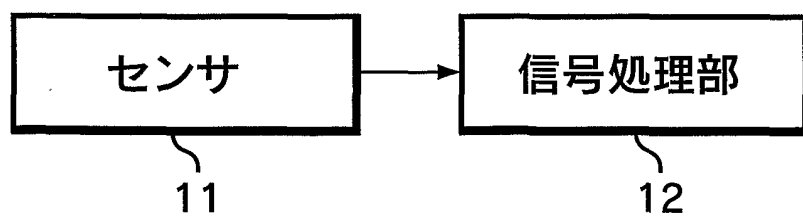


図 3

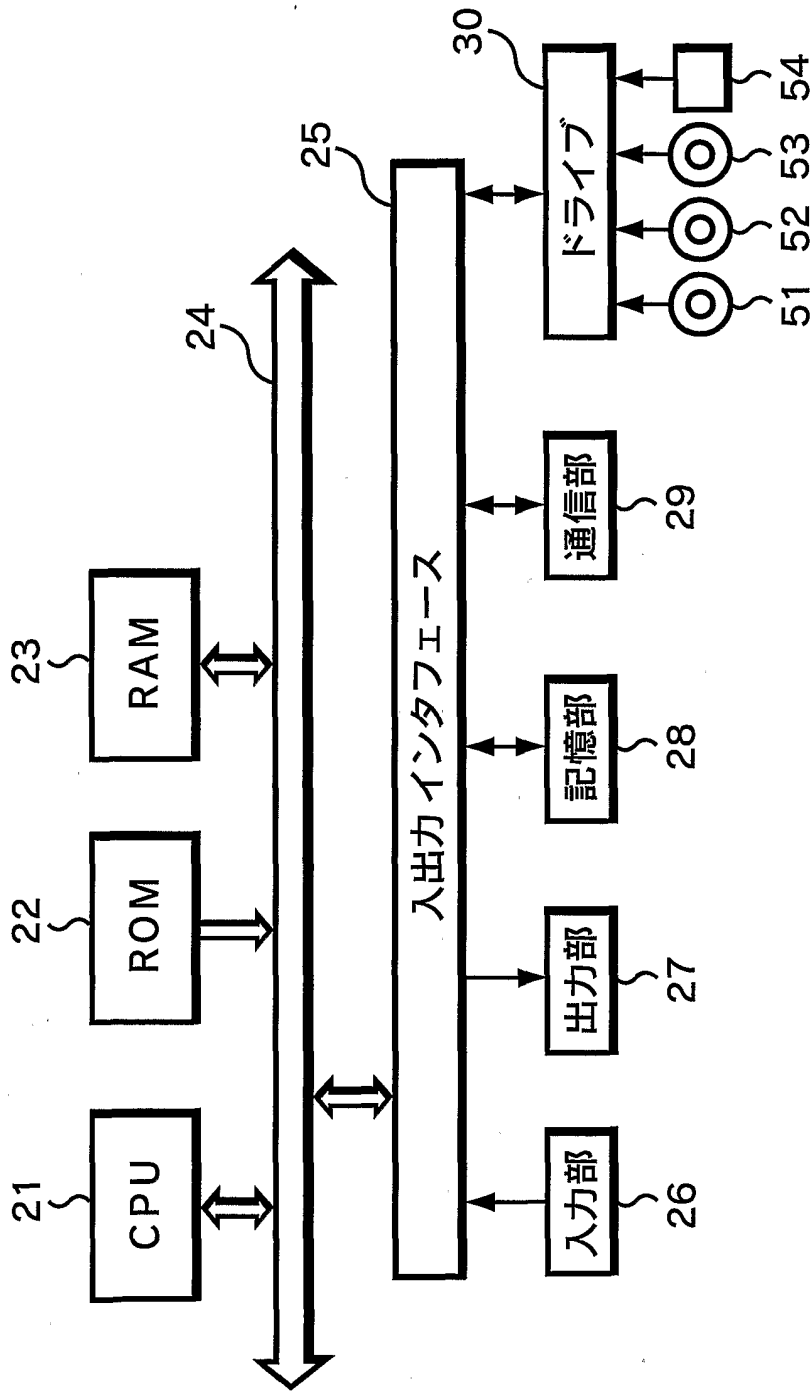
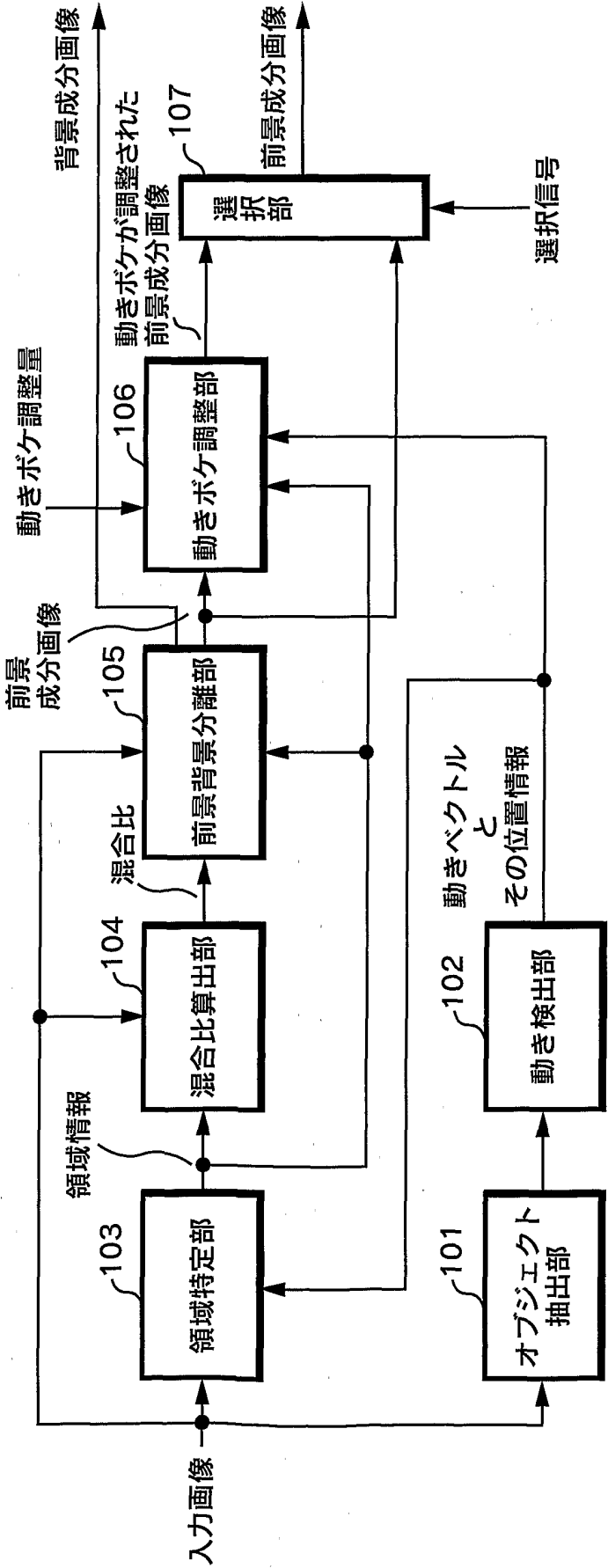
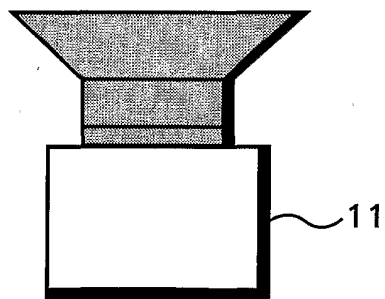
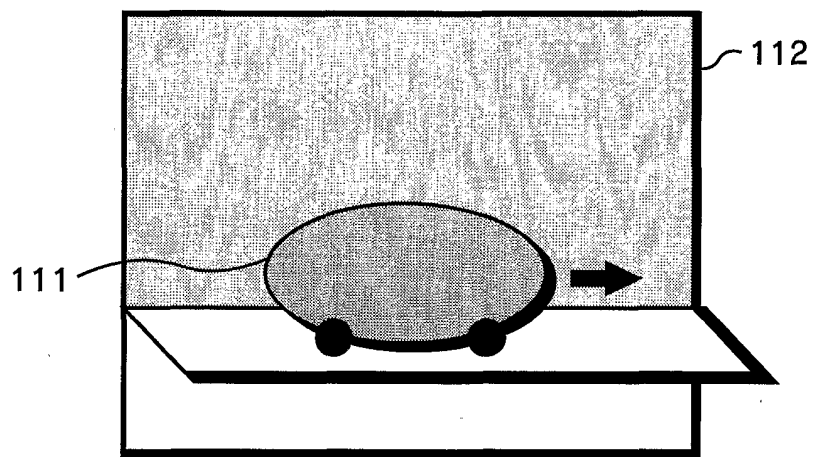


図 4



4/80

図5



5/80

図 6

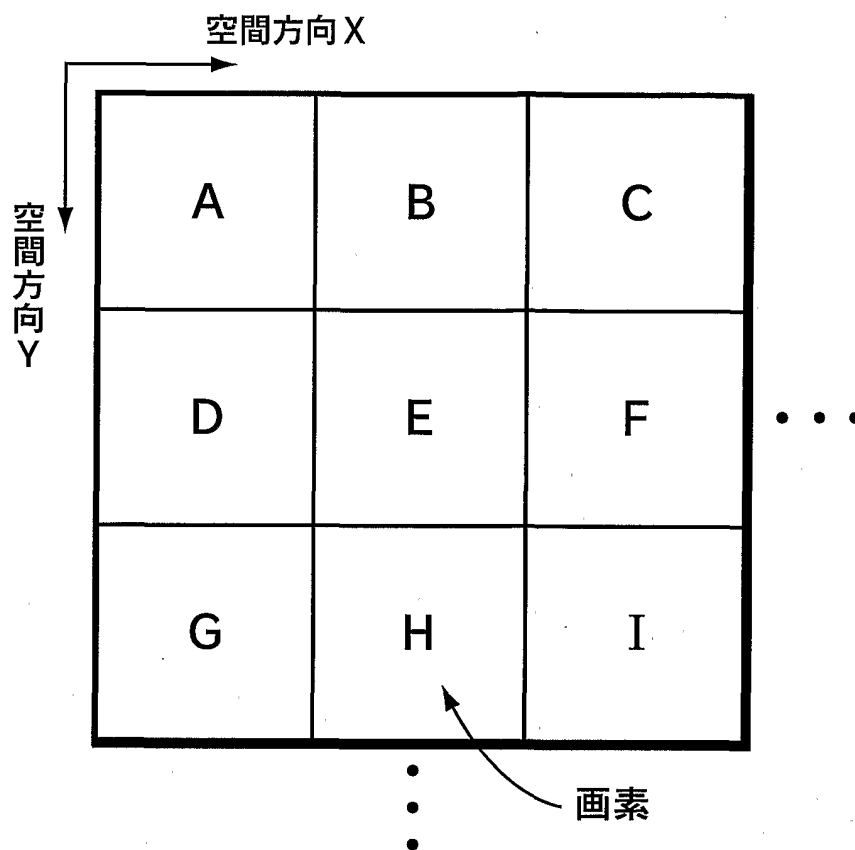


図 7

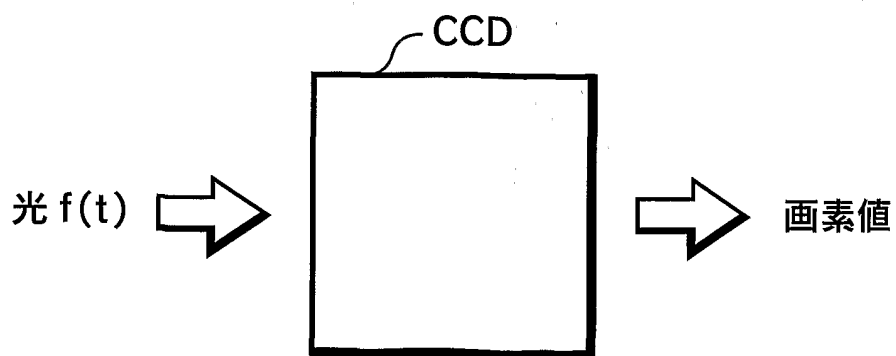


図 8A

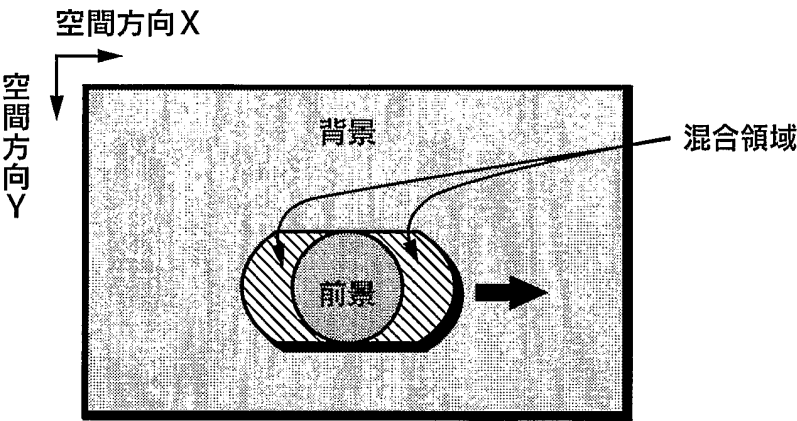


図 8B

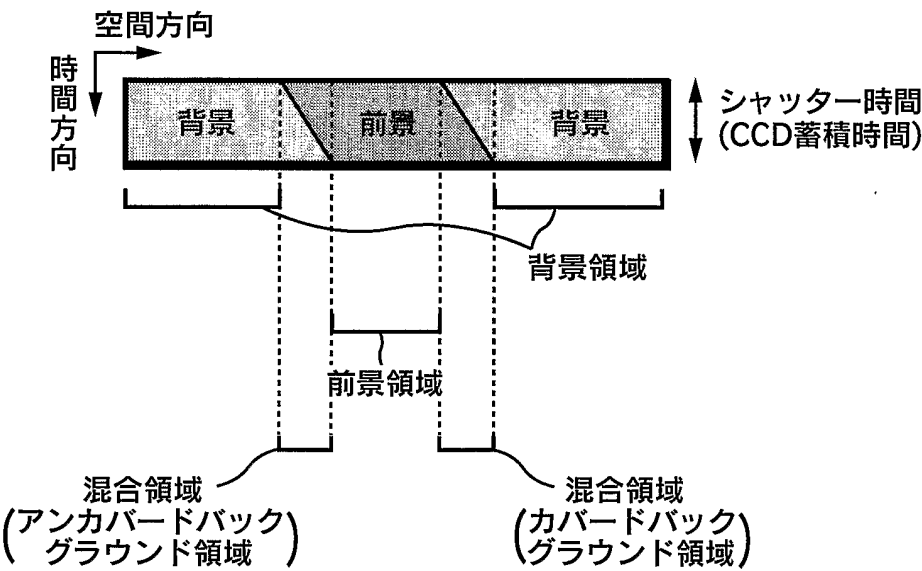


図 9

領域		説明
背景領域		静止部分
前景領域		動き部分
混合領域	カバードバックグラウンド領域	背景から前景に変化する部分
	アンカバードバックグラウンド領域	前景から背景に変化する部分

図 10

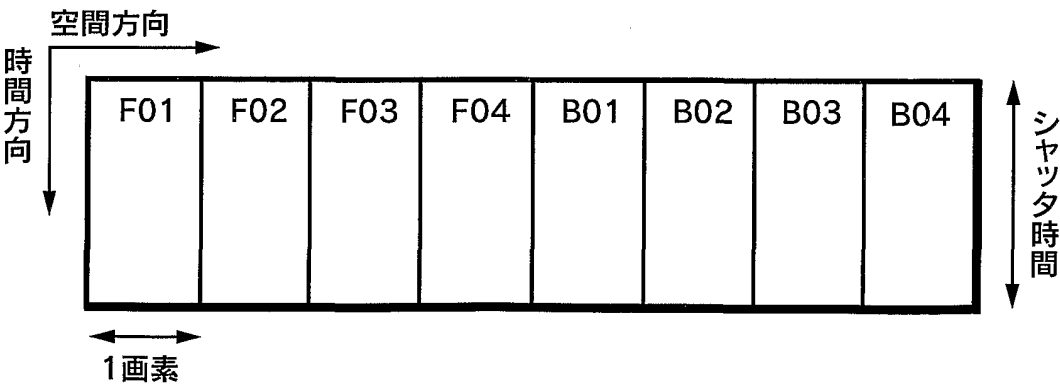


図11

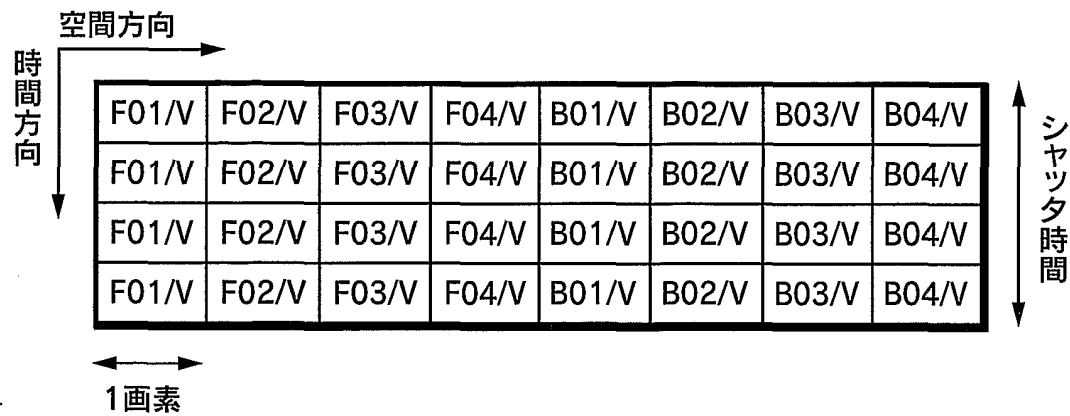
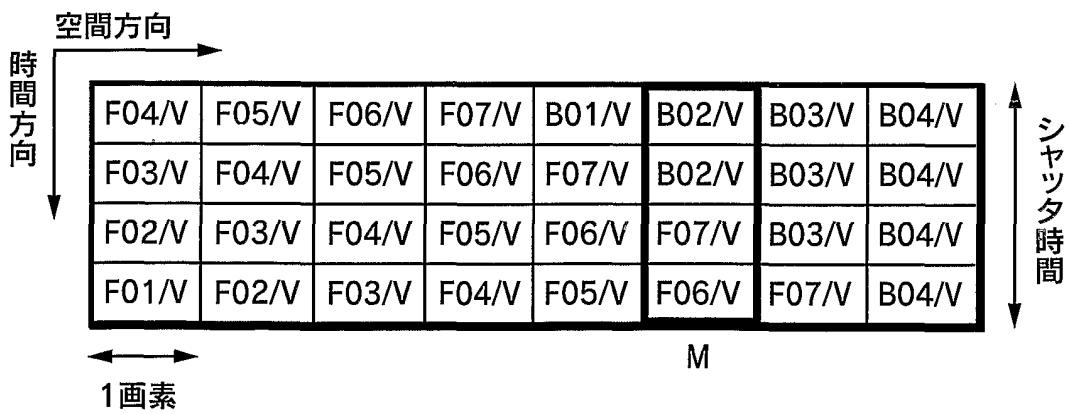


図12



9/80

図13

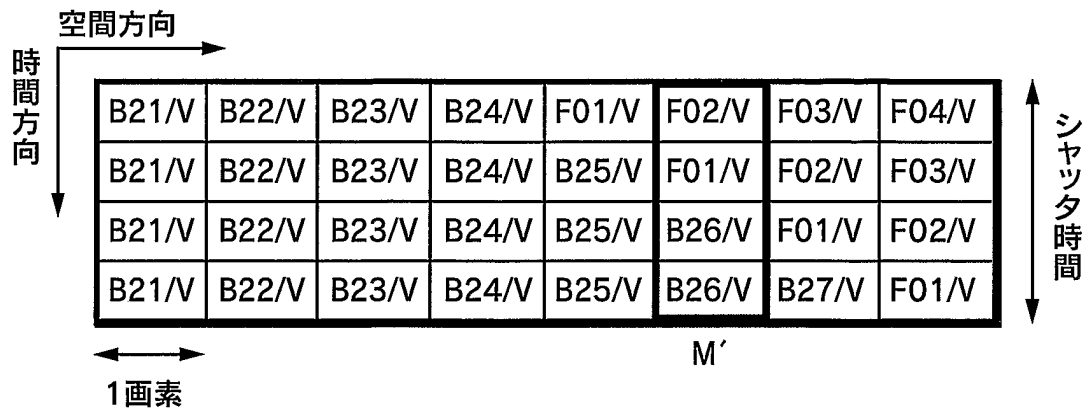


図14

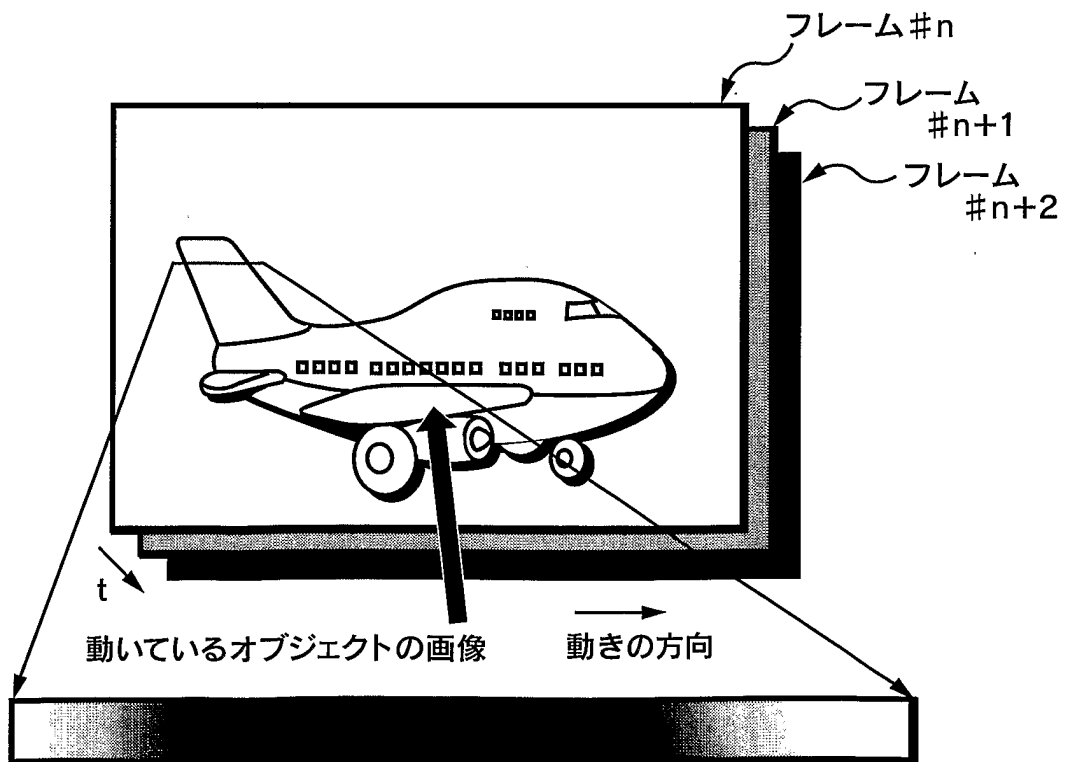


図15

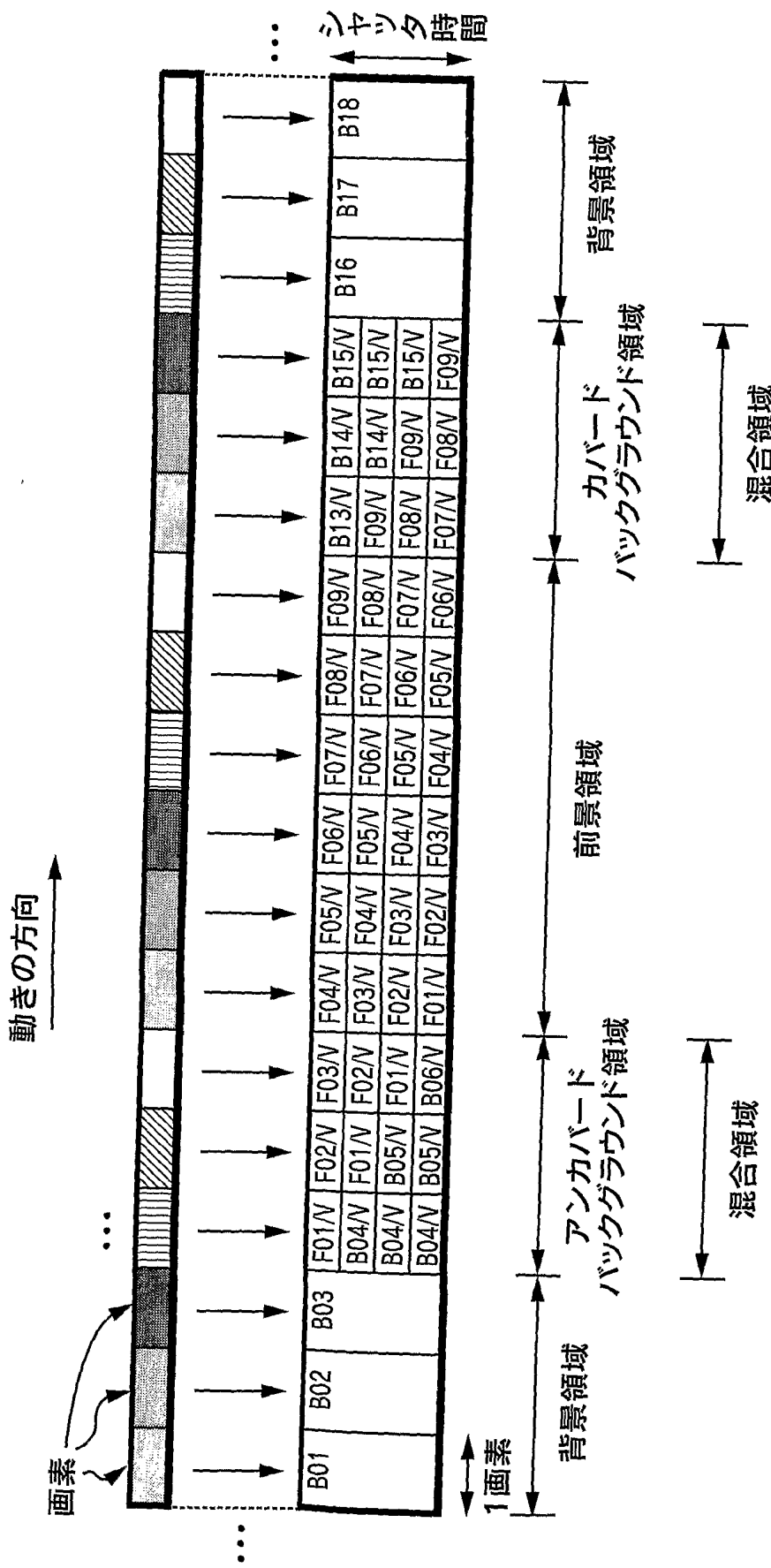


図16

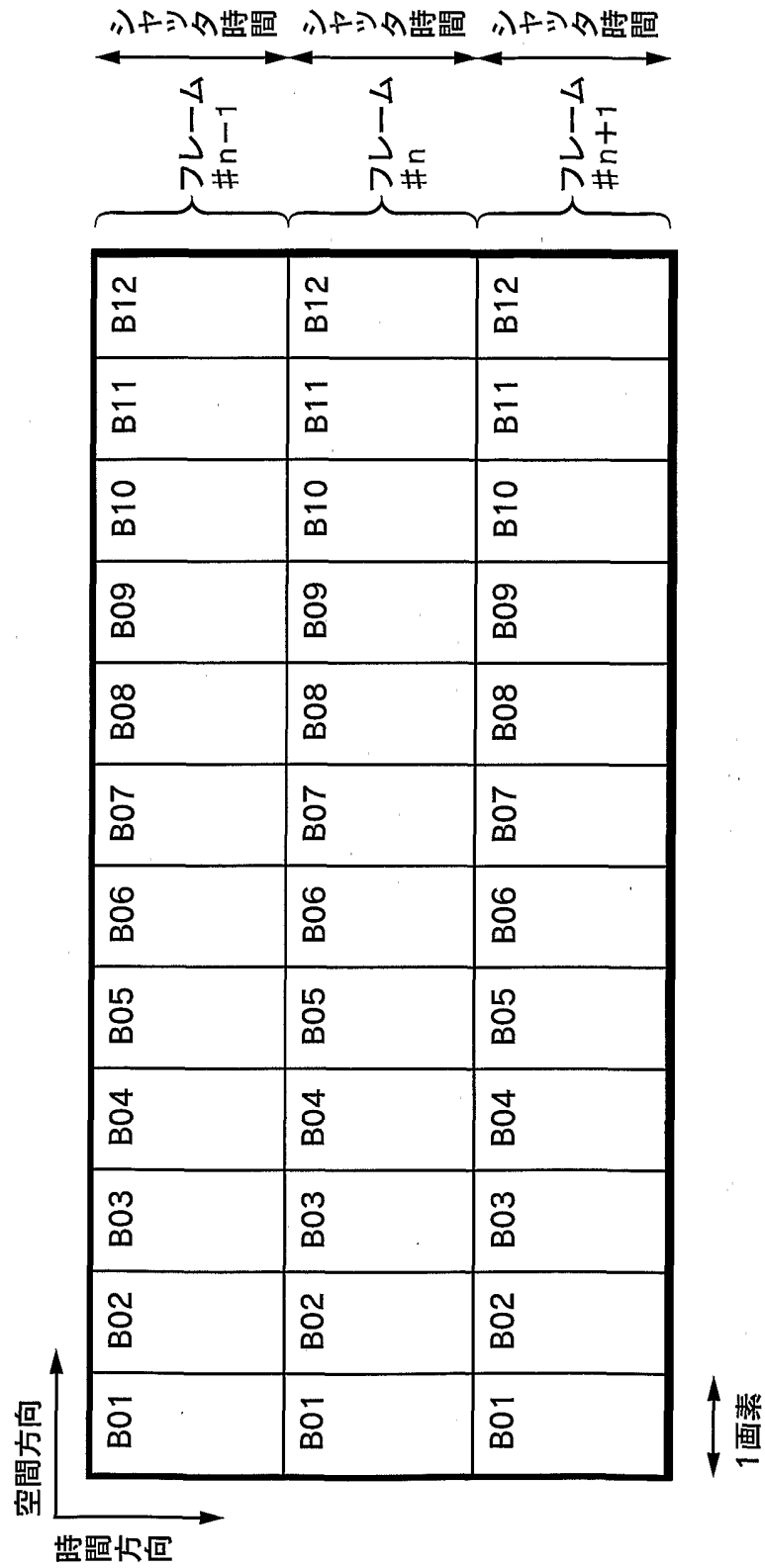


図17

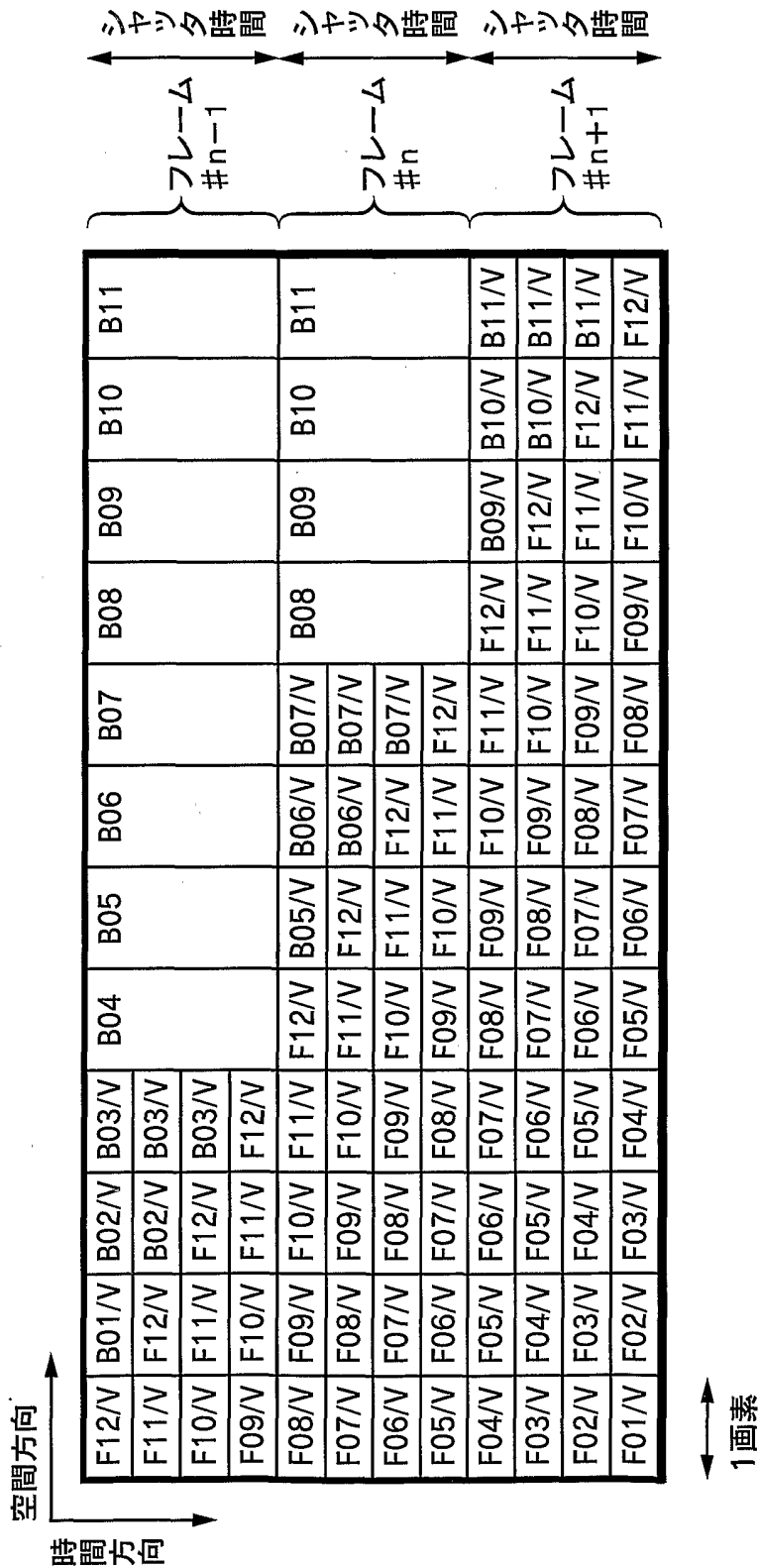


図18

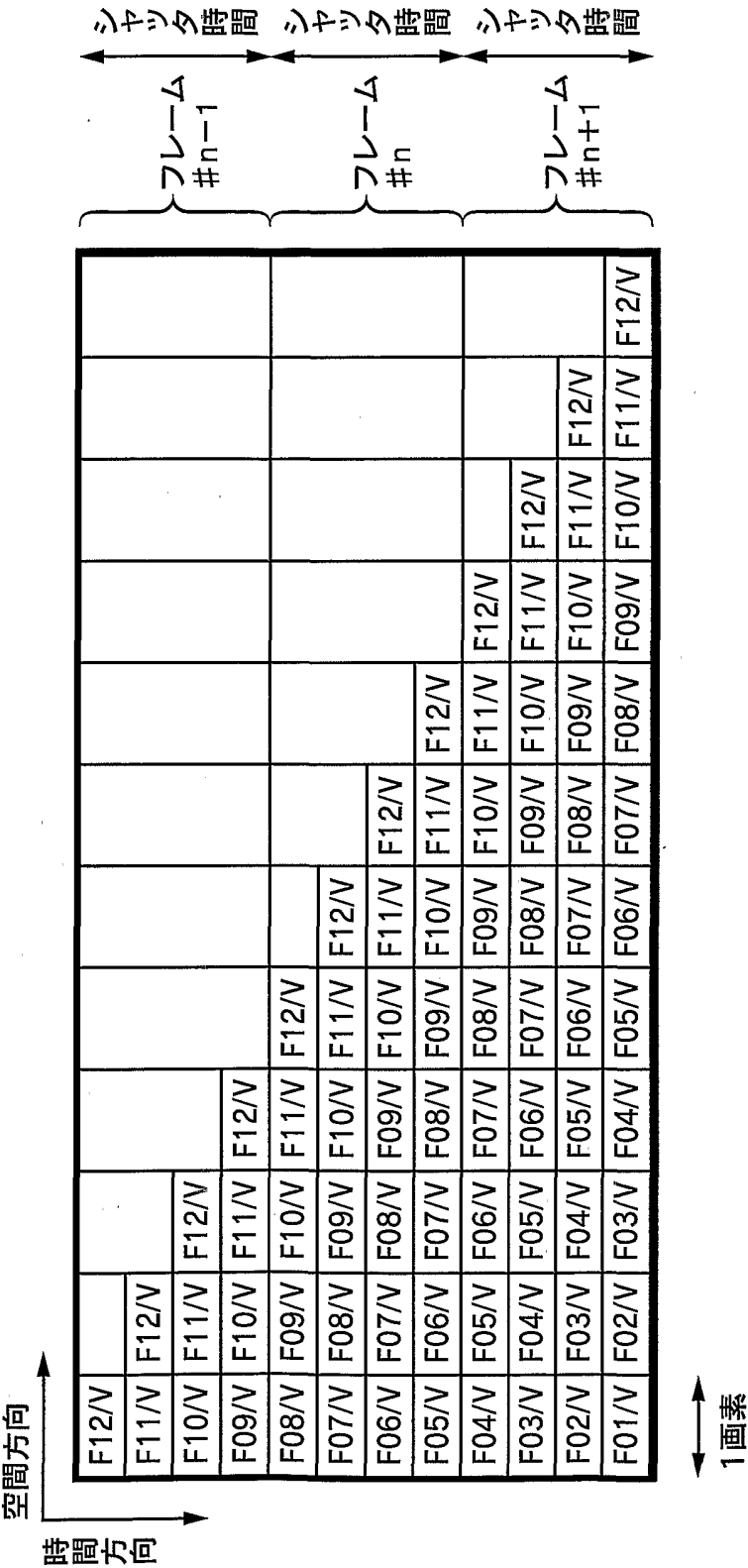


図19

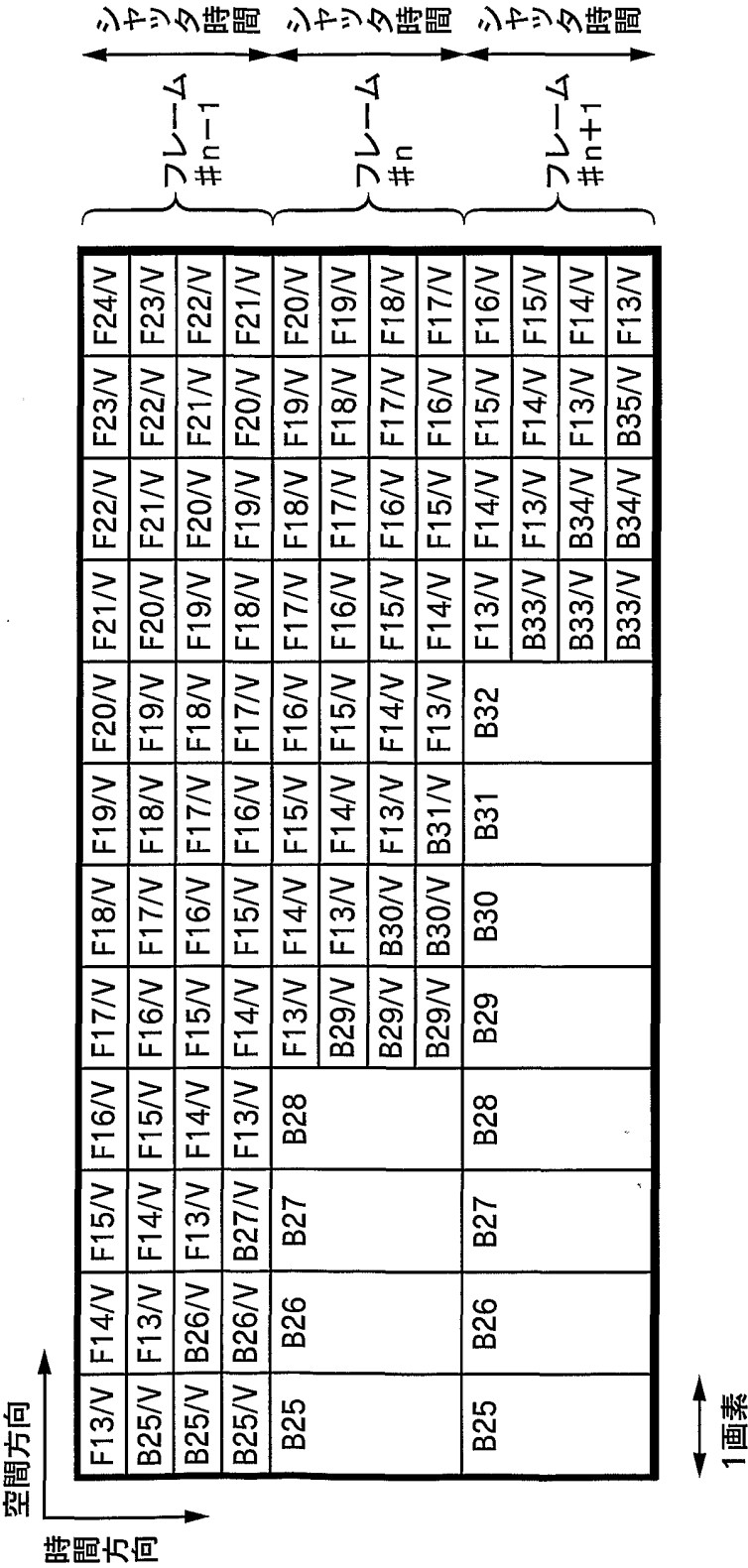
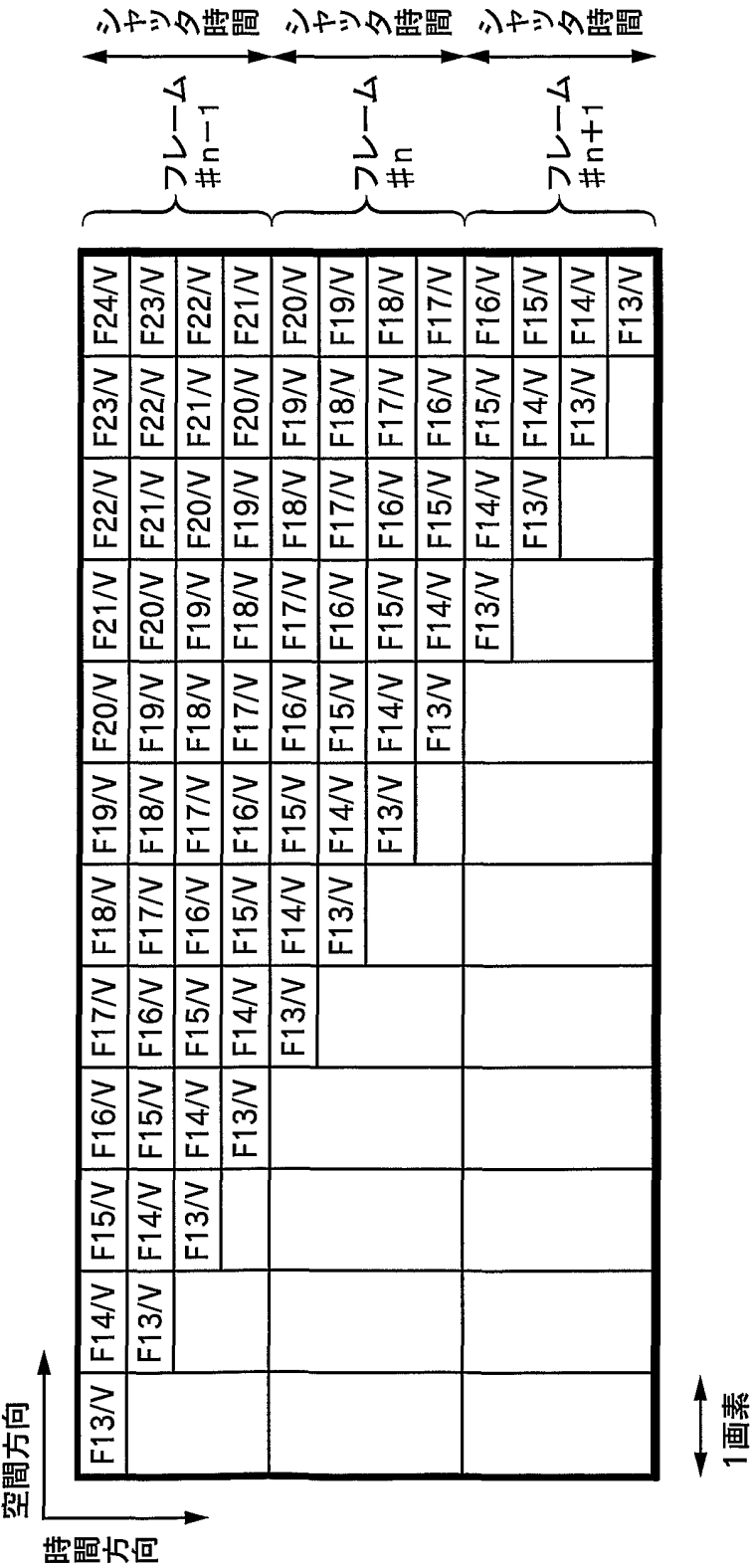
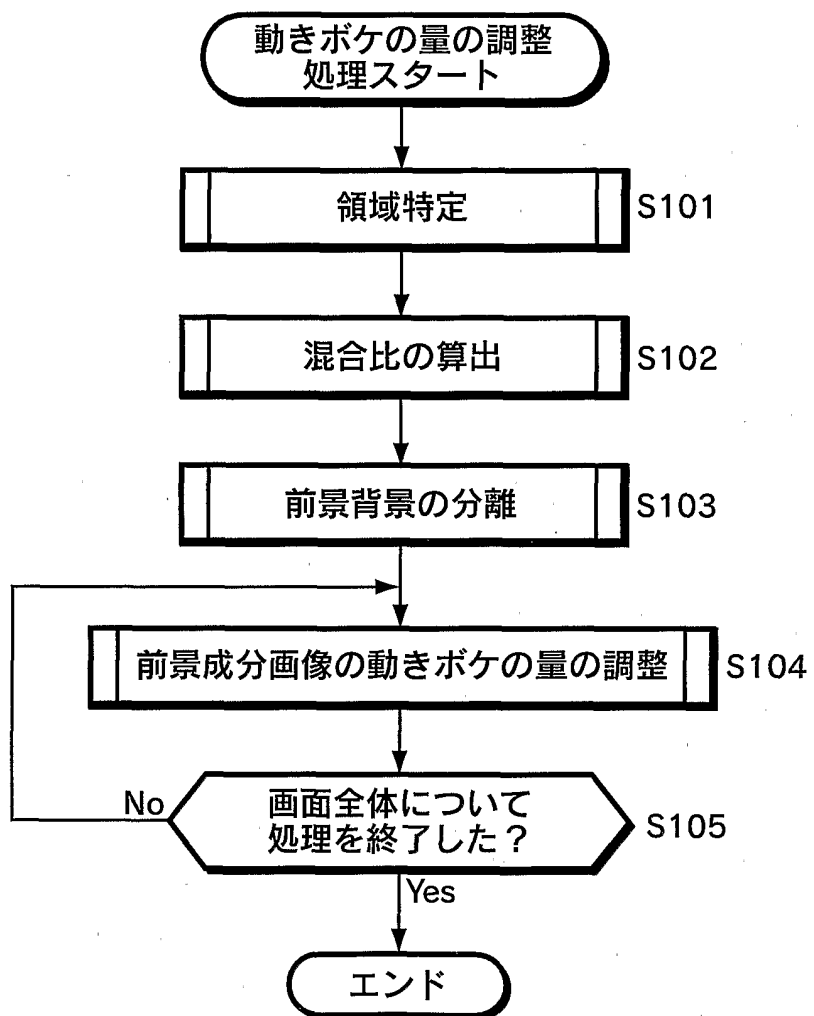


図 20



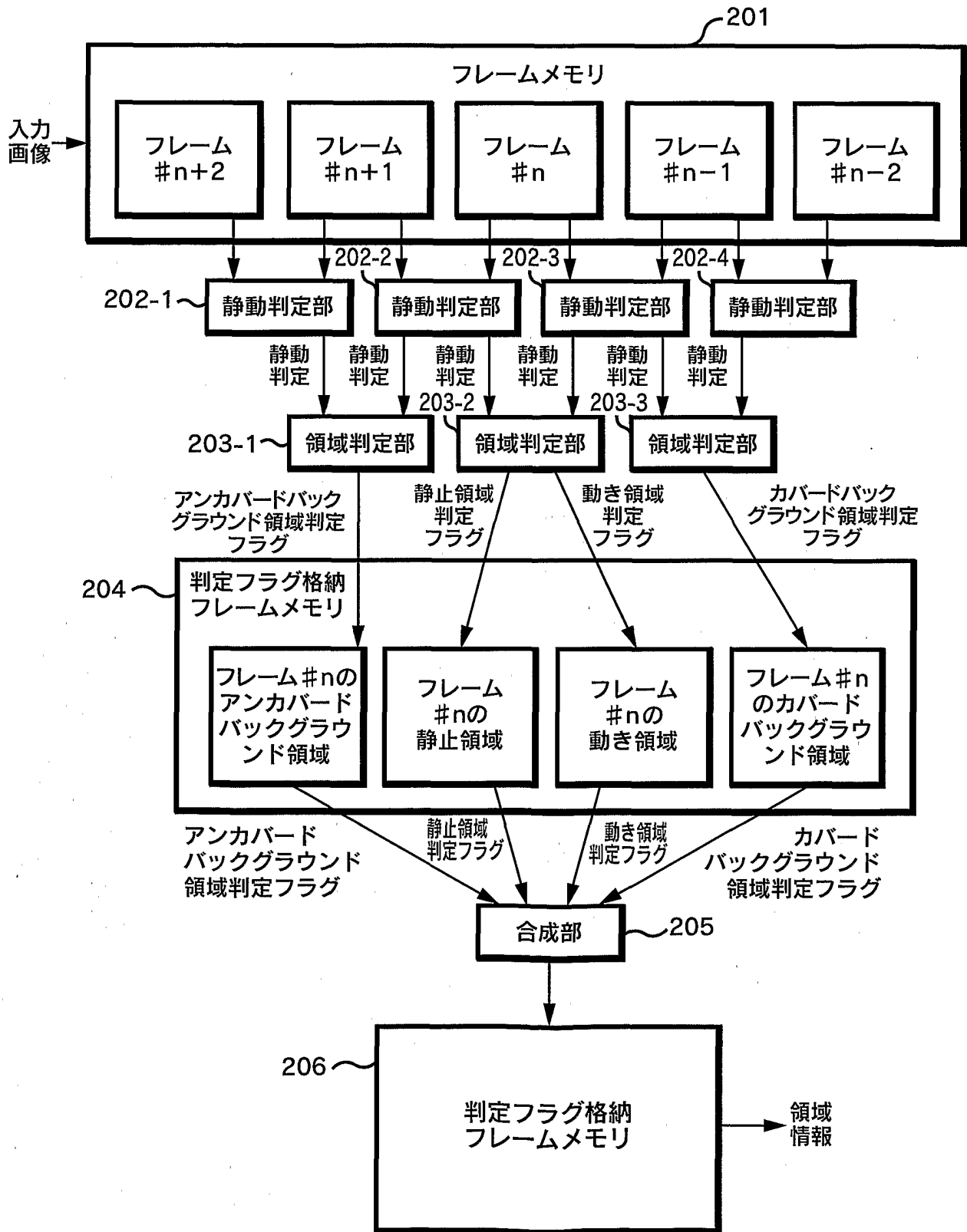
16/80

図 21



17/80

図 22



18/80

図 23

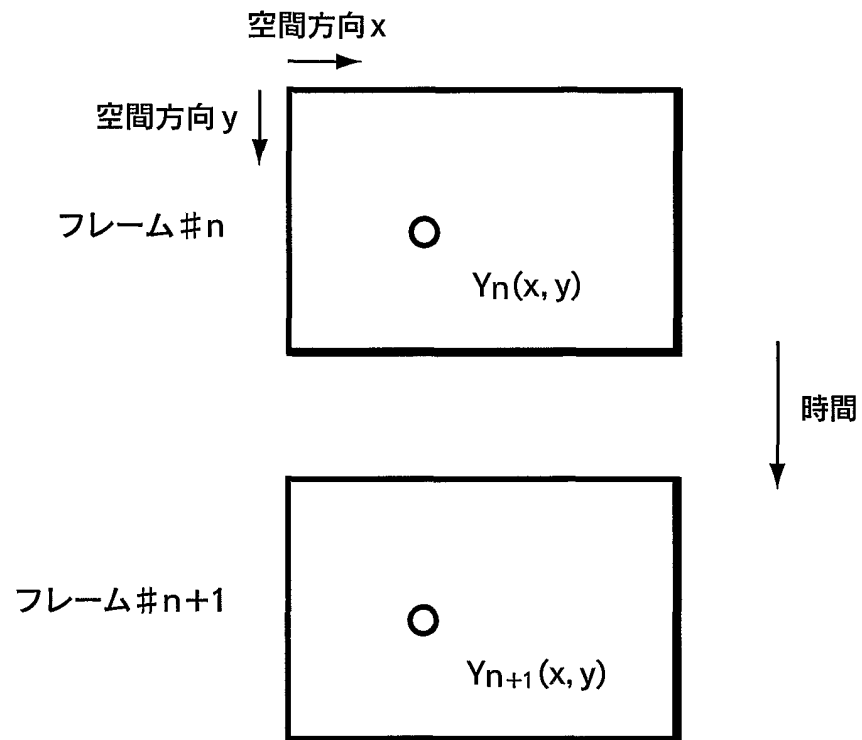


図 24

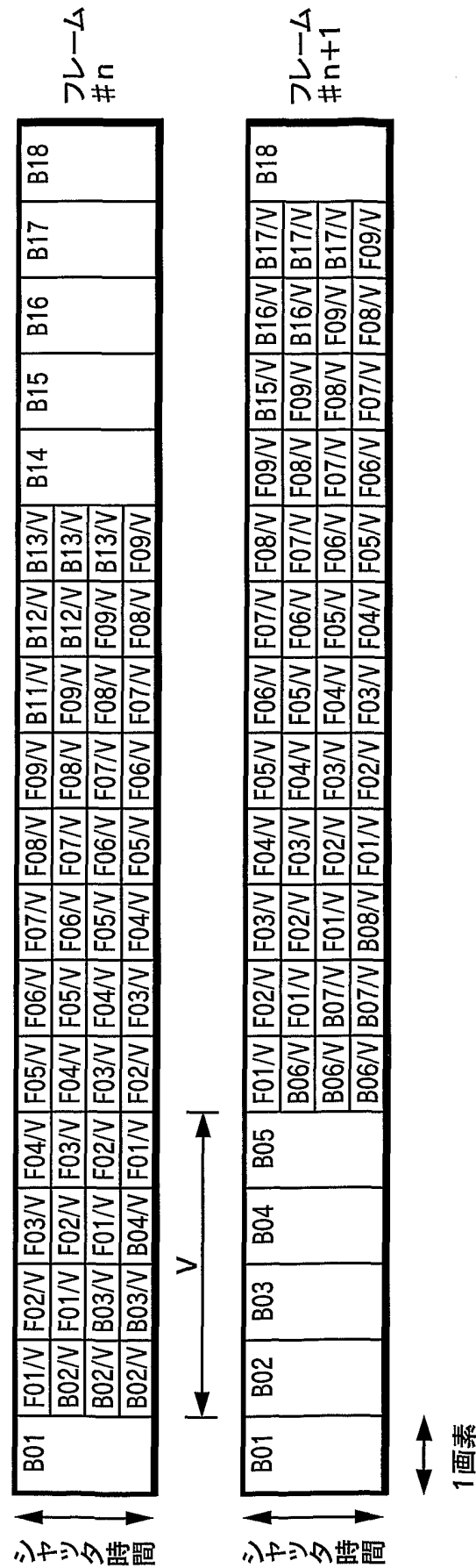


図 25

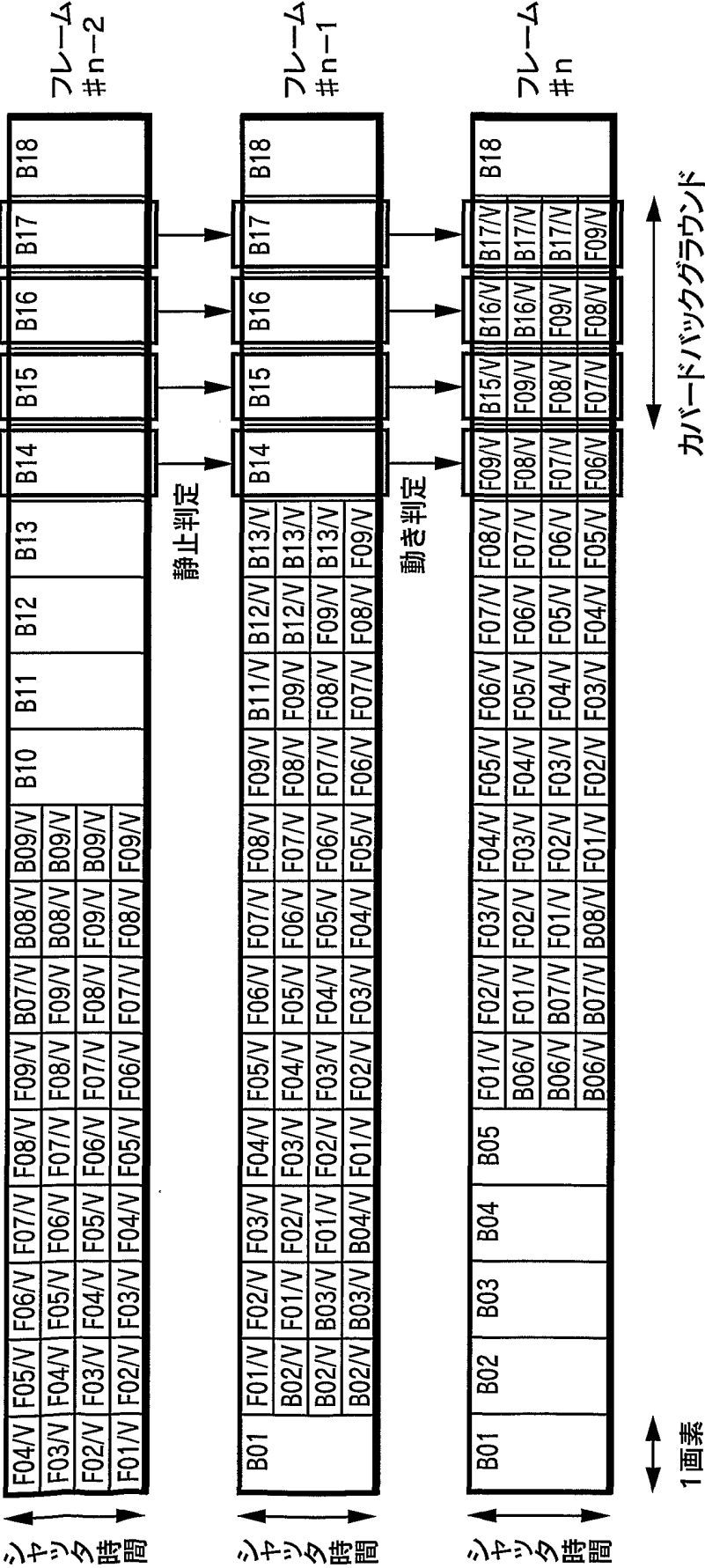


図 26

アンカバードバックグラウンド

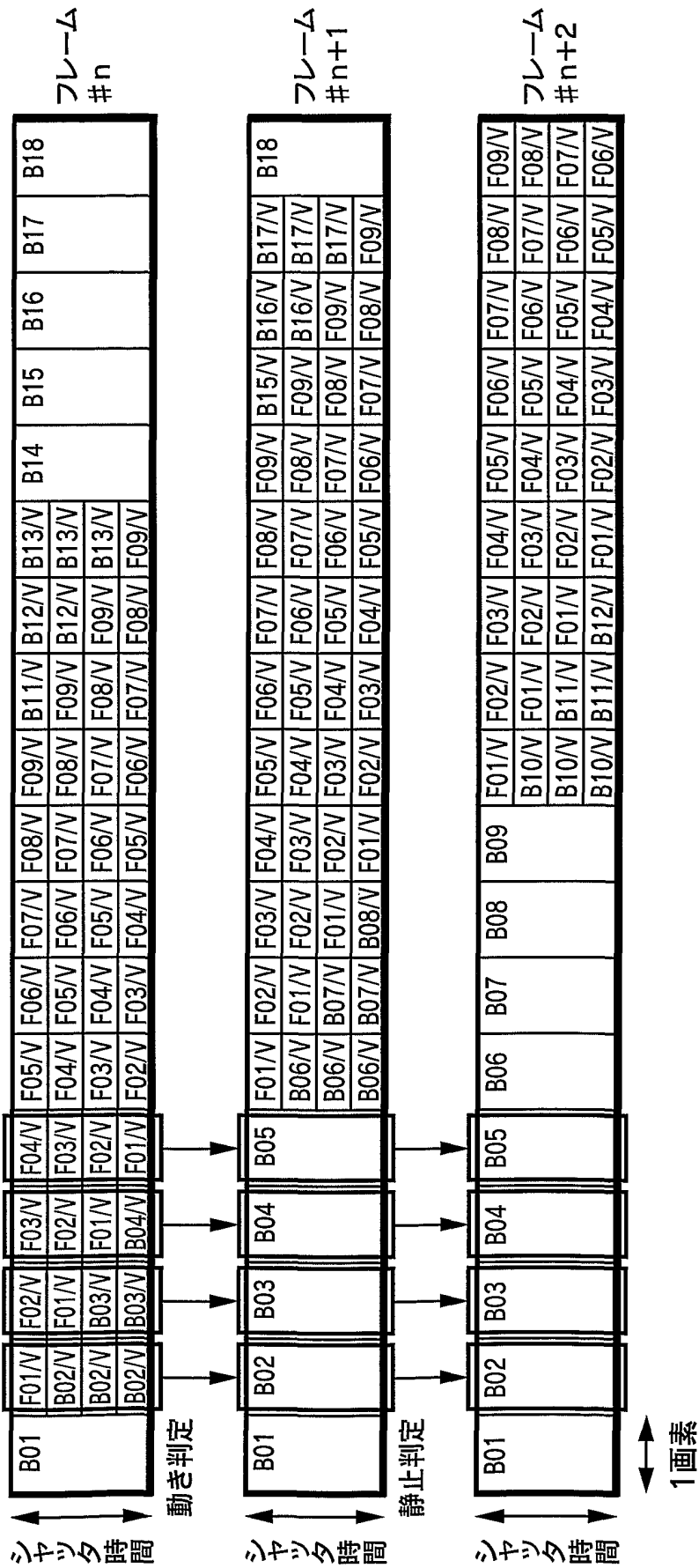


図 27

領域判定	フレーム# $n-2$ とフレーム# $n-1$ との 静動判定	フレーム# $n-1$ とフレーム# n との 静動判定	フレーム# n とフレーム# $n+1$ との 静動判定	フレーム# $n+1$ とフレーム# $n+2$ との 静動判定
カバードバックグラウンド領域判定	静止	動き	—	—
静止領域判定	—	静止	静止	—
動き領域判定	—	動き	動き	—
アンカバードバックグラウンド領域判定	—	—	動き	静止

23/80

図 28 A



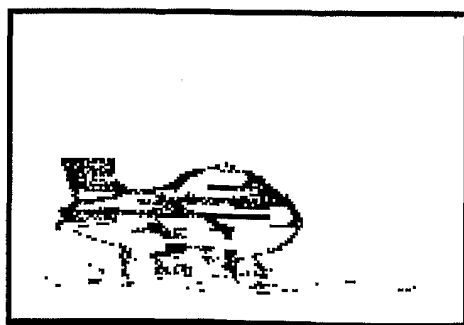
図 28 B



図 28 C



図 28 D



24/80

図 29



25/80

図 30

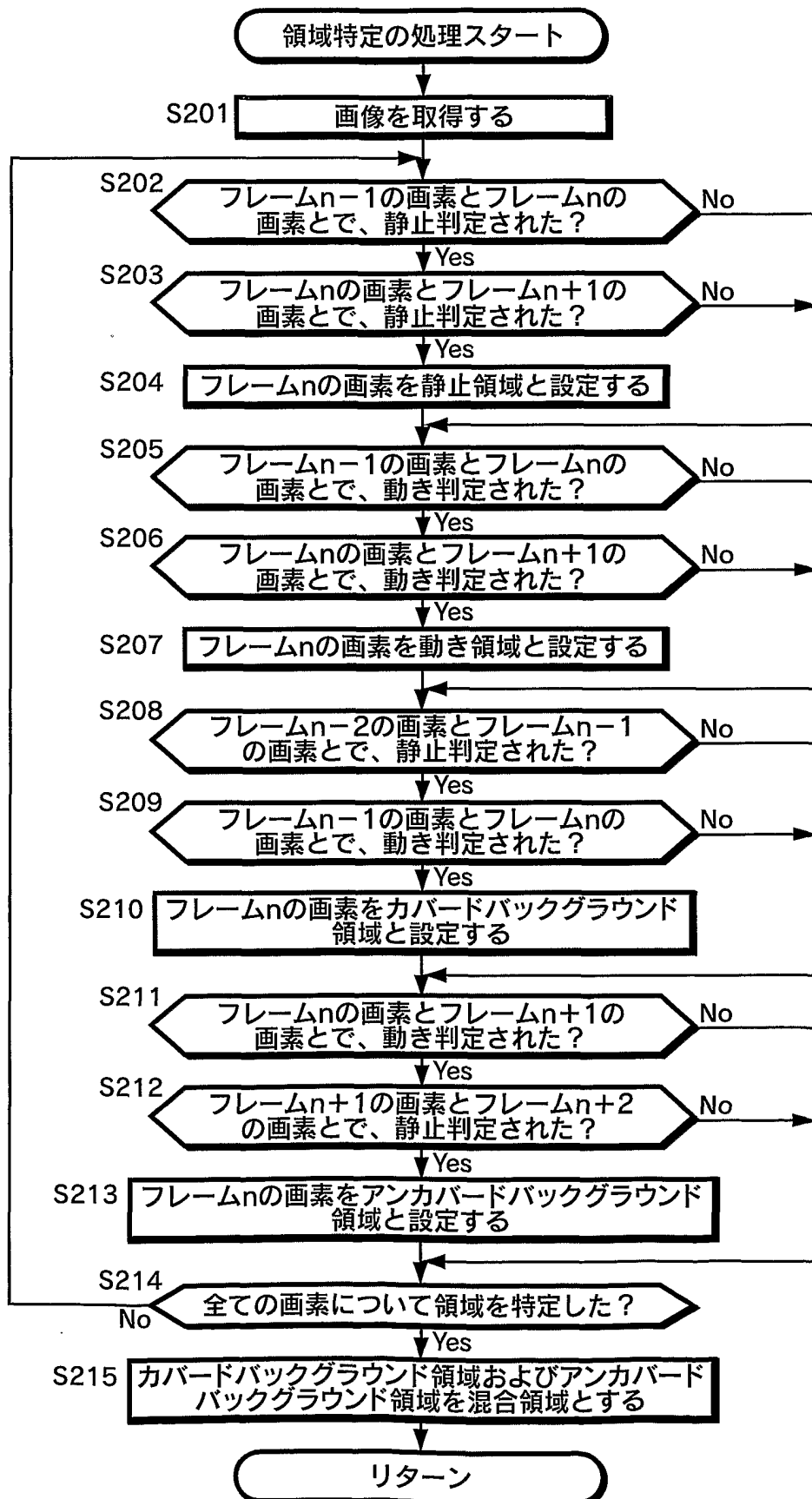


図 31

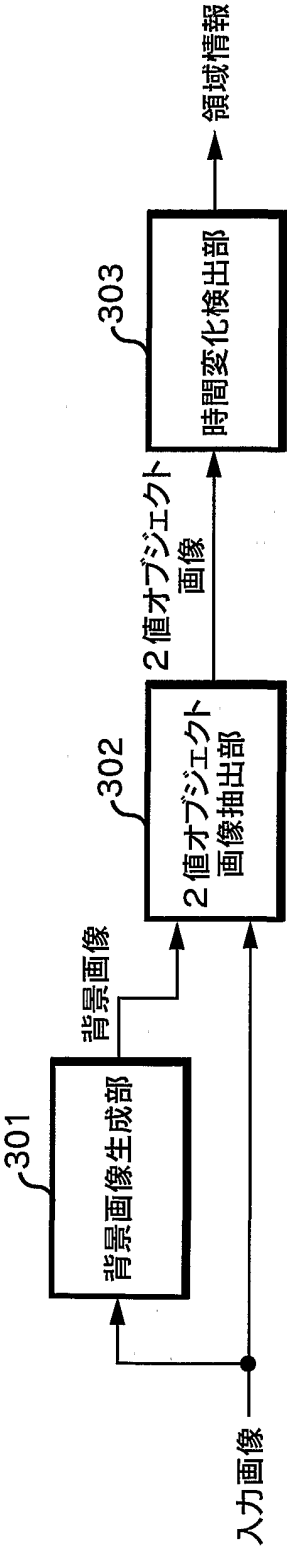


図 32

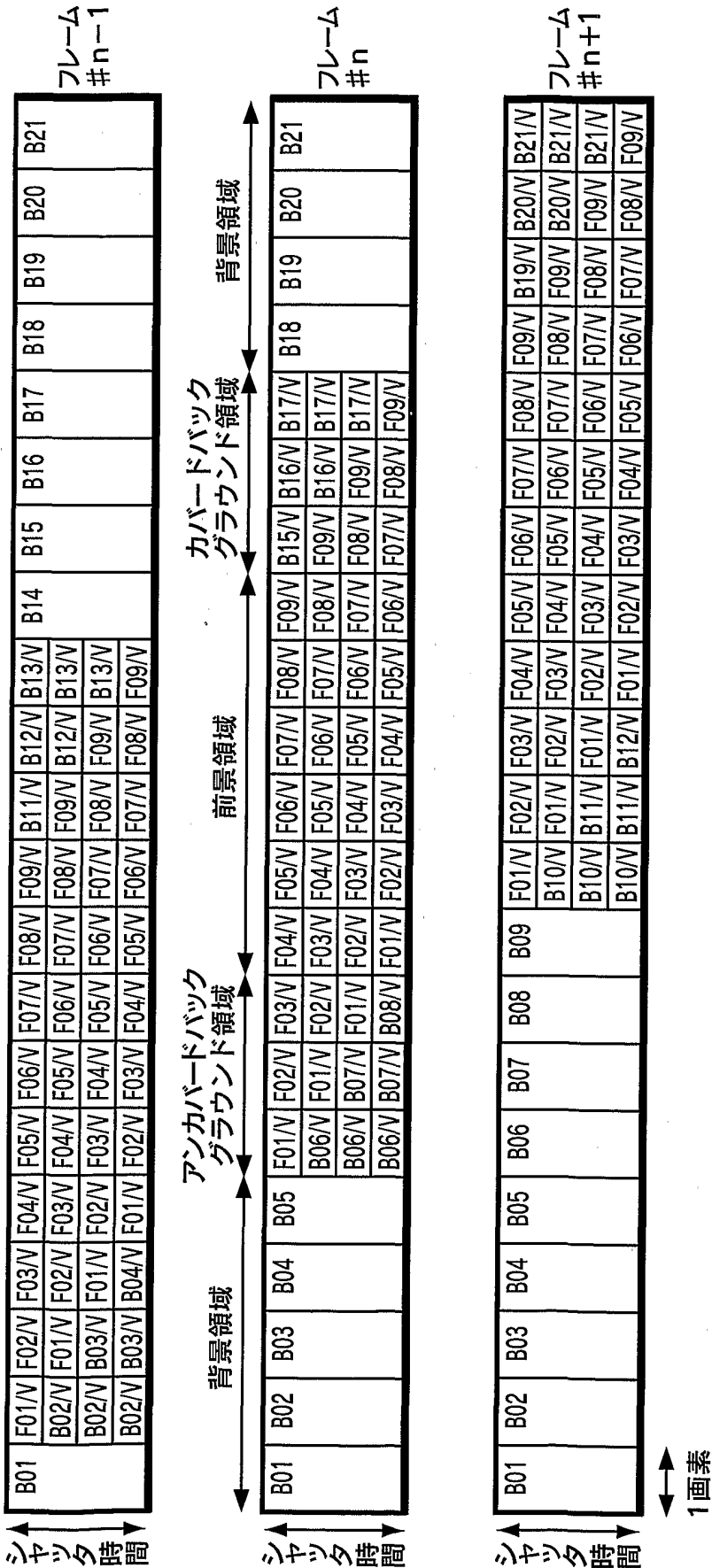
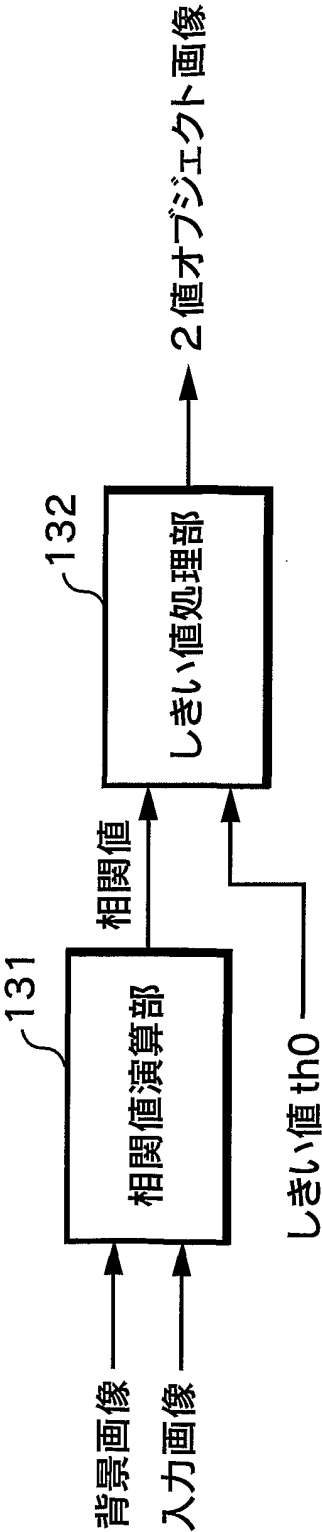


図 34



30/80

図 35 A

X_0	X_1	X_2
X_3	X_4	X_5
X_6	X_7	X_8

図 35 B

Y_0	Y_1	Y_2
Y_3	Y_4	Y_5
Y_6	Y_7	Y_8

図 36 A

X_0	X_1	X_2
X_3	X_4	X_5
X_6	X_7	X_8

図 36 B

Y_0	Y_1	Y_2
Y_3	Y_4	Y_5
Y_6	Y_7	Y_8

図 37

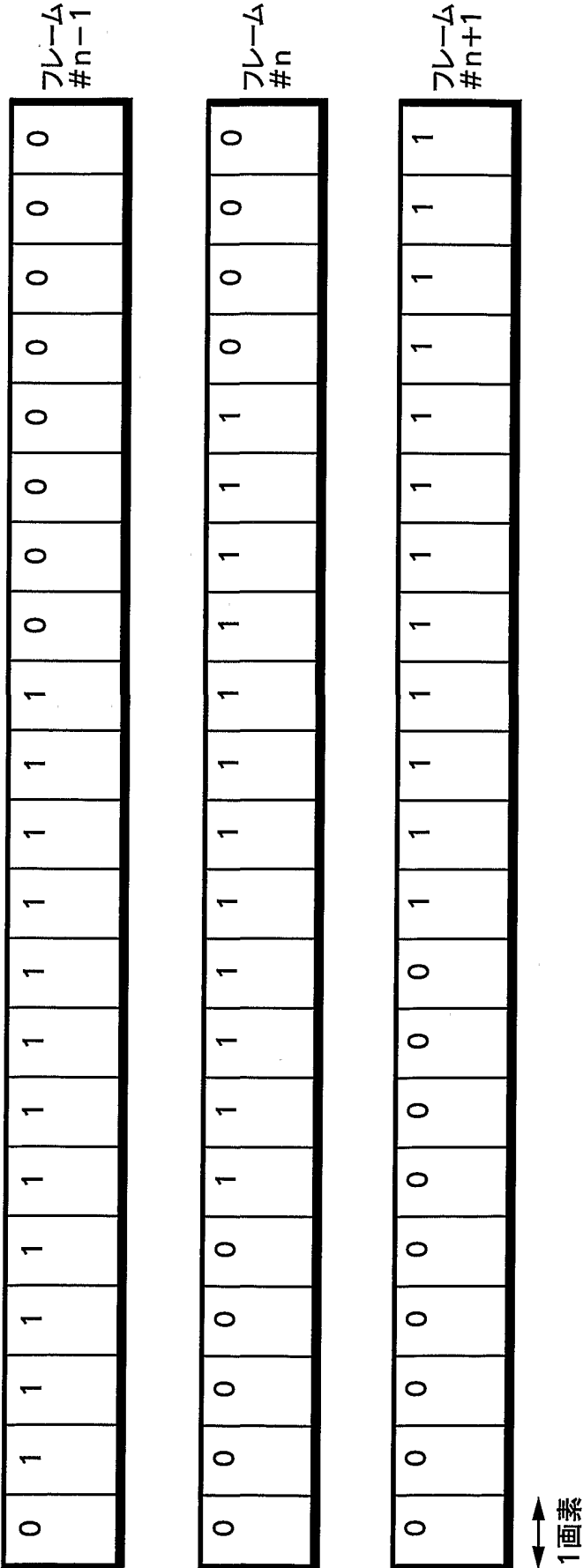


図 38

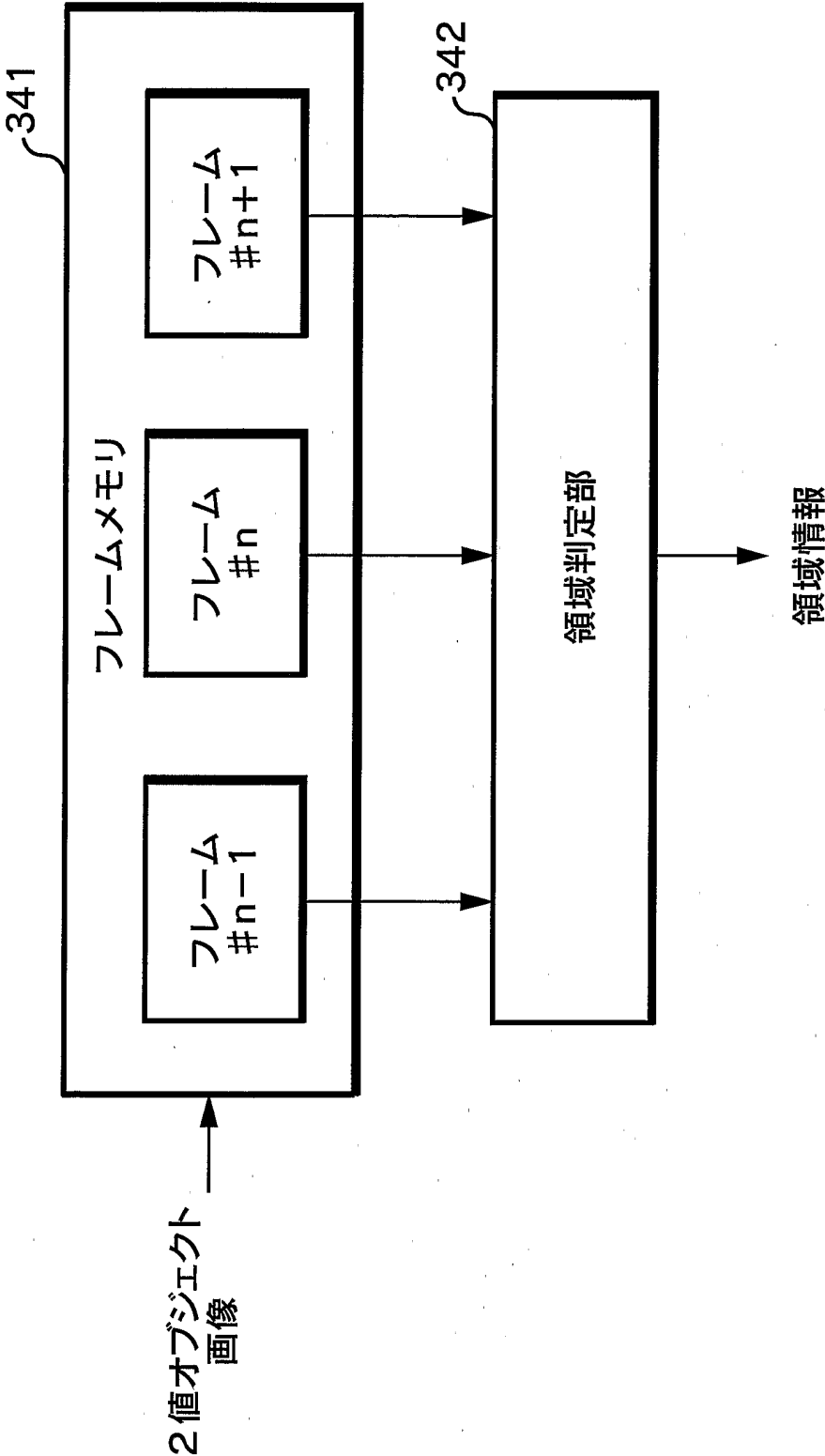
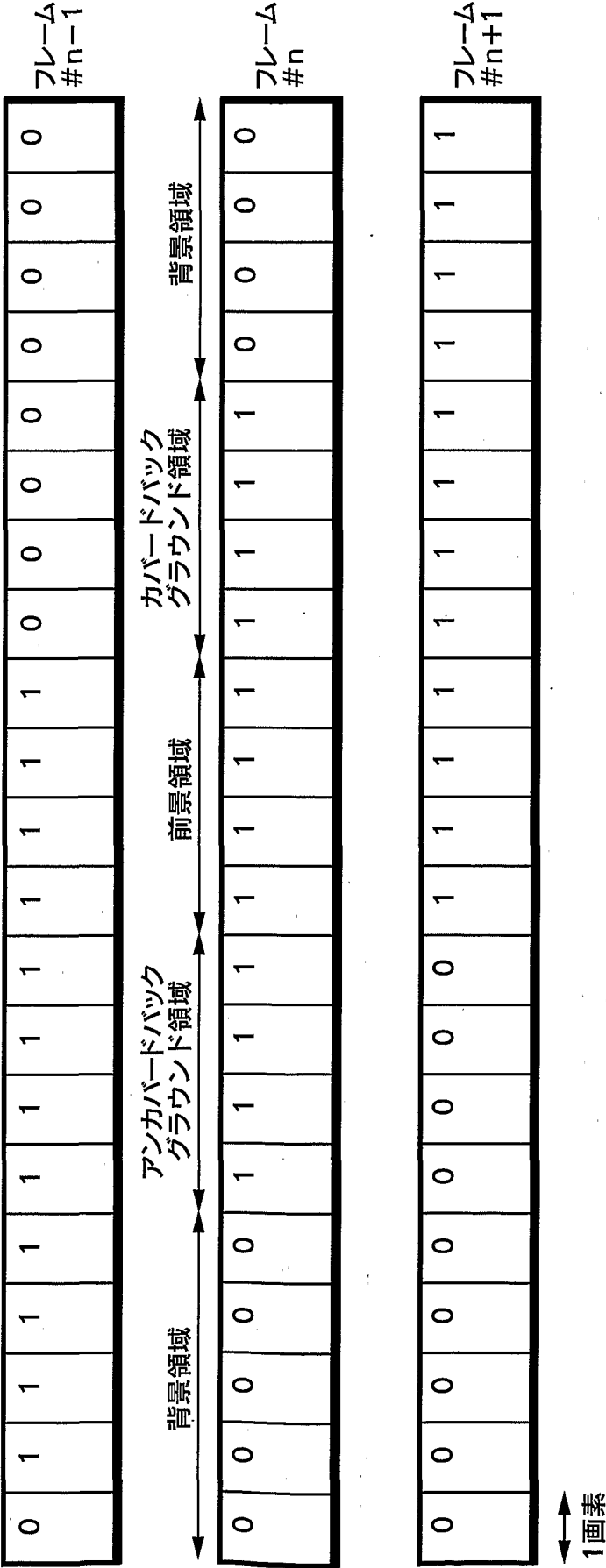


図 39

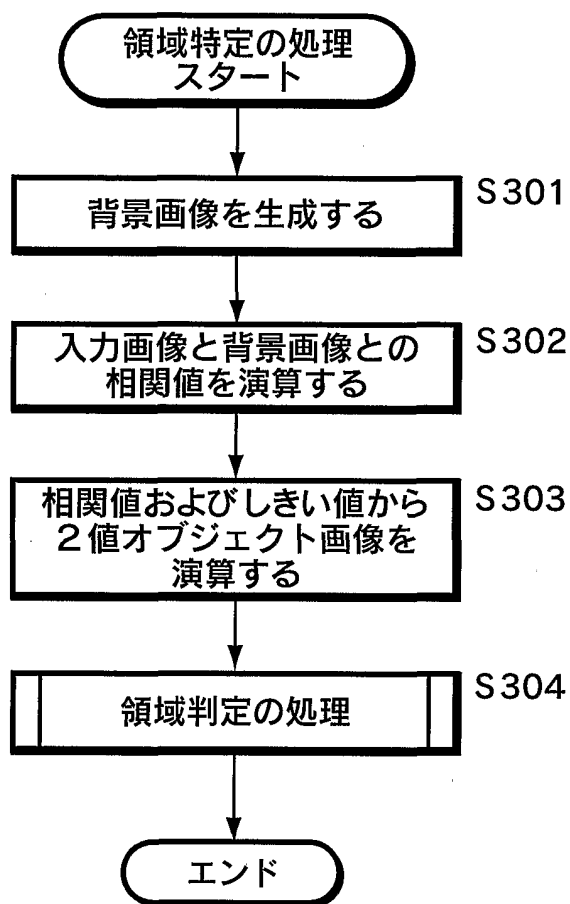
	背景領域	前景領域	カバードバックグラウンド領域	アンカバードバックグラウンド領域
フレーム# $n-1$	-	1	0	-
フレーム# n	0	1	1	1
フレーム# $n+1$	-	1	-	0

図 40



36/80

図 41



37/80

図 42

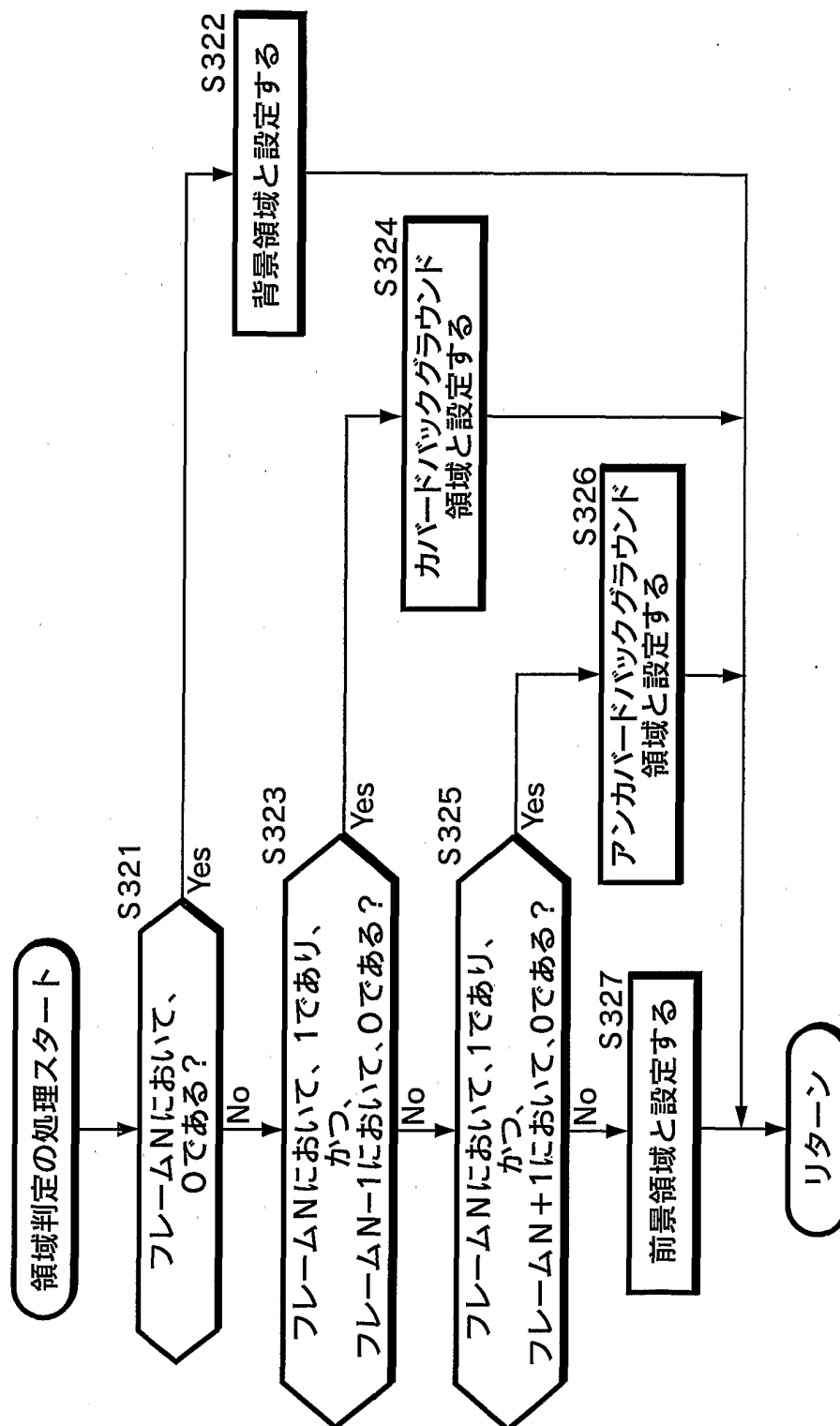


図 43

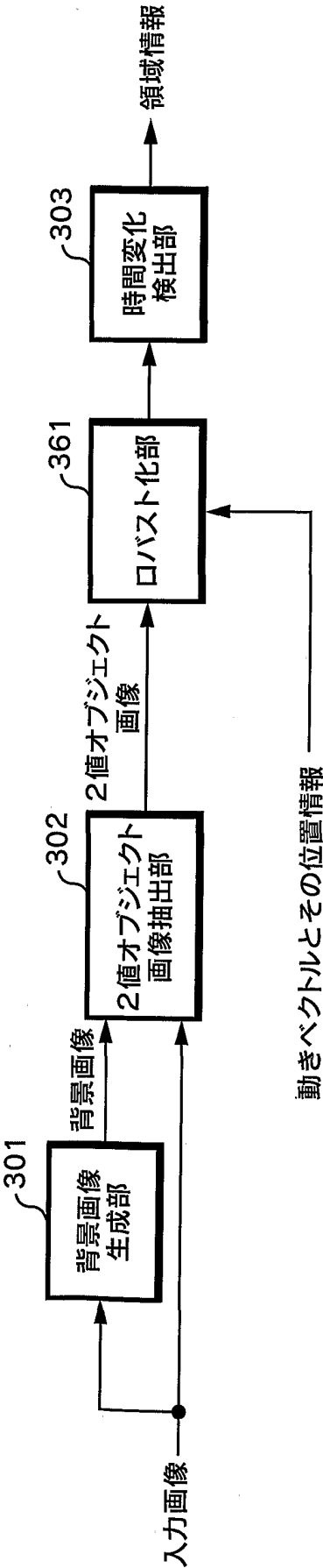


図 44

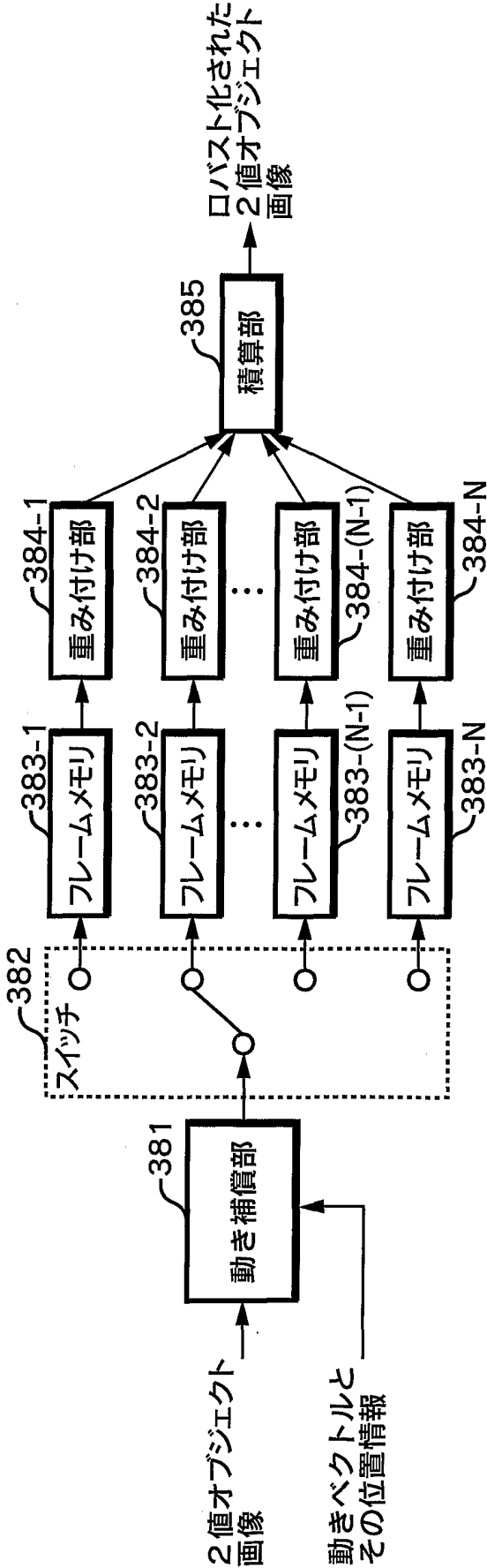


図 45

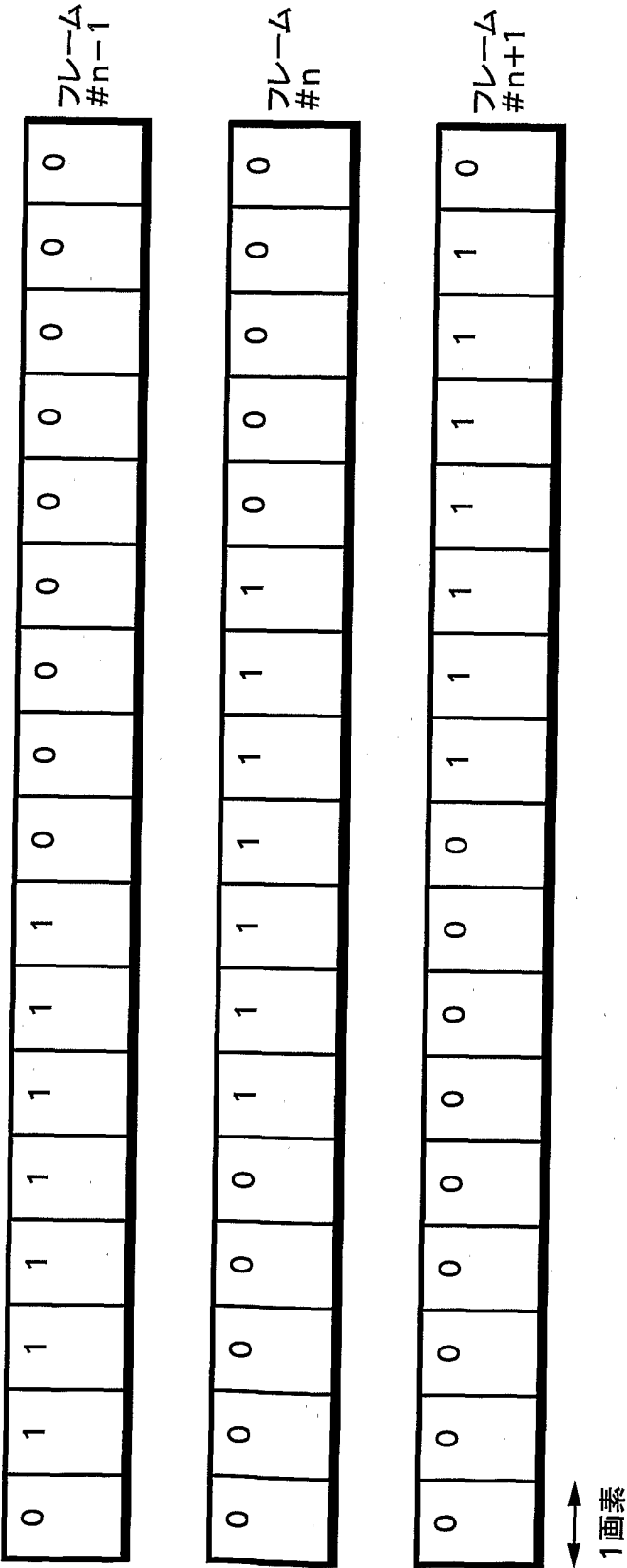
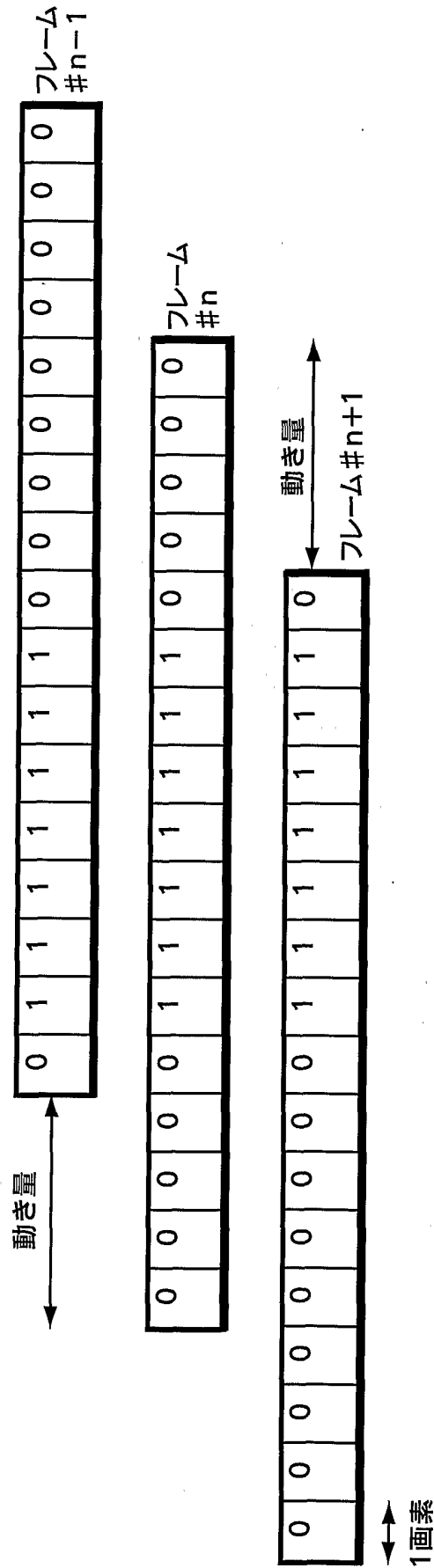
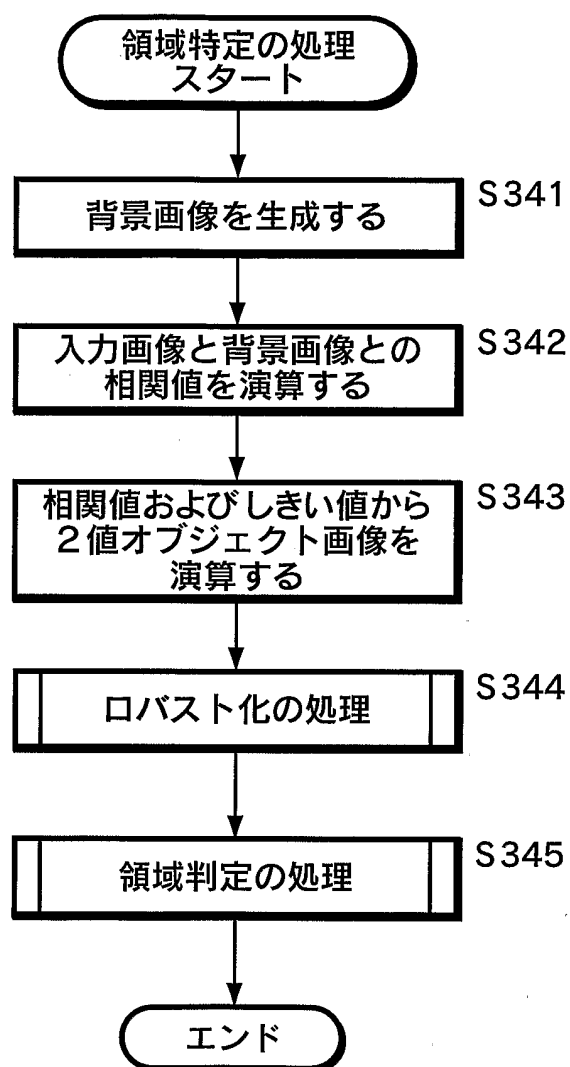


図 46



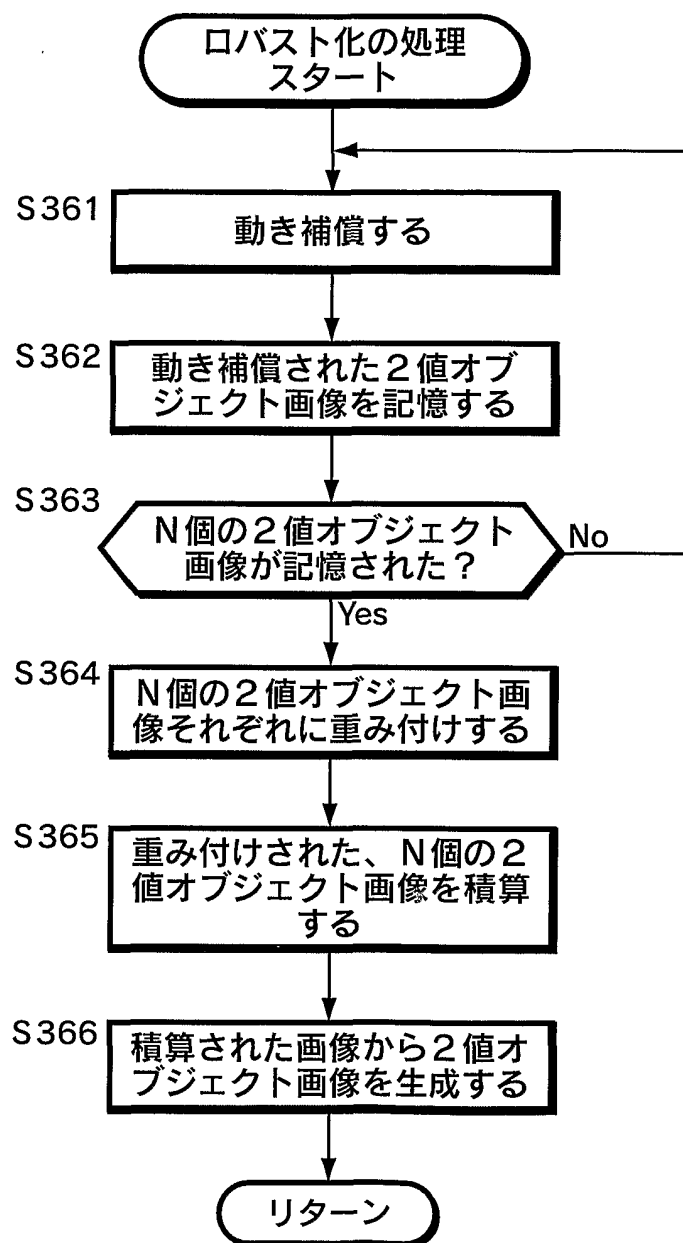
42/80

図 47



43/80

図 48



44/80

図 49

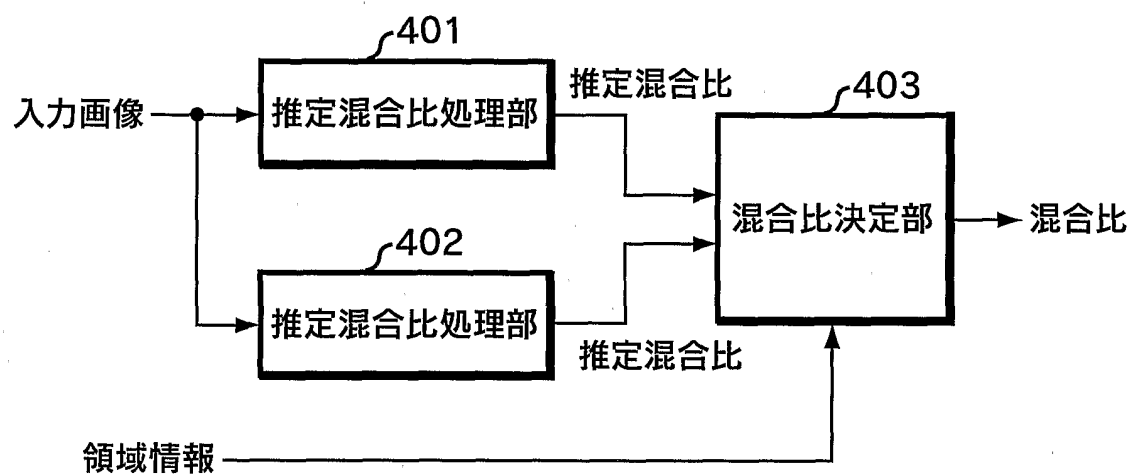


図 50

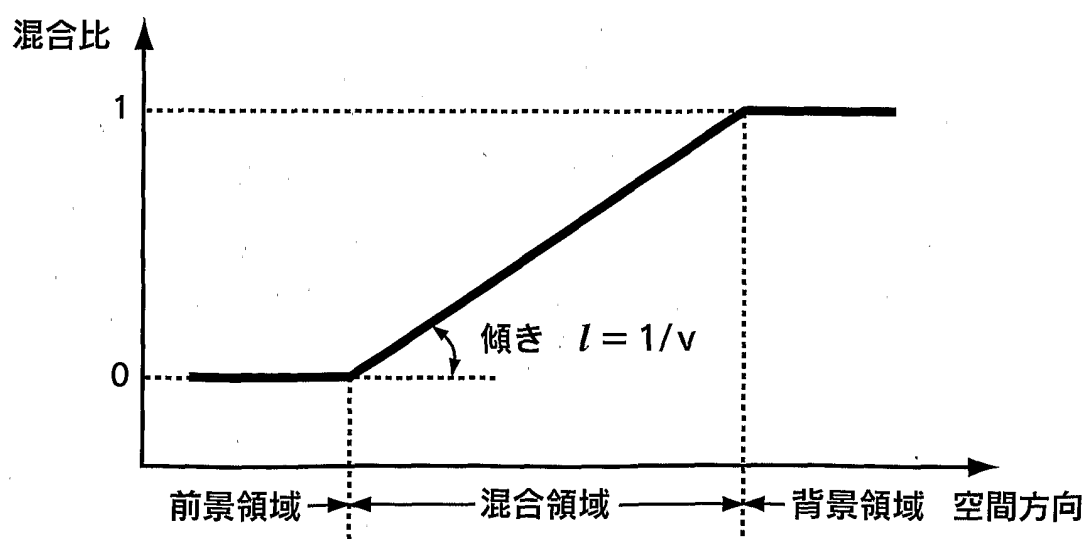


図 51

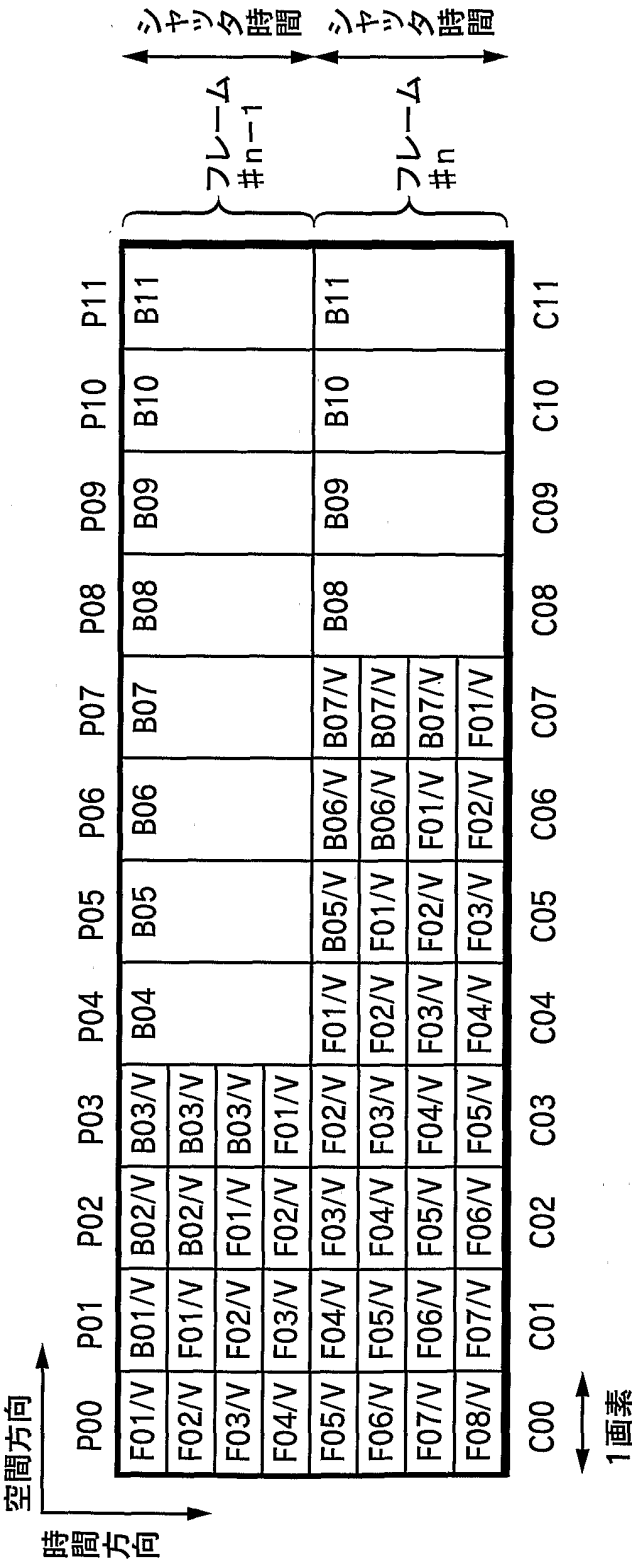


図 52

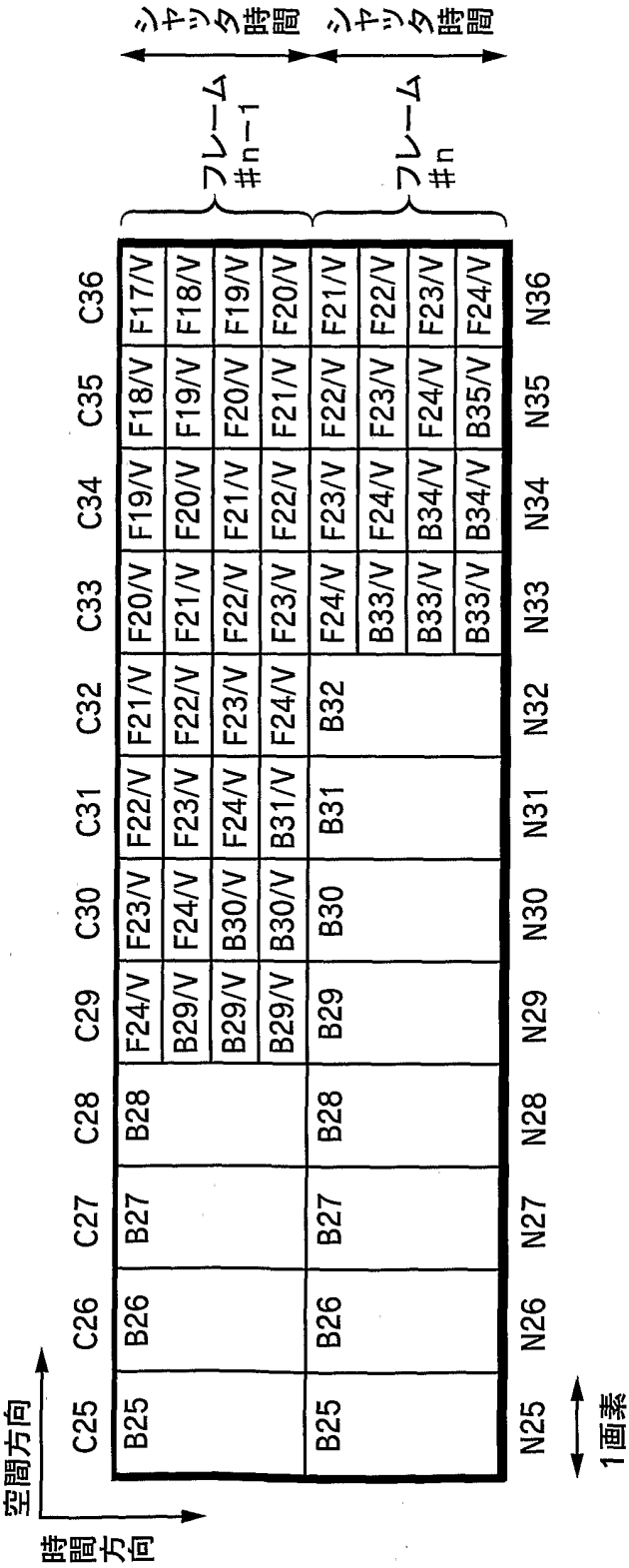


図53

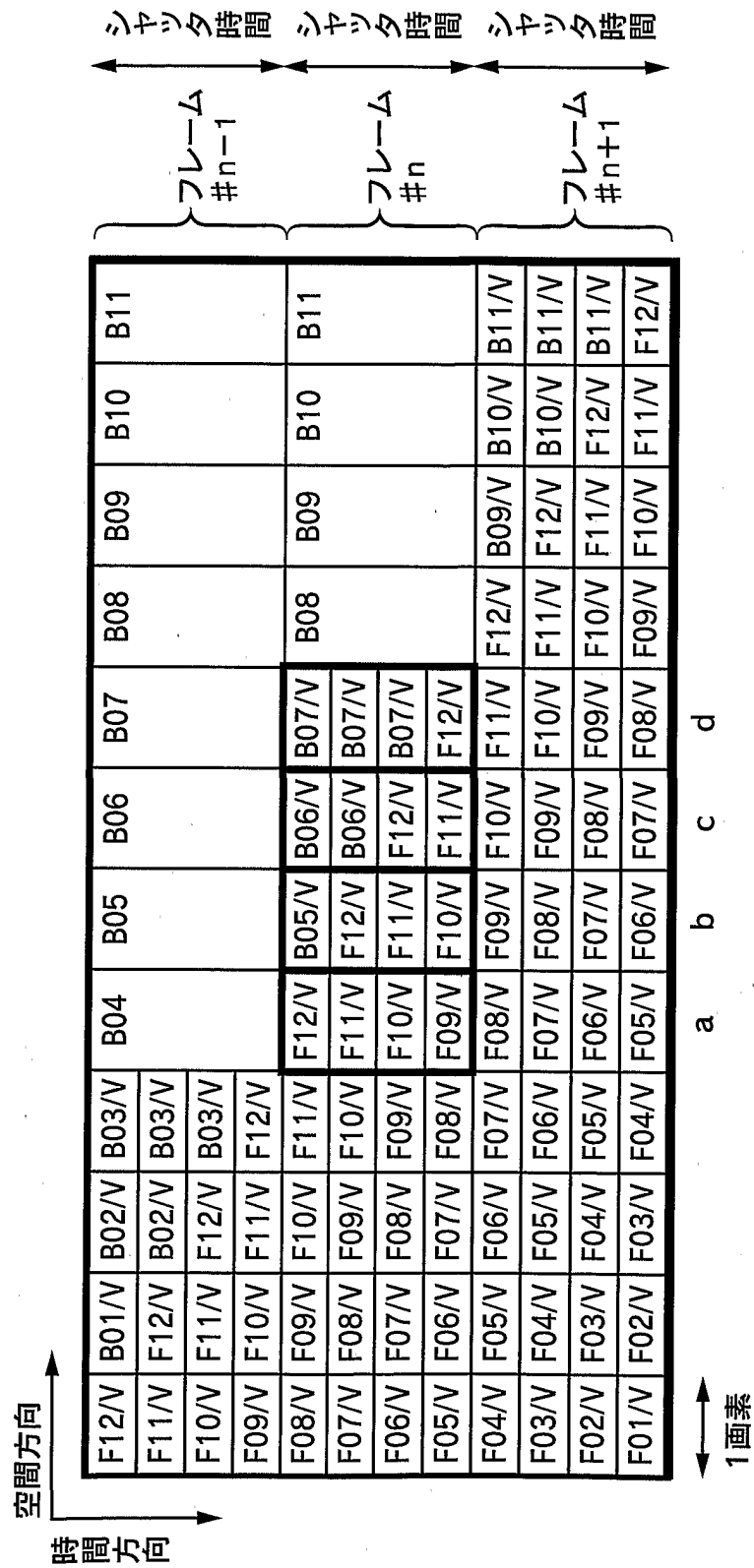


図 54

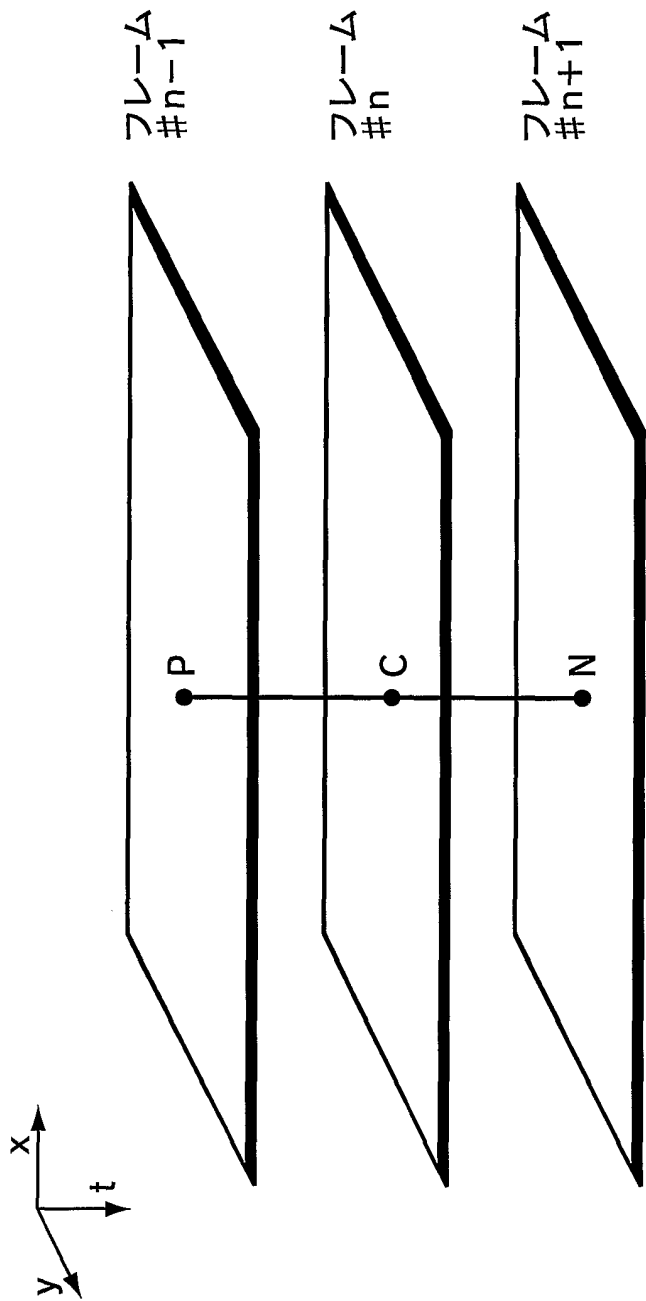
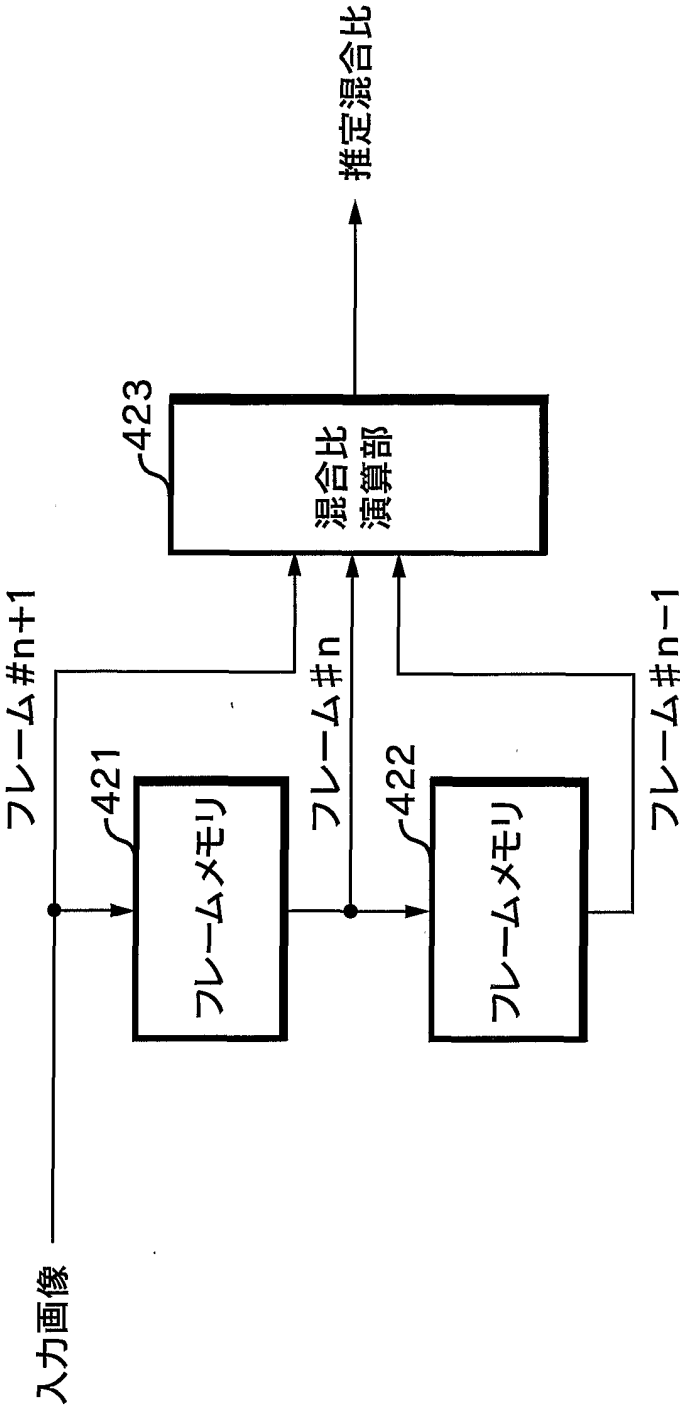


図 55



50/80

図 56

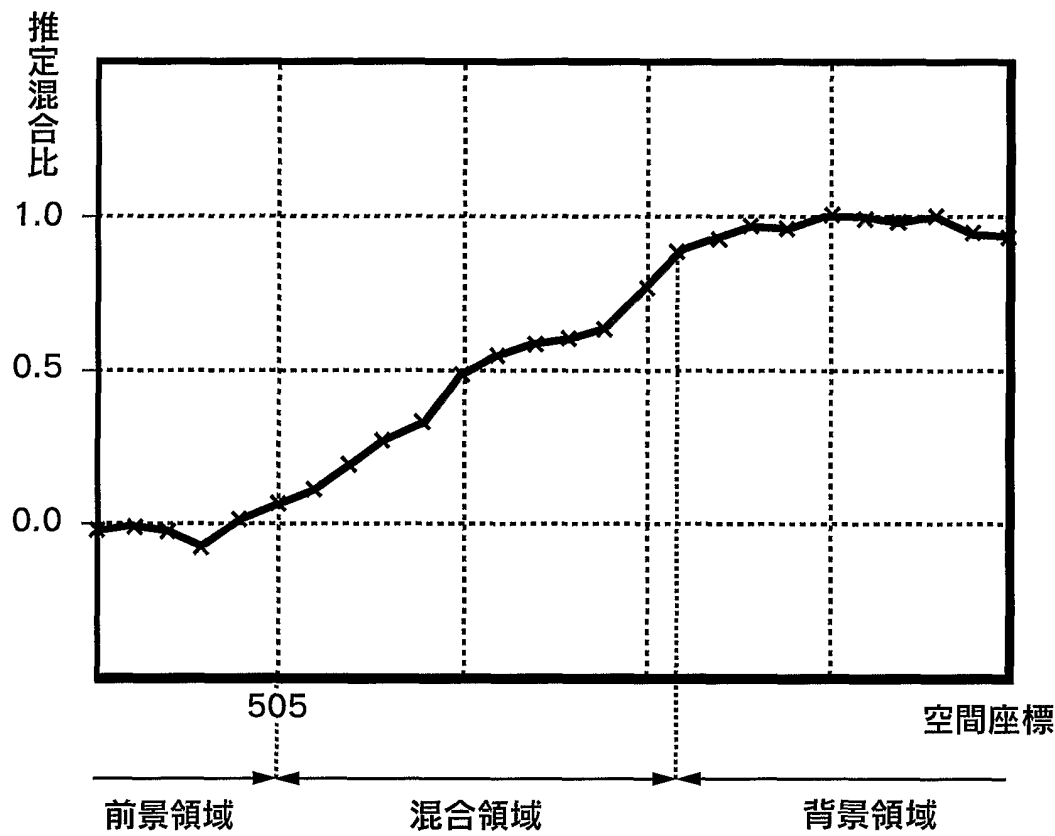
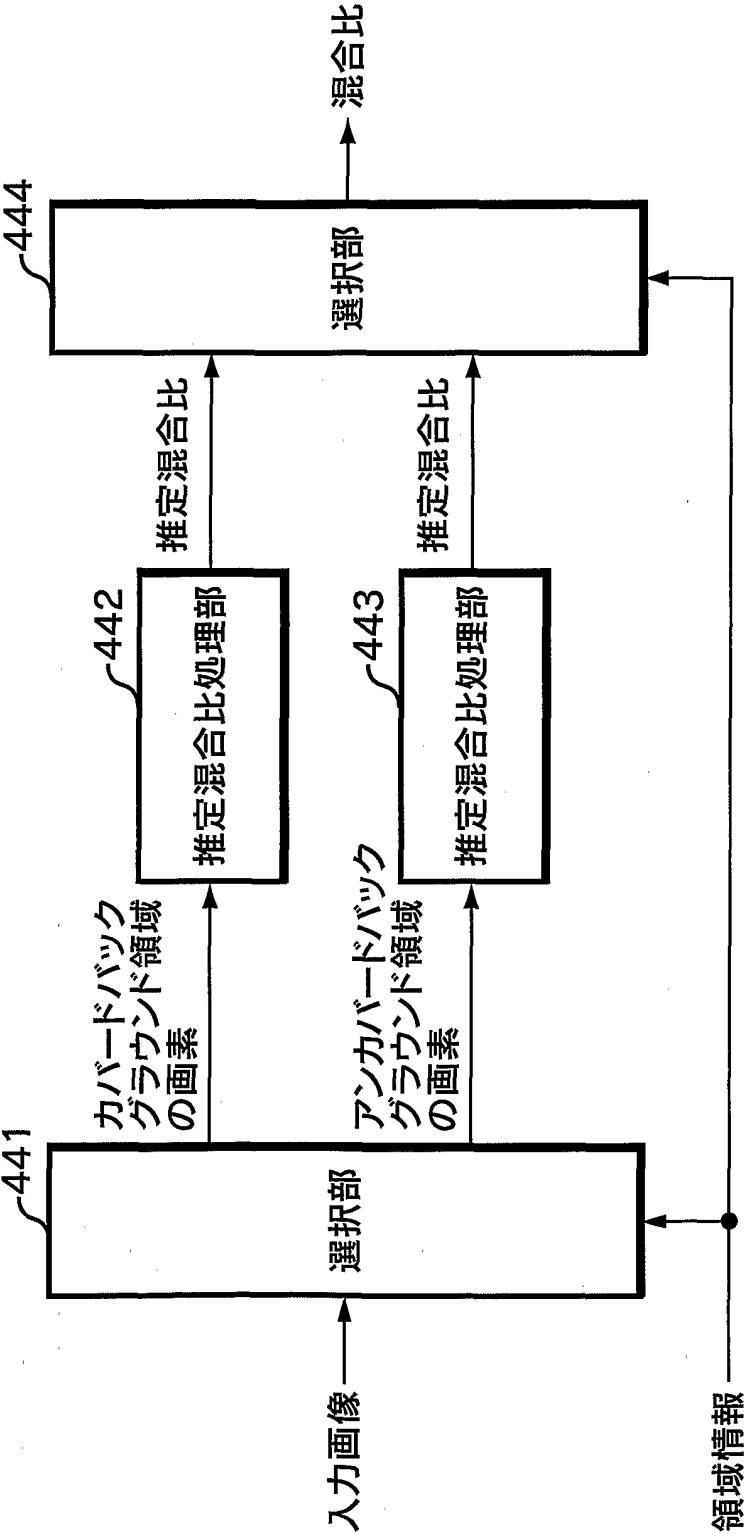
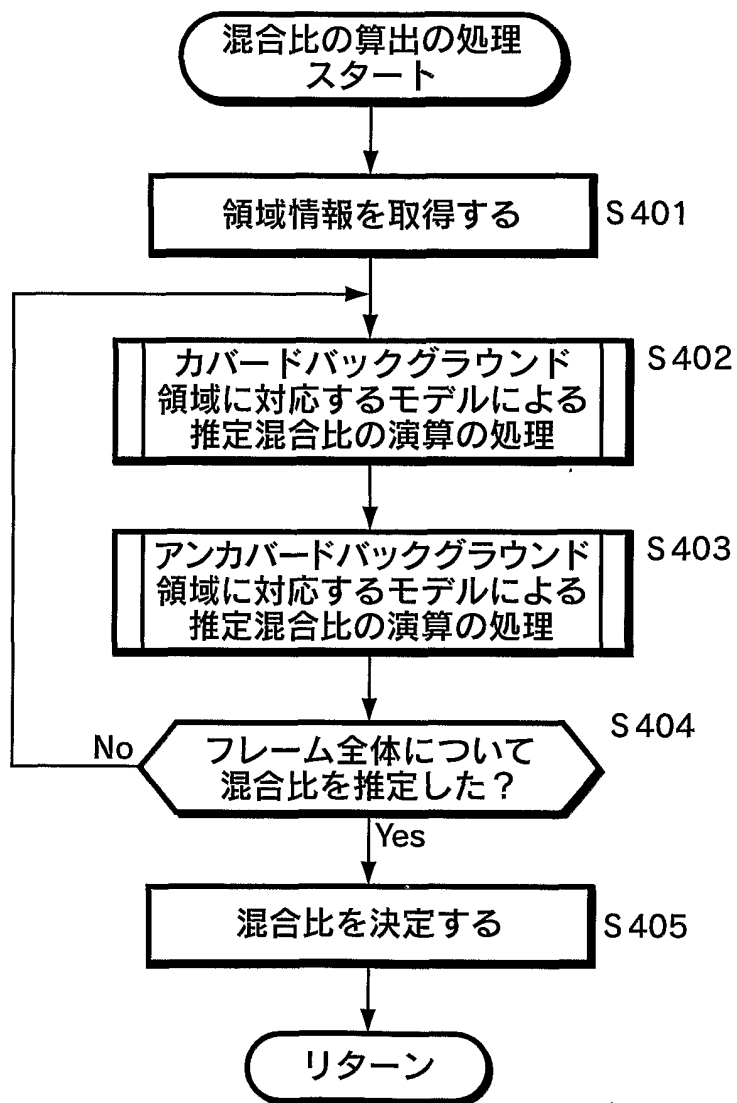


図 57



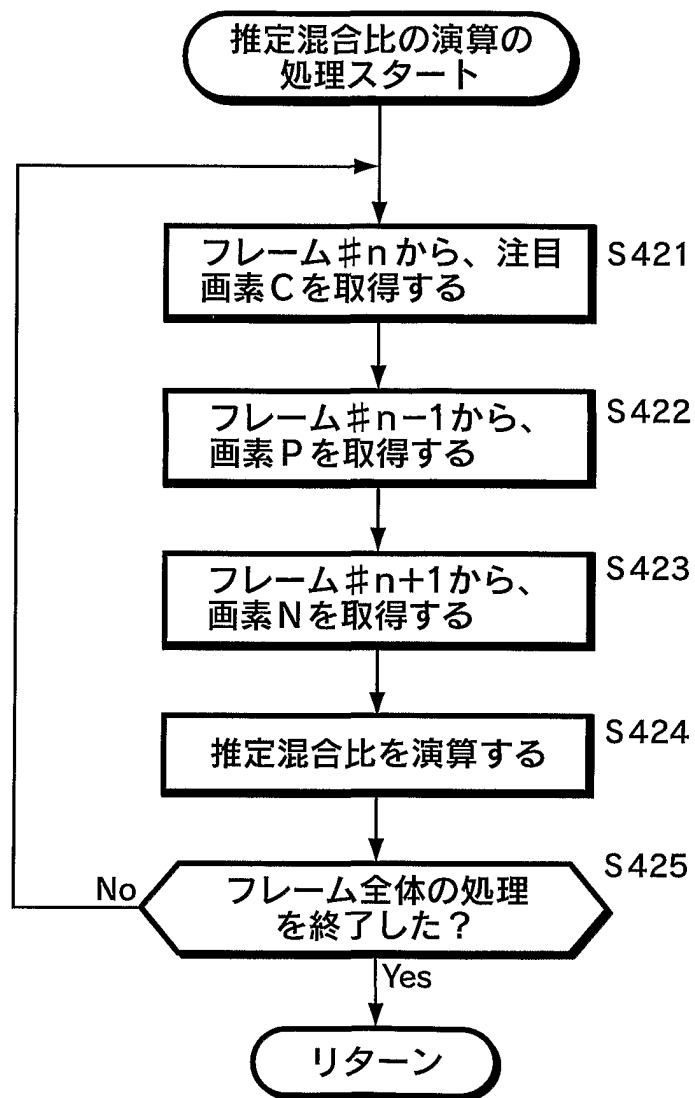
52/80

図 58



53/80

図 59



54/80

図 60

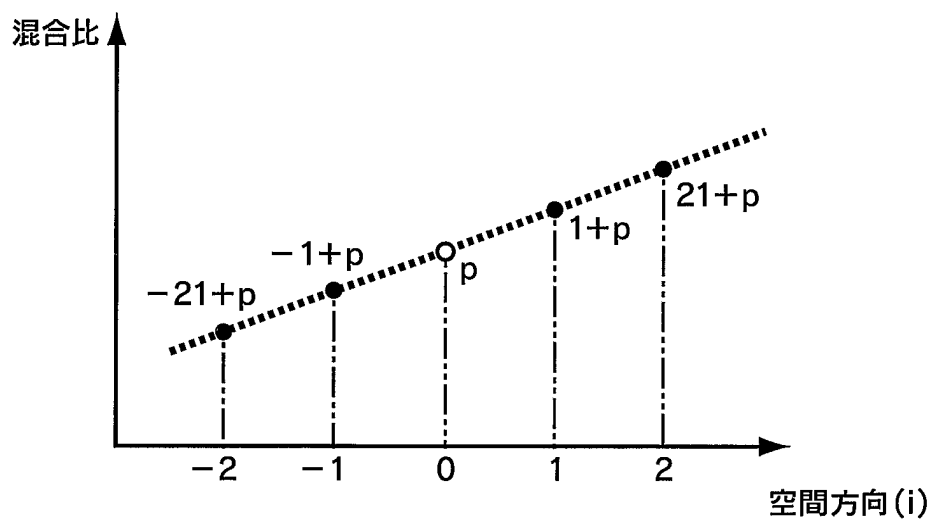


図 61

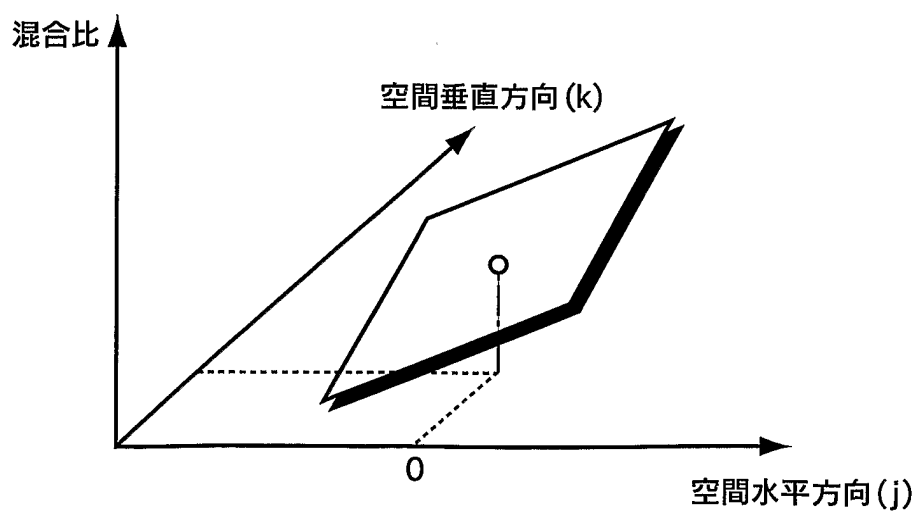


図 62

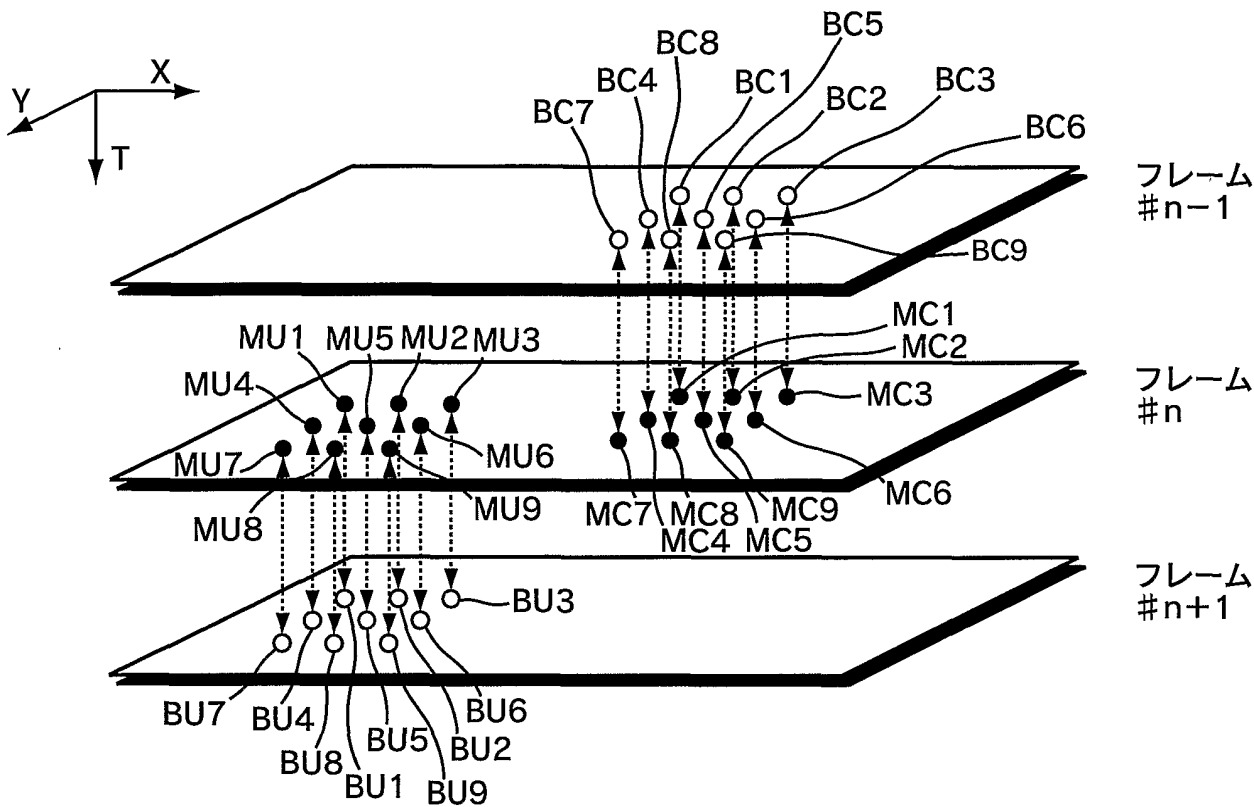
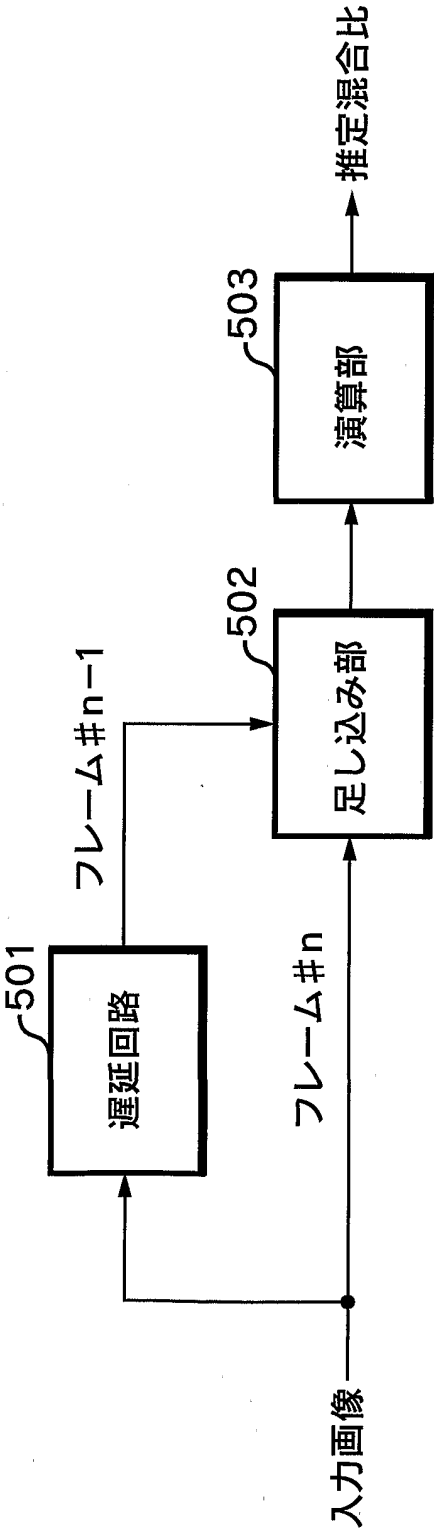
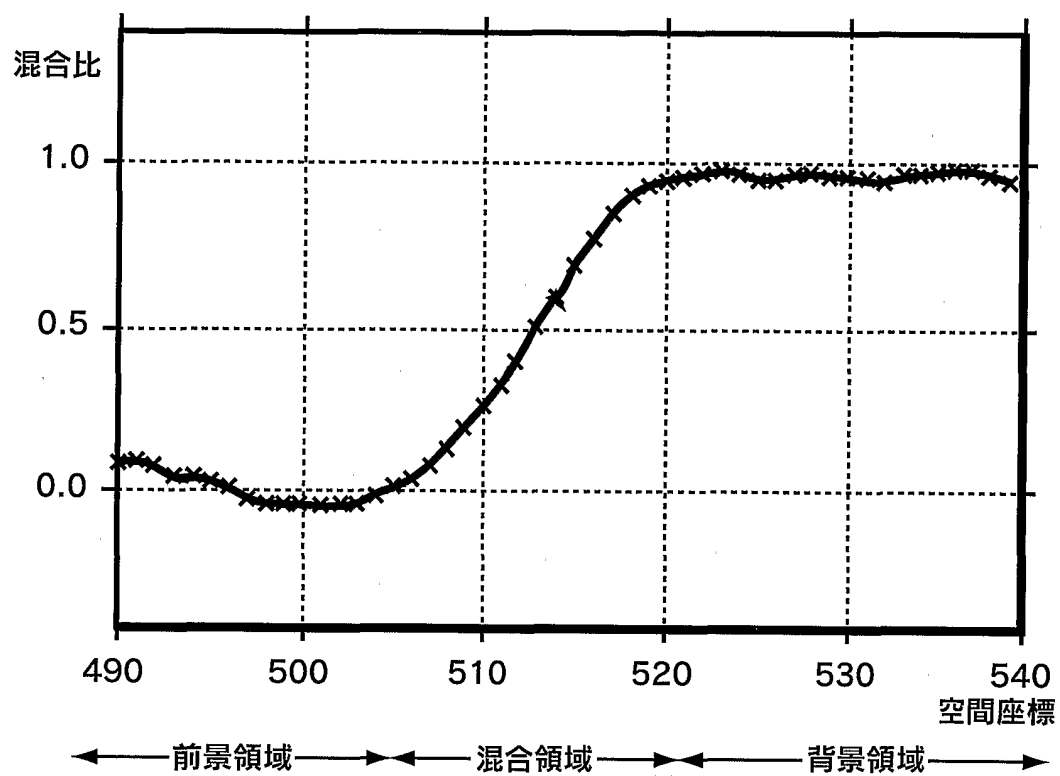


図 63



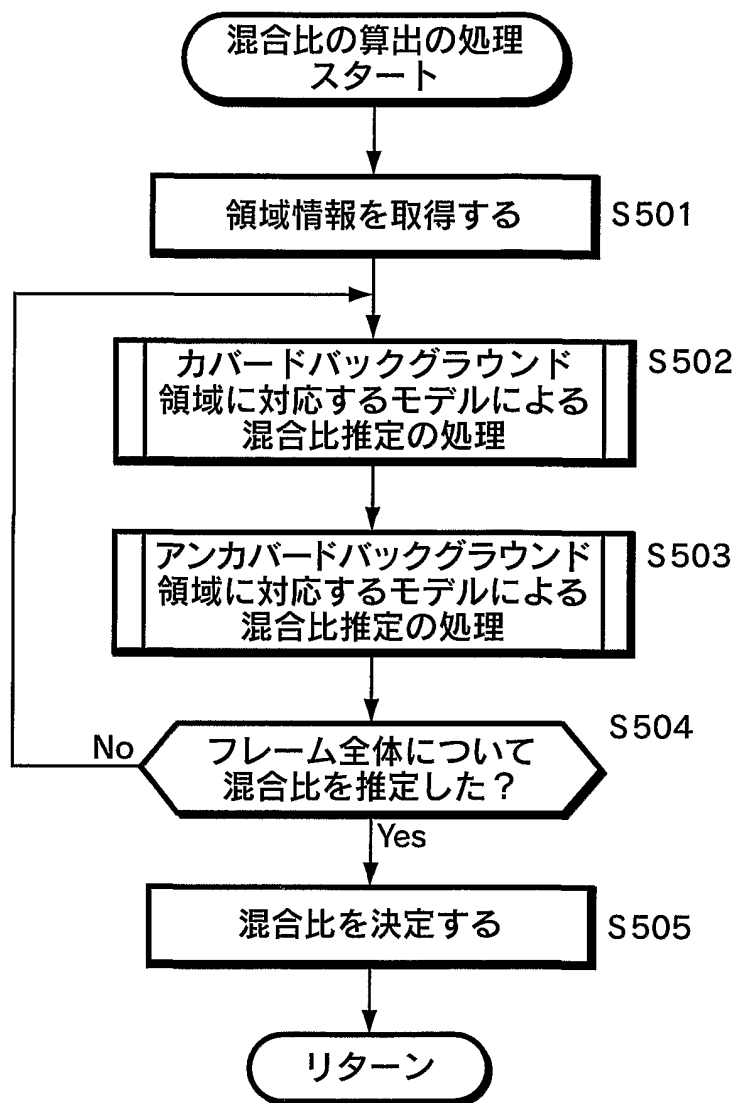
57/80

図 64



58/80

図 65



59/80

図 66

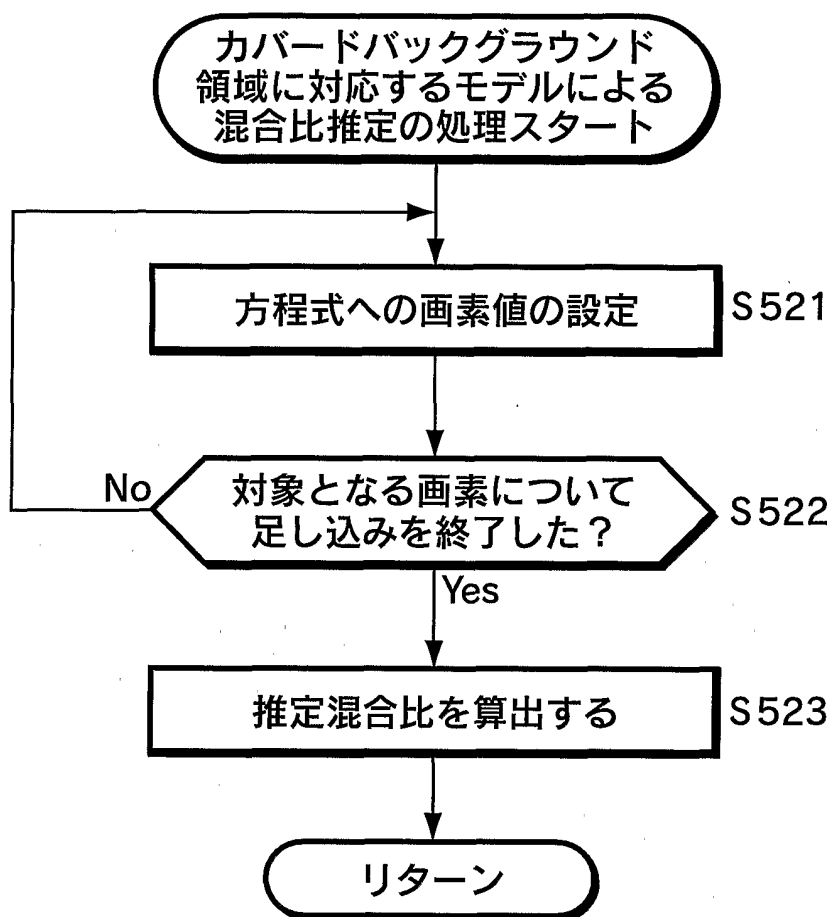


図 67

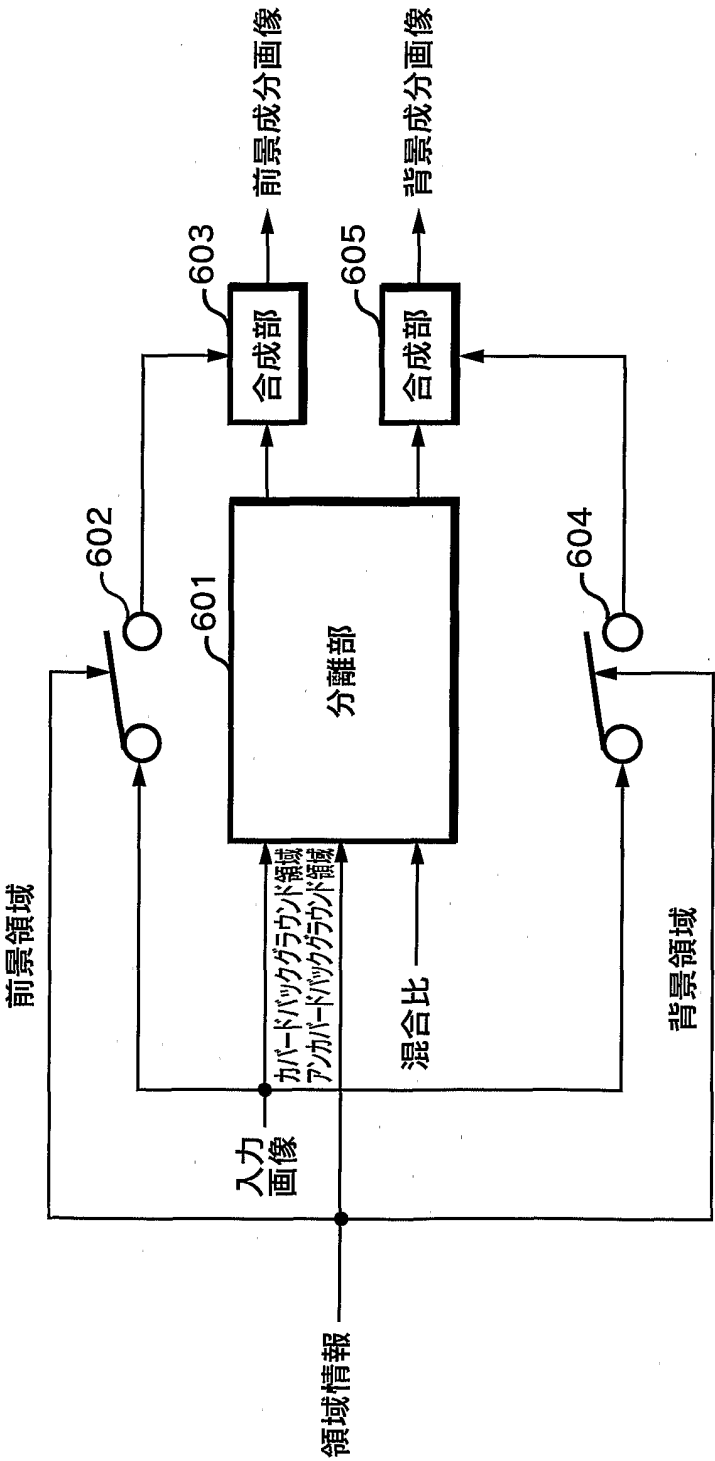


図 68A

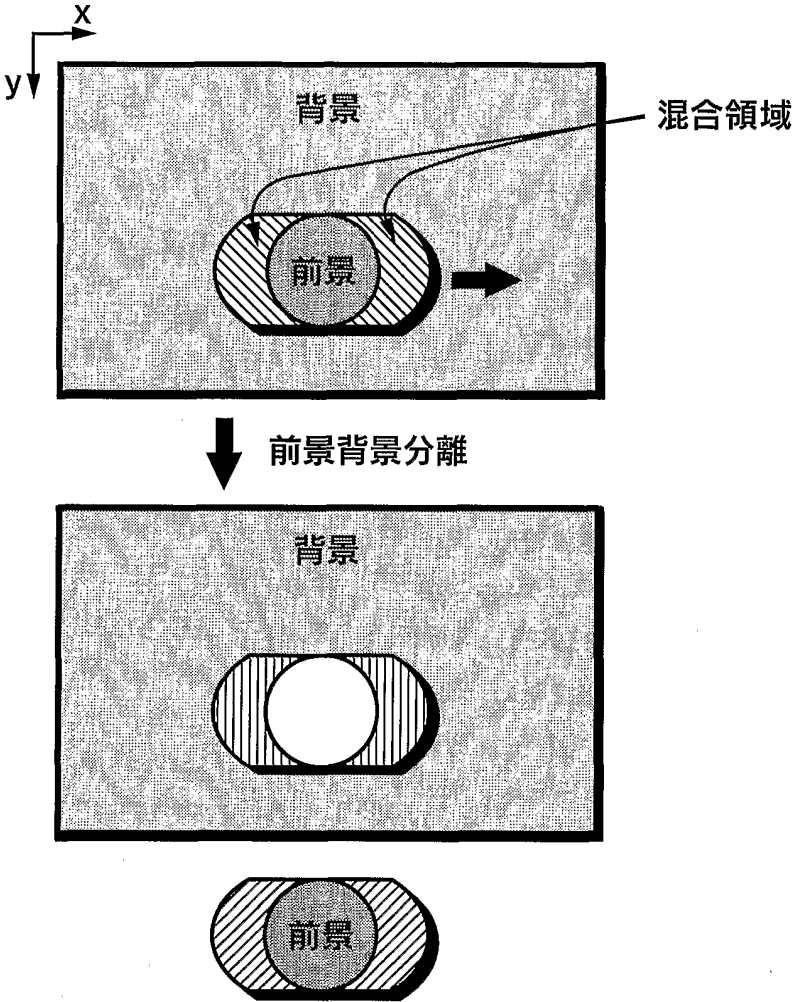


図 68 B

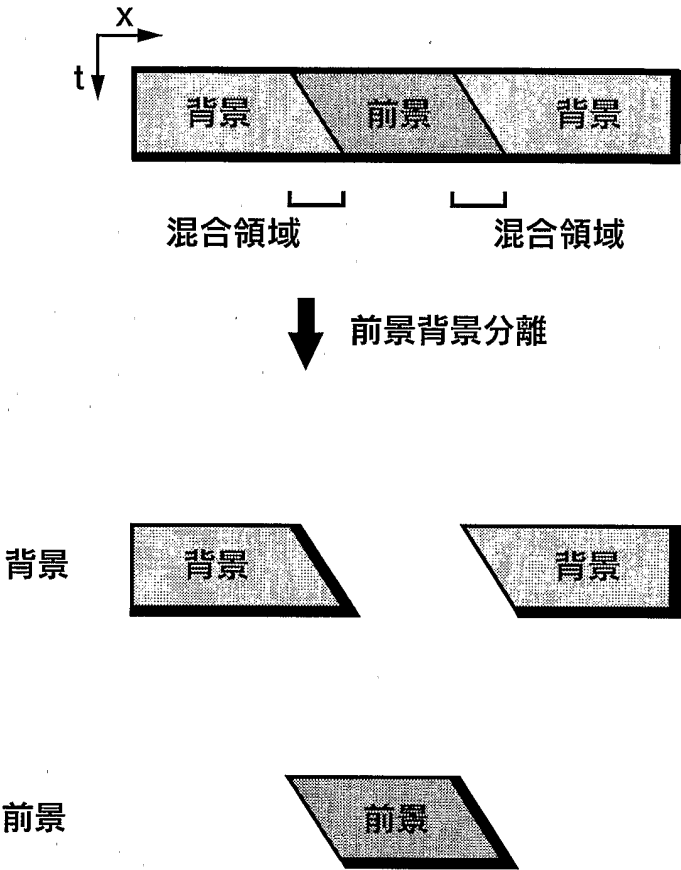


図 69

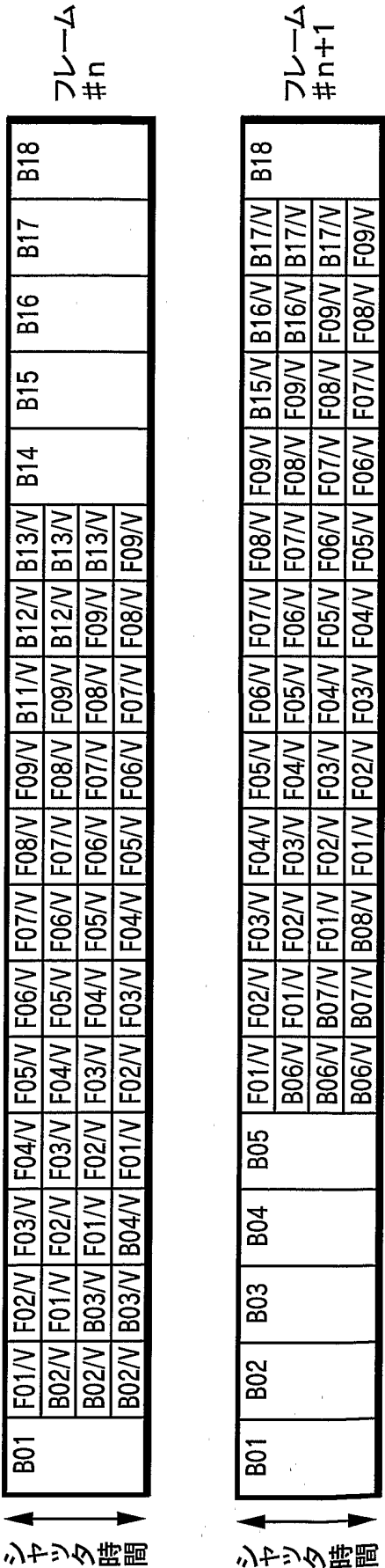


図 70

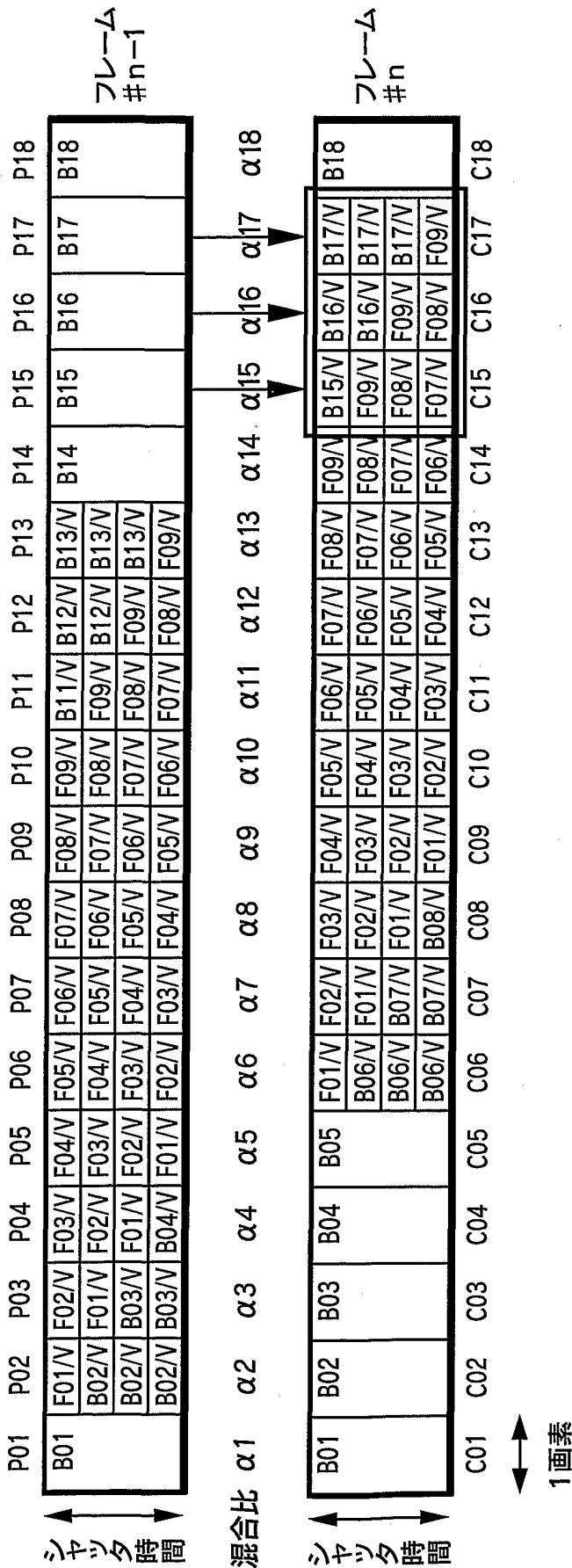
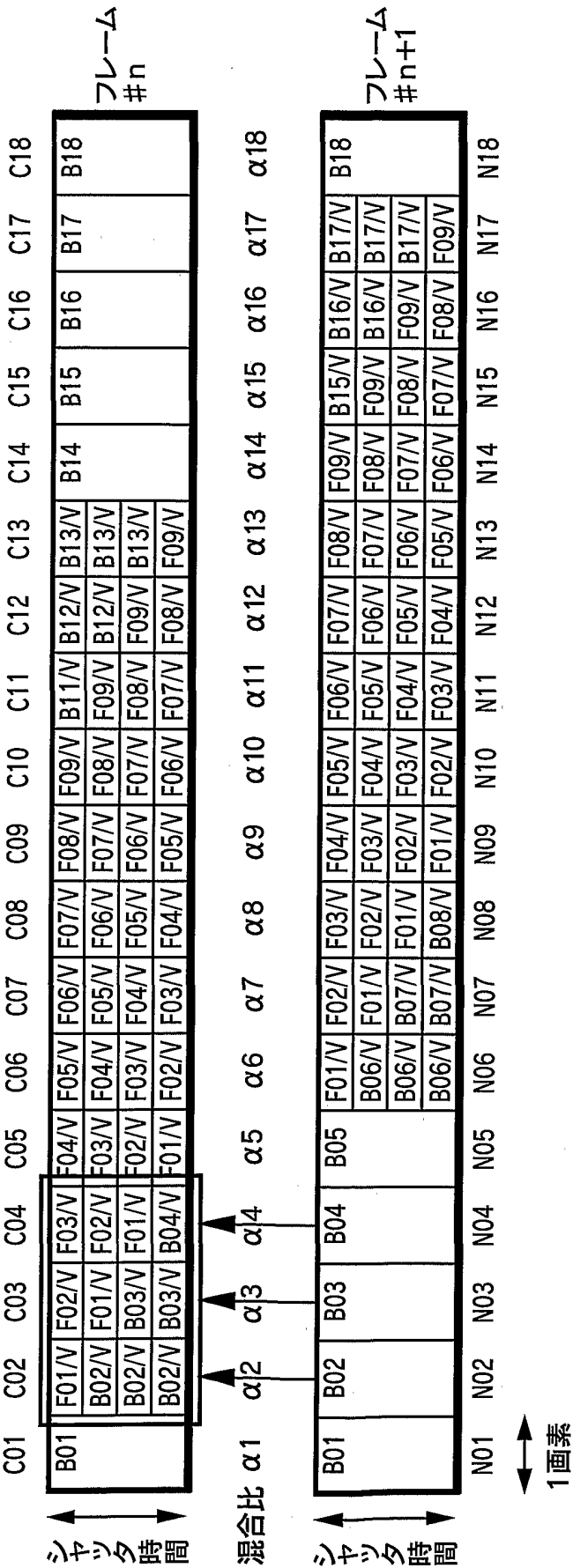
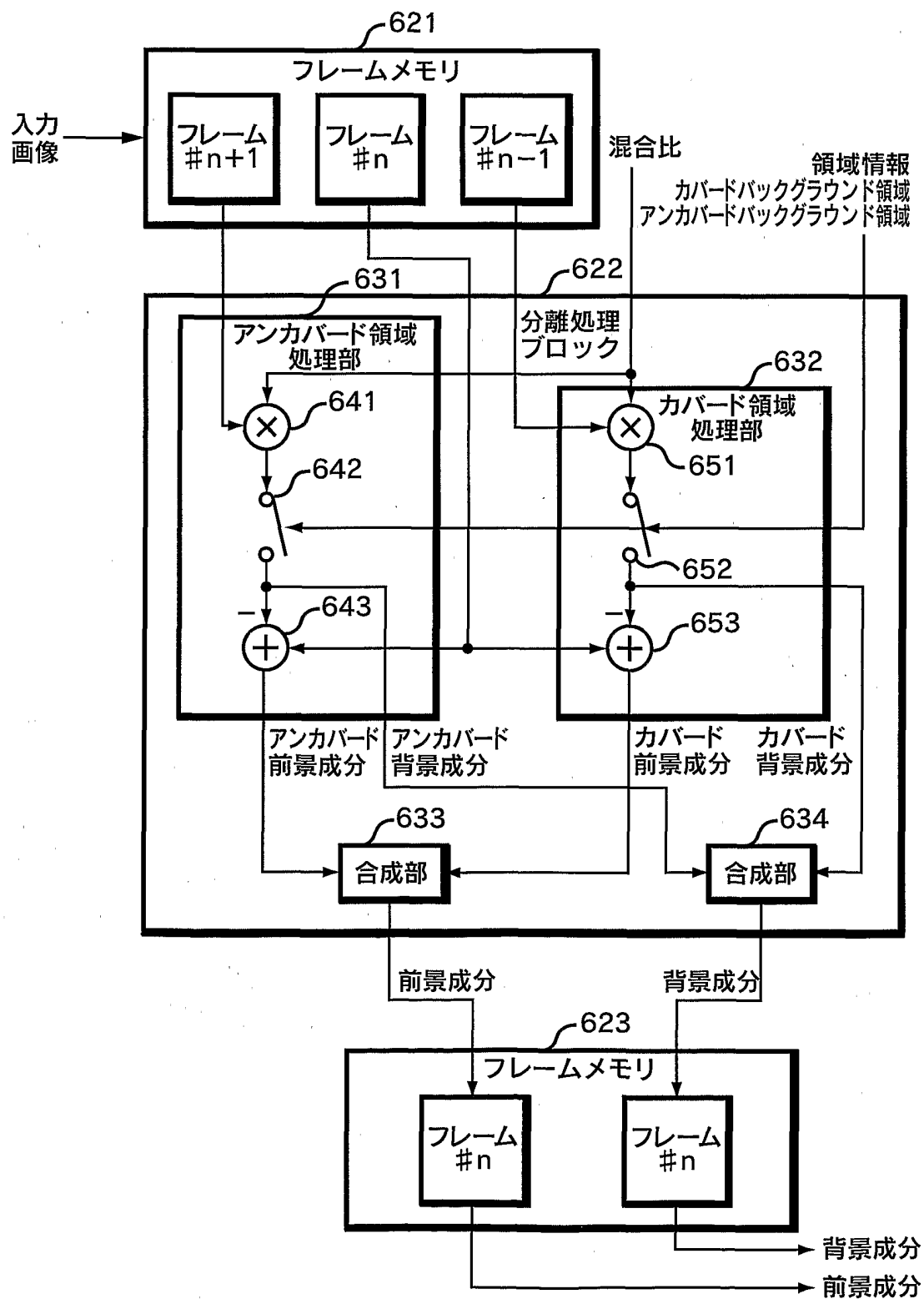


図 71



66/80

図 72



前 景

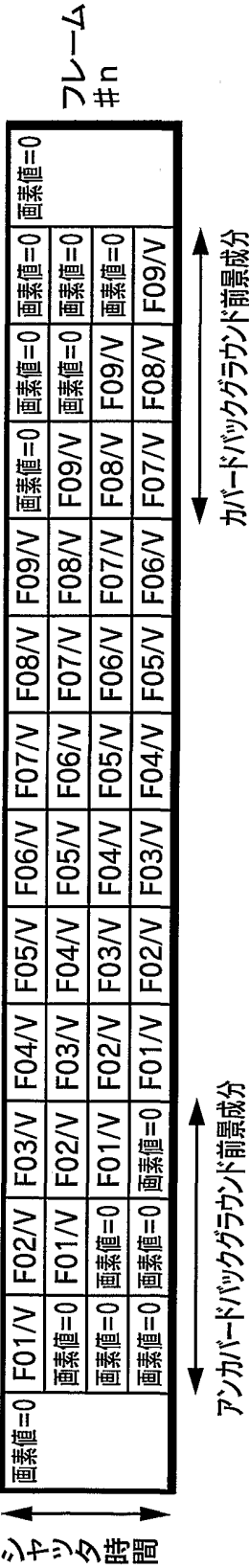


図 73A

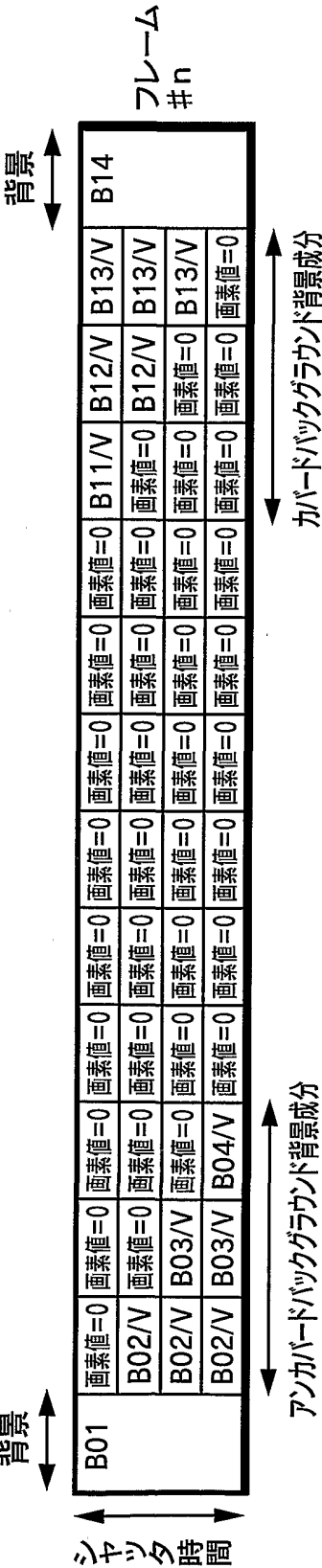


図 73B

68/80

図 74

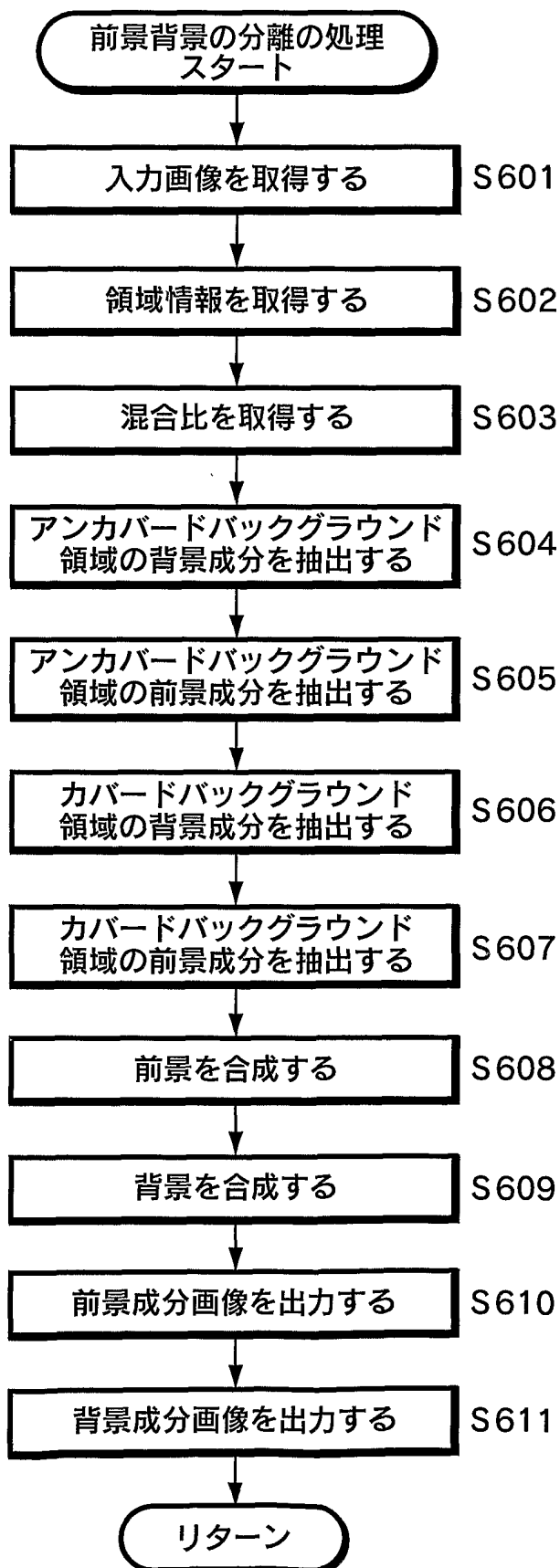
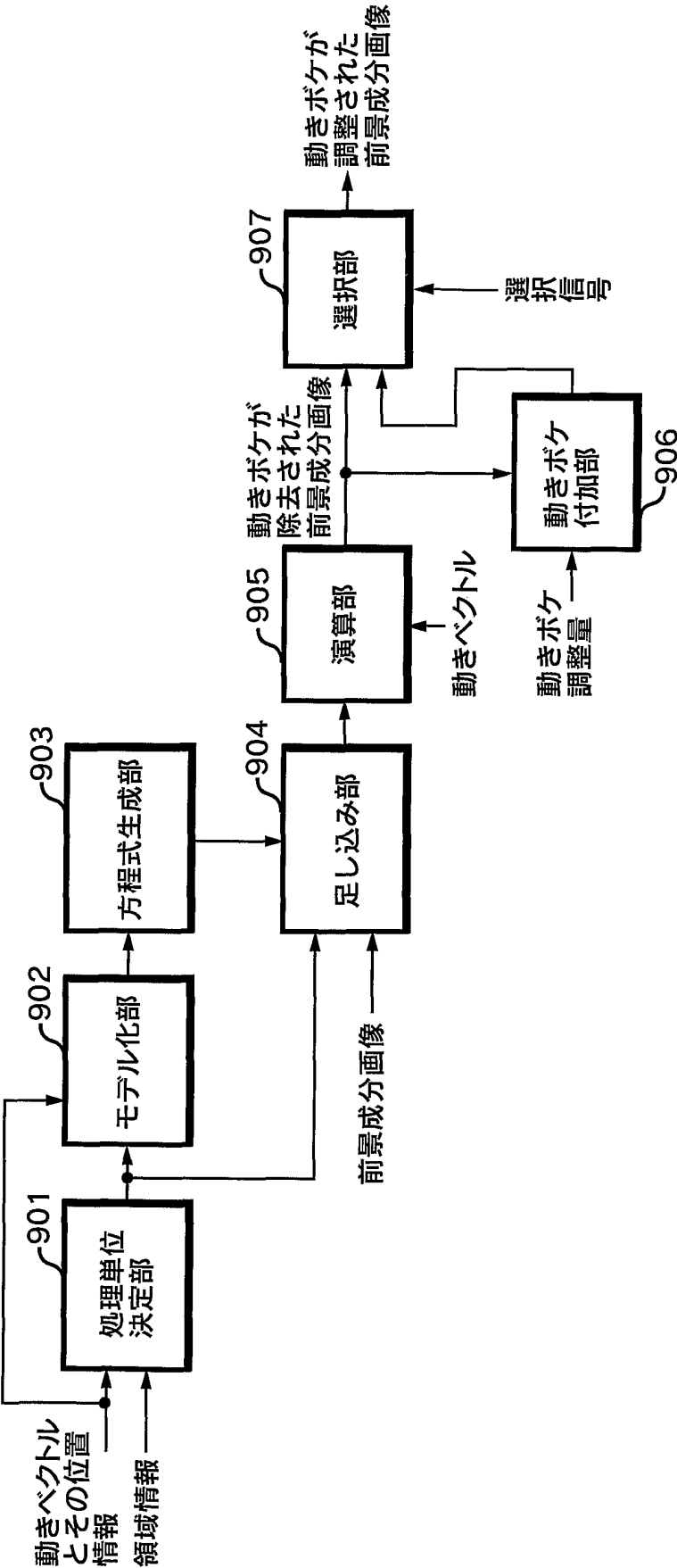


図 75



70/80

図 76

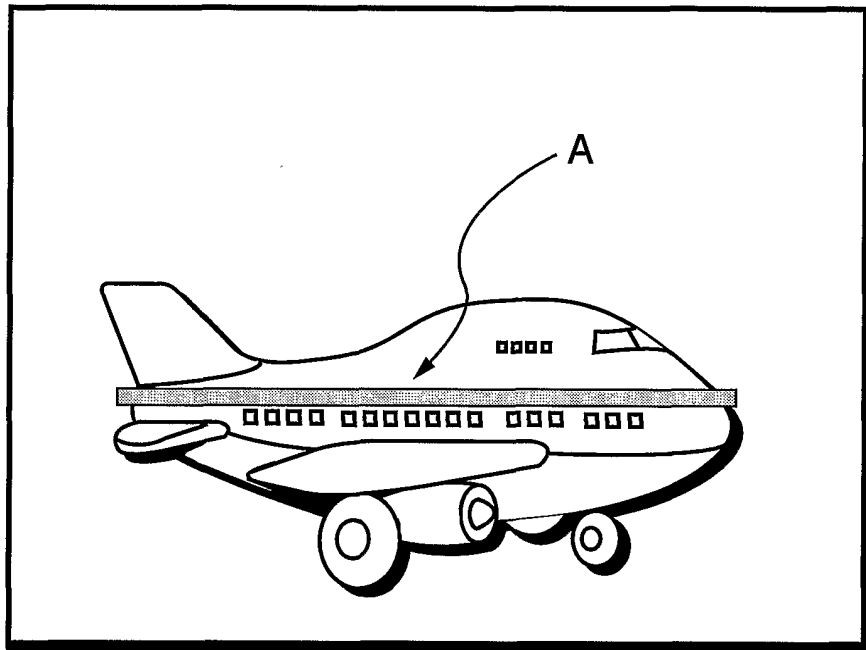


図 77

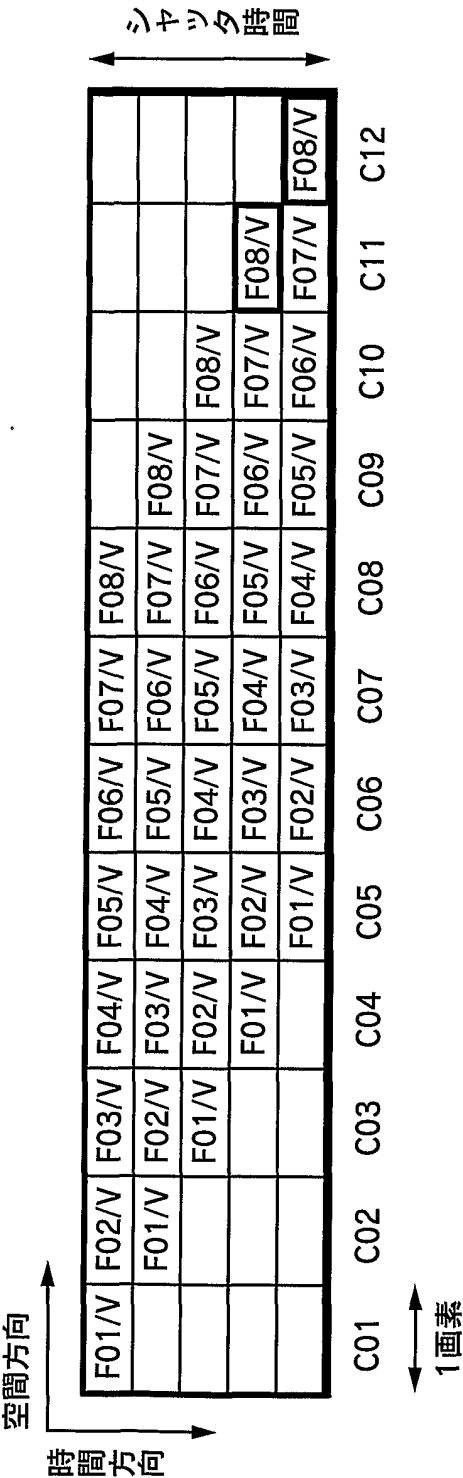
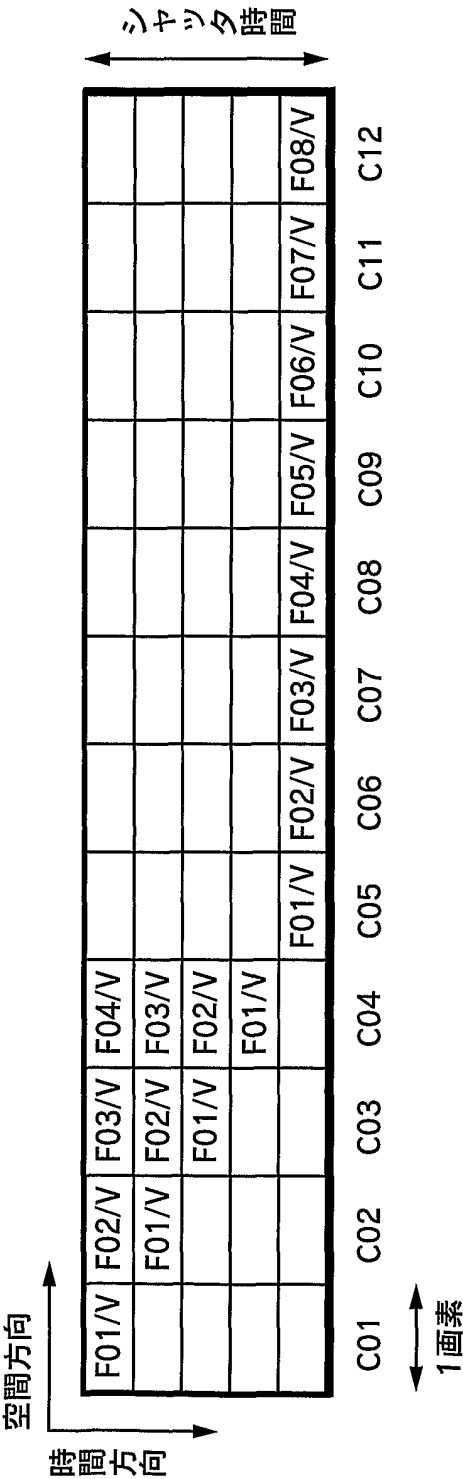


図 78



75/80

図 81

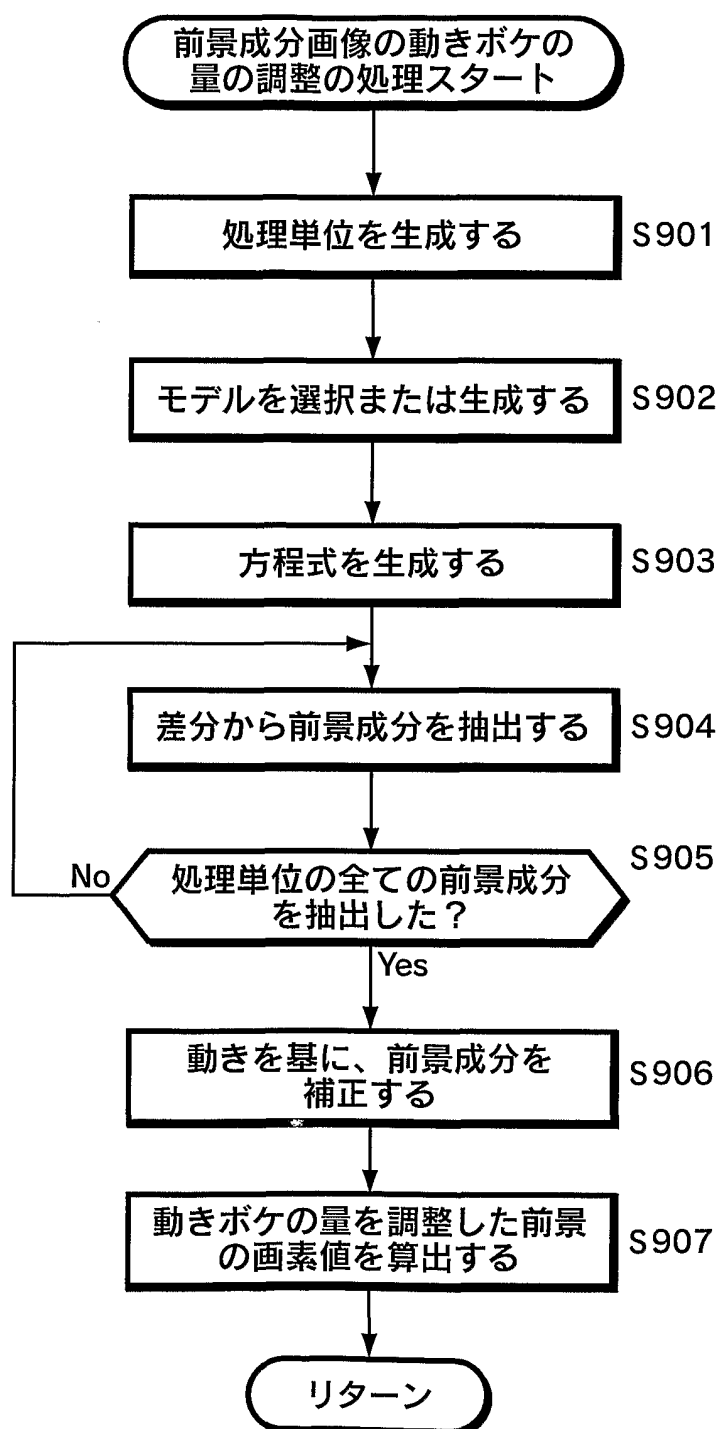


図 82

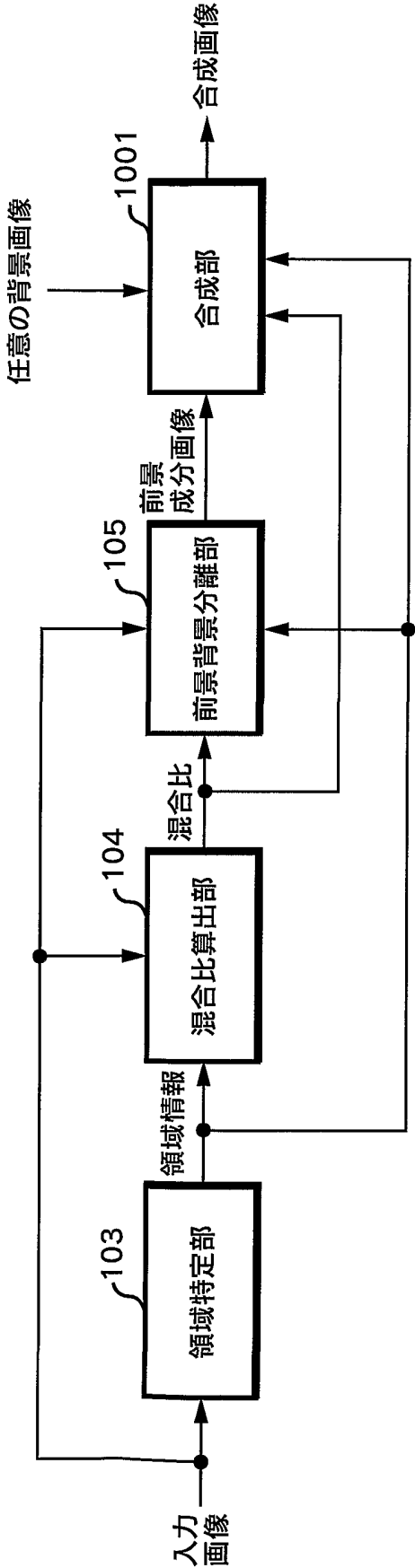


図 83

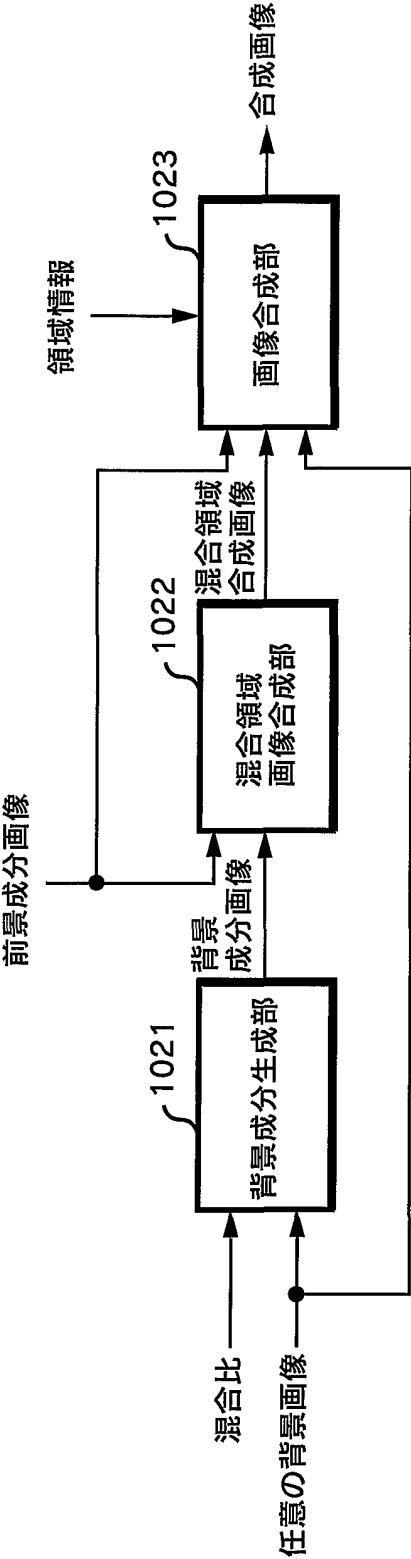
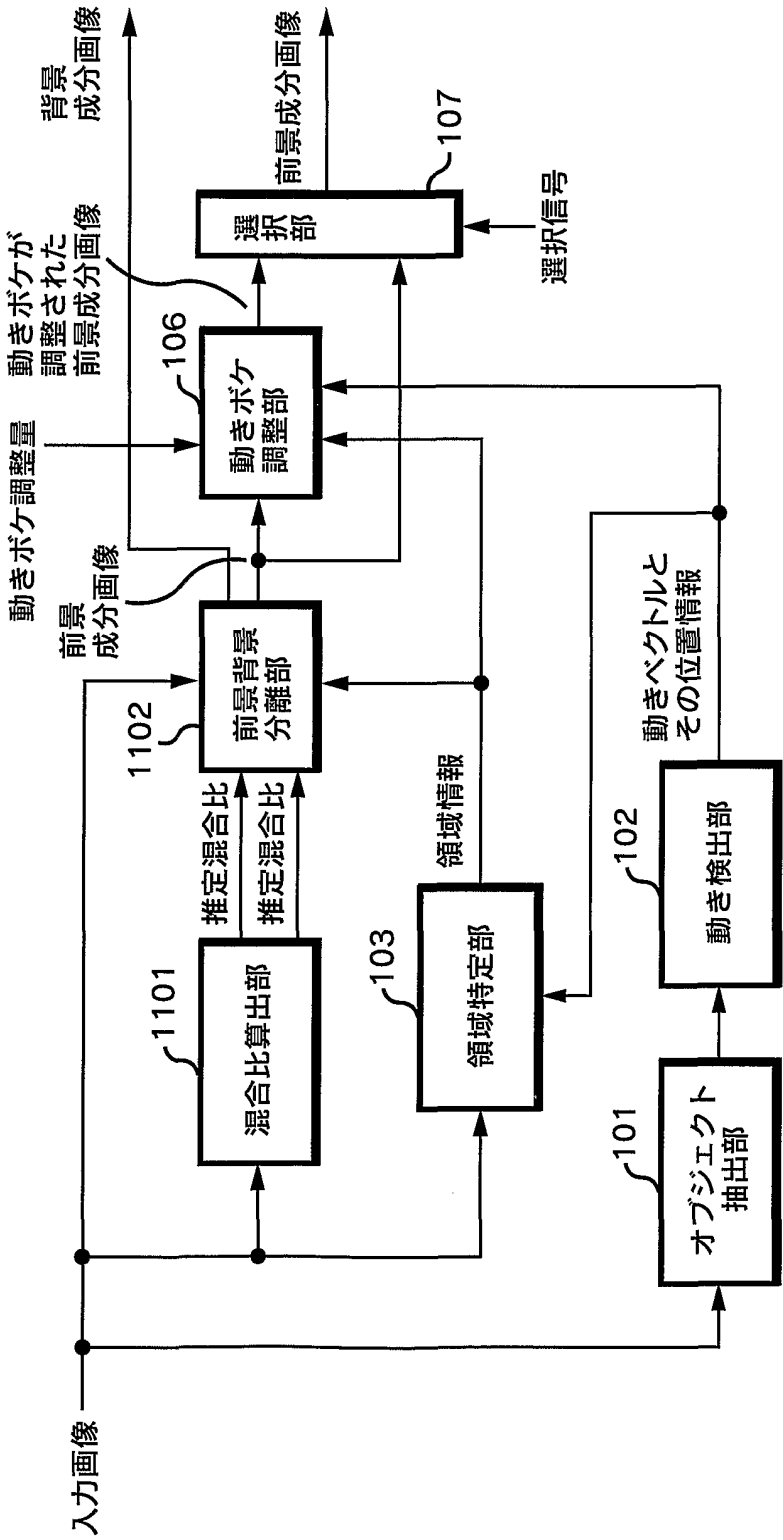


図 84



79/80

図 85

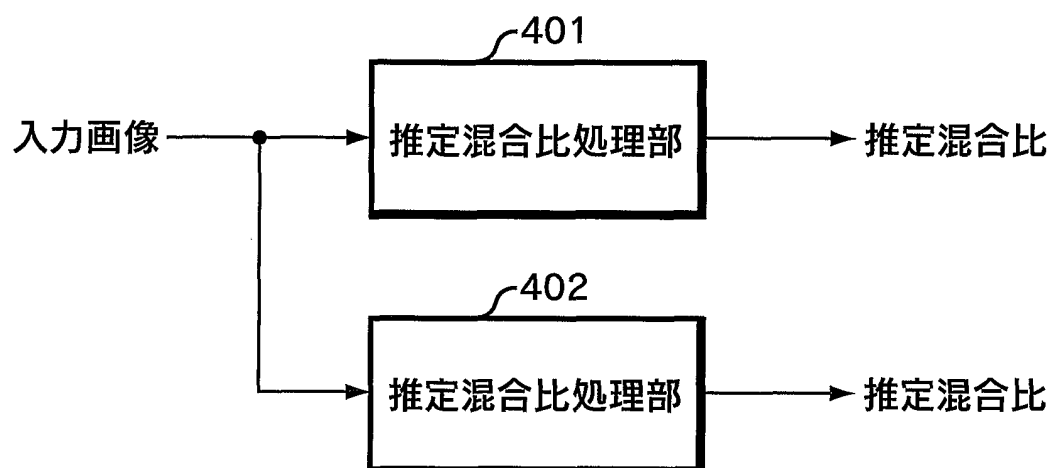
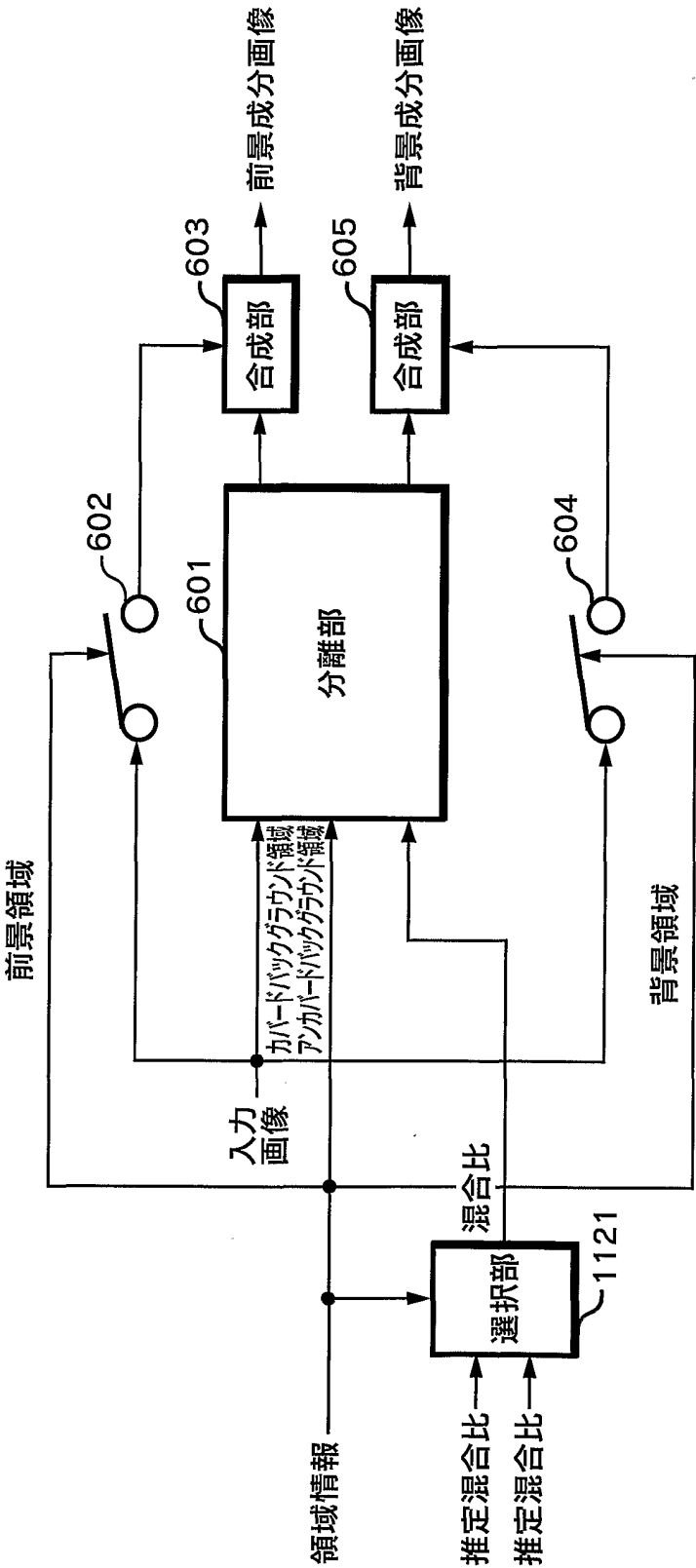


図 86



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G06T1/00 G06T3/00 G06T7/20, H04N5/262

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.Cl⁷ G06T1/00 G06T3/00 G06T7/20, H04N5/262

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

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

JICST FILE (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 2000-30040, A (Canon Inc.), 28 January, 2000 (28.01.00), & EP 933727 A2 Full text; all drawings	1-12
A	JP, 4-352289, A (Mitsubishi Electric Corp.), 07 December, 1992 (07.12.92), (Family: none) Full text; all drawings	1-12

☐ 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 document 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

01 March, 2002 (01.03.02)

Date of mailing of the international search report

12 March, 2002 (12.03.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))
 Int. Cl⁷ G06T 1/00 ☐ G06T 3/00 ☐ G06T 7/20, H04N5/262

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. Cl⁷ G06T 1/00 ☐ G06T 3/00 ☐ G06T 7/20, H04N5/262

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

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)
 JICSTファイル (JOIS)

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 請求の範囲の番号
A	JP 2000-30040 A (キヤノン株式会社) 2000. 01. 28 &EP 933727 A2 全文, 全図	1~12
A	JP 4-352289 A (三菱電機株式会社) 1992. 12. 07 (ファミリーなし) 全文, 全図	1~12

☐ 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
 0 1 . 0 3 . 0 2

国際調査報告の発送日
 12.03.02

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 1 0 0 - 8 9 1 5
 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)
 真木 健彦



5 H 9 5 6 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 1