

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6623044号  
(P6623044)

(45) 発行日 令和1年12月18日(2019.12.18)

(24) 登録日 令和1年11月29日(2019.11.29)

(51) Int.Cl.		F I			
GO1C	3/06	(2006.01)	GO1C	3/06	110V
GO8G	1/16	(2006.01)	GO8G	1/16	C
HO4N	13/271	(2018.01)	HO4N	13/271	
GO6T	7/593	(2017.01)	GO6T	7/593	

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-229272 (P2015-229272)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成27年11月25日(2015.11.25)	(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(65) 公開番号	特開2017-96777 (P2017-96777A)	(72) 発明者	松尾 茂 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内
(43) 公開日	平成29年6月1日(2017.6.1)	(72) 発明者	北村 忠明 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内
審査請求日	平成30年10月12日(2018.10.12)	(72) 発明者	野中 進一 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステレオカメラ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載された複数のカメラで撮影した複数の画像の重複領域の視差情報を取得する視差情報取得部と、

前記重複領域で過去に取得された視差情報に基づいて、前記各画像中の前記重複領域以外の非重複領域で検出される物体と前記車両との距離を算出する物体距離算出部と、

前記視差情報に基づいて路面高さを算出する路面高さ算出部と、を備え、

前記物体は、前記重複領域の路面と異なる高さの前記非重複領域の路面上で検知され、前記物体距離算出部は、前記非重複領域で検出される前記物体までの距離を算出することを特徴とするステレオカメラ装置。

【請求項2】

前記路面高さ算出部で算出した歩道路面の高さ情報を記憶する記憶部を備え、

前記歩道路面の高さを計測した画像領域が車両の移動に従って前記非重複領域に移動したとき、前記物体距離算出部は、前記記憶部に記憶した歩道路面の高さ情報を用いて画像高さ方向における前記物体の位置を補正して、前記物体と前記車両との距離を算出することを特徴とする請求項1に記載のステレオカメラ装置。

【請求項3】

前記非重複領域で検知される物体はオプティカルフローで検知された移動中の歩行者であり、

前記オプティカルフローで検知された歩行者は、次のフレーム以降はパターンマッチン

グ方式で追跡されることを特徴とする請求項 1 に記載のステレオカメラ装置。

【請求項 4】

前記視差情報は、重複領域を垂直方向に特定の間隔で分割した領域単位で記憶されることを特徴とする請求項 1 から 2 のいずれか一項に記載のステレオカメラ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステレオカメラ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両の走行安全性を向上させるために、車両に搭載したカメラで前方を横切る歩行者を検知して、歩行者に衝突する可能性がある場合は、ドライバへの警報や自動ブレーキを行うシステムが研究されている。

【0003】

車両の前方を監視するセンサとして、ミリ波レーダー、レーザーレーダ、カメラなどがある。カメラの種類としては、単眼カメラと、複数のカメラを使用したステレオカメラがある。ステレオカメラは、所定の間隔の 2 つのカメラで撮影された重複領域の視差を利用して、撮影された物体までの距離を計測することができる。このため、前方の物体までの衝突危険度を的確に把握することができる。

【0004】

しかし、ステレオカメラは、複数のカメラで共通に撮影される重複領域のみ距離を計測できるため、それぞれのカメラ単独で撮影される非重複領域（以下、単眼領域と記す）については、使用されないケースがあった。このため、文献 1 のように、単眼領域の歩行者をオプティカルフロー処理で検知する方法が提案されている。しかし、単眼領域で歩行者を検知するだけでは、その歩行者までの距離を把握することができないため、衝突の危険度の把握が困難である。

【0005】

そこで、単眼領域で検知した移動体までの距離を推定する方法として、文献 2 の方法が提案されている。この方法は、重複領域で計測した路面の高さ情報を、単眼領域の路面にも適用するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2005 - 24463 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 79582 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 2 では、重複領域の路面高さをそのまま単眼領域に適用するため、重複領域と単眼領域の路面高さが等しい状態、つまり平坦な路面であることを前提としている。よって、単眼領域の路面に傾斜や段差があったときに、正確な距離を推定することが難しい。

【0008】

本発明は、重複領域と単眼領域の路面の高さが異なる場合でも、単眼領域で検出される移動体の距離を高い精度で算出することができることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、車両に搭載された複数のカメラで撮影した複数の画像の重複領域の視差情報を取得する視差情報取得部と、前記重複領域で過去に取得された視差情報に基づいて、前記各画像中の前記重複領域以外の非重複領域で検出される物体と前記車両との距離を算出する物体距離算出部と、を備える。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、重複領域と単眼領域の路面の高さが異なる場合でも、単眼領域で検出される移動体の距離を高い精度で算出することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

【図1】ステレオカメラ装置の機能ブロック図

【図2】ステレオ領域と単眼領域の説明

【図3】単眼領域の路面高さ推定方法の原理説明

【図4】視差情報の記憶方式

10

【図5】システム全体のフローチャート

【図6】単眼領域の移動体の検知方式のフローチャート

【図7】単眼領域の移動体の検知方式の概要

【図8】レーザレーダと単眼カメラによる前方監視システムのブロック図

【図9】レーザレーダと単眼カメラの測定範囲の違い

## 【発明を実施するための形態】

## 【0012】

以下、図面等を用いて、本発明の実施形態について説明する。以下の説明は本発明の内容の具体例を示すものであり、本発明がこれらの説明に限定されるものではなく、本明細書に開示される技術的思想の範囲内において当業者による様々な変更および修正が可能である。また、本発明を説明するための全図において、同一の機能を有するものは、同一の符号を付け、その繰り返しの説明は省略する場合がある。

20

## 【実施例1】

## 【0013】

図1は、ステレオカメラ装置10のブロック図を示したものである。撮影部20として右カメラ22と左カメラ21の2つのカメラを持つ。この両方のカメラが撮影した画像は、視差情報取得部30と、物体検知部40の両方に分配される。視差情報取得部30では、右カメラ22と左カメラ21が撮影した画像の重複領域を用いて、視差情報を生成する部分である。また視差情報を記憶するための視差情報記憶部310を持つ。物体検知部40は、右カメラ22と左カメラ21のそれぞれの単眼領域の画像の中の歩行者などの移動体を検知する。重複領域と単眼領域については図2で説明する。

30

## 【0014】

物体距離算出部50は、視差情報から算出した路面高さ情報を用いて、物体検知部40が検知した単眼領域の移動体の距離を算出する。その距離の算出のために、車両の移動方向と移動量を推定するための車両挙動推定部510と、非重複領域路面情報推定部520を持つ。危険度判定部60は、物体距離算出部50が算出した歩行者等の移動体の距離に応じて、ドライバへの警告や車両を停止させるためのブレーキ制御信号を出力する。

## 【0015】

図2において、ステレオカメラ装置10が視差データを生成する動作概要について説明する。ここでは、右カメラ22の画像と左カメラ21の画像の重複領域をステレオ領域と呼ぶ。ステレオカメラ装置10を搭載する車両の前方窓から見た実際の風景230には、前方車両200、走行路面203、白線204、歩道路面205、歩行者202がある。

40

## 【0016】

右カメラ22で撮影した右画像のステレオ領域220と単眼領域222、左カメラ21で撮影した左画像のステレオ領域210と単眼領域212があるとき、前方車両200の一部201は、右画像のステレオ領域220では位置221の位置に撮影され、左画像のステレオ領域210では位置211の位置に撮影される。この結果、地点221と地点211には視差dが生じる。この視差dは、ステレオカメラ装置10に近い場合大きい値となり、遠いものは小さい値となる。このように求めた視差を、画像全体で求める。この視差dを用いて、三角測量の原理でステレオカメラ装置10までの距離を測定することが出

50

来る。

【 0 0 1 7 】

視差  $d$  から距離  $Z$  は次の式で求められる。

$$Z = (f \times B) / d$$

但し、 $f$  は右及び左カメラの焦点距離、 $B$  は右カメラ 2 2 と左カメラ 2 1 の距離（基線長）である。また、視差データを 3 次元変換するために、上記  $Z$  を求めた地点の 3 次元上の  $X$ 、 $Y$  方向の距離を次の式で表す。

$$X = (Z \times x_r) / f、$$

$$Y = (Z \times y_r) / f$$

但し、 $x_r$  は右画像 2 2 0 上での  $x$  座標、 $y_r$  は右画像 2 2 0 上での  $y$  座標である。

10

【 0 0 1 8 】

以上のように、ステレオカメラ装置 1 0 で撮影した画像によって、被写体の 3 次元空間上の位置 ( $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ ) をステレオカメラ装置 1 0 からの距離で求めることができる。しかし、図 2 では、歩行者 2 0 2 は、左画像の単眼領域 2 1 2 でのみ撮影されており、このままでは視差データを算出することができず、距離を推定することはできない。

【 0 0 1 9 】

次に図 3 において、単眼領域の歩行者の距離を推定する方法を示す。図 3 ( a ) のシーンは、車両の前方窓から見た実際の風景 2 5 0 と、その風景 2 5 0 をステレオカメラ装置 1 0 で撮影した画像を示す。風景 2 5 0 には、前方車両 2 0 0、路面 2 0 3、白線 2 0 4、歩道上の階段 2 0 6 歩行者 A 2 0 7 がある。これをステレオカメラ装置 1 0 で撮影した場合、ステレオ領域 2 4 0、左側の単眼領域 2 1 2、右側の単眼領域 2 2 2 の 3 種類に分けられる。

20

【 0 0 2 0 】

図 3 ( a ) のシーンでは、階段 2 0 6 がステレオ領域 2 4 0 に撮影されているので、階段 2 0 6 の視差を算出することが可能であり、階段 2 0 6 の路面 2 0 3 からの高さ  $h$  (メートル) をその視差から計測することができる。また、歩行者 A 2 0 7 の画像上の縦方向の高さをステレオ領域 2 4 0 の路面まで (たとえば点 P) 延長して、その点の路面の視差データを読み出して距離に変換することで、単眼領域 2 1 2 にいる歩行者 2 0 7 の距離を求めることができる。この場合、点 P は、白線 2 0 4 より内側とする。また、点 P は 1 ドットの視差データとするよりも、その高さの複数の点の視差データのヒストグラムを取り、最多の値を採用すると、ノイズに強くなる。

30

【 0 0 2 1 】

一方、図 3 ( b ) のシーンは自転車の進行により、風景 2 5 0 の中の階段 2 0 6 が ( a ) のシーンよりも近くなった状態である。階段 2 0 6 と自転車との距離が近くなったことで、階段 2 0 6 は左側の単眼領域 2 1 2 に移動している。この ( b ) では、階段 2 0 6 の上に歩行者 B 2 0 2 がいる場合を示している。この左側の単眼領域 2 1 2 の画像では、階段 2 0 6 が路面 2 0 3 よりも高くなっているため、その上にいる歩行者 B 2 0 2 の画面上の距離を正確に推定することはできない。

【 0 0 2 2 】

そこで、図 3 ( a ) のシーンの時、階段 2 0 6 と路面 2 0 3 の視差情報により路面からの高さ情報  $h$  (メートル) として視差情報記憶部 3 1 0 に計測した時の距離とともに保存しておく。その後、図 3 ( b ) のシーンになったら、自転車が進行した距離に基づいて記憶していた路面高さ情報  $h$  を読み出し、階段 2 0 6 の路面 2 0 3 からの画像上の垂直方向の画素数  $v_h$  を計算して、その階段 2 0 6 の上の歩行者 2 0 2 の距離を算出する。

40

【 0 0 2 3 】

図 3 ( b ) のシーンにおいて、歩行者 B 2 0 2 が階段 2 0 6 の上にいる場合、路面 2 0 3 の画像上の位置  $v_1$  よりも階段の高さ  $h$  の分だけ高い位置となる。このまま歩行者の足元の画像上の垂直座標  $v_2$  を取得し、その  $v_2$  座標のステレオ領域の路面の視差情報により距離を求めると、実際より遠い距離になってしまう。そこで前記  $v_2$  座標から、階段 2 0 6 の路面 2 0 3 からの高さを引いた (低くした)  $v_1$  座標を得る。その  $v_1$  座標をステ

50

レオ領域まで伸ばして、その位置の路面の視差情報により歩行者 B 2 0 2 の距離を求める。

【 0 0 2 4 】

高さ  $h$  から画像上の座標幅 ( $v h$ ) を算出する方法は、以下の通りである。

$$v h = h / ( z v \times w v / f )$$

但し、 $z v$  は階段 2 0 6 をステレオ領域 2 4 0 で計測した時の距離から自車が進行した距離を引いたもの、 $w v$  はカメラの 1 画素の縦方向のサイズ、 $f$  は焦点距離である。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、単眼領域の歩行者の距離を推定するフローチャートを示したものである。まず、撮影部 2 0 の右カメラ 2 2 と左カメラ 2 1 で車両前方の画像を撮影する ( S 1 1 0 )。次に、視差情報取得部 3 0 で、上記撮影した画像から図 2 に示した方法により視差情報を生成する ( S 1 2 0 )。

【 0 0 2 6 】

次に、自車の移動量が、設定値 1 よりも大きいかどうかを判定する ( S 1 3 0 )。自車の移動量は車両挙動推定部 5 1 0 で推定され、車速パルスによる車両の移動距離とハンドルの切り角による方向を基に移動量を推定する。この設定値 1 は、自車が進行することでステレオ領域の画像が単眼領域に移動する範囲を決めたもので、図 4 の縦方向の区分領域 2 3 1 の区分幅に相当する。もし、設定値 1 よりも移動範囲が大きい場合は、区分領域の路面高さを計算し ( S 1 4 0 )、その結果を視差情報記憶 3 1 0 に記憶する ( S 1 5 0 )。次に、物体検知部 4 0 で、単眼領域の歩行者検知処理を行う ( S 1 8 0 )。

【 0 0 2 7 】

歩行者 2 0 2 を検知する方法は特に限定しないが、ここでは移動中のカメラからの移動体の検知に適している方法として、オプティカルフロー処理を用いるものとする。オプティカルフロー処理は画像を小領域に区分して、その小領域ごとに時間の経過に伴う移動ベクトルを求めるものである。図 5 と図 6 に本実施例で歩行者検知方式について説明する。

【 0 0 2 8 】

図 5 は、単眼領域で歩行者を検知する方式のフローチャートを示したものである。最初に、単眼領域で既に移動体 (つまり歩行者) を検知済みであるかどうかを判定する ( S 3 0 0 )。検知していなければ、単眼領域についてオプティカルフロー処理を行う ( S 3 1 0 )。次に移動体を検知したかどうか判定する ( S 3 2 0 )。もし、オプティカルフローで移動体を検知したら、オプティカルフローで検知した移動体の一部の画像を、以降の処理で使用するための検索画像として記憶する ( S 3 3 0 )。

【 0 0 2 9 】

図 6 で示すように、この記憶した画像を用いて、次のフレームからの処理負荷の少ないパターンマッチング方式による移動体の追跡を行う。オプティカルフローで検索した歩行者 2 0 2 の一部の画像を、検索画像 4 1 0 として記憶する。次のフレームからはオプティカルフローの代わりに、検索画像 4 1 0 の画像を、単眼領域 2 1 2 の画像とパターンマッチングを行う。この方法によれば、単眼領域の画像 2 1 2 を検索画像 4 1 0 で 1 フレームに 1 回検索すれば良いので、全てのフレームでオプティカルフロー処理を行う場合に比べて、高速処理が可能となる。また、検索画像を被検索対象である単眼領域 2 1 2 から抽出するので、マッチング判定が容易になる効果がある。

【 0 0 3 0 】

図 5 に戻り、S 3 1 0 のオプティカルフローで移動体を検知したら、その移動体の画像上の位置、つまり 2 次元における位置を算出する ( S 3 6 0 )。移動体を検知していなければ、移動体の検知無しとして終了する ( S 3 8 0 )。時間が経過して次のフレームの画像が取得されたら、S 3 0 0 で移動体検知済みとして判断し、検索画像 4 1 0 を用いてパターンマッチングで単眼領域を検索する ( S 3 4 0 )。パターンが一致する位置を検知出来たら ( S 3 5 0 )、移動体検知ありとして S 3 6 0 に進む。一方、パターンマッチングで移動体を検知できなければ、移動体の検知なしとして終了する ( S 3 7 0 )。

【 0 0 3 1 】

次に、図4に戻り、S180で歩行者の検知があったかどうかを判定する(S200)。もし検知ありの場合は、非重複領域路面情報推定部520が算出する路面高さ情報、つまり歩道部分の階段206を含めた高さ情報により歩行者202の距離を算出する(S210)。

#### 【0032】

次に、危険度判定部60の処理として、歩行者の距離が設定値2より近い場合は、ドライバに対して、注意・警告信号を出力する(S230)。この信号は音、光、または画面等に出力する。更に、歩行者が設定値3よりも近くなった場合は、自車のブレーキを動作させるためにブレーキ信号を出力する(S250)。設定値2と設定値3は、車両の速度や、車両の停止可能距離に応じて設定される。

10

#### 【0033】

図7は、視差情報記憶部310に視差情報を記憶する方法について、示したものである。画像全ての視差情報を記憶すると記憶データ量が多くなってしまうため、図7では、ステレオ領域240を所定の距離で縦方向に区分して、その区分領域231毎の最近部の路面203と、階段206を含む歩道205の視差を視差情報記憶部310に記憶する。このようにすることによって、記憶するデータ量を削減することができる。また、記憶する情報は視差情報ではなくて、歩道部分の高さを路面からの高さ情報に変換して記憶する方法もある。この場合、歩行者を検知してからその距離を算出するまでの計算量を減らし、歩行者の衝突危険度の判定時間の短縮を図ることが出来る。

#### 【実施例2】

20

#### 【0034】

次に、第2の実施例として、レーザレーダと単眼カメラを組み合わせた前方監視システムについて説明する。

#### 【0035】

図8は、レーザレーダ70と単眼カメラ80を用いた前方監視システムの例である。レーザレーダ70は、1本または複数の赤外線レーザを上下左右にスキャンしながら、その反射時間を計測して前方の路面や物体を測距する。単眼カメラ80は前方を撮影し、その撮影された画像から歩行者や車両を認識する。

#### 【0036】

レーザレーダ70の測定範囲と単眼カメラ80の撮影範囲が等しければ、単眼カメラ80で認識した歩行者の距離はレーザレーダ70の測距データにより算出することが可能であるが、図9のように単眼カメラ80の撮影範囲が広角で、レーザレーダ70の測定範囲260を超えているケースがある。このような場合、画面の端領域212、222から飛び出した歩行者を認識しても、このままではその歩行者までの距離を測ることが出来ない。そこで、実施例1で示したステレオカメラによる飛び出し歩行者の測距方式を適用する。

30

#### 【0037】

レーザレーダ70で計測したデータは、距離情報取得部90で3次元データとして処理される。図1の視差情報取得部30では、視差情報から距離情報に変換していたが、この距離情報取得部90では、レーザのスキャン座標(X, Y)ごとに距離(Z)を取得する。距離情報記憶部910は、視差情報記憶部310と同じように、この距離情報を記録する。

40

#### 【0038】

単眼カメラ80の画像は、図1と同じように物体検知部40で歩行者の検知を行う。以降は実施例1と同じ処理となる。

#### 【0039】

以上の実施例によれば、単眼領域の歩道路面の高さを正確に計測できるため、その歩道路面上の歩行者の距離を正確に推定することが可能となり、衝突危険度を正確に判定できる。また本実施例では、単眼領域の歩行者の距離をステレオ領域と同じように推定できるため、重複領域を画角としていた従来のものに比べて、ステレオカメラ装置及び前方監視

50

システムの有効画角を広げることができる。

【符号の説明】

【0040】

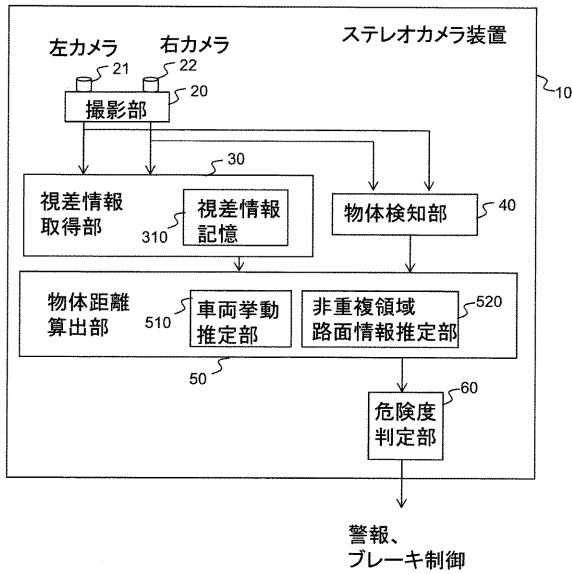
- 10 ステレオカメラ装置
- 20 撮影部
- 21 左カメラ
- 22 右カメラ
- 30 視差情報取得部
- 40 物体検知部
- 50 物体距離算出部
- 60 危険度判定部
- 70 レーザレーダ
- 80 単眼カメラ
- 90 距離情報取得部
- 202 歩行者
- 203 走行路面
- 206 階段
- 210 左画像のステレオ領域
- 212 左画像の単眼領域
- 220 右画像のステレオ領域
- 222 右画像の単眼領域
- 240 実際の風景におけるステレオ領域
- 310 視差情報記憶部
- 510 車両挙動推定部
- 520 非重複領域路面情報推定部

10

20

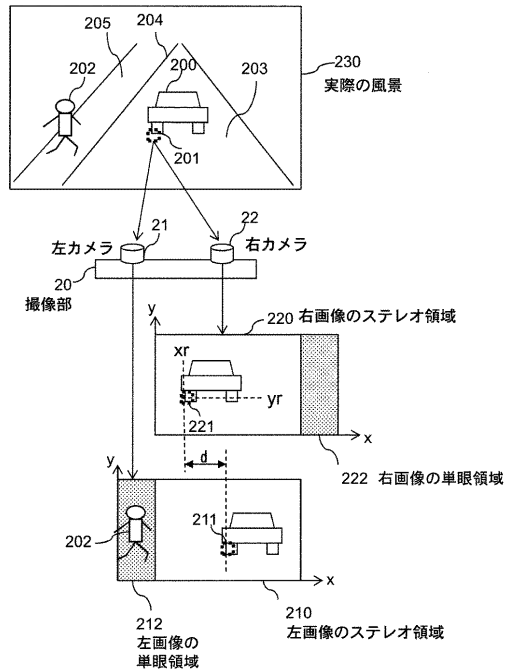
【図1】

【図1】

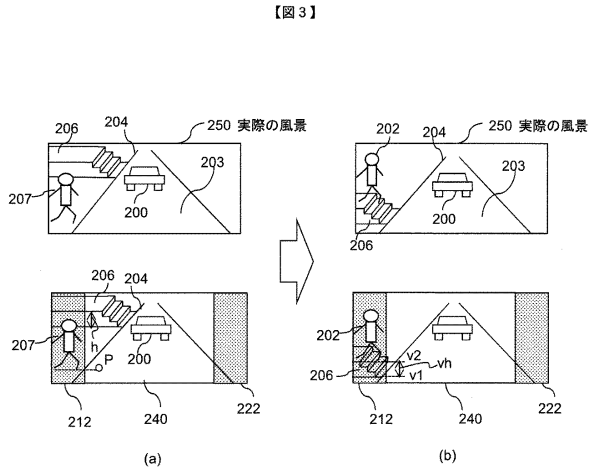


【図2】

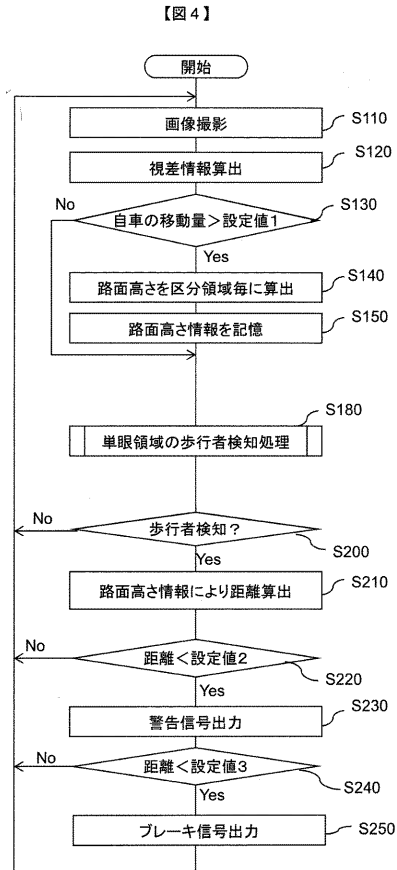
【図2】



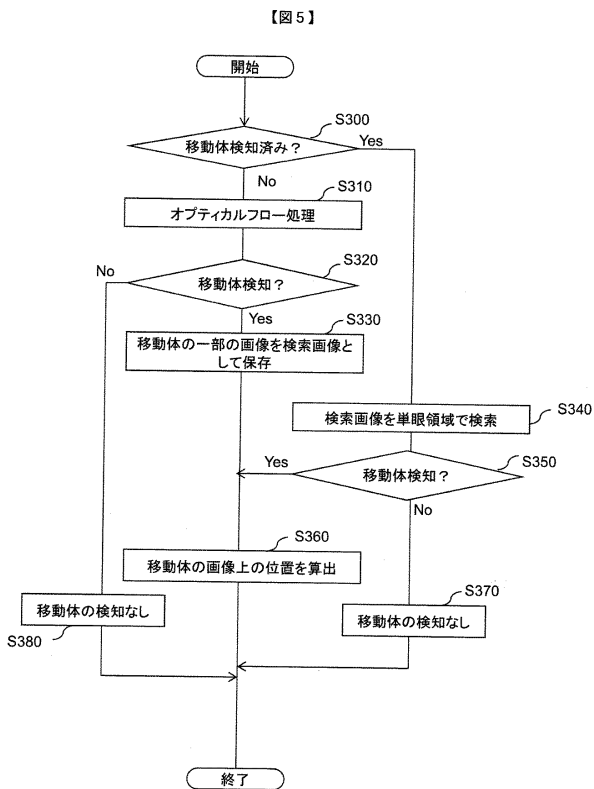
【図3】



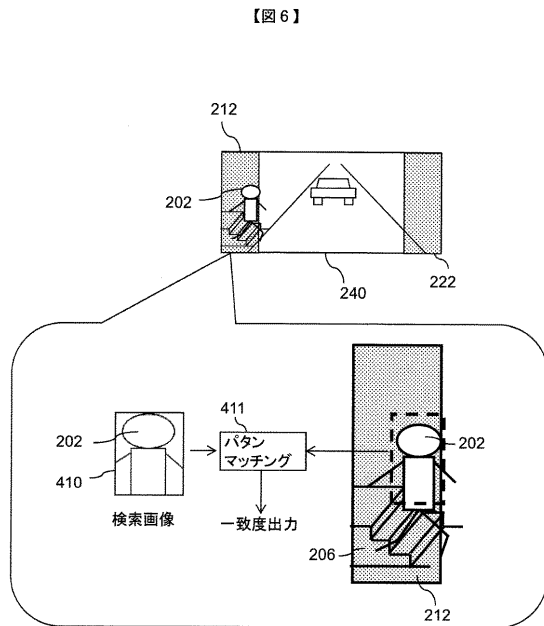
【図4】



【図5】

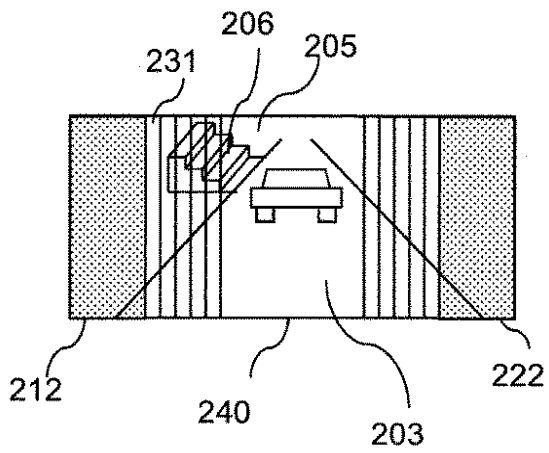


【図6】



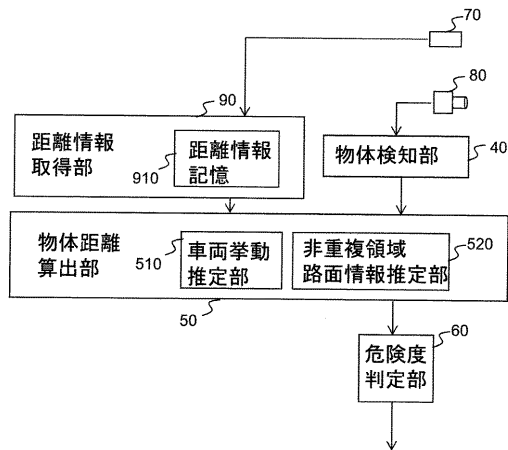
【図7】

【図7】



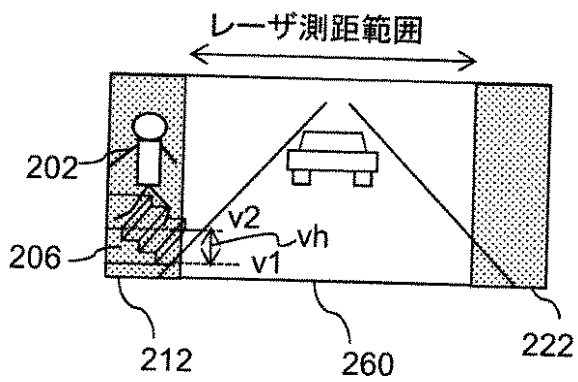
【図8】

【図8】



【図9】

【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 永崎 健

茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官 九鬼 一慶

(56)参考文献 特開2007-232593(JP,A)

特開2000-329852(JP,A)

特開2005-024463(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30

G01C 3/00 - 3/32

G08G 1/16