

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6055224号
(P6055224)

(45) 発行日 平成28年12月27日 (2016.12.27)

(24) 登録日 平成28年12月9日 (2016.12.9)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/225 (2006.01)

HO 4 N 5/232 (2006.01)

HO 4 N 5/225 C

HO 4 N 5/232 Z

請求項の数 9 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2012-167302 (P2012-167302)	(73) 特許権者	000001487
(22) 出願日	平成24年7月27日 (2012.7.27)		クラリオン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-27539 (P2014-27539A)		埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2
(43) 公開日	平成26年2月6日 (2014.2.6)	(73) 特許権者	000003997
審査請求日	平成27年7月8日 (2015.7.8)		日産自動車株式会社
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
		(74) 代理人	240000327
			弁護士 弁護士法人クレオ国際法律特許事務所
		(74) 代理人	100082670
			弁理士 西脇 民雄
		(72) 発明者	入江 耕太
			埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2
			クラリオン株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 レンズ洗浄装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に設置されて、レンズを通して前記車両の周囲を観測して、観測された前記車両の周囲の光信号を画像信号に変換する撮像部と、

前記画像信号の中から、輝度特徴に基づいて前記レンズの白濁度合を算出する白濁度合算出部と、

少なくとも洗浄液および圧縮空気のいずれかを所定の形態で噴射する洗浄モードによって、前記レンズの表面を洗浄するレンズ洗浄部と、

前記白濁度合算出部によって算出された前記レンズの白濁度合と、白濁度合を表す所定値 a 1 と前記所定値 a 1 よりも大きい所定値 a 2 と、に基づいて、少なくとも前記白濁度合が、前記所定値 a 1 と前記所定値 a 2 の間であるときには、前記洗浄モードを、水滴状にした洗浄液を前記レンズの表面に滴下して、前記レンズの表面に洗浄液の膜を形成する形態に設定するレンズ洗浄制御部と、を有することを特徴とするレンズ洗浄装置。

【請求項 2】

前記輝度特徴が輝度勾配であることを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ洗浄装置。

【請求項 3】

前記輝度特徴がエッジ強度であることを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ洗浄装置。

【請求項 4】

前記レンズ洗浄制御部は、前記白濁度合が、前記所定値 a 2 よりも大きいときには、前記洗浄モードを、洗浄液を圧縮空気とともに前記レンズの表面に向かって噴射する形態に

10

20

設定することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のレンズ洗浄装置。

【請求項 5】

前記レンズ洗浄制御部は、前記白濁度合が、前記所定値 a 1 よりも小さいときには、前記洗浄モードを、圧縮空気のみを前記レンズの表面に向かって噴射する形態に設定することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のレンズ洗浄装置。

【請求項 6】

前記レンズ洗浄制御部は、前記レンズの白濁度合が前記所定値 a 1 および前記所定値 a 2 のいずれよりも大きい所定値 a f を超える状態が、所定時間以上継続したときに、その旨を報知する機能を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のレンズ洗浄装置。

10

【請求項 7】

前記レンズ洗浄制御部は、前記レンズの撥水加工の有無、撥水加工の程度、親水加工の有無、親水加工の程度に応じて、前記所定値 a 1 と、前記所定値 a 2 と、前記所定値 a f と、を変更することを特徴とする請求項 6 に記載のレンズ洗浄装置。

【請求項 8】

前記白濁度合算出部は、前記画像信号の中から、類似した前記輝度特徴が継続して算出される時間に基づいて、前記白濁度合の確信度と、前記白濁度合の継続時間と、を算出し、

前記レンズ洗浄制御部は、前記洗浄モードを、少なくとも前記白濁度合算出部が算出した白濁度合と、前記白濁度合の確信度と、前記白濁度合の継続時間と、に基づいて設定することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のレンズ洗浄装置。

20

【請求項 9】

前記車両がウェット路面を走行しているか否かを検知する車両情報取得部を有し、ウェット路面を走行中でないと判断されたときには、前記洗浄モードを、洗浄液を圧縮空気とともに前記レンズの表面に向かって噴射する形態に設定することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のレンズ洗浄装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、カメラのレンズ表面に付着した水分に含まれる不純物が、水分の乾燥によって析出することによって生じた、レンズ表面の汚れを洗浄するレンズ洗浄装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、車両にカメラを搭載して、そのカメラで車両の周辺を観測し、観測された画像の中から、他車両の位置やレーンマーカの位置などを検出して、検出された他車両の位置やレーンマーカの位置に基づいて、他車両との接触の可能性や車線逸脱の可能性を判断して注意喚起する車両の周囲環境認識システムが実用化されている。

【0003】

40

このようなシステムでは、雨天時の走行場面にあっては、自車両が巻き上げた水分がカメラのレンズ表面に付着する場合がある。また、未舗装路の走行場面にあっては、自車両が巻き上げた埃がカメラのレンズ表面に付着する場合がある。さらに、融雪剤が散布された道路を走行する場面にあっては、自車両が巻き上げた融雪剤がカメラのレンズ表面に付着する場合がある。そして、これらの付着物が乾燥することによって、水分や埃や融雪剤の中に含まれていた不純物が析出してレンズ表面に堆積し、レンズ表面に白い汚れ（以下、白濁と呼ぶ）が生じる。

【0004】

レンズ表面に白濁した部位（白濁部）が生じると、レンズに入射した光は白濁部において散乱するため、観測される画像の中に、ぼけや滲みが生じる。そして、このぼけや滲み

50

によって、検出対象である他車両やレーンマーカの像のコントラストが減少するため、他車両やレーンマーカの未検出や誤検出が発生する可能性がある。そして、こうした未検出や誤検出の発生によって、他車両の位置やレーンマーカの位置に関する、的確な注意喚起を実行できなくなる恐れがある。

【 0 0 0 5 】

特に、カメラで撮像した画像を、車両の乗員が目視確認できないシステムにあっては、乗員はレンズが白濁していることを確認することができないため、前記した未検出や誤検出は、乗員に、システムに対する不信感を与えることになる。

【 0 0 0 6 】

このような未検出や誤検出を防止するためには、レンズを洗浄して白濁を除去する必要がある。そして、このようにレンズの洗浄を行う技術として、例えば、レンズ表面に向けて洗浄液を噴射してレンズ表面の洗浄を行う車載光学センサ装置が開示されている（例えば、特許文献 1）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 2 4 4 4 1 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 に記載された車載光学センサ装置では、洗浄液の噴射形態は、最初に設定した 1 つの状態に固定されるものであった。したがって、レンズの白濁度合によらずに、常に一定の量の洗浄液が、一定のパターンで噴射されていた。

【 0 0 0 9 】

したがって、レンズの白濁度合が低い、すなわち汚れが少ないときには確実に洗浄できたとしても、レンズの白濁度合が高い、すなわち汚れが多いときには十分に洗浄することができず、白濁が残ってしまうという問題があった。

【 0 0 1 0 】

一方、レンズの白濁度合が高い、すなわち汚れが多いときに十分に洗浄できるように、洗浄液の噴射量や噴射パターンを設定しておく、レンズの白濁度合が低い、すなわち汚れが少ないときには、洗浄液が必要以上に多く噴射されてしまうため、洗浄液を無駄に消費してしまうという問題があった。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、レンズの白濁度合に応じて洗浄方法を切り替えることによって、レンズの白濁度合に応じて適切な洗浄を行うことができるレンズ洗浄装置を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

本発明に係るレンズ洗浄装置は、カメラのレンズ表面に付着した、水分や埃や融雪剤等が乾燥することによって析出した不純物による白濁を洗浄することができる、レンズ洗浄装置に関するものである。

【 0 0 1 3 】

すなわち、本発明の請求項 1 に係るレンズ洗浄装置は、車両に設置されて、レンズを通して前記車両の周囲を観測して、観測された前記車両の周囲の光信号を画像信号に変換する撮像部と、前記画像信号の中から、輝度特徴に基づいて前記レンズの白濁度合を算出する白濁度合算出部と、少なくとも洗浄液および圧縮空気のいずれかを所定の形態で噴射する洗浄モードによって、前記レンズの表面を洗浄するレンズ洗浄部と、前記白濁度合算出部によって算出された前記レンズの白濁度合と、白濁度合を表す所定値 a 1 と前記所定値 a 1 よりも大きい所定値 a 2 と、に基づいて、少なくとも前記白濁度合が、前記所定値 a 1 と前記所定値 a 2 の間であるときには、前記洗浄モードを、水滴状にした洗浄液を前記レ

10

20

30

40

50

レンズの表面に滴下して、前記レンズの表面に洗浄液の膜を形成する形態に設定するレンズ洗浄制御部と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

このように構成された本発明の請求項 1 に係るレンズ洗浄装置によれば、車両に設置されて車両の周囲を撮像する撮像部において、レンズを透過した光信号が画像信号に変換されて、白濁度合算出部が、画像信号の中のエッジ強度分布や輝度勾配等の輝度特徴に基づいてレンズの表面の白濁度合を算出して、レンズ洗浄制御部が、こうして算出された白濁度合が、白濁度合を表す所定値 a 1 と所定値 a 1 よりも大きい所定値 a 2 の間であるとき、洗浄モードを、水滴状にした洗浄液をレンズの表面に滴下して、レンズの表面に洗浄液の膜を形成する形態に設定するため、レンズの白濁度合に応じた洗浄方法によってレンズの表面を洗浄することができ、これによって、レンズの白濁を確実に洗浄することができる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明に係るレンズ洗浄装置によれば、レンズの白濁度合に応じた洗浄方法（以下、洗浄モードと呼ぶ。）を用いてレンズを洗浄することによって、レンズの表面の白濁を確実に洗浄することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置が実装された車載システムの一例である B S W (Blind Spot Warning) システムについて説明する図である。

20

【図 2】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 3】レンズの白濁の発生状況について説明する図であり、(a) は白濁のない状態で撮像された画像の例と、その画像の中の輝度分布の例を示す。(b) は白濁のある状態で撮像された画像の例と、その画像の中の輝度分布の例を示す。

【図 4】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置において実行されるメインルーチンのフローチャートである。

【図 5】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置で行われる白濁度合を算出するための光源領域検出処理のフローチャートである。

【図 6】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置において、白濁度合を算出するための光源領域検出処理を行う範囲について説明する図である。

30

【図 7】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置における光源領域検出処理の一例を示す図であり、(a) は撮像された画像を示す。(b) は撮像された画像を縮小した画像を示す。(c) は画像 (b) を 2 値化した画像を示す。(d) は画像 (c) の中から条件を満たす光源領域を抽出した結果を示す。

【図 8】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置において、白濁度合を算出するための光源領域検出処理によって検出する領域の形状について説明する図であり、(a) は検出対象となる光源領域の形状特徴を示す。(b) は検出対象とならない領域の例を示す。

【図 9】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置において、白濁度合を算出するために輝度勾配算出処理のフローチャートである。

40

【図 1 0】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置において、白濁度合を算出するために輝度勾配を算出する所定ラインの一例と、輝度勾配の一例について説明する図である。

【図 1 1】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置において、白濁度合を算出する処理のフローチャートである。

【図 1 2】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置において、白濁度合の確信度の推移を表す状態遷移について説明する図である。

【図 1 3】(a) は本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置における、レンズ洗浄部の詳細構成を示す模式図である。(b) は、(a) を紙面右側の方向から見た図である。

【図 1 4】本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置におけるレンズの洗浄モードを示す図であり、(a) はレンズ表面に洗浄液を滴下して、レンズの表面に洗浄液の膜を形成する

50

洗浄モードを示す。(b)はレンズ表面に洗浄液と圧縮空気を噴射する洗浄モードを示す。(c)はレンズ表面に圧縮空気を噴射する洗浄モードを示す。

【図15】本発明の実施例1に係るレンズ洗浄装置における、レンズ洗浄制御部の動作仕様について示す図である。

【図16】本発明の実施例1に係るレンズ洗浄装置において、レンズ洗浄制御部で行われる、レンズ洗浄制御処理のフローチャートである。

【図17】本発明の実施例1に係るレンズ洗浄装置において、エアー洗浄を行う際に、レンズ洗浄制御部で行われる処理のフローチャートである。

【図18】本発明の実施例1に係るレンズ洗浄装置において、洗浄液の滴下を行う際に、レンズ洗浄制御部で行われる処理のフローチャートである。

【図19】本発明の実施例1に係るレンズ洗浄装置において、高圧洗浄を行う際に、レンズ洗浄制御部で行われる処理のフローチャートである。

【図20】本発明の実施例1に係るレンズ洗浄装置において、システムフェール判断部で行われるフェール処理のフローチャートである。

【図21】本発明の実施例1の変形例を示すブロック図である。

【図22】本発明の実施例1の変形例において実行されるメインルーチンのフローチャートである。

【図23】本発明の実施例2に係るレンズ洗浄装置における、レンズ洗浄制御の動作について説明する図であり、(a)は撥水加工が施されたレンズに対する動作例を示す。(b)は撥水加工が施されていないレンズに対する動作例を示す。

【図24】本発明の実施例2に係るレンズ洗浄装置において、輝度勾配を算出する所定ラインの別の例について説明する図であり、(a)は斜め上方に延びる左右対称の2本のラインを設定した例である。(b)は左方に延びる1本の水平ラインを設定した例である。(c)は上方に延びる1本の垂直ラインを設定した例である。(d)は斜め上方に延びる左右対称の2本のラインと、左右に延びる2本の水平ラインを設定した例である。(e)は左右に延びる2つの矩形領域を設定した例である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明に係るレンズ洗浄装置の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、画像に格納された濃淡値を輝度値と呼ぶ。

【実施例1】

【0018】

本実施例は、本発明のレンズ洗浄装置を、走行中の自車両の後方を監視して、自車両後方の隣接車線内に接近車両があるときに注意喚起や警報を行う、BSWシステムが実装された車両に適用した例である。

【0019】

まず、図1を用いてBSWシステムの動作を説明する。車両5の後方を監視する撮像部10は、車両5の後部に後ろ向きに取り付けられて、車両5の後方の左右隣接車線を含む範囲（道路2の車線 L_1 、 L_2 、 L_3 を含む範囲）を撮像する。そして、画像処理によって、撮像された画像の中から、隣接車線 L_1 、 L_3 に存在する接近車両を検出する。

【0020】

BSWシステム9は、車両5が所定車速以上で走行しているときに起動されて、撮像部10から距離 d の範囲内において、車線 L_2 の隣接車線 L_1 、 L_3 に車両6が検出されて、検出された車両6が車両5に接近していることが確認されたときに、車両6を接近車両として認識する。

【0021】

車両6が接近していることは、車両6の位置の時間的な変化を時系列で分析して、車両5に近づいていることを認識することによって判定される。

【0022】

そして、車両6が接近していると認識されたときには、接近車両が存在することが、車

10

20

30

40

50

両 5 に備えられた、例えばインジケータの点灯等によって、視覚情報として運転者に伝達される（１次警報）。

【 0 0 2 3 】

さらに、運転者がこの視覚情報に気づかずに、車両 6 が存在する車線 L_1 側に方向指示器を出して車線変更を行おうとすると、インジケータの点滅と警報音の吹鳴を行って、運転者に対して、車両 6 の存在をより明確に伝達して（２次警報）、車線変更動作の中断を促す。

【 0 0 2 4 】

次に、図 2 を用いて、実施例 1 に係るレンズ洗浄装置の構成を説明する。図 2 は、本実施例に係るレンズ洗浄装置を、前記した B S W システム 9 が実装された車両 5 に適用したときの構成図を示す。

10

【 0 0 2 5 】

実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 は、図 2 に示すように、車両 5（図 1 に図示）の後部ライセンスプレート付近に設置されて、図 1 に示した範囲を観測する撮像部 1 0 と、撮像部 1 0 で撮像された画像の中から、撮像部 1 0 の前方に装着されたレンズ 1 2 の白濁度を算出する白濁度合算部 4 0 と、レンズ 1 2 の洗浄モードを決定するレンズ洗浄制御部 6 0 と、レンズ 1 2 の洗浄を行うレンズ洗浄部 7 0 と、前記した B S W システム 9 と、白濁度合算部 4 0 で算出された白濁度合を、レンズ洗浄制御部 6 0 と B S W システム 9 に通知する白濁度合通知部 5 0 と、車両 5 の車速と、ワイパーの動作信号を取得する車両情報取得部 8 0 と、レンズ洗浄制御部 6 0 が出力した情報を表示する情報出力部 8 5 を備えている。

20

【 0 0 2 6 】

前記撮像部 1 0 は、さらに、レンズ 1 2 と、光信号を電気信号に光電変換する、例えば C M O S 素子で構成された光電変換部 1 4 と、光電変換された電気信号のゲインを調整するゲイン調整部 1 6 を備えている。

【 0 0 2 7 】

前記白濁度合算部 4 0 は、さらに、後続車両の前照灯の像を検出する領域検出部 2 0 と、領域検出部 2 0 で検出された領域の中の所定ライン上の輝度勾配を算出する輝度勾配算出部 3 0 と、複数の所定ライン上の輝度勾配の平均値を算出する輝度勾配平均値算出部 4 2 と、異なる時間に領域検出部 2 0 で検出された領域が、同一光源による像であるか否かを判定する類似性算出部 4 4 と、算出された白濁度合の確信度を決定する確信度決定部 4 6 を備えている。

30

【 0 0 2 8 】

前記レンズ洗浄制御部 6 0 は、さらに、レンズ洗浄部 7 0 においてレンズ 1 2 を洗浄する際の洗浄モードを決定する自動洗浄判断部 6 2 と、レンズ 1 2 を洗浄しても白濁を解消できないことを判断するシステムフェール判断部 6 4 を備えている。

【 0 0 2 9 】

なお、前記レンズ洗浄部 7 0 の構成については後述する。

【 0 0 3 0 】

また、前記 B S W システム 9 は、撮像部 1 0 で撮像された画像の中から接近車両を検出する接近車両検出部 1 0 0 と、接近車両検出部 1 0 0 で接近車両が検出されたときに、インジケータやブザーによって注意喚起する警報出力部 9 0 を備えている。

40

【 0 0 3 1 】

次に、実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 におけるレンズ白濁度合の算出方法について、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 3 2 】

実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 では、撮像部 1 0 が撮像した車両 5 と同一の車線 L_2 を走行している後続車両の前照灯の像を検出して、その前照灯の像の中の所定ライン上の輝度勾配を算出し、こうして算出された輝度勾配に基づいて、レンズの白濁度合を算出する。

50

【 0 0 3 3 】

これは、前照灯のような強い光源の像は、レンズの白濁によって散乱し、なおかつ、レンズの白濁度合に応じて散乱の度合が変化して、白濁度合が高いほど、明るい領域がより広がった像として観測されることを利用して白濁度合を算出するためである。さらに、前照灯の光は強いので、 SN 比の高い画像信号が得られ、これによって、白濁度合に応じて生じる輝度勾配の変化量も大きくなるため、算出される白濁度合の確実性が向上する。

【 0 0 3 4 】

なお、前照灯の像を用いて白濁度合を算出する方法によると、レンズ 1 2 の白濁度合の算出は、前照灯の像が観測される夜間にしか実行できない。しかし、昼間は、前照灯のように強い光源が撮像部 1 0 に直接入射することは少なく、また、観測される背景輝度も比較的高いため、レンズ 1 2 に多少の白濁があっても、画像のコントラストの低下は比較的小さく、そのため、BSWシステム 9 の動作に問題は生じない。

【 0 0 3 5 】

図 3 (a) , (b) は、レンズ洗浄装置 8 の撮像部 1 0 で実際に観測された、車両 5 と同一車線を走行している後続車両の前照灯を含む画像 $I(x, y)$ である。そして、図 3 (a) はレンズ 1 2 の表面が白濁していない場合の画像 $I(x, y)$ を示し、図 3 (b) は、レンズ 1 2 の表面が白濁している場合の画像 $I(x, y)$ を示している。

【 0 0 3 6 】

図 3 (a) , (b) の画像 $I(x, y)$ の下に示したグラフは、前照灯の像の中の探索開始点 O を始点として、左方向に延びる探索方向 (ライン) OP 上の輝度値の分布 (以後、輝度分布と呼ぶ) と、前照灯の像の中の探索開始点 O を始点として、右方向に延びるライン OQ 上の輝度分布を 1 枚のグラフに示したものである。

【 0 0 3 7 】

図 3 (a) において、ライン OP 上の輝度分布が、しきい値 A (第 1 のしきい値) を下回ってから、しきい値 A よりも小さいしきい値 B (第 2 のしきい値) を下回るまでの左右方向画素数を L_w 、また、ライン OQ 上の輝度分布が、しきい値 A を下回ってから、しきい値 A よりも小さいしきい値 B を下回るまでの左右方向画素数を R_w としたときに、輝度勾配 g を、輝度差 $D_I (= A - B)$ を用いて、 D_I / L_w (ライン OP 上の輝度勾配)、および $-D_I / R_w$ (ライン OQ 上の輝度勾配) として算出すると、白濁していない図 3 (a) の場合は、輝度勾配 g の絶対値は大きな値となり、輝度分布の広がりも狭く急峻になる。

【 0 0 3 8 】

一方、白濁している図 3 (b) の場合は、輝度勾配 g の絶対値は小さな値となり、輝度分布の広がりも広がる。

【 0 0 3 9 】

実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 は、まず、この輝度勾配 g の大きさを利用して、レンズ 1 2 の白濁度合を算出する。すなわち、輝度勾配 g の絶対値が小さいほど、白濁度合が高いと算出される。なお、詳しくは後述するが、白濁度合算出の確実性を高めるために、輝度勾配 g が小さい状態が一定期間継続した場合に、白濁が発生していると判断している。

【 0 0 4 0 】

次に、実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 におけるレンズ洗浄処理の流れについて、図 4 を用いて説明する。

【 0 0 4 1 】

図 4 は、実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 において、レンズ洗浄を行うメインルーチンのフローチャートである。

【 0 0 4 2 】

まず、ステップ $S5$ において、車両情報取得部 8 0 によって、車両 5 の車速信号とワイパーの動作信号を取得する。

【 0 0 4 3 】

次に、ステップ S 1 0 において、車両情報取得部 8 0 によって取得した車速信号の値が、接近車両検出部 1 0 0 において分析される。そして、車速が所定値（例えば 1 km / h 以上）であるときは、ステップ S 1 1 に進んで、BSWシステム 9 が起動される。一方、車速が所定値に満たないときは、ステップ S 5 に戻る。

【 0 0 4 4 】

次に、ステップ S 1 2 において、撮像部 1 0 で車両 5 の後方の画像を撮像する。そして、レンズ 1 2 を透過した光信号が、光電変換部 1 4 において電気信号に変換されて、さらに、ゲイン調整部 1 6 で増幅されて、画像信号 $I(x, y)$ が生成される。以後、画像信号 $I(x, y)$ を単に画像 $I(x, y)$ と呼ぶ。

【 0 0 4 5 】

前記ゲイン調整部 1 6 は、光電変換部 1 4 において変換された電気信号のレベルが所定のレベルになるように、適切なゲインを与えてこれを増幅し、画像 $I(x, y)$ としている。これによって、暗い環境であっても、適切なゲインを与えることによって S/N 比が高い画像 $I(x, y)$ が得られる。なお、このゲイン調整は、撮像とともに随時実行されて、ゲイン調整部 1 6 では、最新のゲインの値がモニタできる構成になっている。

【 0 0 4 6 】

次に、ステップ S 1 4 において、前記ゲインの値が所定値以上であるときのみ、すなわち、画像 $I(x, y)$ を撮像した環境が夜間であると判定されたときのみ、領域検出部 2 0 において、撮像された画像 $I(x, y)$ の中から、車両 5 と同じ車線 L_2 を走行している後続車両の前照灯の像の領域を検出する。この処理の手順は図 5 に示すが、その詳細については後述する。

【 0 0 4 7 】

なお、ステップ S 1 4 において、前記ゲインの値が所定値よりも小さいときは、画像 $I(x, y)$ を撮像した環境は昼間であると判定して、レンズ白濁度合の算出とレンズの洗浄を行わずに、BSWシステム 9 を動作させる。

【 0 0 4 8 】

そして、ステップ S 1 5 では、輝度勾配算出部 3 0 において、ステップ S 1 4 で検出した前照灯の像の領域の中の輝度勾配 g を算出する。この処理の手順は図 9 に示すが、その詳細については後述する。

【 0 0 4 9 】

次に、ステップ S 1 6 では、白濁度合算出部 4 0 において、ステップ S 1 5 で算出された輝度勾配 g に基づいて、レンズ 1 2 の白濁度合が算出される。この処理の手順は図 1 1 に示すが、その詳細については後述する。

【 0 0 5 0 】

そして、ステップ S 1 7 では、ステップ S 1 6 で算出されたレンズ 1 2 の白濁度合が、白濁度合通知部 5 0 を通して、自動洗浄判断部 6 2、および接近車両検出部 1 0 0 に通知される。

【 0 0 5 1 】

次に、ステップ S 1 8 では、レンズ洗浄部 7 0 が、レンズ洗浄制御部 6 0 の指示に基づいてレンズ 1 2 の洗浄を行う。この処理の手順は図 1 6 に示すが、その詳細については後述する。

【 0 0 5 2 】

そして、ステップ S 1 9 では、接近車両検出部 1 0 0 が、レンズ洗浄が終了した後に白濁度合通知部 5 0 から通知されたレンズ 1 2 の白濁度合等に応じて、BSWシステム 9 の挙動を適切に切り替える。すなわち、レンズ 1 2 の白濁が解消されているときは、BSWシステム 9 を通常通りに動作させる。一方、レンズ 1 2 の白濁が解消されないときは、BSWシステム 9 の動作を停止して（システムフェール）、情報出力部 8 5 において、システムフェールが発生した旨を車両 5 に設置されたディスプレイに表示することによって、車両 5 の乗員に報知する。

【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

50

以下、図4の各ステップにおける詳細な処理の内容について、順に説明する。

【0054】

まず、図4のステップS14の光源領域検出処理について、図5のフローチャート、および図7の画像を用いて詳細に説明する。

【0055】

図5のステップS20において、撮像部10で撮像された画像 $I(x, y)$ を縮小して、例えば、縦方向1/2、横方向1/2のサイズに変更して、縮小画像 $I'(x, y)$ を生成する。

【0056】

このように画像を縮小するのは、画像のサイズを小さくして画像処理を行う際に要するメモリ量を削減し、なおかつ、処理速度を向上させるためである。なお、具体的な縮小率は、使用する計算機環境、および、画像の分解能等を勘案して決定されるものであり、前記した値に限定されるものではない。

【0057】

また、前記した画像の縮小は、画素の間引きによって行うが、これは近傍画素の輝度値の平均化を行って縮小してもよい。この処理によって、図7(a)に示す画像が、図7(b)に示す画像のように縮小される。

【0058】

次に、ステップS21において、ステップS20で縮小した縮小画像 $I'(x, y)$ の中に、車両5と同じ車線 L_2 を走行する後続車の、前照灯の像が写る領域を設定する。これは、後続車の前照灯が写る位置は予め予想できるため、処理範囲を限定することによって、以後の処理を効率的に行うためである。

【0059】

こうして設定される処理エリアの例を図6に示す。図6に示すように、横方向画素数 n 、縦方向画素数 m の画像に対して、左上を (x_1, y_1) として、右下を (x_2, y_2) とする処理エリア E が設定される。

【0060】

この処理エリア E の上下方向位置は、車両5に対する、撮像部10の高さ方向の取り付け位置と上下方向の取り付け角度によって定まる、消失点の上下方向座標 V_y (図6参照)の位置を基準にして設定される。

【0061】

また、この処理エリア E の左右方向位置は、車両5に対する、撮像部10の左右方向の取り付け位置に応じて設定される。すなわち、撮像部10が車両5の中央に設置されていれば、処理エリア E は、縮小画像 $I'(x, y)$ の中に左右対称に設定される。図6は、撮像部10の車両5への取り付け位置が左右にオフセットしている場合の例であり、左右非対称な位置に処理エリア E が設定される。このように処理エリア E を設定することによって、縮小画像 $I'(x, y)$ 全体を処理する必要がなくなるため、処理の効率が向上する。

【0062】

次に、図5のステップS22において、ステップS21で設定した処理エリア E の内部について、縮小画像 $I'(x, y)$ を所定のしきい値で2値化する。所定のしきい値は、車両5と同じ車線 L_2 を走行する後続車の前照灯の像が検出できる値が、予め実験等によって求められて、領域検出部20に記憶されている。この2値化処理によって、図7(c)に示す2値画像が得られる。

【0063】

次に、図5のステップS23において、ステップS22で生成した2値画像に対して、ラベリング処理が行われる。ラベリング処理とは、2値画像に対して施される処理であって、2値画像を形成する領域(例えば、図7(c)の白色領域)の各々に番号を付ける処理である。

【0064】

10

20

30

40

50

次に、図 5 のステップ S 2 4 において、ステップ S 2 3 でラベリング処理された画像の中に前照灯の像があるか否かが判定される。ここで行われる処理について、図 8 (a) , (b) を用いて説明する。

【 0 0 6 5 】

撮像部 1 0 で撮像される、車両 5 と同じ車線 L_2 を走行する後続車の前照灯の像は、図 8 (a) に示す領域 R_0 のように略円形状になるため、ラベリング処理された各々の領域に対して、領域の面積が、その領域に外接する矩形領域 (縦方向画素数 H 、横方向画素数 W) の面積 HW に対し、所定の割合以上を占めていること、および、領域に外接する四角形の幅と高さが所定割合以上異なること、が判定される。

【 0 0 6 6 】

このうち、面積の判定基準は (式 1) で表され、外接する四角形の幅と高さの判定基準は (式 2) で表される。

$$S > HW \times Th_s \quad (\text{式 1})$$

$$W < H \times Th_w \quad \text{かつ} \quad H < W \times Th_h \quad (\text{式 2})$$

ここで、 S は領域の面積であり、 Th_s は矩形領域に対する面積占有率のしきい値 ($Th_s < 1$) であり、 Th_w は矩形領域の横方向の長さを制限するしきい値 ($Th_w > 1$) であり、 Th_h は矩形領域の縦方向の長さを制限するしきい値 ($Th_h > 1$) である。

【 0 0 6 7 】

この判定によって、例えば、図 8 (b) に示す領域 R_1 , R_2 , R_3 のような形状の領域は、前照灯の像ではないと判断されて棄却される。

【 0 0 6 8 】

この判定によって、図 7 (d) に示すように、条件を満足する領域が 1 つ選択される。なお、条件を満足する領域が複数見つかったときには、最も面積の大きい領域を 1 つ選択する。そして、条件を満たす領域が見つからなかったとき (ステップ S 2 4 が NO のとき) は、メインルーチン (図 4) へ戻る。

【 0 0 6 9 】

次に、ステップ S 2 5 において、ステップ S 2 4 で選択された領域の重心位置 G が算出される。領域の重心位置 G の座標を $G (G_x, G_y)$ とすると、重心位置 G の左右方向位置 G_x は、領域を構成する全ての画素の左右方向座標の総和を領域の面積で除して算出され、重心位置 G の上下方向位置 G_y は、領域を構成する全ての画素の上下方向座標の総和を領域の面積で除して算出される。そして、図 5 の処理を終了してメインルーチン (図 4) へ戻る。

【 0 0 7 0 】

次に、図 4 のステップ S 1 5 の輝度勾配算出処理について、図 9 , 図 1 0 を用いて詳細に説明する。図 9 は、輝度勾配算出部 3 0 で行われる輝度勾配算出処理の流れを示すフローチャートである。そして、図 1 0 は、輝度勾配を算出する所定ラインの一例と、その所定ラインにおいて算出される輝度勾配の一例について説明する図である。

【 0 0 7 1 】

まず、図 9 のステップ S 3 0 において、縮小画像 $I' (x, y)$ の中に、輝度勾配 g を算出するための探索開始点 O を設定する。そして、ステップ S 3 1 において、輝度勾配を算出するための探索方向 (ライン) を設定する。この探索開始点 O 、およびラインは、車両 5 が巻き上げるスプラッシュや、後続車両の前照灯の路面反射や、隣接車線を走行している車両の前照灯などの影響を受けにくい位置、方向を、実験等によって決定して、設定すればよい。

【 0 0 7 2 】

本実施例では、図 1 0 に示すように、領域 R_0 の重心位置 G と、領域 R_0 の最上部の点 J の間に、輝度勾配 g を算出するための探索開始点 O を設定する。

【 0 0 7 3 】

すなわち、探索開始点 O の上下方向座標を O_y 、領域 R_0 の最上部の点 J の上下方向座標を J_y として、(式 3) によって O_y を求める。

10

20

30

40

50

$$O_y = J_y + (G_y - J_y) / Th_y \quad (\text{式 3})$$

ここで、しきい値 Th_y には 0 より大きい値が設定される。なお、しきい値 Th_y の値は、実験等に基づいて設定される。

【0074】

そして、図 10 に示すように、探索開始点 O を通り、領域 R_0 の重心位置 G を通過する水平ラインと平行になるラインが、ライン OP, ライン OQ として設定される。

【0075】

次に、ステップ S32 において、ライン OP 上で、探索開始点 O から点 P に向かって、縮小画像 $I'(x, y)$ に格納された輝度値を読み取って、輝度分布を算出する。

【0076】

さらに、ステップ S33 において、ライン OQ 上で、縮小画像 $I'(x, y)$ に格納された輝度値を読み取って、輝度分布を算出する。

【0077】

こうして算出された輝度分布は、図 10 に示すグラフのようになる。なお、このグラフは、説明をわかりやすくするために、ライン OP 上の輝度分布とライン OQ 上の輝度分布を 1 つのグラフに表している。

【0078】

次に、ステップ S34 において、輝度分布の左右の裾野の大きさを求める。ここでは、予め、輝度値のしきい値 A と、A よりも小さい輝度値のしきい値 B を準備しておき、先に作成した輝度分布を、探索開始点 O から点 P に向かって左方向に探索して、図 10 に示すように、輝度値がしきい値 A を下回る位置と、輝度値がしきい値 B を下回る位置との間隔を、左右方向画素数 Lw として算出する。そして、探索開始点 O から点 Q に向かって右方向に探索して、輝度値がしきい値 A を下回る位置と、輝度値がしきい値 B を下回る位置との間隔を、左右方向画素数 Rw として算出する。

【0079】

なお、図 9 には記載を省略したが、設定したラインに沿って輝度値を読み取った際に、読み取った輝度値がしきい値 A を下回った後で、再度しきい値 A を越える輝度値が出現したとき、もしくは、隣接画素の輝度値に対して、所定のしきい値 C を越える輝度値の上昇があったときには、別の光源等の像が混入しているものと判断して、輝度値の読み取りを打ち切る。そして、輝度値の読み取りが打ち切られたときは、メインルーチン（図 4）に戻って、次の画像入力を行う。

【0080】

次に、ステップ S35 において輝度勾配 g を算出する。具体的には、前記したしきい値 A としきい値 B の差分値である輝度差 $D_I (= A - B)$ を用いて、ライン OP 上の輝度勾配 g を D_I / Lw として算出し、ライン OQ 上の輝度勾配 g を $-D_I / Rw$ として算出する。そして、図 9 の処理を終了してメインルーチン（図 4）へ戻る。

【0081】

次に、図 4 のステップ S16 の白濁度合算出処理について、図 11, 図 12 を用いて詳細に説明する。図 11 は、白濁度合算出部 40 で行われる白濁度合算出処理の流れを示すフローチャートである。そして、図 12 は、白濁度合の確信度の推移を表す状態遷移について説明する図である。

【0082】

まず、ステップ S40 において、領域 R_0 の左右の輝度勾配 g である D_I / Lw と $-D_I / Rw$ に対称性があるか否かが判定される。この対称性は、（式 4）によって算出される輝度勾配 g のギャップ G_I が、所定のしきい値 Th_G 以下であるか否かを確認することによって行われる。

$$G_I = (|Lw| - |Rw|) / (|Lw| + |Rw|) \quad (\text{式 4})$$

【0083】

複数の領域が左右方向に接続して出現した場合には、先に算出した輝度勾配 g の大きさが左右で異なるため、（式 4）で算出されたギャップ G_I がしきい値 Th_G よりも大きく

10

20

30

40

50

なる。そして、その場合には白濁度合の算出は行わずに、ステップ S 4 8 に移行する。

【 0 0 8 4 】

次に、ステップ S 4 1 において、レンズ 1 2 の白濁度合 U が算出される。白濁度合 U は、(式 5) に示すように、先に算出した左右の輝度勾配 g である D_I / Lw と $-D_I / R w$ のそれぞれの逆数の平均値として算出される。

$$U = \{ (Lw / D_I) + (Rw / D_I) \} / 2 \quad (式 5)$$

(式 5) において、輝度勾配 g の逆数を平均化しているが、これは、レンズ 1 2 の白濁度合が高いほど (汚れているほど)、U の値が大きくなるようにするためである。なお、この処理は、図 2 に示す輝度勾配平均値算出部 4 2 において行われる。

【 0 0 8 5 】

次に、ステップ S 4 2 において、先に検出した領域 R_0 が、その 1 回前の処理で検出した領域 R_0 と同一であるか否か、すなわち、同一の光源による像と考えられるか否かが判定される。

【 0 0 8 6 】

この判定は、過去の処理によって算出された白濁度合 U の平均値 $Ave(U)$ と、(式 5) で算出された最新の白濁度合 U を比較することによって行われ、過去の白濁度合 U の平均値 $Ave(U)$ と、最新の白濁度合 U との差が小さいときに、同一光源によって生じた像による領域であると判定される。

【 0 0 8 7 】

この処理は、図 2 に示す類似性算出部 4 4 において行われ、具体的には、(式 6) を満足するときに、同一の光源による像であると判定される。

$$Th_{LOW} < U / Ave(U) < Th_{HIGH} \quad (式 6)$$

ここで、 Th_{LOW} は、同一光源による像と判定する最低しきい値であり、 Th_{HIGH} は、同一光源による像と判定する最大しきい値である。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 4 2 において、同一光源による像であると判定されると、次に、ステップ S 4 3 において、同一光源によるとみなせる像が連続して検出されたことを示す通算回数 T がインクリメントされて、ステップ S 4 4 に進む。なお、ステップ S 4 3 以降の処理は、図 2 に示す確信度決定部 4 6 において行われ、ステップ S 4 3 でインクリメントされた通算回数 T の値は、随時、確信度決定部 4 6 に記憶される。

【 0 0 8 9 】

一方、ステップ S 4 2 において、同一光源による像でないと判定されると、次に、ステップ S 4 7 において、通算回数 T がデクリメントされて、ステップ S 4 8 に進む。なお、ステップ S 4 7 の処理は、図 2 に示す確信度決定部 4 6 において行われ、ステップ S 4 7 でデクリメントされた通算回数 T の値は、随時、確信度決定部 4 6 に記憶される。

【 0 0 9 0 】

次に、ステップ S 4 4 において、先にステップ S 4 1 で算出された白濁度合 U が、確信度決定部 4 6 に記憶される。

【 0 0 9 1 】

そして、ステップ S 4 5 において、先にステップ S 4 1 で算出された白濁度合 U を用いて、過去の処理によって算出された白濁度合 U の平均値 $Ave(U)$ が再計算されて更新される。更新された白濁度合 U の平均値 $Ave(U)$ の値は、確信度決定部 4 6 に記憶される。

【 0 0 9 2 】

次に、ステップ S 4 8 において、算出された白濁度合 U の確信度 F が判定される。確信度 F は、前記した通算回数 T の値によって表される。そして、T の値が大きいほど、すなわち、連続して検出された、同一光源によると考えられる像の輝度勾配に基づいて算出された白濁度合 U ほど、確信度 F が高いと判定される。

【 0 0 9 3 】

本実施例では、図 1 2 に示すように、確信度 F を 4 つのレベル (Ph_0 , Ph_1 , Ph

10

20

30

40

50

2, Ph3)に分けて管理する。そして、それぞれの確信度Fのレベルは、Tの値に応じて遷移する。

【0094】

すなわち、図12において、初期状態では、確信度FのレベルはPh0であり、同一光源によるものとみなせる像が連続して検出されたことを示す通算回数Tの値が所定値T1を越えると、確信度FのレベルはPh1に移行する。その後、通算回数Tの値が所定値T2を越えると確信度FのレベルはPh2に移行し、さらに、通算回数Tの値が所定値T3を越えると確信度FのレベルはPh3に移行する。

【0095】

一方、確信度FのレベルはPh3にあったとき、通算回数Tの値がデクリメントされて所定値T4を下回ると確信度FのレベルはPh2に移行し、その後、通算回数Tの値が所定値T5を下回ると確信度FのレベルはPh1に移行し、さらに、通算回数Tの値が所定値T6を下回ると確信度FのレベルはPh0に移行する。

【0096】

確信度Fが別のレベルに遷移した際には、すぐに元のレベルに戻ってしまうハンチングを防止するため、確信度Fが高いレベルに遷移したときには通算回数Tに所定値Tc₁を加算し、また、確信度Fが低いレベルに遷移したときには通算回数Tから所定値Tc₂を減算する措置を講じるようにしてもよい。そして、確信度Fの更新が実行されると、図11の処理を終了してメインルーチン(図4)へ戻る。

【0097】

なお、前記したステップS40において、図11には記載していないが、領域R₀の左右の輝度勾配gに対称性がないと判定された場合には、ステップS48において、通算回数Tの値をデクリメントしてもよい。

【0098】

メインルーチン(図4)に戻った後、図4のステップS17において、ステップS16で算出されたレンズ12の白濁度合U、および確信度Fが、白濁度合通知部50によって、自動洗浄判断部62と接近車両検出部100に通知される。

【0099】

次に、図4のステップS18に示すレンズ洗浄制御について、図13から図20を用いて詳細に説明する。

【0100】

まず、図13(a),(b)を用いて、レンズ洗浄部70の構成について説明する。

【0101】

レンズ洗浄部70は、図13(a)に示すように、撮像部10の筐体に設置された洗浄ノズル79から、レンズ12の表面に向かって、洗浄液114と圧縮空気120を噴射する構成になっている。

【0102】

洗浄液114は、車両5のウインドウォッシャ液と兼用され、メインウォッシャタンク71に貯えられている。そして、レンズ12の洗浄に必要な量の洗浄液114が、第1洗浄液流路74を経て、ウォッシャポンプ72によってサブウォッシャタンク73に送出される。

【0103】

また、エアーポンプ76で圧縮された圧縮空気120が、エアーポンプ76の駆動力に応じた圧力で、エアー流路77を通して送出されて、洗浄ノズル79から噴射される。

【0104】

そして、圧縮空気120が洗浄ノズル79から噴射されるとき、第2洗浄液流路75にある洗浄液114が、洗浄ノズル79から噴射された圧縮空気120によって吸い出されて、圧縮空気120とともに洗浄ノズル79から噴射される。

【0105】

図13(b)は、図13(a)を紙面右側、すなわちレンズ12の前面側から見た図で

10

20

30

40

50

ある。図 1 3 (b) に示すように、洗浄液 1 1 4 と圧縮空気 1 2 0 は、レンズ 1 2 の前面をカバーする範囲に向けて噴射されるようになっている。

【 0 1 0 6 】

次に、図 1 4 を用いて、レンズ洗浄部 7 0 においてレンズ 1 2 を洗浄する際の洗浄モードについて説明する。

【 0 1 0 7 】

図 1 4 (a) は、洗浄ノズル 7 9 からレンズ 1 2 の表面に、水滴状の洗浄液 1 1 0 を滴下して、レンズ 1 2 の表面に洗浄液 1 1 4 の膜 1 1 2 を形成する動作（滴下）を示す。この洗浄モードは、白濁度合 U が、所定値 a 1 から、a 1 よりも大きい所定値 a 2 の間の値であるときに適用される。そして、洗浄液 1 1 4 の滴下を実行することによって、レンズ 1 2 の表面に形成された洗浄液 1 1 4 の膜 1 1 2 によって、撮像部 1 0 の視界がクリアになり、接近車両の検出が可能な画像 I (x , y) を取得することができる。

10

【 0 1 0 8 】

なお、この洗浄液 1 1 4 の滴下は、図 1 3 において、ウォッシュポンプ 7 2 を稼働させて、洗浄液 1 1 4 をメインウォッシュタンク 7 1 からサブウォッシュタンク 7 3 に移送した後で行われる。そのとき、エアーポンプ 7 6 を所定の短時間だけ小さい駆動力で稼働させて、小さい圧力で圧縮空気 1 2 0 を洗浄ノズル 7 9 から噴射し、第 2 洗浄液流路 7 5 にある洗浄液 1 1 4 を水滴状にして吸い出し、吸い出された水滴状の洗浄液 1 1 0 をレンズ 1 2 の表面に滴下する。

【 0 1 0 9 】

20

図 1 4 (b) は、洗浄ノズル 7 9 からレンズ 1 2 の表面に、洗浄液 1 1 4 と圧縮空気 1 2 0 を噴射する動作（高圧洗浄）を示す。この洗浄モードは、白濁度合 U が、所定値 a 2 よりも大きいときに適用される。そして、この洗浄モード（高圧洗浄）を実行することによって、レンズ 1 2 の表面の白濁が洗浄されて洗い流されることによって、撮像部 1 0 の視界がクリアになり、接近車両の検出が可能な画像 I (x , y) を取得することができる。

【 0 1 1 0 】

なお、この高圧洗浄状態は、図 1 3 において、ウォッシュポンプ 7 2 を稼働させて、洗浄液をメインウォッシュタンク 7 1 からサブウォッシュタンク 7 3 に移送した後で、エアーポンプ 7 6 を所定時間だけ稼働することによって実現される。

30

【 0 1 1 1 】

図 1 4 (c) は、洗浄ノズル 7 9 からレンズ 1 2 の表面に、圧縮空気 1 2 0 を噴射する動作（エアー洗浄）を示す。この洗浄モードは、白濁度合 U が所定値 a 1 以下のとき（白濁度合が小さいとき）に適用されて、レンズ 1 2 の表面に付着した水滴に対して、圧縮空気 1 2 0 を噴射することによって、水滴を吹き飛ばす洗浄方法である。そして、この洗浄モード（エアー洗浄）を実行することによって、レンズ 1 2 の表面に付着した水滴が吹き飛ばされることによって、撮像部 1 0 の視界がクリアになり、接近車両の検出が可能な画像 I (x , y) を取得することができる。

【 0 1 1 2 】

なお、このエアー洗浄状態は、図 1 3 において、サブウォッシュタンク 7 3 を空にした後、エアーポンプ 7 6 を所定時間だけ稼働することによって実現される。

40

【 0 1 1 3 】

次に、図 1 5 を用いて、洗浄モードの決定方法、および、各洗浄モード時のエアーポンプ 7 6、ウォッシュポンプ 7 2 の動作について説明する。図 1 5 は、洗浄モードの決定、および、白濁度合 U が高いことによる B S W システム 9 の動作停止（システムフェール）の決定に必要なパラメータの一覧と、各パラメータの値の範囲を示すものである。

【 0 1 1 4 】

図 1 5 に示すように、洗浄モード、およびシステムフェールは、白濁度合 U、白濁度合の確信度 F、継続時間を示すカウンタ値 (C 1 , C 2 , C 3 , C f)、および、洗浄回数
を示すカウンタ値 (n 1 , n 2 , n 3) に基づいて決定される。そして、各洗浄モードを

50

切り替える、図 15 に記載したしきい値は、それぞれ、実験等によって予め決められた所定値が用いられる。

【0115】

そして、各洗浄モードを実現するための、エアーポンプ 76 の駆動時間 Tap1, Tap2, Tap3、およびウォッシュポンプ 72 の駆動時間 Twp1, Twp2 がそれぞれ規定されている。

【0116】

次に、図 4 のステップ S18 のレンズ洗浄制御の流れについて、図 16 から図 20 を用いて説明する。図 16 は、レンズ洗浄制御部 60 で行われるレンズ洗浄制御の流れを示すフローチャートである。そして、図 17 から図 20 は、図 16 のサブルーチンであり、各洗浄モードに対応するレンズ洗浄制御の流れを示している。

10

【0117】

まず、図 16 を用いて、全体の流れを説明する。ステップ S50 において、自動洗浄判断部 62 が、車両情報取得部 80 によって取得した、車両 5 のワイパーの動作信号に基づいて、車両 5 がワイパーを使用しているか否かを判定する。もし、ワイパーを使用しているときは、車両 5 がウェット路面を走行しているものと判断してステップ S51 に進み、ワイパーを使用していないときは、車両 5 がドライ路面を走行していると判断してステップ S53 に進む。

【0118】

次に、ステップ S51 において、自動洗浄判断部 62 が、エアー洗浄を行うか否かを判断する。そして、エアー洗浄を行う条件であるときにはエアー洗浄を行う。この部分の処理の流れは図 17 に示すが、その詳細については後述する。

20

【0119】

次に、ステップ S52 において、自動洗浄判断部 62 が、滴下を行うか否かを判断する。そして、滴下を行う条件であるときには洗浄液の滴下を行う。この部分の処理の流れは図 18 に示すが、その詳細については後述する。

【0120】

次に、ステップ S53 において、自動洗浄判断部 62 が、高圧洗浄を行うか否かを判断する。そして、高圧洗浄を行う条件であるときには高圧洗浄を行う。この部分の処理の流れは図 19 に示すが、その詳細については後述する。

30

【0121】

なお、ステップ S50 において、車両 5 がドライ路面を走行していると判定されたときには、エアー洗浄と滴下を行わずに高圧洗浄を行う。

【0122】

これは、ドライ路面を走行中に洗浄液 114 の滴下を行うと、滴下した水滴状の洗浄液 110 がレンズ 12 の表面のみならず、車両 5 のバンパ等にも付着して車両が濡れてしまい、なおかつ、洗浄液 114 を滴下したため、付着した洗浄液 114 が乾きにくいためである、そのため、レンズ 12 以外に付着しても圧縮空気によって吹き飛ばされるため、濡れたことが目立ちにくい高圧洗浄を行うようにする。

【0123】

40

次に、ステップ S54 において、システムフェール判断部 64 が、システム（本実施例の場合は BSW システム 9）の動作を停止すべきか否かを判断する。そして、白濁度合 U が非常に高く、レンズ 12 を洗浄しても白濁が除去できないと判断されたとき、もしくは、所定回数洗浄を行っても白濁度合 U が改善されないときには、システムの動作を停止する。この部分の詳細な処理の流れは図 20 に示すが、その詳細については後述する。

【0124】

そして、ステップ S54 が終了すると、メインルーチン（図 4）へ戻る。

【0125】

次に、図 16 に示した各洗浄モードにおける処理の詳細な手順について、図 17 から図 20 を用いて説明する。

50

【 0 1 2 6 】

まず、図 1 7 を用いて、エアー洗浄の流れを説明する。

【 0 1 2 7 】

ステップ S 6 0 において、白濁度合 U が、所定値 a 1 よりも低く、かつ、確信度 F が所定値 F 3 以上であるか否かが判定される。そして、条件を満足すると、ステップ S 6 1 に進み、条件を満足しないときは、ステップ S 6 2 に進む。

【 0 1 2 8 】

ステップ S 6 1 では、継続時間のカウンタ値 C 3 がインクリメントされる。

【 0 1 2 9 】

また、ステップ S 6 2 では、継続時間のカウンタ値 C 3 がリセットされる。

10

【 0 1 3 0 】

次に、ステップ S 6 3 において、継続時間のカウンタ値 C 3 が所定値 t 3 よりも大きい
か否かが判定される。

【 0 1 3 1 】

もし、 $c 3 > t 3$ であるときは、ステップ S 6 4 においてエアー洗浄を実行する。一方、 $c 3 > t 3$ でないときは、図 1 6 のメインルーチンへ戻る。

【 0 1 3 2 】

次に、ステップ S 6 5 において、エアー洗浄による洗浄回数のカウンタ値 n 3 をインクリメントする。

【 0 1 3 3 】

20

そして、ステップ S 6 6 において、エアー洗浄による洗浄回数のカウンタ値 n 3 が、所定値 N 3 よりも大きい
か否かを判断する。そして、エアー洗浄による洗浄回数のカウンタ値 n 3 が所定値 N 3 よりも大きいときはステップ S 6 7 に進み、それ以外のときは図 1 6 のメインルーチンへ戻る。

【 0 1 3 4 】

そして、ステップ S 6 7 において、エアー洗浄による洗浄回数のカウンタ値 n 3 が所定値 N 3 よりも大きいときは、所定回数以上エアー洗浄を行っても、白濁が除去できないと判断して、第 3 フェールフラグ F F 3 がセットされる。そして、その後、図 1 6 のメインルーチンへ戻る。

【 0 1 3 5 】

30

次に、図 1 8 を用いて、洗浄液の滴下の流れを説明する。

【 0 1 3 6 】

まず、ステップ S 7 0 において、白濁度合 U が、所定値 a 1 と所定値 a 2 の間であり、かつ、確信度 F が所定値 F 1 以上であるか否かが判定される。そして、条件を満足すると、ステップ S 7 1 に進み、条件を満足しないときは、ステップ S 7 2 に進む。

【 0 1 3 7 】

ステップ S 7 1 では、継続時間のカウンタ値 C 1 がインクリメントされる。

【 0 1 3 8 】

また、ステップ S 7 2 では、継続時間のカウンタ値 C 1 がリセットされる。

【 0 1 3 9 】

40

次に、ステップ S 7 3 において、継続時間のカウンタ値 C 1 が所定値 t 1 よりも大きい
か否かが判定される。

【 0 1 4 0 】

もし、 $c 1 > t 1$ であるときは、ステップ S 7 4 において洗浄液の滴下を実行する。一方、 $c 1 > t 1$ でないときは、図 1 6 のメインルーチンへ戻る。

【 0 1 4 1 】

次に、ステップ S 7 5 において、滴下による洗浄回数のカウンタ値 n 1 をインクリメントする。

【 0 1 4 2 】

そして、ステップ S 7 6 において、滴下による洗浄回数のカウンタ値 n 1 が、所定値 N

50

1 よりも大きい¹か否かを判断する。そして、滴下による洗浄回数のカウンタ値 n_1 が所定値 N_1 よりも大きいときはステップ S 77 に進み、それ以外のときは図 16 のメインルーチンへ戻る。

【0143】

そして、ステップ S 77 において、滴下による洗浄回数のカウンタ値 n_1 が所定値 N_1 よりも大きいときは、所定回数以上滴下を行っても、白濁が除去できないと判断して、第 1 フェールフラグ FF_1 がセットされる。そして、その後、図 16 のメインルーチンへ戻る。

【0144】

次に、図 19 を用いて、高圧洗浄の流れを説明する。

10

【0145】

まず、ステップ S 80 において、白濁度合 U が、所定値 a_2 よりも高く、かつ、確信度 F が所定値 F_2 以上であるか否かが判定される。そして、条件を満足すると、ステップ S 81 に進み、条件を満足しないときは、ステップ S 82 に進む。

【0146】

ステップ S 81 では、継続時間のカウンタ値 C_2 がインクリメントされる。

【0147】

また、ステップ S 82 では、継続時間のカウンタ値 C_2 がリセットされる。

【0148】

次に、ステップ S 83 において、継続時間のカウンタ値 C_2 が所定値 t_2 よりも大きい²か否かが判定される。

20

【0149】

もし、 $c_2 > t_2$ であるときは、ステップ S 84 において高圧洗浄を実行する。一方、 $c_2 > t_2$ でないときは、図 16 のメインルーチンへ戻る。

【0150】

次に、ステップ S 85 において、高圧洗浄による洗浄回数のカウンタ値 n_2 をインクリメントする。

【0151】

そして、ステップ S 86 において、高圧洗浄による洗浄回数のカウンタ値 n_2 が、所定値 N_2 よりも大きい³か否かを判断する。そして、高圧洗浄による洗浄回数のカウンタ値 n_2 が所定値 N_2 よりも大きいときはステップ S 87 に進み、それ以外のときは図 16 のメインルーチンへ戻る。

30

【0152】

そして、ステップ S 87 において、高圧洗浄による洗浄回数のカウンタ値 n_2 が所定値 N_2 よりも大きいときは、所定回数以上高圧洗浄を行っても、白濁が除去できないと判断して、第 2 フェールフラグ FF_2 がセットされる。そして、その後、図 16 のメインルーチンへ戻る。

【0153】

次に、図 20 を用いて、フェール処理の流れを説明する。

【0154】

40

まず、ステップ S 90 において、白濁度合 U が、所定値 a_f よりも高く、かつ、確信度 F が所定値 F_f 以上であるか否かが判定される。そして、条件を満足すると、ステップ S 91 に進み、条件を満足しないときは、ステップ S 92 に進む。

【0155】

ステップ S 91 では、継続時間のカウンタ値 C_f がインクリメントされる。

【0156】

また、ステップ S 92 では、継続時間のカウンタ値 C_f がリセットされる。

【0157】

次に、ステップ S 93 において、継続時間のカウンタ値 C_f が所定値 t_f よりも大きい⁴か否かが判定される。

50

【 0 1 5 8 】

もし、 $c f > t f$ であるときは、ステップ S 9 4 においてシステムフェール判断部 6 4 から接近車両検出部 1 0 0 に対して、システムフェールを行う旨が通知される。一方、 $c f > t f$ でないときは、図 1 6 のメインルーチンへ戻る。

【 0 1 5 9 】

次に、ステップ S 9 5 において、第 1 フェールフラグ F F 1 , 第 2 フェールフラグ F F 2 , 第 3 フェールフラグ F F 3 の状態が確認される。そして、第 1 フェールフラグ F F 1 , 第 2 フェールフラグ F F 2 , 第 3 フェールフラグ F F 3 のうち、いずれかのフェールフラグがセットされていたときは、ステップ S 9 4 に進む。

【 0 1 6 0 】

一方、いずれのフェールフラグもセットされていないときは、図 1 6 に示したレンズ洗浄制御のメインルーチンへ戻る。そして、さらに、図 4 に示した本実施例のメインルーチンへ戻る。

【 0 1 6 1 】

次に、図 4 のステップ S 1 9 において、接近車両検出部 1 0 0 、および警報出力部 9 0 において、B S W システム 9 の挙動制御が行われる。すなわち、レンズ洗浄制御部 6 0 において、システムフェールにすべきであると判断されたときは、B S W システム 9 をフェール状態に移行させる。そして、接近車両検出部 1 0 0 , および警報出力部 9 0 はその機能を停止するとともに、情報出力部 8 5 、もしくは警報出力部 9 0 において、B S W システム 9 がフェール状態に移行した旨が、画面表示やインジケータ等によって車両 5 の乗員に報知される。

【 0 1 6 2 】

なお、一度フェール状態に移行したときには、予め用意されたタイマーを起動して、所定の時間が経過するまでは、フェール状態を維持するようにする。

【 0 1 6 3 】

一方、レンズ洗浄制御部 6 0 において、システムフェールの条件を満足していないと判定されたとき、すなわち、洗浄によってレンズ 1 2 の白濁がなくなったと判断されたときには、B S W システム 9 は所定の動作を継続する。

【 0 1 6 4 】

なお、B S W システム 9 の挙動制御は、前記したようにシステムをフェールすることに限定されるものではない。すなわち、レンズ 1 2 の白濁度合 U が高いときには、接近車両検出部 1 0 0 で行う画像処理におけるエッジ検出のしきい値を小さくして、車両 6 を構成するエッジ構成点が、レンズ 1 2 の白濁によるコントラストの低下によって、ぼけや滲みを生じた場合であっても、これを確実に検出できるようにしてもよい。

【 0 1 6 5 】

以上、画像 $I(x, y)$ の中の輝度勾配 g に基づいてレンズ 1 2 の表面の白濁度合 U を算出して、算出された白濁度合 U に基づいて、レンズ洗浄制御部 6 0 が、こうして算出された白濁度合 U に基づいて、レンズ洗浄部 7 0 からの洗浄液 1 1 4 、もしくは圧縮空気 1 2 0 の噴射形態を設定してレンズ 1 2 の表面を洗浄する例を説明したが、レンズ 1 2 の表面の白濁度合 U の算出方法は、輝度勾配 g に基づく方法に限定されるものではない。

【 0 1 6 6 】

すなわち、例えば、画像 $I(x, y)$ の中のエッジ強度の分布状態に基づいてレンズ 1 2 の表面の白濁度合 U を算出してもよい。

【 0 1 6 7 】

レンズ 1 2 の表面に白濁が生じると、画像 $I(x, y)$ が不鮮明になる。その不鮮明さの度合は、白濁度合 U が高くなるにつれて大きくなる。この不鮮明さの度合を、画像 $I(x, y)$ の中のエッジ強度の分布に基づいて算出することができる。

【 0 1 6 8 】

以下、エッジ強度の分布に基づいて白濁度合 U を算出する手順について、図面を用いて説明する。

【0169】

図21は、実施例1の変形例であり、エッジ強度の分布に基づいて算出した白濁度合Uに基づいて、レンズ12の洗浄モードを制御するレンズ洗浄装置18の構成を示す図である。その構成は図2とほぼ同様であり、前記白濁度合算出部40の代わりに、白濁度合算出部130が備えられている。

【0170】

そして、白濁度合算出部130は、撮像部10で撮像された画像の中のエッジ強度を算出するエッジ強度算出部132と、エッジ強度算出部132で算出されたエッジ強度から、画像の中のエッジ強度の分布を求めて、画面の中のエッジ強度の分布に基づいてレンズ12の白濁度合Uを算出するエッジ強度分析部134とから構成されている。

10

【0171】

次に、図22を用いて、エッジ強度の分布に基づいてレンズ12の白濁度合Uを算出する方法について説明する。

【0172】

図22のフローチャートの流れは、前記した図4のフローチャートの流れとほぼ同様であり、白濁度合Uを算出する部分(ステップS104, S105, S106)のみが異なるため、異なる部分について説明する。

【0173】

ステップS104では、エッジ強度算出部132において、撮像部10で撮像された画像I(x, y)の中に、エッジ検出を行う領域を設定する。エッジ検出を行う領域は、画像I(x, y)全体としてもよいし、エッジが出現しやすい位置に限定してもよい。

20

【0174】

すなわち、昼間であれば、自車両5の後方の地平線を含む領域を設定して、この領域の内部についてエッジ検出を行い、地平線によって形成されるエッジに基づいてエッジ強度を算出し、夜間であれば、隣接車線L₁, L₃を含む領域を設定して、この領域の内部についてエッジ検出を行い、隣接車線に存在する車両のエッジに基づいてエッジ強度を算出すればよい。ここで、昼間と夜間の識別は、ゲイン調整部16において調整されたゲインの値に基づいて行うことができる。

【0175】

続いて、ステップS104で設定した領域の中にエッジ検出オペレータを作用させて、画像I(x, y)の中の各画素に対してエッジ強度を求める。このとき用いられるエッジ検出フィルタの係数は特に制限されるものではない。

30

【0176】

次に、ステップS105では、エッジ強度分析部134において、画像I(x, y)の画素毎に算出されたエッジ強度の値を平均して平均エッジ強度を算出する。なお、平均エッジ強度は、エッジ検出を行った領域の面積で正規化しておく。こうして算出された平均エッジ強度が小さいほど、画像I(x, y)の鮮明度が低い、すなわち白濁度合が高いと判断される。また、平均エッジ強度が大きいほど、画像I(x, y)の鮮明度が高い、すなわち白濁度合が低いと判断される。

【0177】

そして、ステップS106では、こうして算出された平均エッジ強度に基づいて、白濁度合Uが算出される。

40

【0178】

なお、平均エッジ強度は、1枚の画像から算出するだけでなく、異なる時間に撮像された複数の画像の平均エッジ強度を平均化することによって算出してもよい。これによって、突発的なノイズの混入があった場合でも、安定して画像の鮮明度を評価することができる。そして、このとき、所定時間に亘って平均エッジ強度の変化を求めて、平均エッジ強度の変化量が小さいときには、算出された平均エッジ強度、すなわち白濁度合の信頼性が高いものとして、先に説明した確信度Fを算出して、レンズ洗浄制御に活用することができる。

50

【 0 1 7 9 】

以上説明したように、このように構成された本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 によれば、車両 5 に設置されて車両 5 の周囲を撮像する撮像部 1 0 において、レンズ 1 2 を透過した光信号が画像 $I(x, y)$ に変換されて、白濁度合算部 4 0 が、画像 $I(x, y)$ の中の輝度特徴である輝度勾配 g やエッジ強度分布に基づいてレンズ 1 2 の表面の白濁度合 U を算出して、レンズ洗浄制御部 6 0 が、こうして算出された白濁度合 U に基づいて、レンズ洗浄部 7 0 からの少なくとも洗浄液 1 1 4 および圧縮空気 1 2 0 のいずれかの噴射形態を設定してレンズ 1 2 の表面を洗浄するため、レンズ 1 2 の白濁度合 U に応じた洗浄方法によってレンズ 1 2 の表面を洗浄することができ、これによって、レンズ 1 2 の白濁を確実に洗浄することができる。

10

【 0 1 8 0 】

特に、ゲイン調整部 1 6 で調整されたゲインの値をモニタして、ゲインの大きさが所定値以上であるとき、すなわち夜間であるときは、車両 5 の後続車両の前照灯が鮮明に画像化されるため、前照灯の輝度勾配 g に基づいて白濁度合 U を算出することによって、より信頼性の高い白濁度合 U を得ることができる。

【 0 1 8 1 】

また、本発明の実施例 1 の変形例に係るレンズ洗浄装置 1 8 によれば、画像 $I(x, y)$ の中に前照灯のような光源が映っていないときには、画像 $I(x, y)$ のエッジ強度に基づいて白濁度合 U を算出することによって、より信頼性の高い白濁度合 U を得ることができる。

20

【 0 1 8 2 】

さらに、本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 によれば、レンズ洗浄部 7 0 における、少なくとも洗浄液 1 1 4 および圧縮空気 1 2 0 のいずれかの噴射形態を、少なくとも、水滴状にした洗浄液 1 1 4 をレンズ 1 2 の表面に滴下して、レンズ 1 2 の表面に洗浄液 1 1 4 の膜 1 1 2 を形成する形態としたため、レンズ 1 2 の表面に形成された洗浄液 1 1 4 の膜 1 1 2 によって、撮像部 1 0 の視界がクリアになり、接近車両の検出が可能な画像 $I(x, y)$ を取得することができる。

【 0 1 8 3 】

そして、本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 によれば、レンズ洗浄部 7 0 における、少なくとも洗浄液 1 1 4 および圧縮空気 1 2 0 のいずれかの噴射形態を、少なくとも、洗浄液 1 1 4 を圧縮空気 1 2 0 とともにレンズ 1 2 の表面に向かって噴射する形態としたため、レンズ 1 2 の表面の白濁が洗浄されて洗い流されることによって、撮像部 1 0 の視界がクリアになり、接近車両の検出が可能な画像 $I(x, y)$ を取得することができる。

30

【 0 1 8 4 】

さらに、本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 によれば、レンズ洗浄制御部 6 0 における、少なくとも洗浄液 1 1 4 および圧縮空気 1 2 0 のいずれかの噴射形態を、少なくとも、圧縮空気 1 2 0 のみをレンズ 1 2 の表面に向かって噴射する形態としたため、レンズ 1 2 の表面に付着した水滴が吹き飛ばされることによって、撮像部 1 0 の視界がクリアになり、接近車両の検出が可能な画像 $I(x, y)$ を取得することができる。

40

【 0 1 8 5 】

また、本発明の実施例 1 に係るレンズ洗浄装置 8 によれば、レンズ洗浄制御部 6 0 は、レンズ 1 2 の白濁度合 U が所定値 $a f$ 以上の状態が、継続時間のカウンタ値 $C f$ が所定値 $t f$ 以上継続したときに、その旨を報知する機能を有するため、レンズ 1 2 の白濁度合 U が高いときには、その旨を報知することによって、撮像部 1 0 で撮像した画像 $I(x, y)$ を利用して動作するシステム（例えば、BSW システム 9）の動きを停止することができ、これによって、白濁したレンズ 1 2 で撮像した画像 $I(x, y)$ を処理することによって発生する可能性がある、接近車両の未検出や誤検出を防止することができる。また、車両 5 の乗員に対して、レンズ 1 2 が汚れていることを報知することによって、汚れを除去するタイミングを示唆することができる。

50

【0186】

そして、本発明の実施例1に係るレンズ洗浄装置8によれば、白濁度合算部40は、画像I(x,y)の中から、類似した輝度特徴が継続して算出される時間として、例えば、同一の領域と見なせる領域R₀の輝度勾配gが継続して算出される通算回数T(時間)に基づいて、白濁度合Uの確信度Fと、白濁度合Uの継続時間のカウンタ値C₁, C₂, C₃(継続時間)と、を算出し、レンズ洗浄制御部60は、レンズ洗浄部70における、少なくとも洗浄液114および圧縮空気120のいずれかの噴射形態を、少なくとも白濁度合算部40が算出した白濁度合Uと、白濁度合Uの確信度Fと、白濁度合Uの継続時間のカウンタ値C₁, C₂, C₃(継続時間)と、に基づいて決定するため、白濁度合Uに応じた適切な洗浄モードを選択して、レンズ12の表面の白濁を確実に洗浄することができる。

10

【0187】

さらに、本発明の実施例1に係るレンズ洗浄装置8によれば、車両5がウェット路面を走行していることを検知する車両情報取得部80を有し、車両5がウェット路面を走行中でないと判断されたときには、レンズ洗浄部70における、少なくとも洗浄液114および圧縮空気120のいずれかの噴射形態を、洗浄液114を圧縮空気120によってレンズ12の表面に向かって噴射するようにしたため、車両5がドライ路面を走行しているときに滴下を行って、滴下した洗浄液114によって車両5が濡れてしまうのを防止することができる。

【0188】

20

なお、実施例1において、レンズ洗浄部70は、レンズ洗浄制御部60の判断に基づいて、設定された洗浄モードで自動的にレンズ12の洗浄を行うが、これは、車両5の乗員の指示によって、任意のタイミングで、任意の洗浄モードを選択してレンズ12を洗浄するようにしてもよい。

【0189】

これによって、撮像部10を、BSWシステム9の用途だけではなく、車両5の後退時に、車両5の後方の様子を映して運転者に提示する、いわゆるバックモニタのための撮像部10としても利用したときに、撮像部10で撮像されて映し出された映像が、レンズ12の白濁によって視認しにくい状態であったときに、車両5の乗員の判断でレンズ12を洗浄することによって、クリアな映像を得ることができる。

30

【0190】

なお、前記した構成は、図2の構成に、洗浄モードを選択する手段と、洗浄を指示する手段を、それぞれスイッチ機構として付加することによって実現することができる。

【0191】

なお、実施例1において、撮像部10の光電変換部14はCMOSタイプの素子を用いる構成で説明したが、これはCMOSタイプの素子に限定されるものではない。すなわち、CCDタイプの素子を用いても構わない。ただし、CCDタイプの素子を用いた場合、前照灯のような高輝度光源を撮像すると、光電変換部14に蓄積された電荷がオーバーフローする現象(スミア)が生じて、前照灯の像の上下に、像と同じ幅の明るい帯が発生するため、細長い縦長の矩形領域を除去するフィルタリング処理を行って、スミアによって生じる帯を除去した後で、前記した処理を実行すればよい。

40

【0192】

また、実施例1において、レンズ洗浄装置8と同時に作動する車載画像処理システムは、BSWシステム9に限定されるものではない。すなわち、車線のはみ出しを検出して報知するLDW(Lane Departure Warning)システムや、その他のシステムに適用することも可能である。

【実施例2】

【0193】

次に、本発明に係るレンズ洗浄装置の第2の実施例について説明する。

【0194】

50

本実施例は、実施例 1 と同様に、本発明に係るレンズ洗浄装置を、BSWシステムが実装された車両に適用した例である。実施例 1 との違いは、レンズ 1 2 の表面に施された撥水加工の有無、撥水加工の程度、親水加工の有無、親水加工の程度に応じて、洗浄モードを切り替える白濁度合 U のしきい値を変更するようにした例である。

【0195】

以下、本発明に係るレンズ洗浄装置の第 2 の実施形態について説明する。

【0196】

実施例 2 に係るレンズ洗浄装置 8 の構成は、図 2 に図示して、実施例 1 で説明した構成と同様であるため、実施例 1 との作用の相違点について、図 2 3 を用いて説明する。

【0197】

図 2 3 (a) は撥水加工が施されたレンズ 1 2 における、白濁度合 U に対するレンズ 1 2 の撥水性能の変化を示し、図 2 3 (b) は撥水加工が施されていないレンズ 1 2 における、白濁度合 U に対するレンズ 1 2 の撥水性能の変化を示している。

【0198】

図 2 3 (a) , (b) を比較するとわかるように、撥水加工が施されたレンズ 1 2 では、白濁度合 U がある程度高いところ (しきい値 a_{01}) までレンズ 1 2 の撥水状態が維持される。そして、撥水性能が失われた後は、白濁度合 U の進行に伴って、レンズ 1 2 の表面は、緩やかに親水状態に移行する。

【0199】

一方、撥水加工が施されていないレンズ 1 2 では、低い白濁度合 U (しきい値 a_{11}) においてレンズ 1 2 の撥水性能が損なわれてしまう。そして、撥水性能が失われた後は、白濁度合 U の進行に伴って、レンズ 1 2 の表面は、急激に親水状態に移行する。

【0200】

レンズ 1 2 が撥水状態にあるときには、本発明に係るレンズ洗浄装置 8 における、前述したエア洗浄によって、レンズ 1 2 の表面に付着した水滴を吹き飛ばすことができ、これによってクリアな視界を得ることができる。

【0201】

本実施例は、使用するレンズ 1 2 の撥水加工の有無、撥水加工の程度に応じて、洗浄モードを切り替える白濁度合 U のしきい値を変更するようにしたものである。

【0202】

具体的には、使用するレンズの撥水加工の有無、撥水加工の程度に応じて、エア洗浄と滴下を切り替える白濁度合 U のしきい値 a_{01} , a_{11} 、滴下と高圧洗浄を切り替える白濁度合 U のしきい値 a_{02} , a_{12} 、および、システムフェールを行うと判断する白濁度合 U の上限のしきい値 a_{0f} , a_{1f} を、それぞれ設定するものである。

【0203】

こうして設定された白濁度合 U のしきい値は、予めレンズ洗浄制御部 6 0 に記憶しておくことによって、使用するレンズ 1 2 に応じた所望のタイミングで、洗浄モードを切り替えることができる。

【0204】

また、この白濁度合 U のしきい値の設定は、レンズ洗浄制御部 6 0 に複数の白濁度合 U のしきい値を記憶しておき、その中から、使用するレンズ 1 2 に対応する白濁度合 U のしきい値を選択する構成にしてもよい。

【0205】

以上、撥水加工されたレンズを例に上げて説明したが、親水加工されたレンズについても、同様にして、洗浄モードを切り替える白濁度合 U のしきい値を変更することができる。これによって、親水加工されたレンズにおいても、白濁度合 U に応じた洗浄モードでレンズ 1 2 を洗浄することができる。

【0206】

なお、親水加工されたレンズにあっては、レンズに水滴が付着するとその水滴は膜状になってレンズの表面を覆うため、撥水加工されたレンズのように、水滴が、水滴の状態で

10

20

30

40

50

レンズの表面に付着することはない。したがって、親水加工されたレンズでは、洗浄モードのうち、エア洗浄を外してもよい。

【0207】

以上説明したように、このように構成された本発明の実施例2に係るレンズ洗浄装置8によれば、レンズ洗浄制御部60は、レンズ12の撥水加工の有無、撥水加工の程度、親水加工の有無、親水加工の程度に応じて、洗浄液114、もしくは圧縮空気120の噴射形態を設定する白濁度合Uのしきい値を変更するようにしたため、使用するレンズ12の状態によらずに、確実に白濁の洗浄を行うことができる。

【0208】

なお、実施例1、2において、輝度勾配gに基づいてレンズ12の白濁度合Uを算出する際に、1方向に延びるライン上で輝度勾配gを算出したが、輝度勾配gを算出するためのラインは、前記した方向に限定されるものではなく、図24(a)~図24(e)に示すように設定してもよい。

10

【0209】

すなわち、図24(b)に示すように、領域R₀の内部において、領域R₀の重心位置Gを通る上下方向に延びる直線上の、重心位置Gよりも上部に探索開始点O₃を設定して、そこから左方向に延びる水平線分をラインO₃P₃としてもよい。また、図24(c)に示すように、領域R₀の内部において、領域R₀の重心位置Gを通る上下方向の直線上の、重心位置Gよりも上部に探索開始点O₄を設定して、そこから上方向に延びる垂直線分をラインO₄P₄としてもよい。

20

【0210】

また、実施例1で説明したように、ラインを複数設定してもよい。その際、実施例1で説明した左右方向に延びるラインのみならず、図24(a)に示すように、領域R₀の内部に、領域R₀の重心位置Gから、上下方向に延びる直線に対して、それぞれ角度 θ をもって左右上方に延びるラインO₁P₁、O₂P₂を設定してもよい。なお、この場合も、探索開始点O₁、O₂は、領域R₀の重心位置Gより上方に設定する。

【0211】

そして、このように複数のラインを設定した場合は、実施例1で説明したように、複数のラインでそれぞれ算出された輝度勾配gを平均化して白濁度合Uとすればよい。さらに、複数のラインを設定した場合は、実施例1で説明した輝度勾配のギャップG_Iを算出して、この輝度勾配のギャップG_Iに基づいて、検出された領域R₀の妥当性を判定するようにしてもよい。

30

【0212】

さらに、ラインは、図24(d)に示すように、さらに多くの方向を設定することも可能である。図24(d)は、図24(a)に従って設定したラインO₁P₁、O₂P₂の他に、左方向に延びるラインO₃P₃、および、右方向に延びるラインO₃P₄を設定した例である。

【0213】

そして、このようにして設定された複数のラインでそれぞれ算出された輝度勾配gは、平均化されて白濁度合Uとされるとともに、各々の輝度勾配gのギャップG_Iが算出されて、検出された領域R₀の妥当性が判定される。

40

【0214】

なお、図24(a)、(d)は、いずれも、領域R₀の重心位置Gを通る上下方向の直線に関して左右対称になるように複数のラインを設定したが、左右対称な設定に限定されるものではない。すなわち、領域R₀の重心位置Gを通る上下方向の直線に関して左右対称でない複数のラインを設定してもよい。

【0215】

特に、レンズ12の表面の白濁が略円形状である場合、すなわち、領域R₀の重心位置Gから見て、白濁に等方性がある場合には、領域R₀の重心位置Gから領域R₀の周縁に向かうラインに沿う輝度勾配gは、ラインの方向によらずにほぼ同じ形状になるため、ラ

50

インの左右対称性を考慮せずに複数のラインを設定することができる。

【0216】

そして、このようにして設定された複数のラインでそれぞれ算出された輝度勾配 g は、平均化されて白濁度合 U とされるとともに、各々の輝度勾配 g のギャップ G_I が算出されて、検出された領域 R_0 の妥当性が判定される。

【0217】

なお、こうしてより多くの方向にラインを設定したときに、各々のラインで輝度勾配 g を算出した後で、異常値を示した輝度勾配 g が算出されたラインを棄却して、それ以外のラインの輝度勾配 g を平均化して白濁度合 U を算出してもよい。このようにすることによって、特定のラインに突発的にノイズが混入した場合には、そのライン以外のラインで輝度分布を読み取って輝度勾配 g を算出することができるため、ノイズの影響が緩和されることによって、信頼性の高い輝度勾配 g を算出することができ、これによって、信頼性の高い白濁度合 U を算出することができる。

【0218】

また、輝度分布の探索は、ラインではなく、図24(e)に示すように、細長い領域に対して行ってもよい。

【0219】

図24(e)は、領域 R_0 の内部に、領域 R_0 の重心位置 G を通る上下方向の直線上に探索開始点 O_3 を設定し、探索開始点 O_3 から左方向に延びるライン O_3P_3 と、右方向に延びるライン O_3P_4 を設定した後、ライン O_3P_3 とライン O_3P_4 にそれぞれ直交する方向に厚さ t を有する領域を設定したものである。

【0220】

そして、輝度勾配算出部30において、ライン O_3P_3 に亘って、設定した領域内部において、ライン O_3P_3 に直交する方向（厚さ t 方向）の輝度値の総和値を求めて、ライン O_3P_3 に沿って、その総和値の分布を算出する。

【0221】

さらに、その総和値の分布から、先の説明と同様にして、輝度勾配 g を算出する。なお、輝度勾配 g を算出するときに設定した第1のしきい値 A と第2のしきい値 B は、それぞれ、設定した領域の厚さ t に応じた別のしきい値として設定される。

【0222】

ライン O_3P_4 についても、同様にして、輝度値の総和値の分布を算出し、その後、輝度勾配 g を算出する。

【0223】

その後、先の説明と同様にして白濁度合 U が算出されて、白濁度合 U の診断が行われる。

【0224】

このように、設定したラインに沿って延びる領域を設定することによって、単にライン上の輝度値を探索した場合と比べて、突発的なノイズが混入しても、そのノイズの影響が緩和されるため、安定した輝度勾配 g を算出することができ、これによって、信頼性の高い白濁度合 U の診断を行うことができる。

【0225】

以上、本発明の実施例を図面により詳述したが、実施例は本発明の例示にしか過ぎないものであるため、本発明は実施例の構成にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があっても、本発明に含まれることは勿論である。

【符号の説明】

【0226】

8, 18 レンズ洗浄装置

9 BSWシステム

10 撮像部

12 レンズ

10

20

30

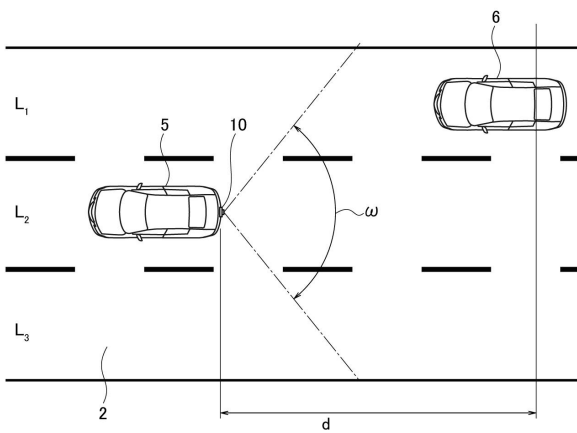
40

50

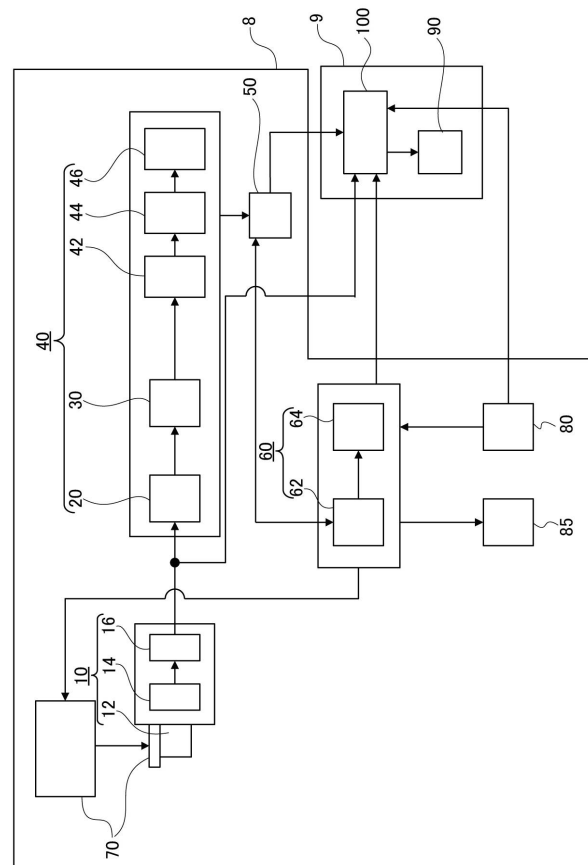
- 1 4 光電変換部
- 1 6 ゲイン調整部
- 2 0 領域検出部
- 3 0 輝度勾配算出部
- 4 0 白濁度合算出部
- 4 2 輝度勾配平均値算出部
- 4 4 類似性算出部
- 4 6 確信度決定部
- 5 0 白濁度合通知部
- 6 0 レンズ洗浄制御部
- 6 2 自動洗浄判断部
- 6 4 システムフェール判断部
- 7 0 レンズ洗浄部
- 8 0 車両情報取得部
- 8 5 情報出力部
- 9 0 警報出力部
- 1 0 0 接近車両検出部

10

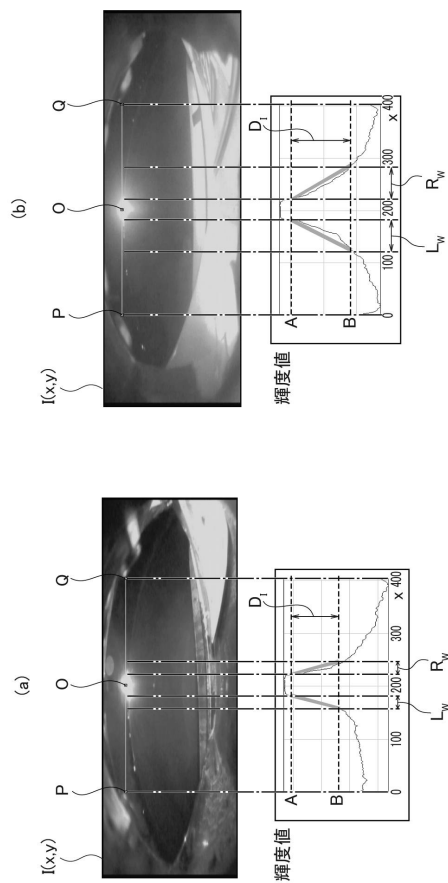
【図 1】



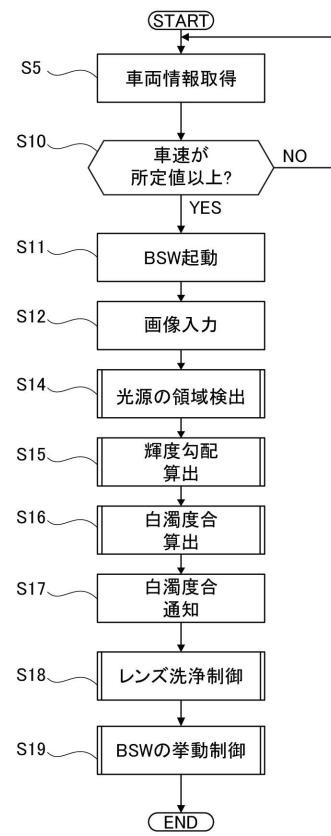
【図 2】



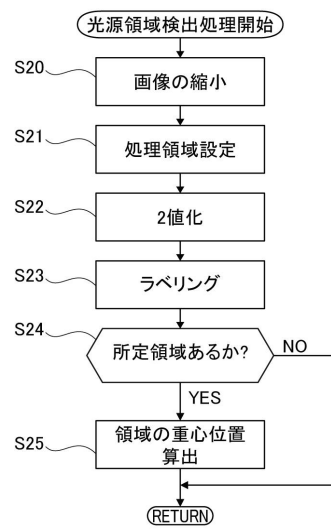
【図 3】



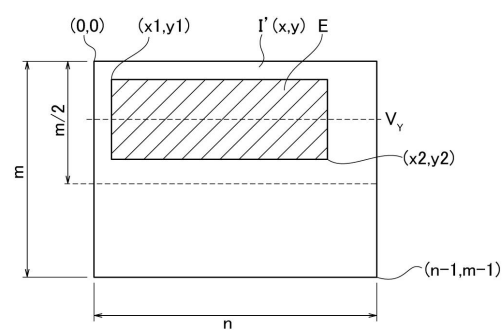
【図 4】



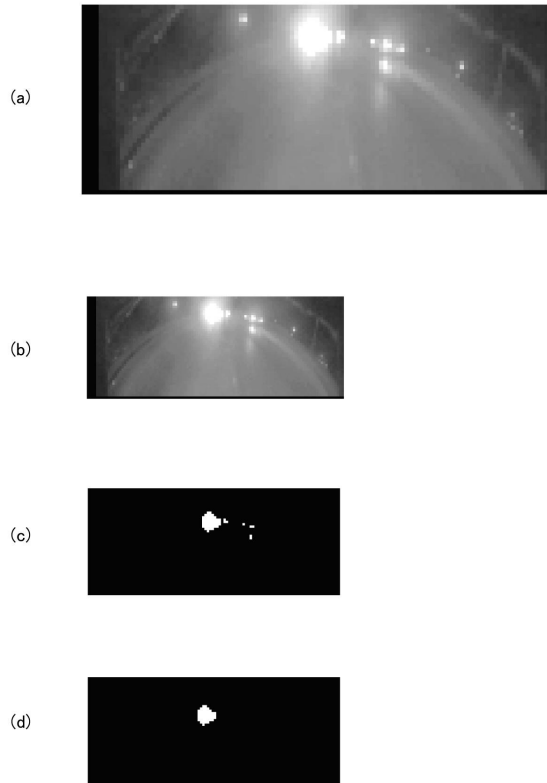
【図 5】



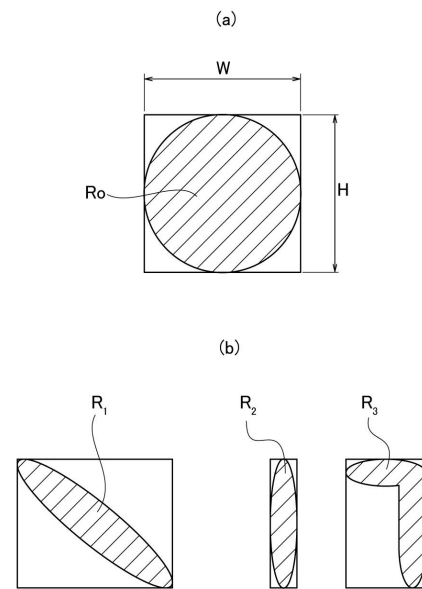
【図 6】



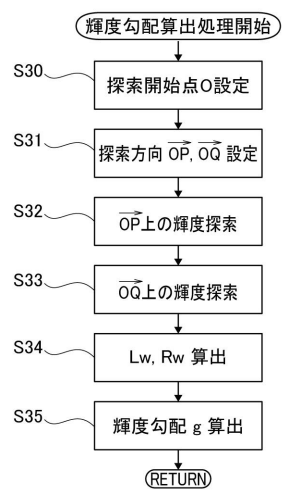
【図 7】



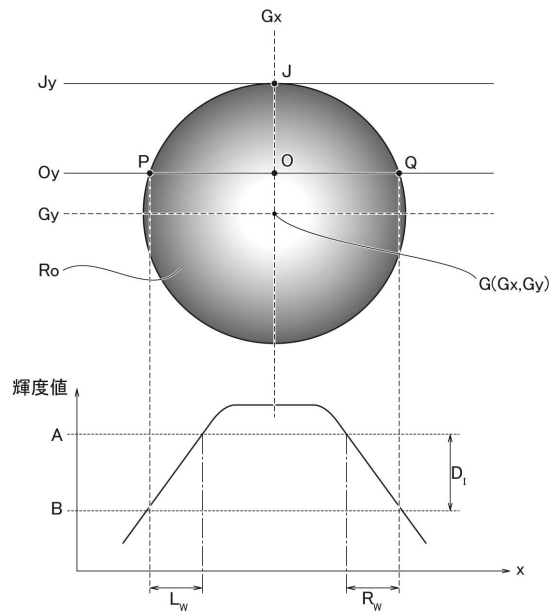
【図 8】



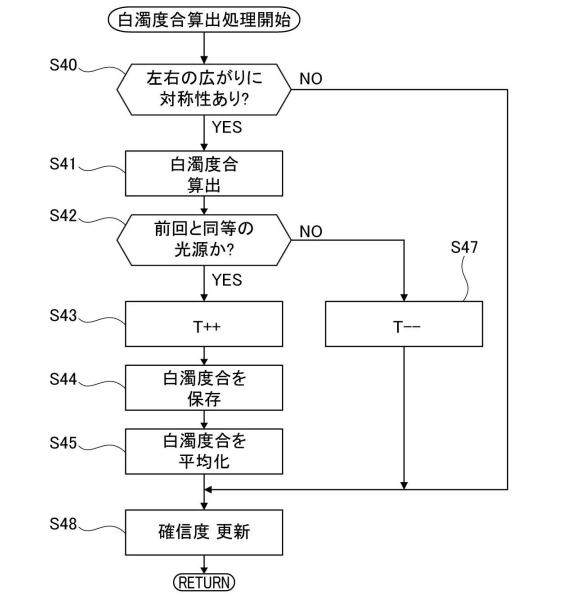
【図 9】



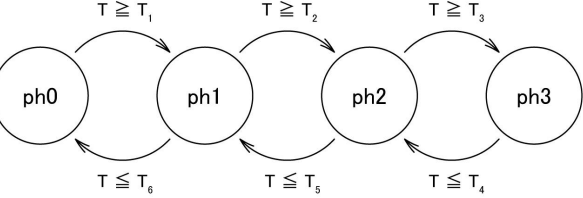
【図 10】



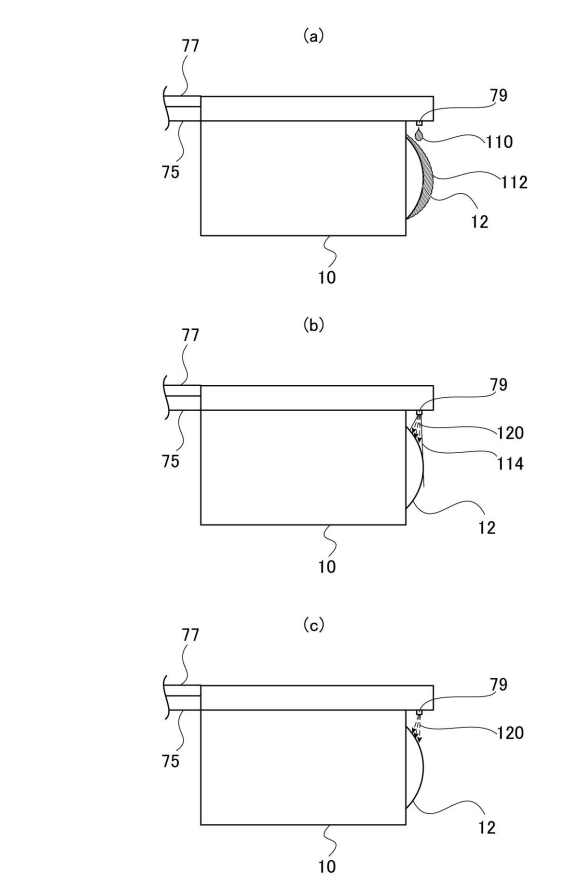
【図 1 1】



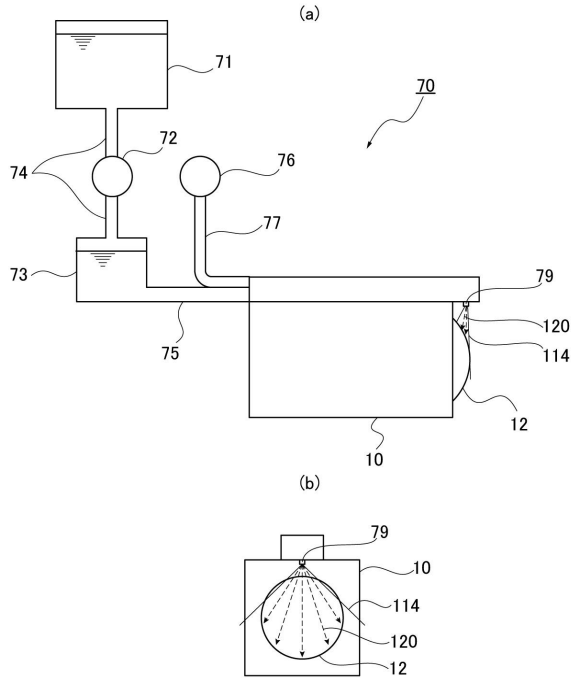
【図 1 2】



【図 1 4】



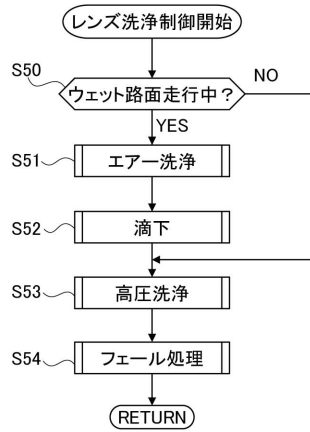
【図 1 3】



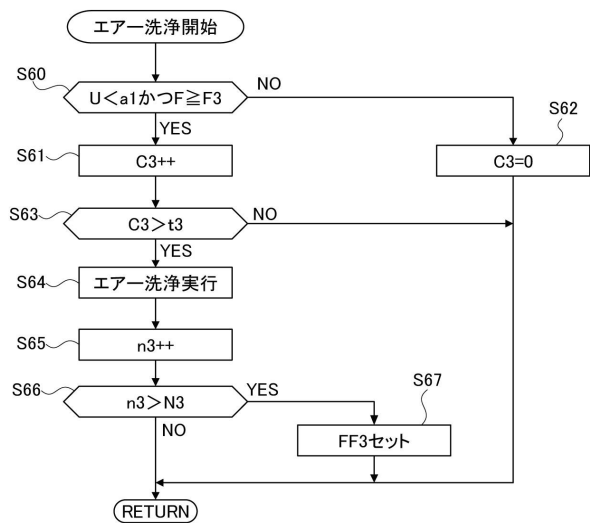
【図 1 5】

システム フェール	0	0	$U > af$	$F \geq Ff$	$Cf > tf$	—
洗浄モード3 (エア－洗浄)	Tap3	0	$U < a1$	$F \geq F3$	$C3 > t3$	$n3 \leq N3$
洗浄モード2 (高圧洗浄)	Tap2	Twp2	$a2 < U$	$F \geq F2$	$C2 > t2$	$n2 \leq N2$
洗浄モード1 (滴下)	Tap1	Twp1	$a1 < U < a2$	$F \geq F1$	$C1 > t1$	$n1 \leq N1$
エア－ポンプ駆動時間			白濁度合 U	白濁度合の確信度 F	継続時間カウンタ値 C1, C2, C3, Cf	洗浄回数制限

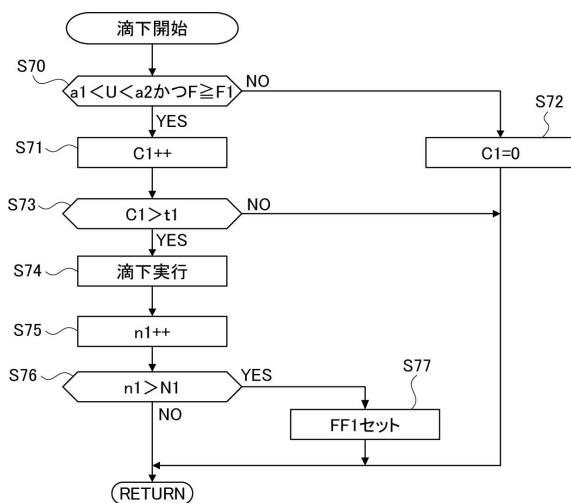
【図 16】



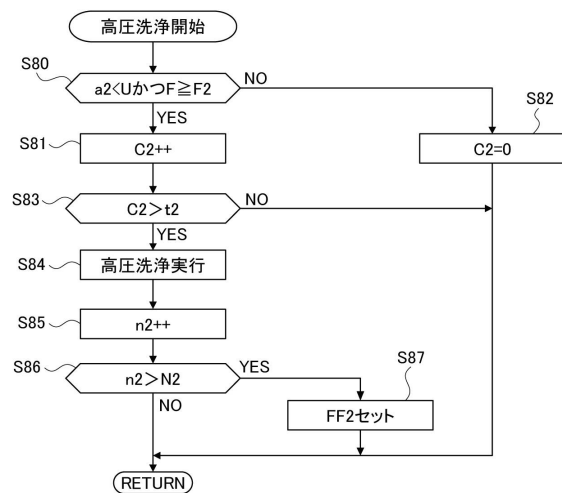
【図 17】



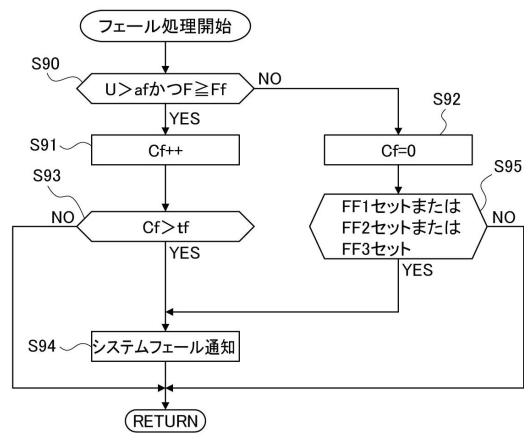
【図 18】



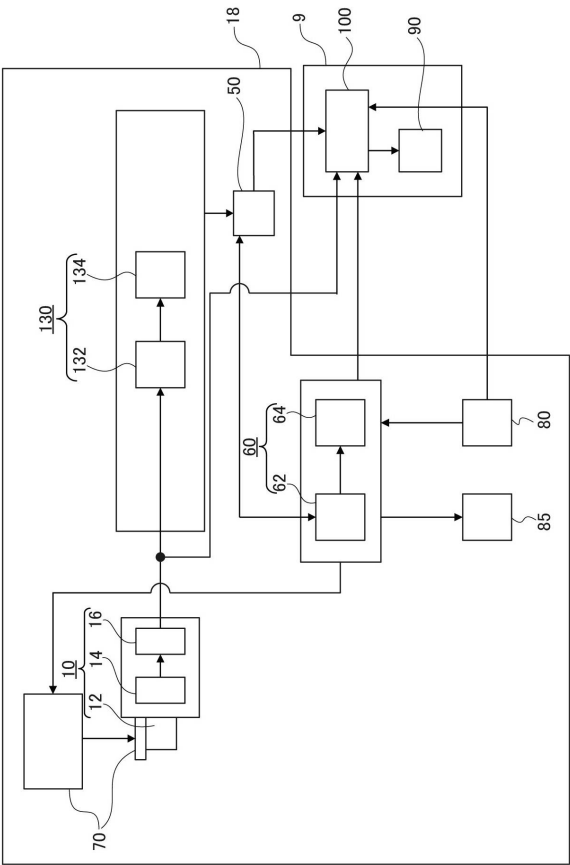
【図 19】



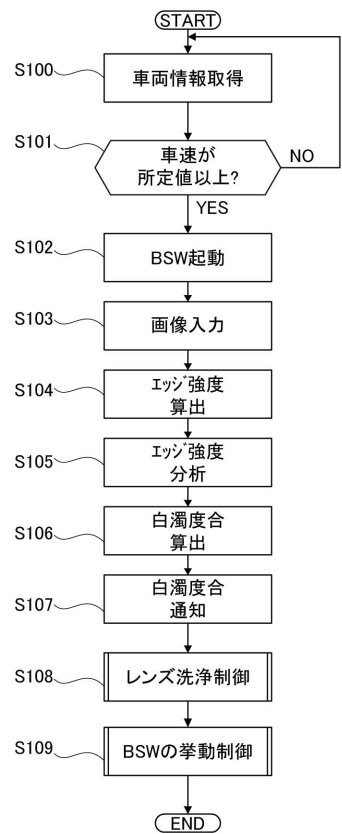
【図 20】



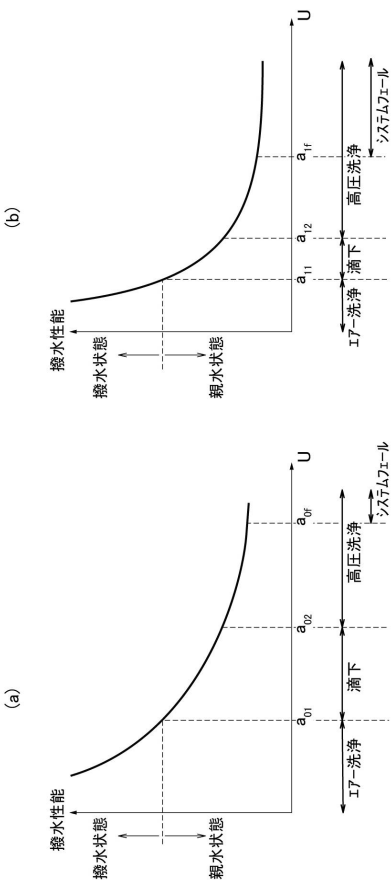
【図 21】



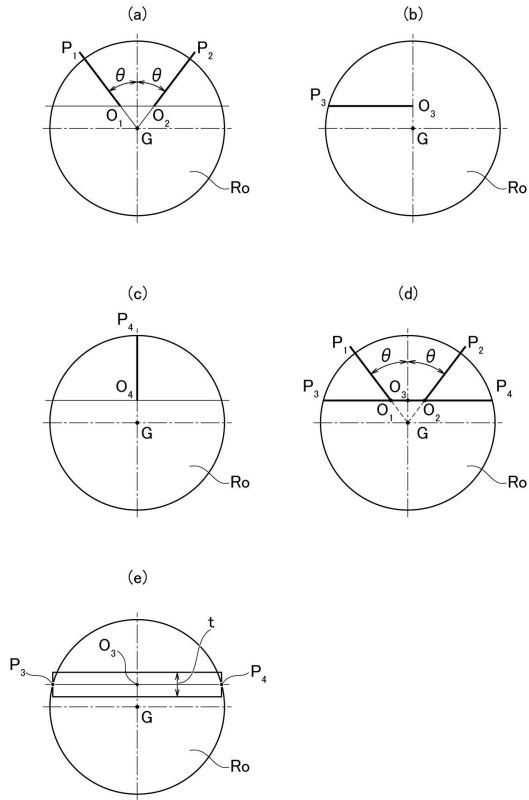
【図 22】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

- (72)発明者 村松 彰二
埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2 クラリオン株式会社内
- (72)発明者 竹村 雅幸
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 早川 泰久
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地日産自動車株式会社内
- (72)発明者 深田 修
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地日産自動車株式会社内
- (72)発明者 宇田川 玲
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

審査官 藤原 敬利

- (56)参考文献 特開2007-159021(JP, A)
特開2009-248661(JP, A)
特開平11-126248(JP, A)
特開2008-288720(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	5/222 - 5/257
B60S	1/00 - 1/68
H04N	7/18