

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4326999号
(P4326999)

(45) 発行日 平成21年9月9日 (2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日 (2009.6.19)

(51) Int.Cl.			F I		
GO 1 N	21/17	(2006.01)	GO 1 N	21/17	E
B 6 O R	1/00	(2006.01)	B 6 O R	1/00	A
B 6 O S	1/08	(2006.01)	B 6 O S	1/08	H
GO 1 N	21/94	(2006.01)	GO 1 N	21/94	
GO 1 W	1/11	(2006.01)	GO 1 W	1/11	H
請求項の数 37 (全 23 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2004-106853 (P2004-106853)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成16年3月31日 (2004.3.31)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2005-195566 (P2005-195566A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成17年7月21日 (2005.7.21)	(74) 代理人	100091096
審査請求日	平成18年7月12日 (2006.7.12)		弁理士 平木 祐輔
(31) 優先権主張番号	特願2003-207237 (P2003-207237)	(72) 発明者	武長 寛
(32) 優先日	平成15年8月12日 (2003.8.12)		茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		式会社 日立製作所 日立研究所内
(31) 優先権主張番号	特願2003-414076 (P2003-414076)	(72) 発明者	大塚 裕史
(32) 優先日	平成15年12月12日 (2003.12.12)		茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		式会社 日立製作所 日立研究所内
		(72) 発明者	村松 彰二
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガラスに向けて光を照射する第1の光源と、
前記ガラスに付着した異物によって反射された前記第1の光源からの光を撮像する撮像素子と、
前記ガラスと前記撮像素子の間に設けられ前記反射光の特定波長を透過する光学フィルタと、
前記撮像素子で撮像した画像を処理する画像処理装置と、
を備え、

前記撮像素子の前方にレンズを有し、当該レンズの焦点は前記ガラスの位置よりも遠方に設定されていることを特徴とする画像処理システム。

【請求項 2】

請求項1記載の画像処理システムにおいて、前記撮像素子は、前記光学フィルタを介して光を受光する領域と、前記ガラスを透過した外光を前記光学フィルタを介さずに受光する領域とを有することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 3】

請求項1記載の画像処理システムにおいて、前記光学フィルタと前記ガラスの間に赤外線カットフィルタを備えることを特徴とする画像処理システム。

【請求項 4】

請求項1記載の画像処理システムにおいて、前記ガラスは自動車のフロントガラスであ

り、前記ガラスに向けて光を照射する第2の光源を備え、前記撮像素子は前記ガラスに付着した異物によって反射された第1の光源からの光を撮像すると共に前記ガラスに付着した異物によって反射された第2の光源からの光を撮像し、前記光学フィルタは可視領域より長波長側であって前記撮像素子に検出される波長域の光を透過することを特徴とする画像処理システム。

【請求項5】

請求項4記載の画像処理システムにおいて、前記第2の光源は自動車の運転室内のダッシュボード上に設けられていることを特徴とする画像処理システム。

【請求項6】

請求項4記載の画像処理システムにおいて、前記画像処理装置は、前記第1の光源から照射された光によって前記ガラスの外面に付着した雨滴を検出し、前記第2の光源から照射された光によって前記ガラスの内面に付着した曇りを検出することを特徴とする画像処理システム。

10

【請求項7】

請求項4記載の画像処理システムにおいて、前記画像処理装置と、前記第1の光源と、前記第2の光源をケースの中に配置し、前記ケースと前記ガラスの間に空気流通通路を設けたことを特徴とする画像処理システム。

【請求項8】

請求項4記載の画像処理システムにおいて、前記ガラスに付着した異物の検出とともに先行車両のテールランプを検出することを特徴とする画像処理システム。

20

【請求項9】

請求項4記載の画像処理システムにおいて、前記光学フィルタの光学特性を当該光学フィルタの領域によって異ならせたことを特徴とする画像処理システム。

【請求項10】

請求項9記載の画像処理システムにおいて、前記光学フィルタの一部を赤外光をカットする赤外カット領域とし、前記赤外カット領域以外の少なくとも一部を赤外領域に透過率のピークを持つ赤外バンドパス領域としたことを特徴とする画像処理システム。

【請求項11】

請求項10記載の画像処理システムにおいて、前記光学フィルタは、前記ガラスと前記撮像素子の間に設置された状態において、上側に前記赤外バンドパス領域を有することを特徴とする画像処理システム。

30

【請求項12】

請求項10記載の画像処理システムにおいて、前記光学フィルタは、前記ガラスと前記撮像素子の間に設置された状態において、上側に前記赤外バンドパス領域を有し、下側に前記赤外カット領域を有することを特徴とする画像処理システム。

【請求項13】

請求項10記載の画像処理システムにおいて、前記撮像素子の前方にレンズを有し、前記レンズは、前記光学フィルタと同じ光学特性を有するコーティングが施されていることを特徴とする画像処理システム。

【請求項14】

40

請求項10記載の画像処理システムにおいて、前記光学フィルタと同じ光学特性を有するコーティングを前記撮像素子の前方に設けられたカバー部に施したことを特徴とする画像処理システム。

【請求項15】

請求項10記載の画像処理システムにおいて、前記画像処理装置は、前記赤外バンドパス領域で撮像された画像を処理して雨滴検知を行うことを特徴とする画像処理システム。

【請求項16】

請求項10記載の画像処理システムにおいて、前記画像処理装置は、前記赤外カット領域で撮像された画像を処理して先行車を検知することを特徴とする画像処理システム。

【請求項17】

50

請求項 10 記載の画像処理システムにおいて、前記画像処理装置は、前記赤外カット領域で撮像された画像を処理して車線検出を行うことを特徴とする画像処理システム。

【請求項 18】

請求項 4 記載の画像処理システムにおいて、前記撮像素子の視野は水平方向よりも下を向いていることを特徴とする画像処理システム。

【請求項 19】

請求項 4 記載の画像処理システムにおいて、前記画像処理装置は前記撮像素子で撮像した画像を処理して雨量を検知し、検知された雨量に基づいて自動車のワイパーあるいはウォッシャーを制御することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 20】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、自動車のシフトレバーがパーキングの状態を検知した場合は、ワイパーの制御を禁止することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 21】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、ワイパーを制御する雨量の判定閾値を自動車の走行速度に応じて変更することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 22】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、ワイパーの起動後、所定の待ち時間が経過した後、検知された雨量に基づくワイパーの制御を開始することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 23】

請求項 22 記載の画像処理システムにおいて、自動車の走行速度と雨滴の径のうち少なくとも一つを用いて前記待ち時間の長さを制御することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 24】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、前記画像処理装置は、前記第 2 の光源から照射された光の反射光によって前記ガラスの内面に付着した曇りを検出し、前記ガラスの内側に曇り付着がない時に、検出された雨量に基づいてワイパーあるいはウォッシャーを制御することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 25】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、前記ワイパーを駆動するモータのトルクを検知して、ガラスの撥水状態あるいはワイパーのブレードの傷み状態を判定することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 26】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、検知した雨量に基づいてフォグランプの点灯制御を行うことを特徴とする画像処理システム。

【請求項 27】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、検知した雨量に基づいてヘッドランプのハイビーム点灯を制御することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 28】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、外光の明るさを計測し、計測された明るさに応じてワイパーの動作速度を変更することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 29】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、検知した雨量と雨の粒径のうち少なくとも一つを用いて前記ワイパーの間欠時間を制御することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 30】

請求項 19 記載の画像処理システムにおいて、自動車の走行速度に応じて前記ワイパーの間欠時間を制御することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 31】

請求項 4 記載の画像処理システムにおいて、前記ガラスからの反射輝度を計測し、計測された輝度を用いて前記ガラスの汚れ及び / 又は雨滴を判定することを特徴とする画像処理システム。

10

20

30

40

50

【請求項 3 2】

請求項 3 1 記載の画像処理システムにおいて、汚れを検知したときワイパーを駆動し、ワイパー駆動後更に同じ位置に汚れを検知したときウォッシャーを制御することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 3 3】

請求項 4 記載の画像処理システムにおいて、前記ガラスの雨付着状態を検知して、ガラスの撥水状態あるいはワイパーのブレードの傷み状態を判定することを特徴とする画像処理システム。

【請求項 3 4】

請求項 4 記載の画像処理システムにおいて、鏡を有し、前記第 2 の光源から照射された光が前記ガラスで反射されたのち鏡で反射され、更に前記ガラスで反射して前記撮像素子に入射することを特徴とする画像処理システム。

10

【請求項 3 5】

請求項 4 記載の画像処理システムにおいて、
前記第 2 の光源は、複数の発光体をアレイ状に配置されたものであって、
前記撮像素子は、前記ガラスに付着した曇りによって反射された前記第 2 の光源からの
光を撮像し、

前記画像処理装置は、前記画像を処理して、前記曇りの前記ガラスへの付着程度、前記曇りの進行方向、前記曇りの前記ガラスへの付着速度の少なくとも一つを計測することを特徴とする画像処理システム。

20

【請求項 3 6】

請求項 1 記載の画像処理システムにおいて、前記光学フィルタは前記ガラスの透過率が所定値以上で撮像素子の感度も高い波長域の光を透過するものであることを特徴とする画像処理システム。

【請求項 3 7】

請求項 3 6 記載の画像処理システムにおいて、前記光学フィルタは可視光領域の波長を透過することを特徴とする画像処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、各種のウィンドウガラスの表面に付着する異物を検出するに適した画像処理システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

車両、船舶、航空機等に用いられるガラス或いは一般建造物の窓ガラス等の各種のウィンドウガラスの表面に付着する雨滴等の液滴及び曇りや塵などは、ウィンドウガラスを通した視認性を低下させる。従来、ウィンドウガラスに付着した異物を画像処理システムによって検出し、その後、各種手段によってウィンドウガラスに付着した異物を除去する方法が知られている。

【0003】

40

特許文献 1 には、2 つの光源でウィンドウガラスを照射して、ウィンドウガラスからの反射光を撮像素子で検出し、反射光の強さからウィンドウガラスの外表面に付着した雨滴とウィンドウガラスの内表面に付着した曇りを検出する方法が記載されている。特許文献 2 には、画像処理システムの構成を簡略化するために、1 つの光源とレンズを用いてウィンドウガラスを照射し、ウィンドウガラスからの反射光を撮像素子で検出して、ウィンドウガラスの外表面に付着した異物を検出する方法が記載されている。また、特許文献 3 には、一台の車載カメラの前方にあるフィルタをモータを用いて機械的に出し入れして複数の条件で画像を取得し、ウィンドウガラスの外表面に付着した異物を検出する方法が記載されている。

【0004】

50

【特許文献１】特公平０７－８９０９９号公報

【特許文献２】特表２００１－５１６６７０号公報

【特許文献３】特開平１１－１６０７７９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら上記従来技術は、２つの光源の反射光を検出するため、撮像素子の独立した領域に反射光をあてる必要があり、そのための光学系が必須となって装置の簡略化が困難であり、また太陽光など外光の影響を除去できないという課題があった。また１つの光源からの反射光を検出する方法は、ウィンドウガラスの外側からの反射光か内側からの反射光かの判別が困難であり、またレンズの焦点をウィンドウガラスにあわせているため自車両前方の白線や先行車両などを同時に検出することが困難であるという課題があった。また、上記の従来技術では、複数の条件で同時刻の映像を取り込むことや、複数の条件の映像を時間的に連続して取り込むことが出来ない。また、今後は短時間で多数の情報を取得し、高速画像処理を行うために、撮像装置や処理装置の高速化が予想されるが、上記従来技術では機械系の動作が介在するため高速画像処理に対応することは難しい。また、自動車に搭載される製品は、幅広い温度変化や湿度変化の厳しい環境に耐える高い品質が要求されており、上記従来技術のように機械的な可動部を有するものは信頼性の面でも好ましくない。

【０００６】

本発明は、上記の問題点を鑑みてなされたもので、機械的な可動部を用いることなく、一台のカメラを用いて複数の条件の画像を撮像しウィンドウガラスに付着した異物を精度よく検出できる画像処理システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記目的は、ガラスに向けて光を照射する光源と、光源から照射された光がガラスに付着した異物に反射した反射光を撮像する撮像素子と、撮像素子で撮像した画像を処理する画像処理装置を備え、ガラスと撮像素子の間に、反射光の特定波長を透過する光学フィルタを設けて画像処理システムを構成することにより達成される。光学フィルタは、例えばウィンドウガラスの透過率が所定値以上で撮像素子の感度も高い波長域の光を透過するような特性のものをを用いる。あるいは、可視領域の波長をカットし、可視領域より長波長側で撮像素子が感度を有する波長域の光を透過するような特性のものをを用いる。光学フィルタは、一枚のフィルタの光学特性をフィルタの領域によって異ならせてもよく、あるいは、撮像素子の前に設けられるレンズ又はレンズカバーの特性を上記フィルタと同様の光学特性としてもよい。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、簡略化された構成により、太陽光や周辺光、昼夜に影響されずに、ウィンドウガラスの外側に付着した雨滴と内側に付着した曇りを簡単に分離して検出することができる。また、可動部を設けることなく、一台の撮像装置を用いて複数の条件の画像を撮像できるため、一台の撮像装置の情報に基づいて複数の機能を実現でき、更に撮像装置の小型化にも寄与する。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００９】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。ここでは、主に自動車に適用した場合の実施例について説明する。

【００１０】

図１に、本発明による画像処理システムの一例の模式図を示す。図１（ａ）は側断面図、図１（ｂ）は自動車のウィンドウガラス側から見た正面図である。

【００１１】

本実施例の画像処理システムは、画像処理装置 1 , 第 1 の光源 2 , 第 2 の光源 3 で構成され、第 1 の光源 2 , 第 2 の光源 3 の発光タイミングは画像処理装置 1 によって制御されている。画像処理装置 1 は、自動車の室内側に、ウィンドウガラス（フロントガラス）4 に対向するように設置されている。第 1 の光源 2 は画像処理装置 1 の側方に配置され、ウィンドウガラス 4 に向けて光を放射する。一方、第 2 の光源 3 は下方からウィンドウガラス 4 を照射する。

【 0 0 1 2 】

画像処理装置 1 に設けられた駆動回路を用いて、第 1 の光源 2 がウィンドウガラス 4 に向けて発光する。第 1 の光源 2 が発した光は、ウィンドウガラス 4 が清浄な場合、ウィンドウガラス 4 を透過する。また、ウィンドウガラス 4 によって反射された光は下方に向い、画像処理装置 1 に入射しない。しかし、ウィンドウガラス 4 の外側に雨滴 8 が付着している場合、第 1 の光源 2 が発した光は、雨滴 8 によって反射される。第 1 の光源 2 の横には、画像処理装置 1 のレンズ 1 0 が配置されている。このため、雨滴 8 で反射した光は、画像処理装置 1 のレンズ 1 0 を通り、所定の光学特性を有する光学フィルタ 2 0 を介して撮像素子 3 0 に入射する。ウィンドウガラス 4 の外側に雨滴 8 が付着していない場合に、第 1 の光源 2 が発した光は、ウィンドウガラス 4 を透過して直進し、撮像素子 3 0 に入射することはない。図 2 (a) に、ウィンドウガラス 4 の外側に多量の雨滴が付着した時に撮像素子 3 0 で撮影した画像の例を示す。雨滴は円形に近い形状として撮影される。特に、ウィンドウガラス 4 に撥水性を持たせておけば、雨滴はより円形に近い形状で撮影することができる。

【 0 0 1 3 】

次に、第 2 の光源 3 は、画像処理装置 1 の下方である自動車内のダッシュボード 6 上に配置されている。画像処理装置 1 に設けられた駆動回路を用いて、第 2 の光源 3 がウィンドウガラス 4 に向けて発光する。第 2 の光源 3 が発した光は、ウィンドウガラス 4 の内側で全反射し、反射光が画像処理装置 1 のレンズ 1 0 を通って撮像素子 3 0 に入射する。しかし、ウィンドウガラス 4 の内側に曇り 1 2 が付着している場合は、第 2 の光源 3 が発した光は曇り 1 2 で散乱し、一部の光が画像処理装置 1 のレンズ 1 0 を通り、光学フィルタ 2 0 を介して撮像素子 3 0 に入射する。ウィンドウガラス 4 の上部が曇っている時に撮像素子 3 0 で撮影した画像の例を図 2 (b) に示す。曇りにより前方の視界が妨げられる。

【 0 0 1 4 】

図 1 の実施例では、画像処理装置 1 からダッシュボード 6 上に配置した第 2 の光源 3 まで制御信号線が必要であり、制御信号線が長くなる。図 3 に本発明の他の実施例を示す。図 3 では、本発明の画像処理システムをコンパクト化するために、画像処理装置 1 , 第 1 の光源 2 , 第 2 の光源 3 を同一のケース 5 の中に組み込んで画像処理システムを構成している。

【 0 0 1 5 】

更に、他の実施例を図 4 に示す。本実施例では、第 2 の光源 3 も画像処理装置 1 の側方に配置し、第 2 の光源 3 からの光がウィンドウガラス 4 で反射されるケース 5 の位置に鏡 6 0 を配置している。本実施例では、第 2 の光源 3 が照射した光は、ウィンドウガラス 4 で反射して鏡 6 0 に入射してそこで反射され、更にウィンドウガラス 4 で反射されて画像処理装置 1 の撮像素子 3 0 に入射する。鏡 6 0 は、ケース 5 内に設置するのではなく、ダッシュボードに設置してもよい。なお、第 2 の光源 3 からの光は鏡 6 0 で反射されて画像処理装置 1 のレンズ 1 0 に入射するが、第 1 の光源 2 からの光は鏡 6 0 で反射されて画像処理装置 1 のレンズ 1 0 に入射することがないように、第 1 の光源 2 、第 2 の光源 3 及び鏡 6 0 の配置を決める。

【 0 0 1 6 】

図 3 に示した画像処理システムでは、第 2 の光源 3 が発した光をウィンドウガラス 4 の内側で全反射させ、撮像素子 3 0 に入射させるためには、第 2 の光源 3 をウィンドウガラス 4 の近くに配置する必要がある。ケース 5 によって画像処理装置 1 や第 1 の光源 2 , 第 2 の光源 3 を囲んでしまうと、ウィンドウガラス 4 のほかの部分で曇りが発生しても画像

処理システム付近のウィンドウガラス 4 では、曇りの発生が妨げられる可能性がある。そこで、ケース 5 に空気流通用の通路 11 を設けることで、ウィンドウガラス 4 の他の部分で曇りが発生した場合、画像処理システム付近のウィンドウガラス 4 にも曇りが発生するようにしている。

【0017】

図 1, 図 3, 図 4 の実施例では、画像処理装置 1 と第 1 の光源 2 と第 2 の光源 3 を用いて構成しているが、画像処理装置 1 と第 1 の光源 2 とを用いて構成してもよいし、あるいは画像処理装置 1 と第 2 の光源 3 を用いて構成してもよい。

【0018】

本発明の実施例で用いる第 1 の光源 2 及び第 2 の光源 3 の発光色としては、可視光や赤外光を用いればよい。もし、自動車に搭載できる光源の波長に規制がある場合は、ウィンドウガラス 4 の透過率のよい波長の中から特定波長を選択すればよい。例えば、図 5 (a) に示すウィンドウガラス 4 の透過率 32 が所定値 (図 5 (a) では 70%) 以上で撮像素子 30 の感度 31 も高い波長 (波長 f_c 以下。具体的には 400 ~ 600 nm の中の可視光領域の波長) を選べば良い。あるいは、対向車や歩行者を眩惑しないようにするためには、可視光より波長が長くて撮像素子 30 の受光感度 31 がおよぶ範囲の波長 f_0 (例えば 800 ~ 1000 nm の中の赤外光領域の波長) を選べば良い。このようにして選択した第 1 の光源 2 及び第 2 の光源 3 の波長に対応して光学フィルタ 20 の特性を選択すれば良い。すなわち、後者の赤外光領域の波長を持つ光源を選択した場合は、可視領域の波長をカットし、可視領域より長波長側で撮像素子が感度を有する波長域の光を透過するよ

【0019】

光学フィルタ 20 の構成例を図 6 に示す。図 6 (a) は、撮像素子 30 の光が入射する側の面を、特定波長を透過するバンドパスフィルタ 21 で覆った例である。これは、雨滴、曇りのみを検知する場合の例で、特定波長の光を光源 2 あるいは光源 3 より照射して、その波長の光のみを受光できるので、外光の影響を受けることがない。図 6 (b) は、図 6 (a) と同じ側の片面でも、一部領域のみをバンドパスフィルタ 21 で覆った例である。図 6 (a) は撮像素子 30 で特定波長の光しか受光できないが、図 6 (b) は特定波長だけでなく、その他の波長の光も受光できるため、ウィンドウガラス 4 を通して車外の画像を撮像して処理することができる。更に、ウィンドウガラス 4 の赤外光透過率が大きい場合は、外光である太陽光による影響を軽減するため、図 6 (c) に示すように図 6 (a), 図 6 (b) のバンドパスフィルタ 21 の光入射側に赤外光カットフィルタ 22 を配置してもよい。また、図 6 (d) のように 1 つの光学フィルタ 20 に赤外光カットフィルタとバンドパスフィルタの領域を持つようにしても良い。ここで、赤外光カットフィルタとバンドパスフィルタ (波長 f_c) の透過率の例を図 5 (b) に示す。バンドパスフィルタとしては、例えば中心透過波長 f_c が 850 nm で、透過率が半分になる波長の幅すなわち半値幅が ± 20 nm の波長を通すものを用いることができる。

【0020】

図 6 (d) に示したように、撮像素子 30 の一部領域に赤外光カットフィルタを通った光を入射させ、他の領域にバンドパスフィルタを通った光を入射させると、ウィンドウガラス 4 に付着した雨滴や曇りの検知だけでなく、車両や車線など他の物体の検知を行うことが可能であり、その実施例を図 7 に示す。本実施例は、ヘッドライトの配向制御機能と雨滴検知機能を一台の撮像装置で同時に成立させる場合を示す。図 7 (a) に示すように、車載用画像処理装置は車両前方に設置され、フロントガラス越しに前方の景色を撮影し、撮像素子 30 によって図 7 (b) のような画像を取り込む。配光制御機能は図 7 (b) の画像から画像処理を行い、図 7 (c) のように先行車 210 のテールライト 230 及び対向車 220 のヘッドライト 240 を抽出する。そして図 7 (c) の画像から先行車及び対向車の位置を計測し、先行車及び対向車の位置に応じて自車のヘッドライトの配向を制御する機能である。なお、250 は地平線である。

【0021】

従って、図 7 (b) のように、遠方の車両のヘッドライト及びテールライト、近傍の車両のヘッドライト及びテールライトが映る撮影範囲が配向制御機能を実現する上で必要な画像処理範囲となる。ここで、先行車を認識する際に、先行車のテールライトで先行車の有無を判断する必要があるが、対向車のヘッドライトと比べて光量が小さく、また街灯など外乱となる光が多数存在するため、輝度のみからテールライトを検出するのは困難であり、テールライトの赤色を認識する必要がある。

【 0 0 2 2 】

しかしながら、赤色を認識するために撮像素子 3 0 としてカラー撮像素子を用いる場合、カラー撮像素子は赤外領域にも感度を持つので、単に撮像素子のみで画像を取り込んだ場合、得られる画像データは全体的に赤くなってしまう、テールライトの赤色を示す部分を抽出することが困難である。そこで、例えば図 8 のような赤外光をカットする特性をもつフィルタを、図 7 (a) の光学フィルタ 2 0 の位置か、又はレンズ 1 0 の前方に設置することで、赤色とそれ以外の色の区別をすることが容易になる。これにより、外乱となる他の色の光を除去できるため、テールライトの検出精度を向上させることができる。ここで、図 8 のような赤外光をカットする特性を持つフィルタはカットする波長 x や透過率の低下の仕方などは、それぞれの用途や撮像素子の性能、図 5 に示すウィンドウガラス 4 の透過率などに適した特性のものを選択する。典型的には、図 8 の波長 x は約 6 0 0 n m とすればよい。

【 0 0 2 3 】

以下では、光源 2 の波長として赤外波長、例えば 8 5 0 n m とする。赤外波長の光を照射する光源 2 は、例えば発光ダイオード (L E D) や半導体レーザなど種々のものが利用可能である。ここで赤外波長の光を照射する光源 2 は、例えば図 9 (a) に示すように、ウィンドウガラス 4 に付着した雨滴 8 で反射した光が撮像素子 3 0 に入射する角度に設置し、フロントガラス 4 に向けて出射する赤外波長の光 4 3 は放射状の光でも平行光でも良い。

【 0 0 2 4 】

ここで、水滴に反射した赤外波長の光をそのまま検出しようとする、赤外波長の光を照射する光源 2 は、例えば太陽光など膨大な光量を持つ外乱光よりも照射する光を明るくしなければならないという問題がある。

【 0 0 2 5 】

そこで、例えば図 9 (b) に示すように、光源 2 の発光波長よりも短い波長の光をカットするようなフィルタか、もしくは図 9 (c) のような、透過率のピークを光源 2 の発光波長とほぼ一致させたバンドパスフィルタを、図 9 (a) における光学フィルタ 2 0 の位置かレンズ 1 0 の前方に設置する。これにより、必要となる光源 2 の発光波長以外の光を除去し、検出される光源 2 の光量を相対的に大きくできる。ここで図 9 (b) でカットする波長 y や透過率の低下の仕方、また、図 9 (c) でバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 z や透過率、半値幅などの特性はそれぞれの用途や撮像装置の性能などに適したものを選択すればよい。このようなフィルタを用いて撮像素子 3 0 で撮影した雨滴の画像の例を図 9 (d) に示す。

【 0 0 2 6 】

図 1 0 は、領域によって光学特性を異ならせたフィルタ例を示す図である。例えば画面上部 2 / 3 で配光制御を、画面下部 1 / 3 で雨滴検知を行うように画像処理を行う領域に分け、これら二つの機能を同時に成り立たせるために、一枚のフィルタに赤外カット特性を持つ領域 (以下、「赤外カット領域」と称する) 5 1 a と赤外領域に透過率のピークを有するバンドパス特性を持つ領域 (以下、「赤外バンドパス領域」と称する) 5 2 a を分けて作成する。例えば図 1 0 (a) のような構成である。このようなフィルタを一枚使うことで、従来は機能の数だけ必要であった撮像部が一つで済むようになり、大幅な小型化、コスト低減が可能となる。

【 0 0 2 7 】

また、フィルタを一枚にすることで、フィルタ間の反射が低減され、画像処理に不利と

10

20

30

40

50

なる外乱光を減らすことができる。また、機械的な可動部が無くなり、フィルタが固定となるため、画像を取り込む速度が高速になっても複数の映像を連続時間的に撮り込むことが可能となる。

【 0 0 2 8 】

ここで、フィルタの領域の分け方は図 1 0 (b) ~ (d) に示すように、様々な方法を取ることができる。しかしながら図 7 に示すように、対向車のヘッドライト及び先行車のテールライトは、主として画面上部に写ることが多く、画面下部には自車近傍の路面が写るのが通常であるから、配光制御においては画面上部の情報が重要であり、画面下部の情報はあまり重要でない。よって、配光制御機能と雨滴検知機能を両立させる場合には、上記のように画面下部を雨滴検知用の赤外バンドパス領域とし、残りの領域を配光制御用の赤外カット領域とする図 1 0 (a) の構成が好適である。

10

【 0 0 2 9 】

図 1 0 (a) に示す光学フィルタ 2 0 を有する撮像装置を図 1 1 に示す。また光学フィルタ 2 0 を図 1 1 に示すような撮像装置に取り付けた場合に取得される映像を図 1 2 に示す。ここでレンズ 1 0 の特性により、撮像対象となる実際の光景と撮像素子 3 0 に集光された映像とでは天地が逆になる。そこで、画面下部を雨滴検知用の赤外バンドパス領域とするためには、光学フィルタ 2 0 の天側を赤外バンドパス領域 5 2 a とする。この撮像装置を用いて撮影した車両と雨滴の画像の例を図 1 2 に示す。

【 0 0 3 0 】

撮像部を上記のような構成とし、画像処理部において、赤外バンドパス領域を透過した光が集光する画像（以下、「撮像素子上の赤外バンドパス領域」と称する）を用いて雨滴検知を行い、赤外カット領域を透過した光が集光する画像（以下、「撮像素子上の赤外カット領域」と称する）を用いて配光制御を行うことで、一枚のフィルタで、機械的可動部を設けることなく、雨滴検知機能と配光制御機能の両立を実現する事が出来る。

20

【 0 0 3 1 】

ここで撮像部は、図 1 1 に示すように、光学フィルタ 2 0 と撮像素子 3 0 との間に空隙がある構成としてもよいが、光学フィルタ 2 0 を撮像素子 3 0 に密着させる構成とした方が、光学フィルタ 2 0 上の領域の境界と、撮像素子 3 0 上の領域の境界を一致させやすくなる。

【 0 0 3 2 】

なお、撮像素子 3 0 上の赤外カット領域及び赤外バンドパス領域は、撮像素子 3 0 の画素の番号によって定めることが出来る。すなわち、図 1 0 (a) の例であれば、撮像素子 3 0 の上端から例えば N 画素目までを赤外バンドパス領域とし、撮像素子 3 0 の下端から例えば M 画素目までを赤外カット領域とすることも出来る。

30

【 0 0 3 3 】

また、赤外光バンドパス領域を透過して撮像素子 3 0 に入射する光の光量は、赤外カット領域を透過して入射する光の光量よりも小さい。このため、走行環境、光線状態によっては、撮像装置のシャッタ速度を赤外カット領域の撮像素子 3 0 が飽和しないようなシャッタ速度に設定すると、赤外光バンドパス領域の画像は露光不足により暗くなるため、自車近傍にいる車両のテールライトやヘッドライトが見えなくなる場合もある。そこで、図 1 3 (a) に示すように、撮像部と画像処理部からなる画像処理装置 1 を水平方向から前傾させることで、図 1 3 (b) に示すように遠方の車両のテールライト及びヘッドライト、近傍の車両のテールライト及びヘッドライトが、赤外カット領域に写るようになり、配光制御機能を成立させることができる。ここで、前傾させる角度は車両の高さ、レンズ 1 0 及び撮像素子 3 0 の大きさ及び配置等に依存するが 7 ° 程度が好適である。また、撮像部だけを前傾させる構成としても良く、あるいはレンズの画角を下側に拡大し、撮影範囲を広げる構成としても同様の効果が得られる。

40

【 0 0 3 4 】

他の実施例として、車線検知機能と雨滴検知機能を同時に成立させる場合について説明する。まず雨滴検知機能を実現するためには、既に述べたように、図 1 0 (a) に示すよ

50

うにフィルタの上部を赤外バンドパス領域とすればよい。

【 0 0 3 5 】

一方、車線検知機能を実現するためには自車近傍の車線を検出することが特に重要である。なぜなら図 1 4 に示すように、車線は、直線 8 1 だけでなくカーブ 8 2 があるため、遠方になるほど画面内での車線の移動量が大きくなるが、逆に自車近傍の車線は車線内を走行しているときには画面内での移動量が小さいという特徴があるからである。

【 0 0 3 6 】

よって、上記のようにフィルタの上部を赤外バンドパス領域とすると、車線検出機能で特に重要となる自車近傍の画像情報は画面の下側に写るので、フィルタの上部すなわち赤外バンドパス領域を透過して撮像素子 3 0 に入射することになるが、車線の画像情報は可視光領域の波長であるため、上記のバンドパス特性によって減衰されて透過光量が低くなり、特に夜間の車線検出が困難になる。

【 0 0 3 7 】

上記に加えて、車線形状からカーブも検知しようとする、自車近傍のみならず遠方の車線も検出する必要があるため、車線検出においては遠方の画像も不要な情報ではなく、赤外バンドパス領域をフィルタの下部に設置して、この領域を用いて雨滴検知を行うことも望ましくない。

【 0 0 3 8 】

そこで、図 1 3 (a) に示すように画像処理装置 1 を例えば 7 ° 前傾させると、図 1 3 (c) に示すように、遠方から自車近傍までの車線全てを、赤外バンドパス領域外に映すことができ、雨滴検知機能と車線検知機能を同時に実現することが可能となる。ここで、傾けるのは撮像部のみでもよい。また、画角の広いレンズを用いて撮影範囲を広げることでも、雨滴検知に必要な領域を確保しつつ、遠方から自車近傍までを映すことが可能となる。

【 0 0 3 9 】

通常、カメラを下に傾けていくと自車のボンネットが映りこみ、自車のボンネットで反射した太陽光や先行車のテールライトなどが外乱となり、車線検知や配光制御を行う上で不利な条件となる。しかし、例えば図 1 0 (a) のようなフィルタを用いるとバンドパスの特性により、外乱光を除去し、かつその領域を雨滴検知用の画像処理を行う領域に割り当てることができる。前記フィルタを用いることでこれまで画像処理には不向きとされていた領域での画像処理が可能となる。また、バンドパスの透過率と同じ発光波長である赤外光源を備え、照射することで、道路上にある障害物を検知したり、先行車の位置を特定したりすることも可能となる。

【 0 0 4 0 】

なお、これらの実施例では、最良の構成としてレンズ 1 0 と撮像素子 3 0 との間にフィルタを設ける構成を用いて説明したが、レンズ又はレンズの前面に取り付けられるレンズカバーを上記のフィルタと同様の光学特性を有する構成としても、同様の効果が得られる。

【 0 0 4 1 】

図 1 5 を参照して、本発明の画像処理システムを用いて、ウィンドウガラス 4 の外側に付着した雨滴とウィンドウガラス 4 の内側に付着した曇りを検出する方法について述べる。図 1 5 (a) は光源 2 及び光源 3 の発光回路構成例を示す図、図 1 5 (b) は発光タイミング、雨滴と曇り検出タイミングの例を画像の垂直同期信号に同期して示した図である。光源 2 を発光するには、画像処理装置 1 がトランジスタ 9 - 1 のベース電圧を制御することで光源 2 に所定の電流を流し、また、光源 3 を発光するには、トランジスタ 9 - 2 のベース電圧を制御することで光源 3 に所定の電流を流す。まず、ウィンドウガラス 4 の外側に付着した雨滴を検出する場合は、画像処理装置 1 が第 1 の光源 2 を発光させて、ウィンドウガラス 4 を照射する。ウィンドウガラス 4 の外側に雨滴が付着している場合は、雨滴によって第 1 の光源 2 が発した光が散乱して一部が反射光として撮像素子 3 0 に入射する。撮像素子 3 0 は入射光を画像として画像信号を生成する。その画像信号を画像処理ブ

10

20

30

40

50

ロセッサ（図示していない）に入力する。そして、その画像信号を画像処理プロセッサで処理することで、ウィンドウガラス４の外側に付着した雨滴を検出することができる。ここでは画像処理プロセッサを画像処理装置１の中に配置しているが、画像処理装置１とは別の装置として配置してもよい。

【００４２】

画像処理プロセッサによる雨滴検出プログラムのフローの一例を図１６（ａ）の処理では画像処理プロセッサは、ステップ１において、撮像素子３０から光源２を点灯したときの画像信号を入力する。そして画像信号に対して、ステップ２で、例えば公知であるラプラシアンフィルタを用いてエッジ検出処理を行う。このエッジ検出処理により雨滴の領域と、雨滴でない領域の境界を強調した画像を作成することができる。

10

【００４３】

次に、ステップ２で作成したエッジ画像に対して、ステップ３で円検出処理を実行する。円検出処理としては公知である一般化ハフ変換を行えばよい。ステップ３で円検出を行った後で、ステップ４で検出した円の個数を数える。次に、ステップ５で円の個数を雨量に変換して、雨量を求めて処理を終了する。

【００４４】

ウィンドウガラス４の外側表面に撥水処理を施しておけば、雨滴が円形となるので処理に好都合である。また、レンズ１０の焦点をウィンドウガラス４の位置でなく、遠方にフォーカスするようにしておけば、雨滴はぼやけて、より円形として撮像することができるため、より雨滴を検出しやすくなる。雨滴を円形として個々に区別できれば、所定時間毎の雨量を画像処理装置１で計算できる。

20

【００４５】

また、他の処理例として図１６（ｂ）に示す方法が考えられる。図１６（ｂ）では、画像処理プロセッサは、ステップ２１で光源２を点灯したときと消灯したときの画像信号を撮像素子３０から入力する。そしてそれらの画像信号に対して、ステップ２２で、輝度差を計算する。次に、ステップ２２で作成した輝度差に対して例えば平均値を求めて、ステップ２３で予め定めた閾値と大小判定処理を実行する。もし、輝度差が閾値より大きい場合は、ステップ２４で雨、汚れを検出したと判定し、ステップ２２で作成した輝度差からステップ２５で雨量に変換して、処理を終了する。もし、輝度差が閾値より小さい場合は、処理を終了する。この方法によれば、例えば霧雨のように雨滴が円形として撮像できない場合でも、雨量を検出することができる。

30

【００４６】

図１６（ａ）、（ｂ）の処理は独立に用いても良いし、組合せて用いても良い。組合せることで、より精度良く雨量を計測することができる。画像処理装置１内の記憶部に、図１６（ａ）、（ｂ）に示す処理フローのプログラムを記憶しておけばよい。

【００４７】

画像処理装置１は、図１６（ａ）、（ｂ）により計算した雨量に基づいて、ワイパーあるいはウォッシャーを制御することができる。ワイパー、ウォッシャーの制御構成例を図１７に示す。図１７は、ワイパー／ウォッシャー制御部１００、ワイパー１６０、ワイパー１６０を動かすモータ１５０及びウォッシャー制御部１７０で構成される。

40

【００４８】

ワイパー／ウォッシャー制御部１００でワイパー１６０を制御する処理フローの例を図１８に示す。図１８では、まずステップ１００でシフトレバーの位置がパーキングレンジ（Ｐレンジ）に入っているかどうかを判定し、Ｐレンジに入っていれば、ワイパー１６０の動作を禁止する（ステップ１０１）。これにより、洗車時のワイパー１６０の誤動作を防止できる。Ｐレンジに入っていない場合は、ステップ１１０に進んでワイパー１６０を起動する。

【００４９】

ステップ１１０でワイパー１６０を起動する方法の例を図１９に示す。図１９では、横軸に時間、縦軸に雨量をとり、雨量が閾値を超えたときワイパー１６０を起動する。ステ

50

ステップ 111 で車速 V が 0 かどうかを判定し、 $V = 0$ ならステップ 112 でワイパー 160 を起動する雨量判定閾値を大きくする。ステップ 116 で待ち時間を所定値とする。ステップ 111 で判定した車速が 0 でない場合は、雨量判定閾値を所定値かあるいは車速に応じて変更する。ステップ 113 では車速に応じて閾値を変更する。そして、ワイパー 160 を起動した後、次にワイパー 160 を起動するまでの待ち時間を計算する。ステップ 114 では車速 V に反比例した待ち時間としている (k は比例係数)。車速 V だけでなく、雨量や雨の粒径に応じて下式のように決めてもよい。ここで、 k_1 、 k_2 、 k_3 は比例係数である。

$$\text{待ち時間} = k_1 / \text{雨量} + k_2 * \text{粒径} + k_3 / \text{車速}$$

【0050】

この待ち時間により、ワイパーブレードが雨滴を払拭したことにより生じる雨の膜や雨に筋等を検出してすぐにワイパー 160 を起動しないようにすることができる。次に、ステップ 115 で待ち時間だけ待ち、ステップ 102 で雨量とワイパー 160 を起動する閾値とを比較する。雨量が閾値より大きい場合は、ステップ 103 でワイパー 160 を起動して、処理を終了する。雨量が閾値より小さい場合は、処理を終了する。

【0051】

また、他のワイパー起動方法の例を図 20 に示す。図 20 に示したステップ 120 は、図 18 のステップ 110 の代わりに用いることができるもので、ワイパー制御として用いられている間欠時間 (インターバル) を制御するものである。図 20 において、 k_4 、 k_5 、 k_6 は比例係数である。例えば、計測した雨量、雨の粒径を用い、インターバルを制御する。雨量が多いときや粒径が小さいときはインターバルを短くし、逆に雨量が少ないときや粒径が大きいときはインターバルを長くすればよい。このとき、自車の走行速度 V に応じてインターバルを変更してもよい。例えば、走行速度が早い場合は雨滴が風速によりウィンドウガラス 4 上を流れていくので、インターバルを長めにしてもよい。

【0052】

雨滴の実施例では粒径を計測しているが、これはウィンドウガラス 4 の撥水性がよいほど雨滴が円形に近くなり、粒径の計測しやすくなる。このウィンドウガラス 4 の撥水性の程度を、図 16 で入力した画像から、雨滴の形状、反射輝度等を用いて判定することができる。また、ワイパー 160 を起動した後の画像を入力して、拭き残しの雨滴の量や形状 (筋状の雨滴) などを検出すれば、ワイパー 160 のブレードの傷みを検出することもできる。これら検出した撥水性の程度やブレードの傷みは、図 17 のモータ 150 に流れる電流を検出して、モータ 150 のトルクを推定し、このトルクが大きくなったら撥水性が悪くなった、あるいはブレードの傷みが生じたと判定することもできる。そして、これら検出した撥水性の程度やブレードの傷みをドライバーに警報することで、常に良好な視界を確保することが可能となる。

【0053】

図 16 (b) で説明したステップ 24 で検出した雨や汚れでワイパー 160 を起動した後、同じに位置に更に検出した場合は、汚れがウィンドウガラス 4 に付着していると判定し、ウォッシャー制御部 170 を制御して水をウィンドウガラス 4 にかける制御を行ってもよい。

【0054】

また、画像処理装置 1 がワイパー 160 の払拭周期 (待ち時間やインターバル時間) を制御できるので、ワイパー 160 の払拭周期に応じて画像処理装置 1 が撮像素子 30 から画像を取得する周期を変更可能となり、雨量が少ない場合は長い周期で雨滴の検出処理を実行し、雨量が激しい場合は短い周期で雨滴の検出処理を実行することができ、画像処理の効率が向上する。

【0055】

更に、図 16 で入力した画像を基に街灯や車のライトによる外界の明るさを計測し、その明るさによりワイパー 160 の払拭周期を変えてもよい。例えば、明るいときに払拭周期を早くし、暗いときに遅くする。これにより、霧雨のような場合、街灯や車のライトが

10

20

30

40

50

雨滴で散乱して、視界が不良になるのを抑えることができる。

【 0 0 5 6 】

また、計算した雨量に基づいて、フォグランプの点灯 / 消灯あるいはハイビームの禁止 / 許可を制御することもできる。例えば、図 2 1 に示すように、雨量が多いときはフォグランプを自動点灯し、ハイビームを禁止すればよい。図 2 1 では、雨量が多いときにフォグランプが点灯していない場合は自動点灯するかあるいは点灯を促す警報をドライバーに出力し、フォグランプが点灯している場合はなにもしない。そして、ハイビームが点灯していなければ点灯禁止し、ハイビームが点灯している場合は自動消灯するかあるいは消灯を促す警報をドライバーに出力する。また、雨量が少ないときはフォグランプの点灯、消灯の制御は行わず、ハイビームについては先行車あるいは対向車の位置（距離、方向）に
10 応じて自動点灯、自動消灯の制御を行う。これにより、雨でヘッドライトの光が散乱するのを抑えることができ、視界を良好にすることができる。

【 0 0 5 7 】

次に、室内気温と外気温との差によってウィンドウガラス 4 の内側に付着した曇りを検出する場合は、画像処理装置 1 が第 2 の光源 3 を発光させて、ウィンドウガラス 4 を照射する。ウィンドウガラス 4 の内側に曇りがない場合は、ウィンドウガラス 4 の内側で第 2 の光源 3 からの光が全反射して撮像素子 3 0 に入射する。ウィンドウガラス 4 の内側に曇りがある場合は、曇りによって第 2 の光源 3 からの光が散乱して一部が反射光として撮像素子 3 0 に入射する。画像処理装置 1 内の記憶素子には、予めウィンドウガラス 4 の内側に曇りがないときの反射光の最大明るさを初期値として記憶しておく。そして、撮像素子
20 3 0 からの画像信号を入力し、画像の最大明るさを求め、記憶していた初期値との差分を画像処理プロセッサによって計算する。画像処理プロセッサによって計算された差分が大きい場合は、ウィンドウガラス 4 の内側に曇りが発生したと判定する。

【 0 0 5 8 】

図 2 2 に、曇り検出処理の一例のフローを示す。画像処理プロセッサは、ステップ 1 1 で第 2 の光源 3 を点灯してウィンドウガラス 4 を照明し、撮像素子 3 0 から画像信号を入力する。そしてステップ 1 2 で、画像信号からウィンドウガラス 4 の内側で反射した光の最大明るさを検出する。ステップ 1 3 で、検出した明るさと記憶素子に記憶した初期値との差分を算出する。ステップ 1 4 で、差分を曇り程度に変換することで、曇りが検出され、図 2 2 のフローを終了する。画像処理装置 1 がウィンドウガラス 4 の内側に付着した曇り
30 を検出した場合、画像処理装置 1 とエアコンディショナを連動させて、曇りを除去するために、自動車の室内の通風系、温度、風量等を制御する。

【 0 0 5 9 】

次に、本発明の他の実施例について説明する。画像処理システムにおいて、画像処理装置 1 が取得した画像を処理して外光の明るさを計測し、計測した外光の明るさに基づいて、例えば昼夜を判別して第 1 の光源 2 と第 2 の光源 3 が照射する位置を変更するように、第 1 の光源 2 と第 2 の光源 3 を画像処理装置 1 によって制御してもよい。

【 0 0 6 0 】

具体的に図 2 3 及び図 2 4 に示した模式図を用いて説明する。本実施例では、第 1 の光源 2 と第 2 の光源 3 を複数個の発光素子で構成する。図 2 3 及び図 2 4 の例では、2 個の
40 第 1 の光源 2 - 1 , 2 - 2 と 2 個の第 2 の光源 3 - 1 , 3 - 2 を用いる。

【 0 0 6 1 】

例えば、昼間であれば太陽光を含んだ周辺光が撮像素子 3 0 に入射されるため、第 1 の光源及び第 2 の光源が消灯しているタイミングで画像を撮像すると明るい画像が得られる。従って、撮像素子 3 0 で撮影した画像の明るさを画像処理プロセッサで解析すれば、昼夜を判別することができる。撮像素子 3 0 は前方を向いているので、自車両が走行する道路路面も画像中に含まれる。もし昼間であれば、撮像素子 3 0 で撮影した画像の中で、道路路面は暗い領域となる。そこで、撮像素子 3 0 が撮影した画像が暗い領域を含んでいれば、暗い領域を照射するように光源を選択してもよい。光源 2 - 2 は、撮像素子 3 0 のほぼ中心位置に配置された光源 2 - 1 よりもわずかに下方に設置され、画像の道路路面付近のウィ
50

ンドウガラス 4 を照射できるようにしてある。また光源 3 - 2 は、光源 3 - 1 よりもウィンドウガラス 4 側に配置され、画像の道路面付近のウィンドウガラス 4 を照射できるようにしてある。もし昼間であれば、図 2 4 に示した駆動回路において、光源 2 - 2 あるいは光源 3 - 2 が発光するようにトランジスタ 9 - 3 あるいはトランジスタ 9 - 4 のベース電圧を制御することで、光源 2 - 2 あるいは光源 3 - 2 に所定の電流を流すようにする。そうでなければ、光源 2 - 1 あるいは光源 3 - 1 が発光するようにトランジスタ 9 - 1 あるいはトランジスタ 9 - 2 のベース電圧を制御することで光源 2 - 1 あるいは光源 3 - 1 に所定の電流を流すようにする。この結果、太陽光など明るい周辺光の影響を少なくして、雨滴や曇りを検出することができる。

【 0 0 6 2 】

また、画像処理装置 1 が取得した画像を処理して外光の明るさを計測し、計測した外光の明るさに基づいて、第 1 の光源 2 と第 2 の光源 3 が照射する光の強さを変更する画像処理システムの制御方法も考えられる。自動車周辺の外光の強さは、上述した昼夜判定と同様に画像の明るさにより判別できる。そして、外光が明るい場合は光源の発光の強さを強くし、外光が暗い場合は光源の発光の強さを弱くする。本制御方式も図 2 4 の構成を用いて行うことができる。例えば、トランジスタ 9 - 1 , 9 - 2 , 9 - 3 , 9 - 4 のベース電圧を画像処理プロセッサによって制御することで、光源 2 - 1 , 2 - 2 , 3 - 1 , 3 - 2 に流す電流を制御でき、光源 2 - 1 , 2 - 2 , 3 - 1 , 3 - 2 の発光の強さを変更することができる。本制御方式を用いた画像処理システムによれば、昼間でも外光の影響を受けることなく雨滴、曇りを検出することができる。また、光源 2 - 1 , 2 - 2 , 3 - 1 , 3 - 2 に赤外光を用いる場合、夜は他車両や歩行者に幻惑を与えることなく雨滴、曇りを検出することができる。

【 0 0 6 3 】

また、本発明の他の実施例では、図 2 5 (a) に示すように、第 2 の光源 3 をアレイ状に配列した複数の光源によって構成する。図 2 5 (a) に示す例では、4 つの光源 3 - 1 1 , 3 - 1 2 , 3 - 1 3 , 3 - 1 4 で第 2 の光源 3 を構成している。図 2 5 (c) にはアレイ状に配列した複数の光源の点灯回路構成例を示す。図 2 5 (c) の回路では 4 つの光源 3 - 1 1 , 3 - 1 2 , 3 - 1 3 , 3 - 1 4 は同時に点灯するように制御される。あるいは、図 2 5 (d) に示す複数のトランジスタ 9 - 2 1 ~ 9 - 2 4 を用いて光源を点灯するようにしても良い。図 2 5 (d) の回路によれば、4 つの光源 3 - 1 1 , 3 - 1 2 , 3 - 1 3 , 3 - 1 4 は 1 個ずつ順番に点灯するように制御される。本実施例の光源を用いれば、ウィンドウガラス 4 における曇りの程度だけでなく、曇りの進行方向や曇り進行速度をも画像処理プロセッサなどを用いて計測することができる。

【 0 0 6 4 】

例えば、図 2 5 (b) に示すようにウィンドウガラス 4 の内側上部に曇りが発生した場合を考えると、ウィンドウガラス 4 からの反射光の明るさが、光源 3 - 1 1 からの反射光が最初に暗くなり、次に光源 3 - 1 2 からの反射光が暗くなり、続いて光源 3 - 1 3 , 光源 3 - 1 4 の順に反射光が暗くなっていったとすると、それはウィンドウガラス 4 の内側の曇りが光源 3 - 1 1 から光源 3 - 1 4 の方向に進行していることを表している。ウィンドウガラス 4 からの反射光が、光源 3 - 1 4 から光源 3 - 1 1 の順に暗くなっていけば、ウィンドウガラス 4 の内側の曇りの進行方向は、上記例とは逆方向となる。

【 0 0 6 5 】

更に、光源 3 - 1 1 からの反射光が暗くなって、次に光源 3 - 1 2 からの反射光が暗くなるまでの時間間隔、光源 3 - 1 2 が暗くなって次に光源 3 - 1 3 が暗くなるまでの時間間隔を求めることで、ウィンドウガラス 4 の内側における曇りの進行速度を計算することができる。この場合は、光源 3 - 1 1 ~ 3 - 1 4 の間隔も計算に用いるので、記憶素子に記憶しておく必要がある。本実施例によれば、ウィンドウガラス 4 の周辺から曇り領域が進展してきているのか、あるいは曇り領域が減少しているのかという情報とともに、その速度がわかるため、デフロスタからの風量をきめ細かく制御でき、ウィンドウガラス 4 の曇りを効率的に除去することができるようになる。

【0066】

ウィンドウガラス4の内側に曇りを検出した場合、まず、エアコンを制御して曇りを除去した後、雨滴検出処理によって検出した雨量によりワイパーを制御するようにしてもよい。これにより、ウィンドウガラス4の曇りにより雨滴が検出しにくくなることを防止することができ、また、図16の雨滴検出処理結果の精度を向上することができる。

【0067】

本実施例の画像処理システムを用いれば、ウィンドウガラス4の雨滴や曇りを精度良く検出でき、ワイパーやデフロスタをきめ細かく制御できるので、運転手にとって前方の視界が良好になって車線や前方車を検出しやすくなる。そのため、検出した車線や前方車の情報に基づいて、自車両の制御内容を変更することができる。

10

【0068】

また、本実施例の画像処理システムではレンズ10の焦点距離を遠方に固定していたが、ズームレンズ等を用いることで焦点距離を変化させ、ウィンドウガラス4の位置及び自動車よりも遠方に焦点を合わせて画像を取得するように構成してもよい。この構成の画像処理システムによれば、遠方と近傍で鮮明な画像を得ることができるため、遠方を走行する先行車のテールランプや対向車のヘッドランプの検出と、ウィンドウガラス4に付着した雨滴や曇りの検出を同一の画像処理システムで行うことができる。

【0069】

ズームレンズ等により焦点距離を変化させるには時間が必要である。焦点距離が変化する時間を削減させるために、画像処理装置1に設けたレンズ10は、口径比が所定値以上（例えばF2.5以上）のレンズとしてもよい。本構成の画像処理システムによれば、遠方に焦点を合わせておいても、遠方と近傍の画像のボケを減らすことができるため、遠方を走行する先行車のヘッドランプや対向車のテールランプの検出と近傍のウィンドウガラス4に付着した雨滴や曇りの検出が容易にできる。

20

【0070】

また、画像処理装置1が画像を処理して、雨滴や曇りを検出する際に、画像を処理する領域、即ち第1の光源2と第2の光源3が照射する領域に応じて雨滴や曇りを検出する閾値を変更するように構成してもよい。図1や図23に示すように、ウィンドウガラス4が傾斜している場合、撮像素子30によって取得した画像内の雨滴の大きさや反射光の強さが異なることが起こるため、このように検出閾値を変更することで良好に雨滴や曇りを検出することができる。

30

【0071】

更に、本発明の画像処理システムを搭載した自動車においては、画像処理システムのウィンドウガラスの異物検出結果を用いて、ワイパーやデフロスタを自動制御することもできる。さらに、本発明の画像処理システムを搭載した自動車においては、ウィンドウガラスの異物が除去できるため、前方の視界が良好になって車線や前方車を検出しやすくなり、ヘッドランプの配光制御、車間距離制御、車線逸脱警報など自車両の制御性が向上する。

【0072】

ウィンドウガラス4の領域のうち、第1の光源2及び第2の光源3、或いは何れか一方から照射された光の反射光を、撮像素子30で撮像する領域に、赤外波長の光を透過する特性を持たせるようにしてもよい。近年の自動車のウィンドウガラス4は、運転者の日射からの不快感軽減のため、赤外カットコーティングされているものが多い。この場合、第1の光源2及び第2の光源3からの赤外波長が吸収されてしまうため、十分な反射光が得られず、雨滴検出性能が低下してしまう。そのため図26に示すように、第1の光源2及び第2の光源3或いはその何れか一方から照射された光の反射光を撮像素子30で撮像する領域40に対して、赤外波長の光を透過するように、例えば赤外カットコーティングを塗布しない、或いは剥がすなどの処置を施すと、反射光を効率よく得られるようになり、雨滴検出性能を向上させることができる。

40

【0073】

50

また、図 27 に示すように、ウィンドウガラス 4 の領域のうち、第 2 の光源 3 から照射された光の反射光を撮像素子 30 で撮像する領域 50 を、曇りが発生しやすくなるよう処理を施してもよい。例えば、その領域 50 の部分をすりガラスにする、或いは撥水コートを塗布するなどによって曇り易くすることにより、ウィンドウガラス 4 全面における曇りの発生をいち早く検出し、運転者の視界が妨げられる前にデフロスタを制御することができるようになる。

【0074】

画像処理装置 1 に設置するレンズ 10 の焦点は、無限遠とウィンドウガラス 4 の間としてもよい。前述したように、雨滴 8 を検出するためにはレンズ 10 の焦点がウィンドウガラス 4 の表面にある雨滴 8 に合っているよりもむしろ、多少ピンボケが発生したほうが円としての認識率が高くなり、雨滴検出性能が向上する。さらに、無限遠にレンズ 10 の焦点が合っていると、遠方を走行する先行車のテールランプを検出する時、特に撮像素子 30 がカラーで画素数の少ない補色フィルタで構成されている場合、撮像素子 30 上のテールランプの大きさが 1 ~ 4 画素程度になると色再現ができずに赤と認識されない場合があり、正確な先行車のテールランプの検出が困難になる。レンズ 10 の焦点を無限遠よりも手前に合わせることで、先行車のテールランプがボケて 4 画素以上の大きさになり、撮像素子 30 において正確に色が再現できる。これにより、雨滴検出と先行車のテールランプの検出を同時に満たすレンズ 10 の焦点を、固定することが可能になる。

【0075】

また、本発明によると、フロントガラスに付着した雨滴や曇りなどの異物を検出すると同時に、先行車のテールランプの検出を行うことが可能である。

【0076】

本発明は、上記実施例で示した自動車だけでなく、鉄道車両、船舶、航空機等に用いられるガラス或いは一般建造物の窓ガラス等の各種のウィンドウガラスの表面に付着する雨滴等の液滴及び曇りや塵などの検知にも用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図 1】本発明による画像処理システムの一例の模式図。

【図 2】撮像素子で撮影した雨滴、曇りの画像の例を示す図。

【図 3】本発明による画像処理システムの他の例の模式図。

【図 4】本発明による画像処理システムの他の例の模式図。

【図 5】光学フィルタの光学特性の説明図。

【図 6】光学フィルタの模式図である。

【図 7】配光制御機能の一例を説明する図。

【図 8】フィルタの赤外光カットの特性を示す図。

【図 9】雨滴検知機能の一例を示す図。

【図 10】光学フィルタの構成例を示す図。

【図 11】撮像部の構成例を示す図。

【図 12】撮像された画像の説明図。

【図 13】撮像部又は撮像装置を傾けることにより得られる効果を説明するための図。

【図 14】車線検知を行う上で必要となる領域を説明するための図。

【図 15】光源の発光駆動回路と画像処理装置の動作の一例を示す図。

【図 16】雨滴検出処理の手順を示すフローチャート。

【図 17】ワイパー、ウォッシャー制御を説明するための図。

【図 18】ワイパー制御処理のフローチャート。

【図 19】ワイパー起動方法の例を説明する図。

【図 20】ワイパー制御処理に用いられる他のステップを説明する図。

【図 21】フォグランプ、ハイビームの制御方法の例を説明する図。

【図 22】曇り検出処理の手順を示すフローチャート。

【図 23】本発明による画像処理システムの他の例の模式図。

10

20

30

40

50

【図 2 4】光源の発光強度制御回路の例を示す図。

【図 2 5】複数の発光体からなる第 2 の光源及びその使用例を示す模式図。

【図 2 6】本発明による画像処理システムの他の例の模式図。

【図 2 7】本発明による画像処理システムの他の例の模式図。

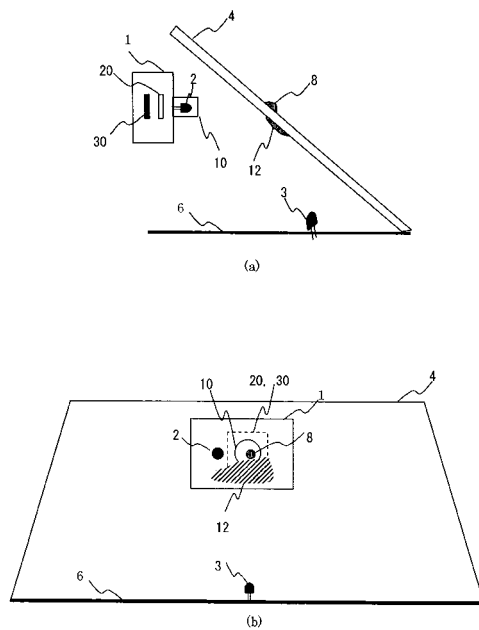
【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

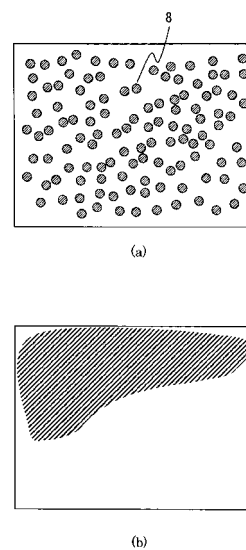
1 ... 画像処理装置、2 ... 第 1 の光源、3 ... 第 2 の光源、4 ... ウィンドウガラス、5 ... ケース、6 ... ダッシュボード、7 ... 熱伝導部材、8 ... 雨滴、9 - 1 ~ 9 - 4 ... トランジスタ、10 ... レンズ、11 ... 通路、20 ... 光学フィルタ、30 ... 撮像素子、40 ... 雨滴検知領域、50 ... 曇り検知領域、210 ... 先行車、220 ... 対向車、51 a , 51 b , 51 c , 51 d ... 赤外カット領域、52 a , 52 b , 52 c , 52 d ... 赤外バンドパス領域、81 ... 直線、82 ... カーブ、100 ... ワイパー / ウォッシャー制御部、150 ... モータ、160 ... ワイパー、170 ... ウォッシャー制御部

10

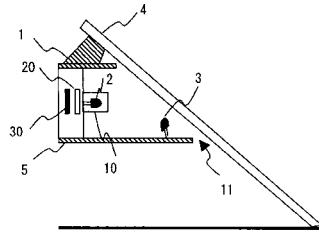
【図 1】



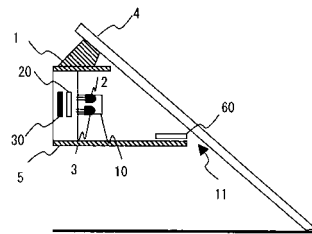
【図 2】



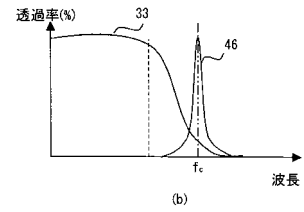
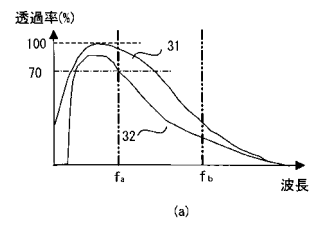
【図 3】



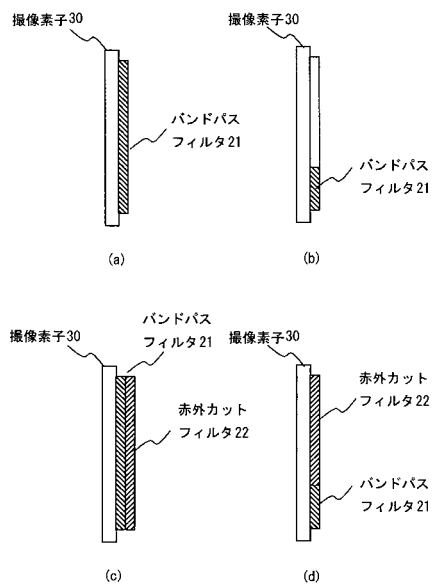
【図 4】



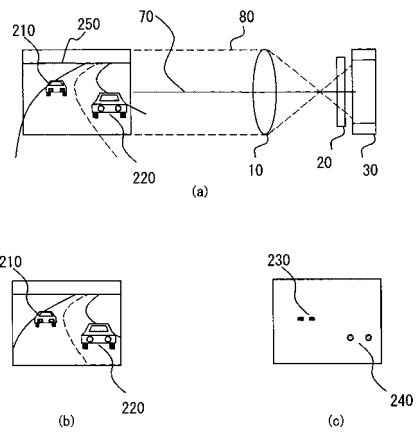
【図 5】



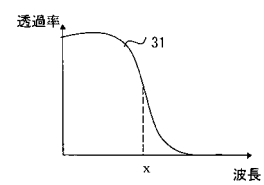
【図 6】



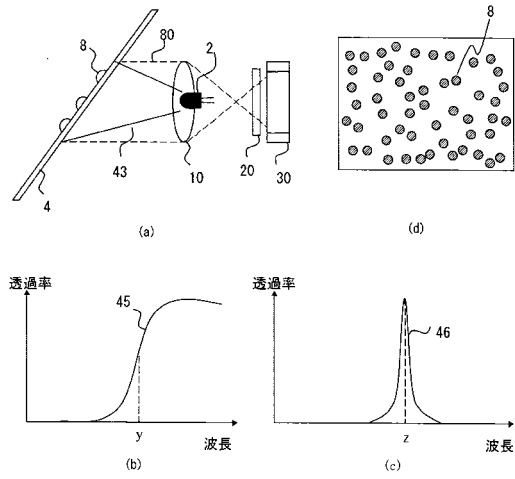
【図 7】



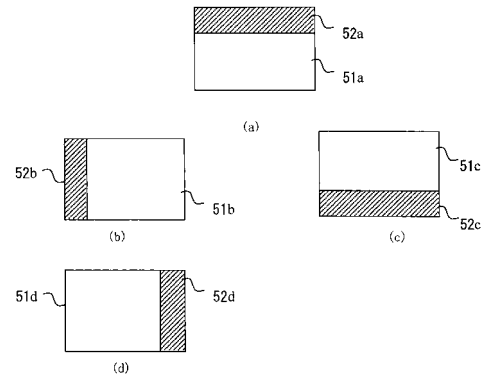
【図 8】



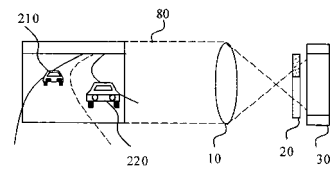
【図 9】



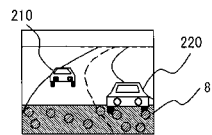
【図 10】



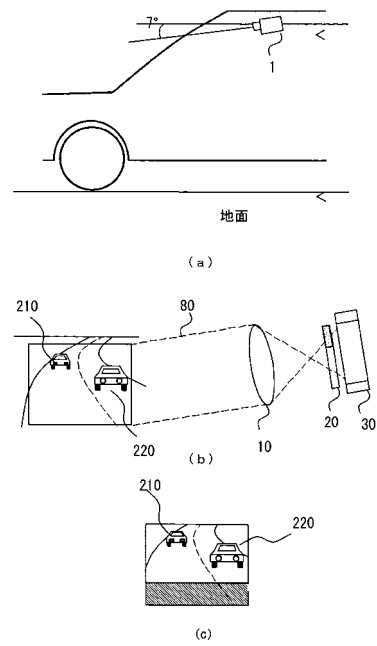
【図 11】



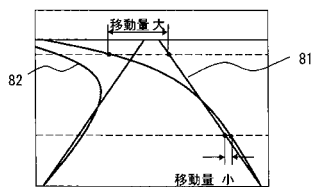
【図 12】



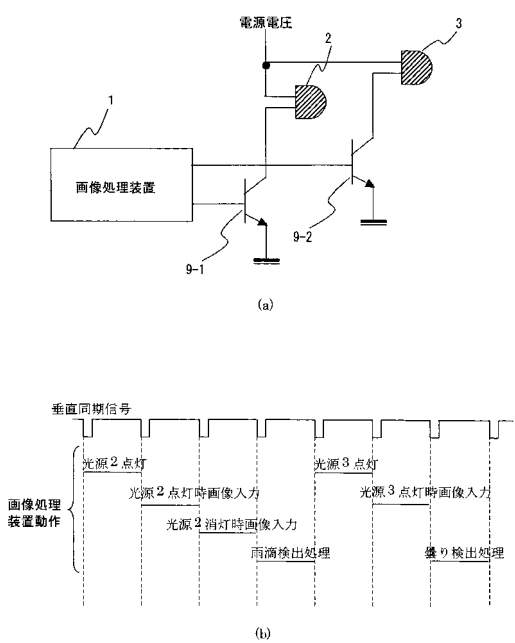
【図 13】



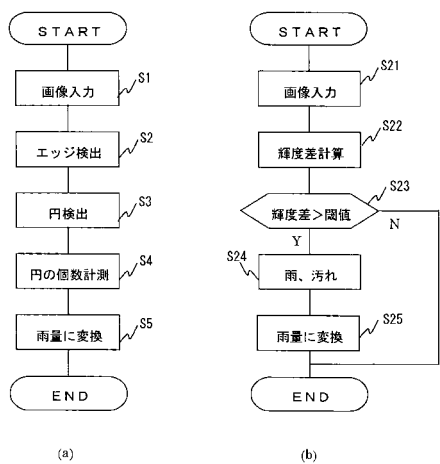
【図 1 4】



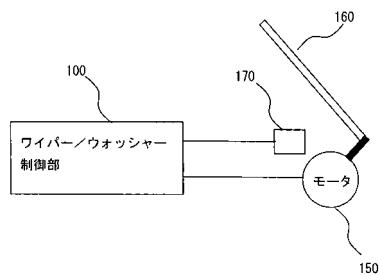
【図 1 5】



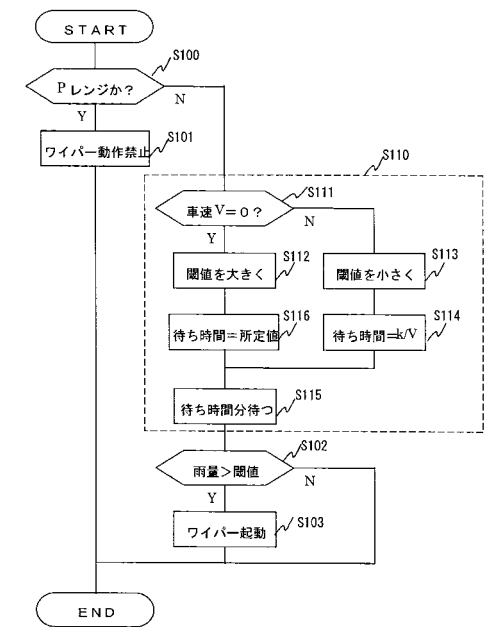
【図 1 6】



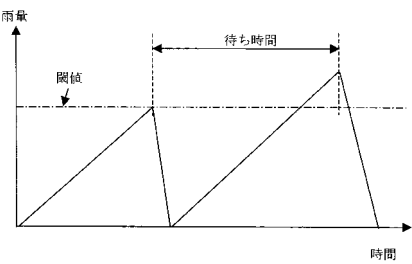
【図 1 7】



【図 18】



【図 19】



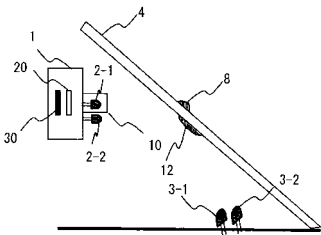
【図 20】

$$\text{インターバル時間} = k4/\text{雨量} + k5 \times \text{粒径} + k6/V$$

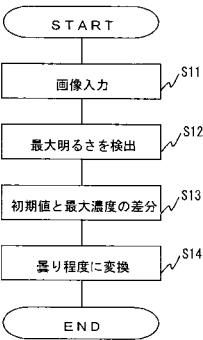
【図 21】

	フォグランプ	ハイビーム
雨量大い	点灯無：自動点灯 あるいは 点灯促す警報出力 点灯有：なにもしない	点灯無：点灯禁止 点灯有：自動消灯 あるいは 消灯促す警報出力
雨量少ない	点灯、消灯の制御は行わない	先行車あるいは対向車の位置 (距離、方向)に応じて自動点灯、 自動消灯の制御を行う

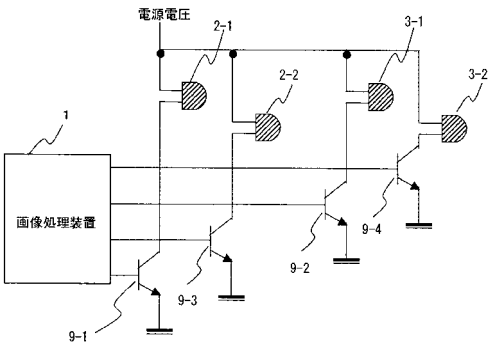
【図 23】



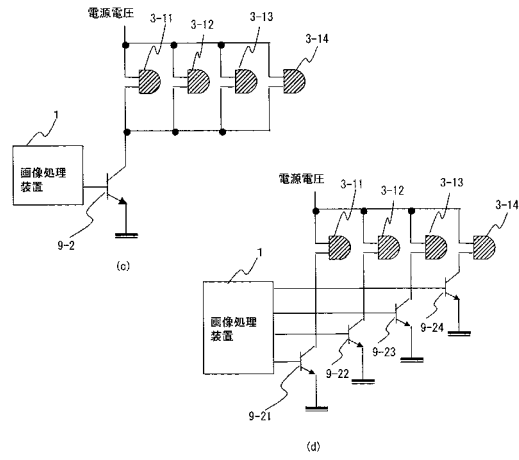
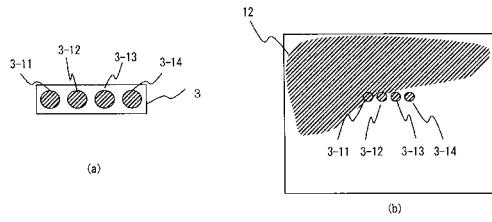
【図 22】



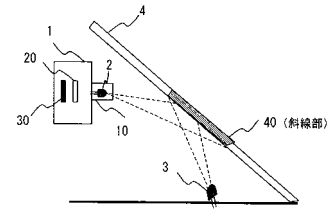
【図 24】



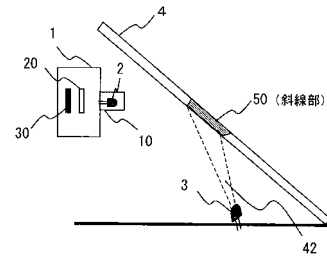
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 W 1/14 (2006.01) G 0 1 W 1/14 B

(72)発明者 門司 竜彦
茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社 日立製作所 オートモティブシステムグル
ープ内

(72)発明者 大角 謙
茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社 日立製作所 オートモティブシステムグル
ープ内

(72)発明者 古沢 勲
茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社 日立製作所 オートモティブシステムグル
ープ内

(72)発明者 福原 雅明
茨城県ひたちなか市高場 2 4 7 7 番地 株式会社 日立カーエンジニアリング内

(72)発明者 粕谷 裕行
茨城県ひたちなか市高場 2 4 7 7 番地 株式会社 日立カーエンジニアリング内

審査官 西村 直史

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 0 6 9 6 7 4 (U S , A 1)
特開昭 6 2 - 0 4 3 5 4 3 (J P , A)
特開昭 6 4 - 0 2 5 0 3 6 (J P , A)
国際公開第 0 3 / 0 2 9 0 5 6 (W O , A 2)
特開 2 0 0 3 - 3 1 5 2 5 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 N 2 1 / 0 1 ; 2 1 / 0 1 ; 2 1 / 1 7 - 2 1 / 6 1