

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5405201号
(P5405201)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月8日(2013.11.8)

(51) Int. Cl. F I
B 6 0 Q 1/04 (2006.01) B 6 0 Q 1/04 E

請求項の数 9 (全 23 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2009-142527 (P2009-142527) | (73) 特許権者 | 000001133 |
| (22) 出願日 | 平成21年6月15日(2009.6.15) | | 株式会社小糸製作所 |
| (65) 公開番号 | 特開2010-285129 (P2010-285129A) | | 東京都港区高輪4丁目8番3号 |
| (43) 公開日 | 平成22年12月24日(2010.12.24) | (74) 代理人 | 100105924 |
| 審査請求日 | 平成24年5月9日(2012.5.9) | | 弁理士 森下 賢樹 |
| | | (74) 代理人 | 100109047 |
| | | | 弁理士 村田 雄祐 |
| | | (74) 代理人 | 100109081 |
| | | | 弁理士 三木 友由 |
| | | (72) 発明者 | 多々良 直久 |
| | | | 静岡県静岡市清水区北脇500番地 株式 会社小糸製作所静岡工場内 |
| | | 審査官 | 石田 佳久 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用前照灯システムおよび灯具ユニットと撮影ユニットの関連付け方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車幅方向の左右に少なくとも1灯ずつ配置され、前記車幅方向と直交する車両前方に向く光軸を有する複数の配光パターンを形成すると共に、形成する複数の配光パターンのうち少なくとも1つに当該配光パターンの照射位置を特定する特徴要素を有する配光パターンを形成可能な灯具ユニットと、

前記特徴要素を有する配光パターンを含む車両前方画像の画像フレームデータを取得可能な撮影ユニットと、

前記画像フレームデータに含まれる前記特徴要素を用いて車両前後方向に延びる仮想中心ラインで定まる車両正面基準領域を取得すると共に、当該車両正面基準領域と前記撮影ユニットの画像フレームに定められたフレーム基準領域とを対応付けて前記灯具ユニットと前記撮影ユニットとを関連付ける関連付制御部と、

前記灯具ユニットが関連付けられた前記撮影ユニットで取得した前記画像フレームデータに応じて車両前方に照射する配光パターンを決定する照射制御部と、

を含むことを特徴とする車両用前照灯システム。

【請求項2】

前記灯具ユニットは、

投影レンズを介して車両前方へ光を照射可能な光源と、

前記光源からの可視光の一部を遮ってロービーム用配光パターンを形成するシェードと

を含み、

前記シェードは、前記画像フレームデータに前記特徴要素を提供する特徴要素形成部を有することを特徴とする請求項 1 記載の車両用前照灯システム。

【請求項 3】

前記特徴要素形成部は、前記配光パターンのカットオフラインに対応する前記シェードの稜線部に形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の車両用前照灯システム。

【請求項 4】

前記特徴要素形成部は、前記シェードの可視光の遮光領域に形成された非可視光透過部であり、前記特徴要素は、前記シェードを透過した非可視光により形成されることを特徴とする請求項 2 記載の車両用前照灯システム。

10

【請求項 5】

前記灯具ユニットは、

前記光軸を車幅方向に揺動させる光軸揺動機構を含み、

前記関連付制御部は、

前記光軸の揺動角度と当該光軸の揺動に対応する前記画像フレーム上での前記特徴要素の変位量とにより前記画像フレーム上で車両前方の注目物体が単位画素分移動するときに前記光軸を対応させて移動させるために必要な前記光軸の単位揺動角度を取得し、

前記照射制御部は、前記画像フレーム上での前記注目物体の移動量と前記単位揺動角度とに応じて前記光軸の揺動角度を制御して配光パターンの照射状態を決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 項に記載の車両用前照灯システム。

20

【請求項 6】

前記関連付制御部は、

前記特徴要素を含む前記画像フレームデータを取得する場合、複数の前記灯具ユニットのうちいずれか 1 つを標準照射状態で照射させて対応する配光パターンを前記画像フレームにフレームインさせ、他の灯具ユニットの配光パターンを前記画像フレームからフレームアウトさせ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 項に記載の車両用前照灯システム。

【請求項 7】

車両の車幅方向の左右に少なくとも 1 灯ずつ配置されて前記車幅方向と直交する車両前方に向く光軸を有する灯具ユニットが形成する配光パターンの照射位置を特定するための特徴要素を含む画像フレームデータを撮影ユニットで取得する撮影ステップと、

30

前記画像フレームデータに含まれる前記特徴要素を用いて前記車両の前後方向に延びる仮想中心ラインで定まる車両正面基準領域を取得すると共に、当該車両正面基準領域と前記撮影ユニットの画像フレームに定められたフレーム基準領域とを関連付ける関連付ステップと、

を含むことを特徴とする灯具ユニットと撮影ユニットの関連付け方法。

【請求項 8】

前記光軸を車幅方向に対して所定方向に揺動させる光軸揺動ステップと、

前記光軸の揺動角度と当該光軸の揺動に対応する前記画像フレーム上での前記特徴要素の変位量とにより前記画像フレーム上で車両前方の注目物体が単位画素分移動するときに前記光軸を対応させて移動させるために必要な前記光軸の単位揺動角度を取得する単位揺動角度取得ステップと、

40

を含むことを特徴とする請求項 7 記載の灯具ユニットと撮影ユニットの関連付け方法。

【請求項 9】

前記撮影ステップは、前記灯具ユニットの光軸を基準として光軸に対して所定の離間角度で離間した位置に形成された前記特徴要素を含む画像フレームデータを取得し、

前記特徴要素の光軸に対する離間角度と前記画像フレーム上での前記光軸から前記特徴要素までの離間距離とにより前記画像フレーム上で前記特徴要素を単位画素分移動させるために必要な単位離間角度を取得する単位離間角度取得ステップと、

を含むことを特徴とする請求項 7 記載の灯具ユニットと撮影ユニットの関連付け方法。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、車両用前照灯システムおよび灯具ユニットと撮影ユニットの関連付け方法、特に車両前方の画像に基づき車両前照灯を詳細に制御するための技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、車両に搭載されたカメラ等の画像取得装置で自車前方に関する画像データを取得して、車両制御に利用するシステムが提案されている。そのようなシステムの中には、画像データとして、自車より前方に位置する前方車の検出を行い、検出した対向車や前走車の運転者や同乗者に不快感を伴うグレアを与えないように自車の前照灯の制御を実施するものがある。例えば、特許文献1に開示されるシステムは、複数のハイビームユニットで個別照射可能なハイビーム照射エリアを形成すると共に、CCDカメラ等で車両前方の画像を取得して対向車などの照射禁止対象を検出している。そして、照射禁止対象が存在する領域を照射するハイビームユニットを消灯することにより、照射禁止対象にグレアを与えないようにしている。また、特許文献2に開示されるシステムは、カメラから得られた映像を元に前走車や対向車に対する幻惑を防止しつつ、リフレクタ光によるハンチングが自車の運転者に違和感を与えないようにしている。

10

【先行技術文献】**【特許文献】**

20

【0003】

【特許文献1】特開2008-37240号公報

【特許文献2】特開2008-94127号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

従来、車両に搭載されるカメラ等の画像取得装置は、車両製造時に車室内にブラケット等を用いて固定される。同様に前照灯も車両製造時に車体の所定位置に固定される。この場合、画像取得装置の取付姿勢と前照灯の取付姿勢は車両の設計段階で個々に設定され、所定位置に固定することで位置決め調整がなされていた。従来の前照灯の制御は、ハイビームの使用時に前方車や歩行者を検出した場合にロービームに切り換えるシンプルなものが多く、画像取得装置は前照灯の照射エリアを概ね撮影できれば、前方車や歩行者の検出とハイ/ローの切り換えが実行できた。

30

【0005】

ところで、近年の車両用前照灯装置においては、車両の周囲状況に応じて詳細に前照灯の照射状態を制御する技術が多々提案されている。例えば、一般的なロービームやハイビーム以外の配光パターンを形成可能として、前方車や歩行者の存在状態に応じてグレアを最小にしつつ、運転者の視認性向上のために照射範囲を広げるような配光パターンを選択するシステムの実用化が進められている。また、例えば、自車の転舵角に応じて前照灯を車幅方向に旋回させるスイブル制御の実用化が進められている。前照灯を転舵角に応じて旋回させることにより例えば右曲路を走行時に前照灯の照明エリアを自車の正面ではなく実際に対向車や歩行者が存在する右方向にすることが可能になるので、対向車や歩行者の認識容易性の向上が期待できる。そして、そのような制御を行う場合には、前方車や歩行者の認識容易性を向上するための照射エリアの拡大と同時に、前方車や歩行者に対するグレア抑制をバランスよく行うことが要求される。つまり、自車に対して相対移動する前方車や歩行者の位置を正確に検出して、グレアを防止すべき前方車や歩行者が存在しないエリアを積極的に照射するような制御を実現したいという要望がある。そのためには、画像取得装置で取得する画像と前照灯で照射する配光パターンの関連付けが正確に行われる必要がある。

40

【0006】

50

そこで、本発明は上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的は、車両に搭載される灯具ユニットと撮影ユニットの関連付けがなされた車両用前照灯システムおよびその関連付け方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の車両用前照灯システムは、車幅方向の左右に少なくとも1灯ずつ配置され、車幅方向と直交する車両前方に向く光軸を有する複数の配光パターンを形成すると共に、形成する複数の配光パターンのうち少なくとも1つに当該配光パターンの照射位置を特定する特徴要素を有する配光パターンを形成可能な灯具ユニットと、特徴要素を有する配光パターンを含む車両前方画像の画像フレームデータを取得可能な撮影ユニットと、画像フレームデータに含まれる特徴要素を用いて車両前後方向に延びる仮想中心ラインで定まる車両正面基準領域を取得すると共に、当該車両正面基準領域と撮影ユニットの画像フレームに定められたフレーム基準領域とを対応付けて灯具ユニットと撮影ユニットとを関連付ける関連付制御部と、灯具ユニットが関連付けられた撮影ユニットで取得した画像フレームデータに応じて車両前方に照射する配光パターンを決定する照射制御部と、を含む。

10

【0008】

灯具ユニットは、例えば車幅方向の左右に1灯ずつ配置され、それぞれの灯具ユニットの光軸は、車両の正面を示す車両の仮想中心ライン、つまり車両センターラインと実質的に平行になるように調整されている。特徴要素は、灯具ユニットが形成する少なくとも1つの配光パターンに含まれる。例えば、ロービーム用配光パターンの明暗境界であるカットオフラインの一部を用いて定義することができる。特徴要素は、配光パターンを形成したときに抽出し易いものであればよく、例えば、配光パターンの輪郭上の屈曲点や輪郭の一部の直線部分で定義することができる。また、配光パターンに影響を与えない点以内で、当該配光パターンとは別に形成するマークで定義してもよい。撮影ユニットは、例えば車室内や車両前部の位置に配置されたCCDカメラとすることができる。関連付制御部は、撮影ユニットで取得した画像フレームデータに含まれる特徴要素を用いて車両正面基準領域を取得することで、撮影ユニットが撮影の基準とすべき領域を得ることができる。そして、この車両正面基準領域と撮影ユニットのフレーム基準領域とを対応付けることにより灯具ユニットと撮影ユニットとの相互の正確な関連付けがなされる。

20

30

【0009】

この態様によれば、灯具ユニットと撮影ユニットの正確な関連付けが行われるので、撮影ユニットで取得した画像フレームデータに基づいて灯具ユニットの配光パターン制御を正確かつ容易に実施できる。その結果、前方車や歩行者の認識容易性を向上するための照射エリア拡大と同時に前方車や歩行者に対するグレア抑制をバランスよく行うことができる。

【0010】

灯具ユニットは、投影レンズを介して車両前方へ光を照射可能な光源と、光源からの可視光の一部を遮ってロービーム用配光パターンを形成するシェードと、を含んでもよい。シェードは、画像フレームデータに特徴要素を提供する特徴要素形成部を有してもよい。この態様によれば、灯具ユニットと撮影ユニットの関連づけを行うための特徴要素を容易に形成できると共に、特徴要素を形成するために新たな部品を追加する必要がなく、低コストで高機能の車両用前照灯システムを提供できる。

40

【0011】

特徴要素形成部は、配光パターンのカットオフラインに対応するシェードの稜線部に形成されていてもよい。この場合、シェードの稜線部に例えば凹部または凸部の少なくとも一方を形成して配光パターンに凹部に対応する凸パターンまたは凸部に対応する凹パターンを形成することができる。また、稜線部の一部に他の稜線部と容易に識別可能な直線部分や屈曲部分を形成してもよい。この直線部分は、必要とされる配光パターンの形状の一部と一致させてもよい。この態様によれば、識別しやすい特徴要素を容易に形成すること

50

ができる。

【0012】

特徴要素形成部は、シェードの可視光の遮光領域に形成された非可視光透過部であり、特徴要素は、シェードを透過した非可視光により形成されてもよい。非可視光としては例えば赤外線がある。この場合、自転車や前方車の運転者や同乗者および歩行者等には赤外線により形成される特徴要素は認識されないが、画像フレームデータ上では検出させることができる。その結果、運転者、同乗者、歩行者等に違和感を与えることなく特徴要素を用いた灯具ユニットと撮影ユニットとの関連付けをスムーズに行うことができる。

【0013】

灯具ユニットは、光軸を車幅方向に揺動させる光軸揺動機構を含んでもよい。関連付制御部は、光軸の揺動角度と当該光軸の揺動に対応する画像フレーム上での特徴要素の変位量とにより画像フレーム上で車両前方の注目物体が単位画素分移動するときに光軸に対応させて移動させるために必要な光軸の単位揺動角度を取得し、照射制御部は、画像フレーム上での注目物体の移動量と単位揺動角度とに応じて光軸の揺動角度を制御して配光パターンの照射状態を決定してもよい。光軸揺動機構は例えばモータ駆動により実現できる。関連付制御部は、単位揺動角度を取得することで画像フレーム上で移動する注目物体に対応させて配光パターンを移動させるための灯具ユニットの揺動角度を正確に割り出すことができる。その結果、移動する前方車や歩行者にグレアを与えないような配光パターンの照射制御を高精度に実施できる。

【0014】

関連付制御部は、特徴要素を含む画像フレームデータを取得する場合、複数の灯具ユニットのうちいずれか1つを標準照射状態で照射させて対応する配光パターンを画像フレームにフレームインさせ、他の灯具ユニットの配光パターンを画像フレームからフレームアウトさせてもよい。通常、車幅方向左右の位置に配置された灯具ユニットは同時に点灯することにより自転車前方に所定の明るさの配光パターンを形成する。この場合、一方の配光パターンに特徴要素が含まれていた場合、他方の配光パターンが重畳されることにより識別し難くなる場合がある。そこで、特徴要素を取得する側の灯具ユニットによる配光パターンを画像フレームにフレームインさせる。同時に他方の灯具ユニットを左右や上下に揺動させることにより、その配光パターンをフレームアウトさせる。その結果、撮影ユニットで取得される画像フレームデータ上では、灯具ユニットが単独照射状態と同等の状態となり、特徴要素の検出が容易かつ正確にできる。なお、他方の灯具ユニットの特徴要素を取得する場合は、同様に単独でフレームインさせることにより実現できる。

【0015】

本発明の別の態様は、灯具ユニットと撮影ユニットの関連付け方法である。この方法は、車両の車幅方向の左右に少なくとも1灯ずつ配置されて車幅方向と直交する車両前方に向く光軸を有する灯具ユニットが形成する配光パターンの照射位置を特定するための特徴要素を含む画像フレームデータを撮影ユニットで取得する撮影ステップと、画像フレームデータに含まれる特徴要素を用いて車両の前後方向に延びる仮想中心ラインで定まる車両正面基準領域を取得すると共に、当該車両正面基準領域と撮影ユニットの画像フレームに定められたフレーム基準領域とを関連付ける関連付ステップと、を含む。

【0016】

この態様によれば、車両正面基準領域と撮影ユニットのフレーム基準領域とを対応付けることにより灯具ユニットと撮影ユニットとの相互の正確な関連付けが容易にできる。その結果、前方車や歩行者の認識容易性を向上するための照射エリアの拡大と同時に前方車や歩行者に対するグレア抑制をバランスよく行えるような灯具ユニットと撮影ユニットの関連付けができる。

【0017】

光軸を車幅方向に対して所定方向に揺動させる光軸揺動ステップと、光軸の揺動角度と当該光軸の揺動に対応する画像フレーム上での特徴要素の変位量とにより画像フレーム上で車両前方の注目物体が単位画素分移動するときに光軸に対応させて移動させるために必

10

20

30

40

50

要な光軸の単位揺動角度を取得する単位揺動角度取得ステップと、を含んでもよい。単位揺動角度を取得することで画像フレーム上で移動する注目物体に対応させて配光パターンを移動させるための灯具ユニットの揺動角度を正確に割り出すことができる。その結果、移動する前方車や歩行者にグレアを与えないような配光パターンの照射制御を高精度かつ容易に実現できる。

【0018】

撮影ステップは、灯具ユニットの光軸を基準として光軸に対して所定の離間角度で離間した位置に形成された特徴要素を含む画像フレームデータを取得し、特徴要素の光軸に対する離間角度と画像フレーム上での光軸から特徴要素までの離間距離とにより画像フレーム上で特徴要素を単位画素分移動するさせるために必要な単位離間角度を取得する単位離間角度取得ステップと、を含んでもよい。単位離間角度を取得することで画像フレーム上で移動する注目物体に対応させて配光パターンを移動させるための灯具ユニットの揺動角度を正確に割り出すことができる。その結果、移動する前方車や歩行者にグレアを与えないような配光パターンの照射制御を高精度かつ容易に実現できる。

10

【発明の効果】

【0019】

本発明の車両用前照灯システムによれば、灯具ユニットと撮影ユニットの関連付けが容易かつ正確にできる。その結果、前方車や歩行者の認識容易性を向上するための照射エリアの拡大と同時に前方車や歩行者に対するグレア抑制をバランスよく行うことができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0020】

【図1】本実施形態の車両用前照灯システムの構成概念図である。

【図2】本実施形態の車両用前照灯システムにおける前照灯ユニットの内部構造を説明する概略断面図である。

【図3】本実施形態の車両用前照灯システムに搭載できる回転シェードの概略斜視図である。

【図4】本実施形態の車両用前照灯システムの前照灯ユニットの照射制御部と車両側の車両制御部の動作連携を説明する機能ブロック図である。

【図5】本実施形態の車両用前照灯システムの前照灯ユニットを点灯してカメラでその配光パターンを撮影している状態を説明する説明図である。

30

【図6】本実施形態において、鉛直壁面に投影される左右の前照灯ユニットの左通行用のロービーム用配光パターンを重畳合成した状態を示す図である。

【図7】本実施形態において、配光パターンが投影された鉛直壁面をカメラで撮影したときに得られる画像フレームを説明する説明図である。

【図8】本実施形態において、カメラの1画素当たりの角度を算出する方法を説明する説明図である。

【図9】本実施形態において、曲路走行中に対向車が存在する場合の配光パターンの制御を概略的に説明する説明図である。

【図10】図9に示すスイブル制御を詳細に説明する説明図である。

【図11】車両が鉛直壁面に対して角度 程度の誤差を有して配置されてしまう場合があることを説明する説明図である。

40

【図12】本実施形態において、スイブル機能を用いることなく、1画素当たりの角度を算出する例を説明する説明図である。

【図13】自車の前方に存在する前走車が自車に対して何度の位置に存在するかを示す θ_1 を算出する例を説明する説明図である。

【図14】本実施形態において、式1で計算した値 θ_1 と式2で計算した値 θ_2 を示す計算値表である。

【図15】本実施形態において、特徴要素形成部を用いて特徴要素を形成する例を説明する説明図である。

【図16】特徴要素の他の形成手段を説明する説明図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明を実施するための形態（以下実施形態という）を、図面に基づいて説明する。

【0022】

図1は、本実施形態の車両用前照灯システム100の構成概念図である。車両用前照灯システム100は、撮影ユニット102と前照灯ユニット210を中心に構成されている。前照灯ユニット210は、車両の車幅方向の端部に左側の前照灯ユニット210Lと右側の前照灯ユニット210Rを1灯ずつ配置している。本実施形態の前照灯ユニット210L, 210Rは、例えば1つの光源から照射されるビームの一部を遮ることによりロー

10

ビーム用配光パターンを形成し、遮らないときにハイビーム用配光パターンを形成する、いわゆる配光可変式前照灯である。

【0023】

各前照灯ユニット210L, 210Rに含まれる灯具ユニット10は、車幅方向と直交する車両前方に向く光軸を有する複数の配光パターンを形成する。各前照灯ユニット210L, 210Rは、交通法規が左側通行である地域で利用する左通行ロービーム用配光パターンと、ハイビーム用配光パターンを含む。また、交通法規が右側通行である地域で利用する、いわゆる「ドーパーロービーム」と称される右通行ロービーム用配光パターン、ハイビーム用配光パターンの一部を遮光した片ハイ用配光パターン等を形成できる。各前照灯ユニット210L, 210Rに含まれる灯具ユニット10が形成する複数の配光パ

20

【0024】

撮影ユニット102は、車両前方の画像フレームデータを取得する例えばCCDカメラで構成できる。撮影ユニット102は、例えばルームミラーの裏側ブラケットやフロントガラスの内側、ダッシュボードの上など車両前方を見渡せる車両センターライン上の位置に固定することが望ましい。撮影ユニット102の撮影範囲は、自車前方の領域で、少なくとも自車が走行する自車線と対向車線および路側を含み、ハイビーム用配光パターンの照射領域を含む範囲とすることが望ましい。また、片側複数車線の場合は、自車線と少

30

【0025】

図2は、前照灯ユニット210の内部構造を説明する概略断面図である。前述したように、前照灯ユニット210は車両の車幅方向の左右に1灯ずつ配置される配光可変式前照灯であり、その構造は実質的に左右同等なので代表して車両右側に配置される前照灯ユニット210Rの構造を説明する。前照灯ユニット210Rは、車両前方方向に開口部を有するランプボディ212とこのランプボディ212の開口部を覆う透明カバー214で形成される灯室216を有する。灯室216には、光を車両前方方向に照射する灯具ユニット10が収納されている。灯具ユニット10の一部には、当該灯具ユニット10の揺動中心となるピボット機構218aを有するランプブラケット218が形成されている。ランプブラケット218はランプボディ212の内壁面に立設されたボディブラケット220とネジ等の締結部材によって接続されている。したがって、灯具ユニット10は灯室21

40

50

6内の所定位置に固定されると共に、ピボット機構218aを中心として、例えば前傾姿勢または後傾姿勢等に姿勢変化可能となる。

【0026】

また、灯具ユニット10の下面には、曲線道路走行時等に進行方向を照らす曲線道路用配光可変前照灯(Adaptive Front-lighting System:AFS)を構成するためのスイブルアクチュエータ222の回転軸222aが固定されている。スイブルアクチュエータ222は車両側から提供される操舵量のデータやナビゲーションシステムから提供される走行道路の形状データ、前方車と自車の相対位置の関係等に基づいて灯具ユニット10をピボット機構218aを中心に進行方向に旋回(スイブル:swivel)させる。その結果、灯具ユニット10の照射領域が車両の正面ではなく曲線道路のカーブの先に向き、運転者の前方視界を向上させる。スイブルアクチュエータ222は、例えばステッピングモータで構成することができる。スイブルアクチュエータ222を含む機構は、光軸を車幅方向に揺動させる光軸揺動機構として機能する。なお、スイブル角度が固定値の場合には、ソレノイドなども利用可能である。

10

【0027】

スイブルアクチュエータ222は、ユニットブラケット224に固定されている。ユニットブラケット224には、ランプボディ212の外部に配置されたレベリングアクチュエータ226が接続されている。レベリングアクチュエータ226は例えばロッド226aを矢印M,N方向に伸縮させるモータなどで構成されている。ロッド226aが矢印M方向に伸長した場合、灯具ユニット10はピボット機構218aを中心として後傾姿勢になるように揺動する。逆にロッド226aが矢印N方向に短縮した場合、灯具ユニット10はピボット機構218aを中心として前傾姿勢になるように揺動する。灯具ユニット10が後傾姿勢になると、光軸を上方に向けるレベリング調整ができる。また、灯具ユニット10が前傾姿勢になると、光軸を下方に向けるレベリング調整ができる。このような、レベリング調整をすることで車両姿勢に応じた光軸調整ができる。その結果、前照灯ユニット210による前方照射の到達距離を最適な距離に調整することができる。なお、レベリングアクチュエータ226を含む機構を光軸揺動機構ということもできる。

20

【0028】

なお、このレベリング調整は、車両走行中の車両姿勢に応じて実行することもできる。例えば、車両が走行中に加速する場合は後傾姿勢となり、逆に減速する場合は前傾姿勢となる。したがって、前照灯ユニット210の照射方向も車両の姿勢状態に対応して上下に変動して、前方照射距離が長くなったり短くなったりする。そこで、車両姿勢に基づき灯具ユニット10のレベリング調整をリアルタイムで実行することで走行中でも前方照射の到達距離を最適に調整できる。これを「オートレベリング」と称することもある。

30

【0029】

灯室216の内壁面、例えば、灯具ユニット10の下方位置には、灯具ユニット10の点消灯制御や配光パターンの形成制御を実行する照射制御部228が配置されている。図2の場合、前照灯ユニット210Rを制御するための照射制御部228Rが配置されている。この照射制御部228Rは、スイブルアクチュエータ222、レベリングアクチュエータ226等の制御も実行する。

40

【0030】

灯具ユニット10はエーミング調整機構を備えることができる。例えば、レベリングアクチュエータ226のロッド226aとユニットブラケット224の接続部分に、エーミング調整時の揺動中心となるエーミングピボット機構を配置する。また、ボディブラケット220とランプブラケット218の接続部分に、車両前後方向に進退する一対のエーミング調整ネジを車幅方向に間隔をあけて配置する。例えば2本のエーミング調整ネジを前方に進出させれば、灯具ユニット10はエーミングピボット機構を中心に前傾姿勢となり光軸が下方に調整される。同様に2本のエーミング調整ネジを後方に引き戻せば、灯具ユニット10はエーミングピボット機構を中心に後傾姿勢となり光軸が上方に調整される。また、車幅方向左側のエーミング調整ネジを前方に進出させれば、灯具ユニット10はエ

50

ーミングピボット機構を中心に右旋回姿勢となり右方向に光軸が調整される。また、車幅方向右側のエーミング調整ネジを前方に進出させれば、灯具ユニット10はエーミングピボット機構を中心に左旋回姿勢となり左方向に光軸が調整される。このエーミング調整は、車両出荷時や車検時、前照灯ユニット210の交換時に行われる。そして、前照灯ユニット210が設計上定められた規定の姿勢に調整され、この姿勢を基準に本実施形態の配光パターンの形成制御が行われる。

【0031】

灯具ユニット10は、回転シェード12を含むシェード機構18、光源としてのバルブ14、リフレクタ16を内壁に支持する灯具ハウジング17、投影レンズ20で構成される。バルブ14は、例えば、白熱球やハロゲンランプ、放電球、LEDなどが使用可能である。本実施形態では、バルブ14をハロゲンランプで構成する例を示す。リフレクタ16はバルブ14から放射される光を反射する。そして、バルブ14からの光及びリフレクタ16で反射した光は、その一部がシェード機構18を構成する回転シェード12を経て投影レンズ20へと導かれる。

10

【0032】

図3は、回転シェード12の概略斜視図である。回転シェード12は、回転軸12aを中心に回転可能な円筒形状の部材である。また、回転シェード12は軸方向に一部が切り欠かれた切欠部22を有し、当該切欠部22以外の外周面12b上に板状のシェードプレート24を複数保持している。回転シェード12は、その回転角度に応じて投影レンズ20の後方焦点を含む後方焦点面の位置に切欠部22または、シェードプレート24のいずれか1つを移動させることができる。そして、回転シェード12の回転角度に対応して光軸O上に位置するシェードプレート24の稜線部の形状に従う配光パターンが形成される。例えば、回転シェード12のシェードプレート24のいずれか1つを光軸O上に移動させてバルブ14から照射された光の一部を遮光することで、ロービーム用配光パターンまたは一部にロービーム用配光パターンの特徴を含む配光パターンを形成する。また、光軸O上に切欠部22を移動させてバルブ14から照射された光を非遮光とすることでハイビーム用配光パターンを形成する。

20

【0033】

回転シェード12は、例えばモータ駆動により回転可能であり、モータの回転量を制御することで回転して所望の配光パターンを形成するためのシェードプレート24または切欠部22を光軸O上に移動させる。なお、回転シェード12の外周面12bの切欠部22を省略して、回転シェード12に、遮光機能だけを持たせてもよい。そして、ハイビーム用配光パターンを形成する場合は、例えばソレノイド等を駆動して回転シェード12を光軸Oの位置から退避させるようにしてもよい。このような構成にすることで、例えば、回転シェード12を回転させるモータがフェールしても回転シェード12は切欠部22を持たないのでロービーム用配光パターンまたはそれに類似する配光パターンで固定されることになる。つまり、回転シェード12がハイビーム用配光パターンの形成姿勢で固定されてしまうことを確実に回避してフェールセーフ機能を実現できる。

30

【0034】

投影レンズ20は、車両前後方向に延びる光軸O上に配置され、バルブ14は投影レンズ20の後方焦点面よりも後方側に配置される。投影レンズ20は、前方側表面が凸面で後方側表面が平面の平凸非球面レンズからなり、後方焦点面上に形成される光源像を反転像として前照灯ユニット210前方の仮想鉛直スクリーン上に投影する。

40

【0035】

図4は、上述のように構成される前照灯ユニット210L、210Rの照射制御部228L、228Rと車両300側の車両制御部302の動作連携を説明する機能ブロック図である。なお、前述したように、前照灯ユニット210L、210Rの構成は基本的に同じなので前照灯ユニット210R側のみの説明を行い前照灯ユニット210L側の説明は省略する。

【0036】

50

前照灯ユニット210Rの照射制御部228Rは、車両300に搭載された車両制御部302の指示に従って電源回路230の制御を行いバルブ14の点灯制御を実行する。また、照射制御部228Rは車両制御部302からの指示に従い可変シェード制御部232、スイブル制御部234、レベリング制御部236を制御する。可変シェード制御部232は、回転シェード12の回転軸12aにギア機構を介して接続されたモータ238を回転制御して、所望のシェードプレート24または切欠部22を光軸O上に移動させる。なお、可変シェード制御部232には、モータ238や回転シェード12に備えられたエンコーダ等の検出センサから回転シェード12の回転状態を示す回転情報が提供されてフィードバック制御により正確な回転制御が実現される。

【0037】

スイブル制御部234は、スイブルアクチュエータ222を制御して灯具ユニット10の光軸を車幅方向について調整する。例えば、曲路走行や右左折走行などの旋回時に灯具ユニット10の光軸をこれから進行する方向に向ける。また、レベリング制御部236は、レベリングアクチュエータ226を制御して、灯具ユニット10の光軸を車両上下方向について調整する。例えば、加減速時における車両姿勢の前傾、後傾に応じて灯具ユニット10の姿勢を調整して前方照射の到達距離を最適な距離に調整する。車両制御部302は、前照灯ユニット210Lに対しても同様な制御を実施する。

【0038】

本実施形態の場合、前照灯ユニット210L、210Rによって形成される配光パターンは、運転者によるライトスイッチ304の操作内容に応じて切り替え可能である。この場合、ライトスイッチ304の操作に応じて、照射制御部228L、228Rが可変シェード制御部232を介してモータ238を制御して配光パターンを決定する。

【0039】

本実施形態の前照灯ユニット210L、210Rは、ライトスイッチ304の操作によらず、車両周囲の状況を各種センサで検出して、車両周囲状況に最適な配光パターンを形成するように自動制御することもできる。例えば、自車の前方に先行車や対向車、歩行者等が存在することが検出できた場合には、車両制御部302はロービーム用配光パターンを形成してグレアを防止するべきであると判定して照射制御部228L、228Rを制御する。また、自車の前方に前走車や対向車、歩行者等が存在しないことが検出できた場合には、回転シェード12による遮光を伴わないハイビーム用配光パターンを形成して運転者の視界を向上させるべきであると判定して照射制御部228L、228Rを制御する。

【0040】

このように前走車や対向車などの対象物を検出するために車両制御部302には、対象物の認識手段として例えばステレオカメラなどのカメラ306が接続されている。カメラ306で撮影された画像フレームデータは、画像処理部308で対象物認識処理など所定の画像処理が施され、その認識結果が車両制御部302へ提供される。例えば、車両制御部302は、画像処理部308から提供される認識結果データの中に予め保持している車両や歩行者を示す特徴点を含むデータが存在する場合、その車両や歩行者を考慮した最適な配光パターンを形成するように照射制御部228L、228Rに情報を提供する。なお、本実施形態では、カメラ306と画像処理部308とで撮影ユニット102を構成している。

【0041】

また、車両制御部302は、車両300に通常搭載されているステアリングセンサ310、車速センサ312などからの情報も取得可能である。そして、車両制御部302は車両300の走行状態や走行姿勢に応じて形成する配光パターンを選択したり、光軸の方向を変化させて簡易的に配光パターンを変化させることができる。例えば、車両制御部302はステアリングセンサ310からの情報に基づき車両が旋回していると判定した場合、回転シェード12を回転制御して旋回方向の視界を向上させるような配光パターンを形成するシェードプレート24を選択することができる。また、回転シェード12の回転状態は変化させずに、スイブル制御部234によりスイブルアクチュエータ222を制御して灯具

10

20

30

40

50

ユニット10の光軸を旋回方向に向けて視界を向上させてもよい。このような制御モードを旋回感応モードという場合がある。

【0042】

また、夜間に高速走行しているときには、遠方から接近する対向車や前走車、道路標識やメッセージボードの認識をできるだけ早く行えるように前照灯による照明を実行することが好ましい。そこで、車両制御部302は車速センサ312からの情報に基づき高速走行していると判定したときに、回転シェード12を回転制御してロービーム用配光パターンの一部の形状を変えたハイウェイモードのロービーム用配光パターンを形成するシェードプレート24を選択してもよい。同様な制御は、レベリング制御部236によりレベリングアクチュエータ226を制御して灯具ユニット10を後傾姿勢に変化させることでも実現できる。前述したレベリングアクチュエータ226による加減速時のオートレベリング制御は、照射距離を一定に維持するような制御である。この制御を利用して、積極的にカットラインの高さを制御すれば、回転シェード12を回転させて異なるカットオフラインを選択する制御と同等の制御ができる。このような制御モードを速度感応モードという場合がある。

10

【0043】

なお、灯具ユニット10の光軸の調整は、スイブルアクチュエータ222やレベリングアクチュエータ226を用いずに行うこともできる。例えば、エーミング制御をリアルタイムで実行するようにして灯具ユニット10を旋回させたり前傾姿勢や後傾姿勢にして、所望する方向の視界を向上させてもよい。

20

【0044】

この他、車両制御部302は、ナビゲーションシステム314から道路の形状情報や形態情報、道路標識の設置情報などを取得することもできる。これらの情報を事前に取得することにより、レベリングアクチュエータ226、スイブルアクチュエータ222、モータ238等を制御して、走行道路に適した配光パターンをスムーズに形成することができる。このような制御モードをナビ感応モードという場合もある。

【0045】

上述したようにカメラ306で撮影した画像フレームデータに基づいて前照灯ユニット210L, 210Rによる照射制御を高精度に行う場合、撮影した画像フレーム上で前方車が移動した場合、その移動量に対応して配光パターンの形状や照射方向を変化させる必要がある。つまり、撮影ユニット102のカメラ306と前照灯ユニット210L, 210Rの灯具ユニット10との関連付けを正確に行う必要がある。言い換えれば、カメラ306で取得した情報に基づいて、配光パターンの選択やスイブル制御、レベリング制御等を実施する場合、灯具ユニット10で形成する配光パターンとカメラ306で取得する画像フレームデータとの関連付けが正確に行われていることが必要になる。

30

【0046】

図5は、車両用前照灯システム100の前照灯ユニット210L, 210Rを点灯して、カメラ306でその配光パターンを撮影している状態を説明する説明図である。カメラ306は、車両300の車室内のルームミラーの裏面ブラケットに配置され、車両300の車両センターラインCAR-CLと対応するように固定されている。また、車両300の前方例えば10mの位置には、車両センターラインCAR-CLと実質的に直交するように配置された鉛直壁面Sが設けられ、前照灯ユニット210L, 210Rから照射される配光パターンが投影されるようになってる。カメラ306は、鉛直壁面Sを画角Wで撮影可能である。この画角は、例えば左右に±20°とすることができる。前照灯ユニット210L, 210Rは、それぞれの光軸LH-CL, RH-CLが車幅方向と直交する車両前方、つまり車両センターラインCAR-CLと平行になるようにエイミング調整されている。図6は、鉛直壁面Sに投影される前照灯ユニット210Lの左通行用のロービーム用配光パターンL0Lと、前照灯ユニット210Rの左通行用のロービーム用配光パターンL0Rを重畳合成した状態を示す。ロービーム用配光パターンL0Lとロービーム用配光パターンL0Rは、実質的に同一の形状である。ロービーム用配光パターンL0Rは

40

50

、灯具ユニット10の光軸Oの地上高Hで定まる水平線H-Hと重なる第1水平線部分m1と、この第1水平部分m1より鉛直方向下方に位置する第2水平部分m2と、第1水平部分m1と第2水平部分m2を接続する傾斜部分m3で構成される。傾斜部分m3の角度は例えば45°である。ロービーム用配光パターンLORも同様な水平部分と傾斜部分で構成される。ここで、傾斜部分m3と第2水平部分m2との交点は、「エルボ点」と称され、ロービーム用配光パターンの照射位置を特定する特徴要素とすることができる。このエルボ点は、シェードプレート24の稜線上の屈曲部分に対応していると共に光軸の位置と一致するように調整されている。

【0047】

ところで、車両300の前照灯ユニット210L, 210Rの光軸調整は、通常、所定の調整設備が整った生産工場の組立ラインや一部の整備工場等、特定の場所で実施される。この場合、車両300は、車両センターラインCAR-CLと鉛直壁面S上に形成された基準点とが一致するように拘束装置等で固定される。そして、車種毎に鉛直壁面S上の基準点の左に形成された光軸マークと光軸LH-CLに対応するエルボ点ELを一致させると共に、車種毎に定められた高さの水平線H-Hに第1水平部分m1を一致させるようにエイミング調整が実施される。同様に、鉛直壁面S上の基準点の右に形成された光軸マークと光軸LH-CRに対応するエルボ点ERを一致させると共に、水平線H-Hに第1水平部分m1を一致させるようにエイミング調整が実施される。また、調整設備の整った場所では、鉛直壁面S上の所定位置にカメラ位置決め用のカメラ用マーキングが付されている場合もある。カメラ306でこのカメラ用マーキングを撮影して、その位置を基準点とすることで車両300とカメラ306との位置合わせを実施することができる。しかしながら、カメラ306の交換や修理のたびに調整設備の整った場所に持ち込んでの再調整は面倒であると共に、カメラ306と自車の位置決めの前に鉛直壁面Sと自車との位置合わせが必要になり効率が悪かった。

【0048】

そこで、本実施形態の車両用前照灯システム100では、前照灯ユニット210から照射する配光パターンをカメラ306で撮影して、その配光パターンに基づいて決定した車両正面基準領域にカメラ306におけるフレーム基準領域を対応付けて両者の関連付けを実施する。この関連付け処理は、図4に示すように、撮影ユニット102の画像処理部308に接続された関連付制御部104で実施される。関連付制御部104は、撮影ユニット102で取得した画像フレームデータに含まれ、配光パターンの照射位置を特定することができる特徴要素を用いて車両前後方向に延びる仮想中心ラインで定まる車両正面基準領域を取得する。この車両正面基準領域は、ピンポイントで表現されてもよいし、ある程度広がりをも有する基準範囲で表現されてもよい。関連付制御部104は、さらに、車両正面基準領域と撮影ユニット102の画像フレームに定められたフレーム基準領域とを対応付けて前照灯ユニット210の灯具ユニット10と撮影ユニット102を関連付ける。このフレーム基準領域もピンポイントで表現されてもよいし、ある程度広がりをも有する基準範囲で表現されてもよい。

【0049】

図7は、配光パターンが投影された鉛直壁面Sをカメラ306で撮影したときに得られる画像フレームを示す説明図である。画像フレームFLは、車両300の概ね正面の位置を撮影範囲とするように定められているものとする。また、前照灯ユニット210L, 210Rはエイミング調整が実施されて個々の光軸LH-CL, RH-CLは車両300の正面に向いているものとする。そして、前照灯ユニット210L, 210Rの配光パターンの略中央がカメラ306の画像フレームFLに収まる位置に車両300を停車させる。

【0050】

カメラ306の画像フレームFLは横長の長方形であり、左下隅に当該画像フレームFLのフレーム基準領域としてX-Y直交座標系の原点(0,0)が基準座標点として設定されている。したがって、この画像フレームFL上で特徴要素であるエルボ点EL, ERの水平方向の座標は、基準座標点(0,0)を基準としてそれぞれ表現すると、エルボ点

10

20

30

40

50

ELが $(X_{EL}, 0)$ 、エルボ点ERが $(X_{ER}, 0)$ と表現できる。したがって、前照灯ユニット210Lの光軸LH-CLと前照灯ユニット210Rの光軸RH-CLとの間にある車両センターラインCAR-CLのX座標 X_{CL} は、 $X_{CL} = (X_{EL} + X_{ER}) / 2$ で表現できる。つまり、特徴要素であるエルボ点EL, ERを用いて車両センターラインCAR-CLで定まる車両正面基準領域と見なせる $(X_{CL}, 0)$ が定義できる。そして、車両正面基準領域 $(X_{CL}, 0)$ とカメラ306の画像フレームに定められたフレーム基準領域と見なせる基準作座標点 $(0, 0)$ とを対応付けていることになる。その結果、灯具ユニット10と撮影ユニット102との関連付けがなされる。つまり、カメラ306により前方車や歩行者を撮影して取得した画像フレームFL上で抽出した情報に基づき、配光パターンを制御すれば、前方車や歩行者に対するグレアを抑制した照射制御が可能になる。

10

【0051】

なお、特徴要素であるエルボ点EL, ERは、シェードプレート24上に形成されているものであり、その特徴要素の形成が配光パターンの特性に影響しない。また、灯具ユニットと撮影ユニットの関連づけを行うための特徴要素を形成するために新たな部品を追加する必要がない。その結果、コスト上昇を招くことなく灯具ユニットと撮影ユニット102との関連付けができる。

【0052】

通常、ライトスイッチ304をON操作すると前照灯ユニット210Lと前照灯ユニット210Rが同時に点灯され、図7に示すようにロービーム用配光パターンL_oLとロービーム用配光パターンL_oRとが鉛直壁面S上で重畳される。その結果、画像フレームデータ上で特徴要素であるエルボ点EL, ERの抽出が迅速にできない場合や正確にできない場合がある。そこで、本実施形態では、特徴要素を含む画像フレームデータを取得する場合、複数の灯具ユニット10のうちいずれか1つを標準照射状態、例えば、エイミング調整がなされて正面方向に向けられた正視状態で点灯させ、対応する配光パターンを画像フレームFLにフレームインさせる。一方、他方の灯具ユニット10は、例えば前傾姿勢となるようにレベリング調整して、対応する配光パターンが画像フレームからフレームアウトするようにする。この結果、左右の灯具ユニット10が同時点灯していても、画像フレーム上では、灯具ユニット10が単独照射されているのと同様の状態となり、特徴要素であるエルボ点の検出が正確かつ容易にできる。他方の灯具ユニット10についても同様にして単独状態で特徴要素であるエルボ点の検出を行うことができる。

20

30

【0053】

ところで、カメラ306で取得した画像フレームデータに基づいて灯具ユニット10の形成する配光パターンの選択やスイブル角度を決定する場合、前方車が自転車正面に対して何度の角度方向に存在するかを正確に把握する必要がある。この場合、カメラ306が取得した画像フレームデータ上で1画素が何度に相当するかを算出すればよい。言い換えれば、画像フレーム上で車両前方の先行車等の注目物体が単位画素分移動するとき、その移動に対応させて灯具ユニット10の光軸を移動させるために必要な光軸の単位揺動角度を算出すればよい。

【0054】

図8(a)、図8(b)は、カメラ306の1画素当たりの角度を算出する方法を説明する説明図である。図8(a)に示すように、図7と同様の手順により前照灯ユニット210Lによるロービーム用配光パターンL_oLを鉛直壁面Sに投影する。そして、カメラ306で画像フレームデータを取得して特徴要素であるエルボ点ELを抽出して、その座標を $(X_{EL1}, 0)$ とする。続いて、図8(b)に示すように、前照灯ユニット210Lのスイブル制御部234を制御して、灯具ユニット10を例えば左方向に回転させて、ロービーム用配光パターンL_oLを左に S_{L1} °だけスイブルさせる。そして、図8(a)と同様に、エルボ点ELを抽出して、その座標を $(X_{EL2}, 0)$ とする。この場合、カメラ306の1画素当たりの角度 θ_L は、 $\theta_L = S_{L1} / (X_{EL1} - X_{EL2})$ として算出できる。

40

50

【 0 0 5 5 】

同様に、前照灯ユニット 2 1 0 R によるロービーム用配光パターン L o R についてもスィブル前のエルボ点 E R の座標 (X E R 1 , 0) と、スィブル後のエルボ点 E R の座標 (X E R 2 , 0) を求める。そして、カメラ 3 0 6 の 1 画素当たりの角度 θ_R は、 $\theta_R = S_{R1} / (X_{ER1} - X_{ER2})$ として算出できる。そして、 $\theta_L = \theta_R$ の場合、カメラ 3 0 6 の 1 画素当たりの角度 θ_L 、つまり単位揺動角度 θ は、 $\theta = \theta_L = \theta_R$ となる。一方、 $\theta_L \neq \theta_R$ の場合は、車両 3 0 0 の車両センターライン C A R - C L が鉛直壁面 S に対して直交していないことを示す。この場合、 $\theta = (\theta_L + \theta_R) / 2$ として平均値をとることにより簡易的にカメラ 3 0 6 の 1 画素当たりの単位揺動角度 θ を算出することができる。

10

【 0 0 5 6 】

上述のように、カメラ 3 0 6 の 1 画素当たりの単位揺動角度 θ を算出することにより、図 9 に示すような配光パターンの制御が高精度で可能になる。図 9 は、曲路走行中に対向車が存在する場合の配光パターンの制御を概略的に説明する説明図である。前述したように、本実施形態の車両用前照灯システム 1 0 0 は、カメラ 3 0 6 と灯具ユニット 1 0 との関連付けが行われていると共に、カメラ 3 0 6 の 1 画素当たりの単位揺動角度 θ が算出済みである。したがって、カメラ 3 0 6 で取得した画像フレームデータ上の対向車の挙動、つまり単位時間当たりに対向車が移動した画素数に応じて配光パターンを対向車に対してどれだけ移動させたらよいか算出できる。その結果を用いて、配光パターンの選択やスィブル制御が可能になる。以下、図 4 のブロック図を参照しながら配光パターンの制御の一例を説明する。

20

【 0 0 5 7 】

例えば、図 9 (a) に示すように、自車 (車両 3 0 0) が前照灯ユニット 2 1 0 L、2 1 0 R でハイビーム用配光パターン H i L、H i R を形成して走行中に対向車 3 1 8 が現れた場合を考える。カメラ 3 0 6 は車両 3 0 0 前方を撮影エリアとする画像フレームデータを連続的または一定間隔で取得している。このとき、カメラ 3 0 6 の画像フレームデータには、対向車 3 1 8 の位置データと共に車両 3 0 0 の形成している配光パターンが画像フレーム内の何処に照射されているかのデータも含まれる。そして、対向車 3 1 8 の位置情報と共に配光情報も車両制御部 3 0 2 に提供される。例えば、車両制御部 3 0 2 において、図 9 (b) に示すように対向車 3 1 8 が車両 3 0 0 のハイビーム用配光パターン H i L、H i R の照射エリアに接近または侵入したことが検出された場合、車両制御部 3 0 2 は配光パターンの切り替え制御を実行する。この場合、車両制御部 3 0 2 は、画像フレームデータ上での対向車 3 1 8 の位置と形成している配光パターンの関連性に応じて配光パターンを決定する。つまり、車両制御部 3 0 2 は、照射制御部 2 2 8 L、2 2 8 R を介して、図 9 (c) に示すように前照灯ユニット 2 1 0 L、2 1 0 R の両方をロービーム用配光パターン L o L、L o R に切り換えることができる。また、図 9 (d) に示すように、対向車 3 1 8 の存在する位置を避けるように、前照灯ユニット 2 1 0 R をロービーム用配光パターン L o R として前照灯ユニット 2 1 0 L を左片ハイ用配光パターン H i C L とすることもできる。同様に、図 9 (e) に示すように、前照灯ユニット 2 1 0 L をロービーム用配光パターン L o L として前照灯ユニット 2 1 0 R を右片ハイ用配光パターン H i C R とすることもできる。このように左片ハイ用配光パターン H i C L または、右片ハイ用配光パターン H i C R を利用することにより、図 9 (c) に示すロービーム用配光パターン L o L、L o R に変更する場合に比べて配光パターンの照射範囲の拡大が可能になる。その結果、対向車 3 1 8 に対するクリアを抑制しつつ、自車 (車両 3 0 0) の運転者の前方認識性の向上に寄与できる。

30

40

【 0 0 5 8 】

また、図 9 (f) に示すように、対向車 3 1 8 の存在する位置を避けるように、前照灯ユニット 2 1 0 L で左片ハイ用配光パターン H i C L を形成し、前照灯ユニット 2 1 0 R で右片ハイ用配光パターン H i C R を形成してもよい。さらに、図 9 (g) に示すように、左片ハイ用配光パターン H i C L および右片ハイ用配光パターン H i C R を対向車 3 1

50

8の移動に追従するようにスイブルさせてもよい。この場合、車両制御部302は関連付制御部104で算出した単位揺動角度と画像フレームデータ上での対向車318の移動画素数とを乗算することによりスイブル角度を算出できる。その結果、対向車318に対するグレアを抑制しつつ、図9(d)、図9(e)よりさらに配光パターンの照射範囲の拡大が可能となり、自車の運転者の前方視認性を向上させることができる。

【0059】

図10(a)~図10(d)を用いて、図9(g)に示したスイブル制御を詳細に説明する。なお、図10(a)~図10(d)では、制御状態を分かりやすくするために、車両左側の前照灯ユニット210Lの配光パターンの制御のみを示す。また、前照灯ユニット210Lは、ロービーム用配光パターン、ハイビーム用配光パターン、左片ハイ用配光パターンを形成できるものとする。図10(a)は、ロービーム用配光パターンLoを形成している状態である。

【0060】

図10(a)に示すように、自車(車両300)の前方には、前走車320, 322および対向車318が存在する。このような状況の場合、車両300は通常ロービーム用配光パターンLoを照射する制御を行うことになる。この場合、前走車320, 322、対向車318にグレアを与えることはないが、車両300の運転者の前方視認性はハイビーム用配光パターンの形成時よりは低くなる。図10(b)は、車両300に搭載されたカメラ306で車両前方を撮影した場合の自車(車両300)と前走車320, 322、対向車318の位置関係を説明する説明図である。また、図10(c)は、画像処理部308における処理イメージ画面であり、図10(b)の状態をカメラ306で撮影して得た画像フレームデータを説明する説明図である。この場合、車両正面である車両センターラインVのX座標を X_{CL} とする。画像処理部308においては、対向車318の検出は、例えばヘッドライトの左右の光点を検出することで実行できる。また、前走車320, 322の検出は、例えば左右のテールランプの光点を検出することで実行できる。図10(a)~図10(d)の説明では、左方向のスイブルによって前走車320を配光パターンの照射エリアから外す制御を行う。したがって、画像処理部308は、まず前走車320の左端部のX座標を取得する。つまり、画像処理部308は、画像フレームデータ上で前走車320を抽出すると共に、前走車320の左側テールランプのX座標 X_L を取得する。そして、車両センターラインVのX座標 X_{CL} と左側テールランプのX座標 X_L との差($X_{CL} - X_L$)に1画素当たりの角度 θ_L を乗ずることで車両センターラインVに対する前走車320の角度 α_L が算出できる($\alpha_L = (X_{CL} - X_L) \times \theta_L$)。

【0061】

図10(d)は、左片ハイ用配光パターンの形状を説明する俯瞰図および対応する左片ハイ用配光パターンを鉛直スクリーンに投影した鉛直投影図を並記した図である。左片ハイ用配光パターンは、ロービーム用配光パターンの左側をハイビーム状態にした配光パターンである。左片ハイ用配光パターンは、縦カットラインCの位置が車両センターラインVに対して左に X_L だけ変位している配光パターンである。

【0062】

図10(b)、図10(c)で求めた α_L に対し、左片ハイ用配光パターンの片寄り角度 X_L が $X_L > \alpha_L$ の関係にある場合、前走車320は左片ハイ用配光パターンの右側に存在することになる。この場合、スイブル機能を用いる必要はなく、照射制御部228Lは可変シェード制御部232で左片ハイ用配光パターンを選択するのみで前走車320, 322等にグレアを与えないようにできる。一方、 $X_L < \alpha_L$ の場合は、前走車320が左片ハイ用配光パターンの中に存在する可能性が高く、グレアを与えてしまう可能性が高い。そのため、車両制御部302は照射制御部228Lを介して可変シェード制御部232で左片ハイ用配光パターンを選択すると共に、スイブル制御部234を制御して左片ハイ用配光パターンの照射エリアから前走車320が外れるようにする。スイブル角度は、 $\alpha_L - X_L$ で算出できる。その結果、図10(e)に示すように、前走車320にグレアを与えないようにしつつ、車両300の運転者の前方視認性の向上に寄与できる。

10

20

30

40

50

同様の制御を前照灯ユニット210Rで形成する右片ハイ用配光パターンについても行えば、対向車318にグレアを与えないようにしつつ、車両300の運転者の前方視認性の向上に寄与できる。

【0063】

上述したような前方車の位置抽出とスイブル角度の算出を繰り返し行うことで、刻々と変化する前方車の位置に対応して、配光パターンの切り替えやスイブル角度の制御が可能な高性能の車両用前照灯システム100が得られる。

【0064】

上述したように、本実施形態の車両用前照灯システム100においては、特別な専用設備がある工場でなくても、鉛直壁面Sさえあればカメラ306と灯具ユニット10との関連付けを容易に実施できる。本実施形態の場合、鉛直壁面Sに対して車両300の車両センターラインCAR-CLが直角になるように車両300が対面することが望ましい。ただし、実際に車両300を鉛直壁面Sに対峙させるとき、車両300に対し拘束固定装置を使用しない場合や簡易的な拘束固定装置しか使用できない場合があり、図11に示すように、車両300が鉛直壁面Sに対して角度 $\theta = 10^\circ$ 程度の誤差を有してしまうことがある。そこで、このような誤差が実用上どの程度影響するか検証する。例えば、鉛直壁面Sと車両300との距離 $L = 10\text{m}$ で前照灯ユニット210L, 210Rの光軸間距離 $D = 1.4\text{m}$ 、鉛直壁面Sと車両センターラインCAR-CLとの対峙角度誤差 $\theta = 10^\circ$ の場合を考える。この場合、車両300に対して鉛直壁面Sが斜めになることにより生じる鉛直壁面Sと車両300との間の差分距離 L' は、 $L' = \tan 10^\circ \times 0.7 = 0.12\text{m}$ となる。したがって、車両300と鉛直壁面Sの対峙が直角(90°)の場合の車両センターラインCAR-CLを基準とする画角 α は、 $\alpha = \tan^{-1}(0.7/10) = 4.004^\circ$ となる。一方、車両300と鉛直壁面Sの対峙角度誤差が 10° の場合の車両センターラインCAR-CLを基準とする画角 α_1 は、 $\alpha_1 = \tan^{-1}(0.7/(10.12)) = 3.957^\circ$ となる。この場合、車両センターラインCAR-CLの誤差 δ は、約 0.05° である。この誤差は、配光パターンの制御において実用上問題ない範囲であることを本発明者らは確認している。また、図11の例では、鉛直壁面Sと車両300との距離 $L = 10\text{m}$ としたが、本実施形態の関連付け作業は、距離Lに依存しない。したがって、鉛直壁面Sがあれば、本実施形態の関連付けを容易に実施することができる。

【0065】

上述した本実施形態において、図8において、カメラ306の1画素当たりの角度を算出する場合にエルボ点EL, ERをスイブルさせて実施する例を説明した。図12は、スイブル機能を用いることなく、1画素当たりの角度を算出する例を説明する。例えば、図12(a)に示すように、左片ハイ用配光パターンHiCLが形成できる場合、左片ハイ用配光パターンHiCLには、エルボ点ELの他に光軸と一致するエルボ点ELから所定の離間角度の位置に形成された縦カットラインLCL-Lがある。同様に、図12(b)に示すように、右片ハイ用配光パターンHiCRが形成できる場合、右片ハイ用配光パターンHiCRには、エルボ点ERの他に光軸と一致するエルボ点ERから所定の離間角度の位置に形成された縦カットラインLCL-Rがある。言い換えれば、灯具ユニット10の光軸を基準として光軸に対して所定の離間角度で離間した位置に形成された特徴要素が形成されている。したがって、カメラ306の取得した画像フレームデータにおける縦カットラインLCL-L, LCL-Rの位置に基づいてエルボ点EL, ERからの離間距離 X_L, X_R が取得できる。そして、離間距離 X_L, X_R を設計段階で決定されている離間角度 X_L°, X_R° で除算することによりカメラ306の1画素当たりの角度を算出することができる。この角度は、画像フレーム上で特徴要素を単位画素分移動させるために必要な単位離間角度ということができる。

【0066】

上述した図10の例では、自車(車両300)の前方に存在する前走車320が自車に対して何度の位置に存在するかを示す θ_L を算出する場合、カメラ306の1画素当たり

10

20

30

40

50

の単位揺動角度 θ_L とする場合、 $\theta_L = (X_{CL} - X_L) \times$ で表すことができた。言い換えれば、図 13 に示すように、鉛直壁面 S に照射された配光パターンをスイブル機能を用いて S_{L1} だけ回転させたときのエルボ点 E L の移動量をカメラ 306 の画素数 P_N として求めて、カメラ 306 の 1 画素当たりの単位揺動角度 θ_L を算出した。そして、実際の走行状態で求めた前走車 320 の車両センターライン CAR - CL からからの距離 N に単位揺動角度 θ_L を乗じれば、 θ_L が求められる。つまり、 $\theta_L = S_{L1} / P_N$ および $\theta_L = \theta_L \times N$ より、 $\theta_L = S_{L1} \times N / P_N \cdots$ (式 1) となる。これは、例えば N が P_N の 2 倍になれば、 θ_L も S_{L1} の 2 倍になることを示す。

【0067】

一方、 P_N および S_{L1} が既知の場合、画像処理の検出結果である距離 N から θ_L を求めることができる。つまり、 $\theta_L = \tan^{-1} \{ N \times \tan(S_{L1}) / P_N \} \cdots$ (式 2) となる。式 2 から分かるように、この場合、N が P_N の 2 倍になっても θ_L は S_{L1} の 2 倍にならない。

【0068】

前述したように、配光可変を用いる車両用前照灯システム 100 においては、ハイビームの照射範囲に対して前走車 320 の位置が何処であるかを扱うことになる。この場合、 θ_L は、概ね $\pm 20^\circ$ 程度である。図 14 の計算値表は、カメラ 306 の画角 40° (左右 $\pm 20^\circ$)、カメラの画素数 640×480 (VGA)、 $S_{L1} = 10^\circ$ 、 $P_N = 160$ の場合に、N の値を変化させながら上述の式 1 で計算した値 θ_{L1} と式 2 で計算した値 θ_{L2} を示している。上述のように、 θ_L の実用範囲は $\pm 20^\circ$ 程度であり、この場合の誤差は約 0.5° となる。したがって、 0.5° の誤差が許容できない場合には上述の式 2 を用いて θ_L 算出し高精度の制御ができる。また、 0.5° の誤差が許容できる場合には、上述の式 1 を用いて θ_L 算出して負荷の少ない処理で配光パターンの制御を実施することができる。

【0069】

ところで、上述した各実施形態では、ロービーム用配光パターンを形成したときのエルボ点を抽出して車両センターライン CAR - CL を取得した。ただし、エルボ点はカットオフラインの角度変化部分を認識して抽出するので、配光パターンを投影する鉛直壁面 S の表面状態や投影距離によって抽出精度のばらつきが出る場合がある。そこで、図 15 (a) に示すように、ロービーム用配光パターン L_0 を形成するシェードプレート 24 のカットオフライン上に特徴要素を提供する特徴要素形成部 322, 324 を形成する。図 15 (a) の場合、特徴要素形成部 322 は、光軸 O から角度 θ_L だけ離れた位置に凹状の三角形で形成され、特徴要素形成部 324 は、光軸 O から角度 θ_R だけ離れた位置に凸状の三角形で形成された例を示す。特徴要素形成部 322, 324 は、配光パターンのカットオフラインに対応するシェードプレート 24 の稜線部に形成されている。このような特徴要素形成部 322, 324 を有するシェードプレート 24 により形成される配光パターンを図 15 (b) に示す。図 15 (a) に示す特徴要素形成部 322, 324 を有するシェードプレート 24 を鉛直壁面 S に投影すると、上下左右反転された配光パターン上に特徴要素形成部 322, 324 に対応する特徴要素が出現する。この場合、 $\theta_L = \theta_R$ と設定すれば、エルボ点 E が存在する光軸 O の位置を容易に検出することができる。なお、特徴要素形成部 322, 324 はいずれか一方を形成するのみでもよいし、凹凸を逆にしてもよい。また、特徴要素形成部を複数設ける場合、凹形状のみを形成しても凸形状のみを形成しても同様の効果を得ることができる。また、図 15 (c)、図 15 (d) に示すように、片ハイ用配光パターン HiC の場合、縦カットライン LCL は設計上光軸 O の位置から所定の角度の位置に形成されている。したがって、縦カットライン LCL の位置から光軸 O の位置が確定可能である。そして、この光軸 O の位置を基準にして特徴要素形成部 324 を形成して配光パターン上に三角凸形状の特徴要素を形成するようにしても図 15 (b) と同様に効果を得ることができる。また、縦カットライン LCL の位置を基準に特徴要素形成部 324 を形成してもよく、同様の効果を得ることができる。なお、上述した特徴要素形成部 322, 324 により配光パターンのカットオフライン上に特徴要素

10

20

30

40

50

を形成したものを実際の走行中に自車の運転者が見た場合、路面に照射される配光パターンの外側の位置に現れる。したがって、実走行中に特徴要素形成部 3 2 2 , 3 2 4 による特徴要素が運転者に認識され難くできて、運転者に違和感を殆ど与えないようにできる。同様に、対向車の運転者や歩行者にも特徴要素形成部 3 2 2 , 3 2 4 により特徴要素を形成しても違和感を殆ど与えないようにできる。

【 0 0 7 0 】

図 1 6 (a) は、特徴要素の他の形成手段を説明する説明図である。図 1 6 (a) の場合、シェードプレート 2 4 の可視光の遮光領域に開口部 3 2 6 を形成し、当該開口部 3 2 6 を可視光カットフィルタ 3 2 8 で覆い非可視光透過部を形成している。つまり、灯具ユニット 1 0 のバルブ 1 4 が照射する光のうち可視光部分はシェードプレート 2 4 および可視光カットフィルタ 3 2 8 によりカットして、人間に見える通常の配光パターンを形成する。一方、バルブ 1 4 が照射する光のうち非可視光である赤外線等は、可視光カットフィルタ 3 2 8 で覆われた開口部 3 2 6 を通過し、車両前方領域に照射される。この赤外線は、カメラ 3 0 6 で検出可能となる。その結果、カメラ 3 0 6 で取得する画像フレームデータ上には、図 1 6 (b) に示すように、通常は暗領域となる部分に赤外線による光点が現れ、これを特徴要素 3 3 0 とすることができる。そして、この特徴要素 3 3 0 を用いて図 1 5 (b) で説明した場合と同様に、エルボ点 E が存在する光軸 O の位置を容易に検出することができる。なお、図 1 6 (a) の場合、特徴要素 3 3 0 は、シェードプレート 2 4 のカットオフラインの水平部分より角度 θ だけ内側にシフトした位置に形成されている。したがって、配光パターンを形成した場合、特徴要素 3 3 0 は、図 1 6 (b) に示すように配光パターンのカットオフラインの暗部側で角度 θ 上方に形成される。なお、前述したように、この特徴要素 3 3 0 は赤外線で形成されるので、自車の運転者や搭乗者、前走車の搭乗者、歩行者等には認識されることなく、違和感を与えることはない。

【 0 0 7 1 】

図 1 6 (c)、図 (d) は、片ハイ用配光パターン H i C において、開口部 3 2 6、可視光カットフィルタ 3 2 8 を用いて特徴要素 3 3 0 を形成する例を示す。この場合も図 1 6 (b) と同様にエルボ点 E が存在する光軸 O の位置を容易に検出することができる。

【 0 0 7 2 】

また、図 1 6 (a) は、開口部 3 2 6 が丸形状である場合を示したが、特徴要素を認識し易い形状であればよく、例えば、四角形、菱形、星形、十字型等適宜選択可能であり、同様な効果を得ることができる。

【 0 0 7 3 】

上述した各実施形態では、ハイビームおよびロービームを含む複数の配光パターンを 1 光源で形成できる配光可変型のいわゆる 2 灯式前照灯を例にとり説明したが、ハイビームとロービームが別々の光源で形成するいわゆる 4 灯式前照灯でも本実施形態の技術を適用できる。4 灯式前照灯の場合は、ハイビーム用の灯具とロービーム用の灯具が別構造で構成されるが、同一の基台に固定されている。したがって、撮影ユニットとロービーム用の灯具との間で関連付けを行えば、自動的にハイビーム用の灯具と撮影ユニットとの関連付けも完了することになり、上述した配光パターンの制御を実現できる。また、4 灯式前照灯において、ハイビーム用の灯具で形成するハイビーム用配光パターンを複数の分割領域に分けて各分割領域を個別に点消灯制御するシステムがある。このシステムによれば、ハイビーム用配光パターンを形成する領域のうちグレアを抑制したい部分のみを遮光状態にできるので、グレアを抑制しつつ、照射領域を拡大して前方視認性向上に寄与できる。このようなシステムにおいても上述と同様に撮影ユニットとロービーム用の灯具との間で関連付けを行えば、自動的にハイビーム用の灯具と撮影ユニットとの関連付けも完了することになり、上述した配光パターンの制御を実現できる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態では、車両センターライン C A R - C L を算出するために前照灯ユニット 2 1 0 L , 2 1 0 R により形成される 2 つの特徴要素を用いる例を説明した。応用例としては、前照灯ユニット 2 1 0 と鉛直壁面 S との距離および一方の前照灯ユニット 2 1

10

20

30

40

50

0で形成する特徴要素の位置に基づいて車両センターラインCAR-CLを算出することも可能であり本実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0075】

また、上述した各実施形態では、ロービーム用配光パターンや片ハイ用配光パターンに特徴要素を形成する例を説明したが、赤外線等を用いれば、例えばハイビーム用配光パターンの明領域に特徴要素を形成することも可能であり、本実施形態と同様な撮影ユニットと灯具ユニットとの関連付けを行うことができ、同様の効果を得ることができる。

【0076】

本発明は、上述の各実施形態に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて各種の設計変更等の変形を加えることも可能である。各図に示す構成は、一例を説明するための

10

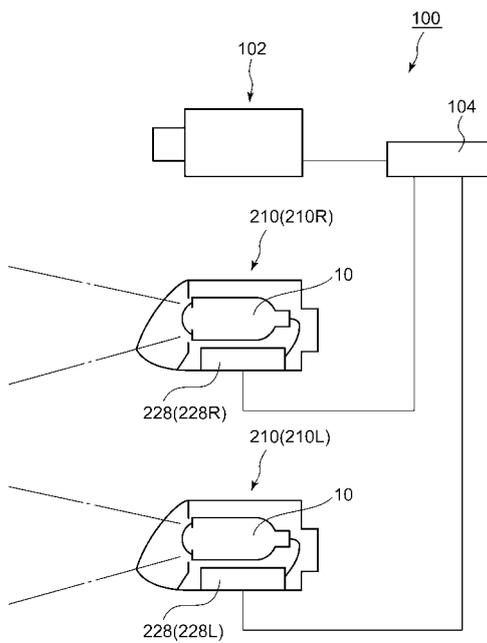
【符号の説明】

【0077】

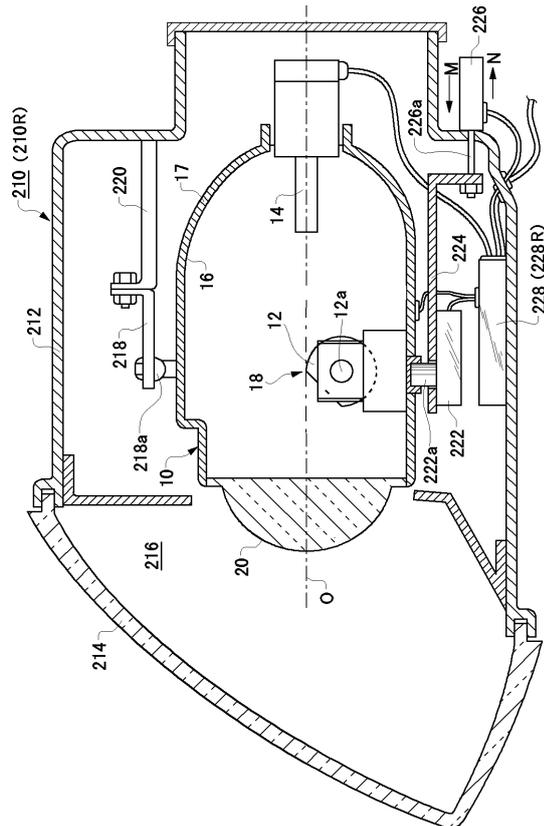
10 灯具ユニット、 20 投影レンズ、 100 車両用前照灯システム、 102 撮影ユニット、 104 関連付制御部、 210 前照灯ユニット、 222 スイブルアクチュエータ、 226 レベリングアクチュエータ、 228 照射制御部、 232 可変シェード制御部、 234 スイブル制御部、 236 レベリング制御部、 300 車両、 302 車両制御部、 306 カメラ、 308 画像処理部、 322, 324 特徴要素形成部、 330 特徴要素。

20

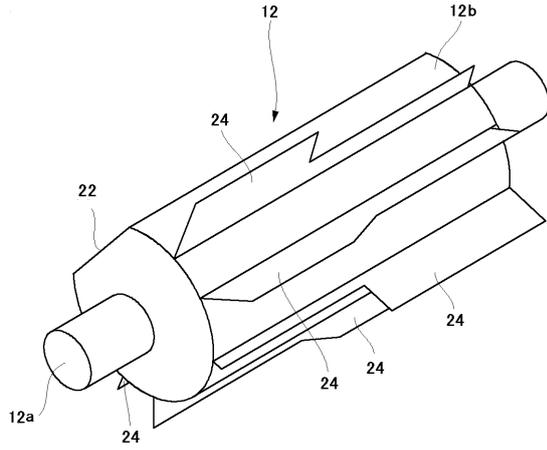
【図1】



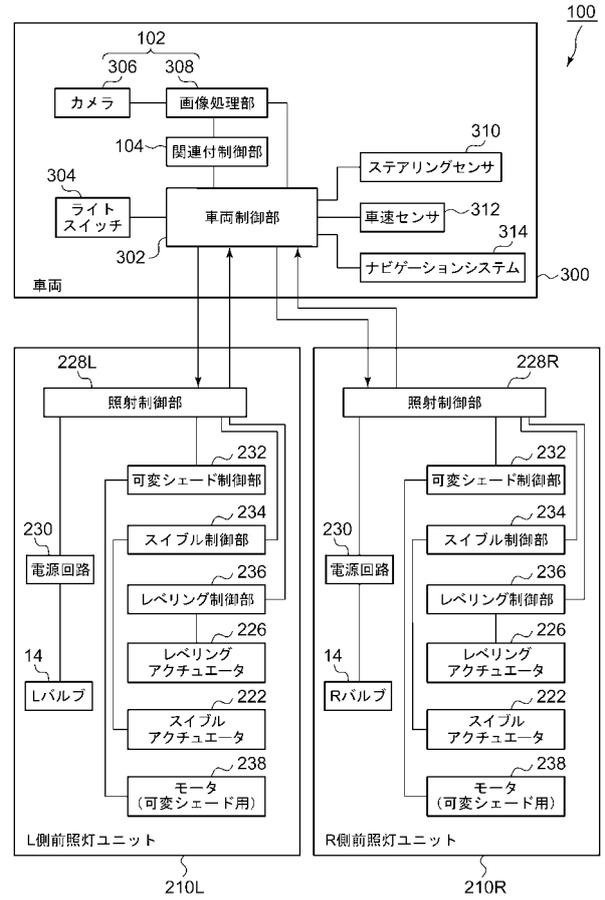
【図2】



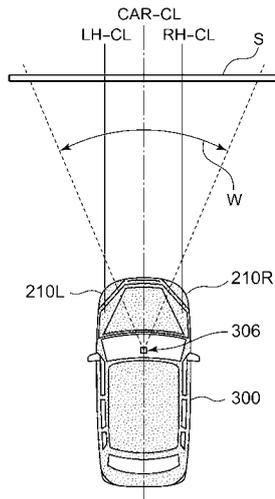
【図3】



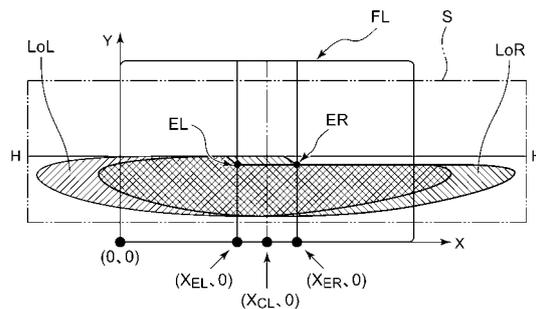
【図4】



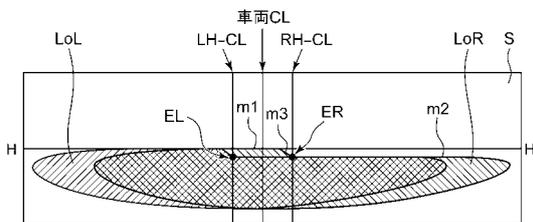
【図5】



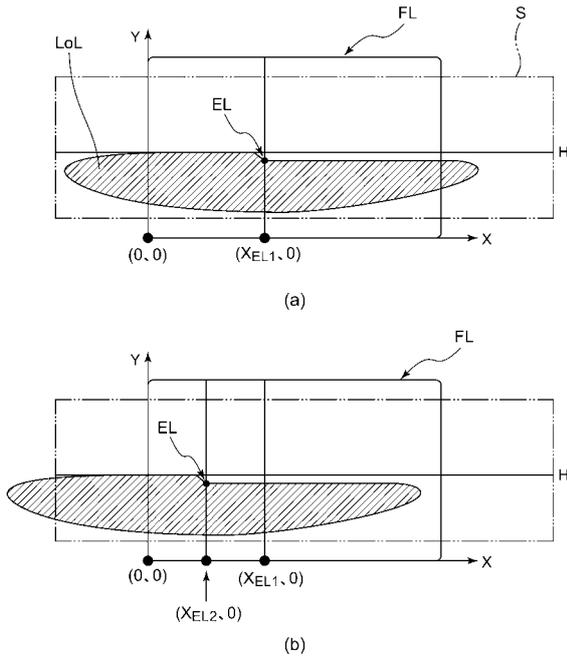
【図7】



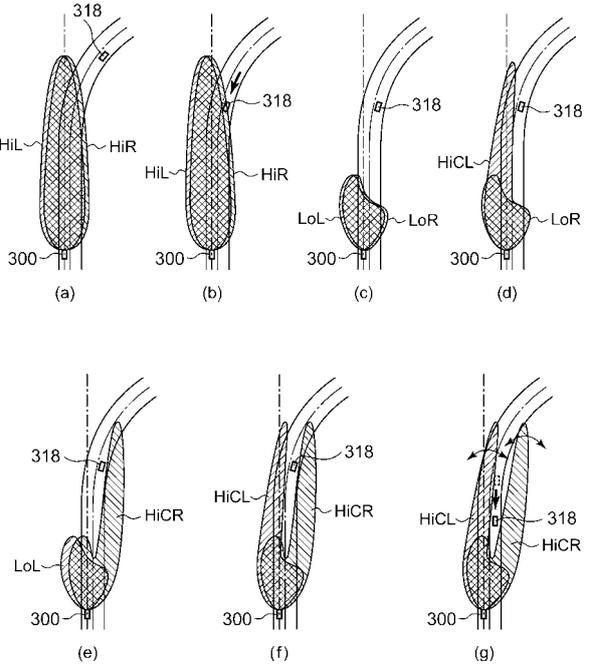
【図6】



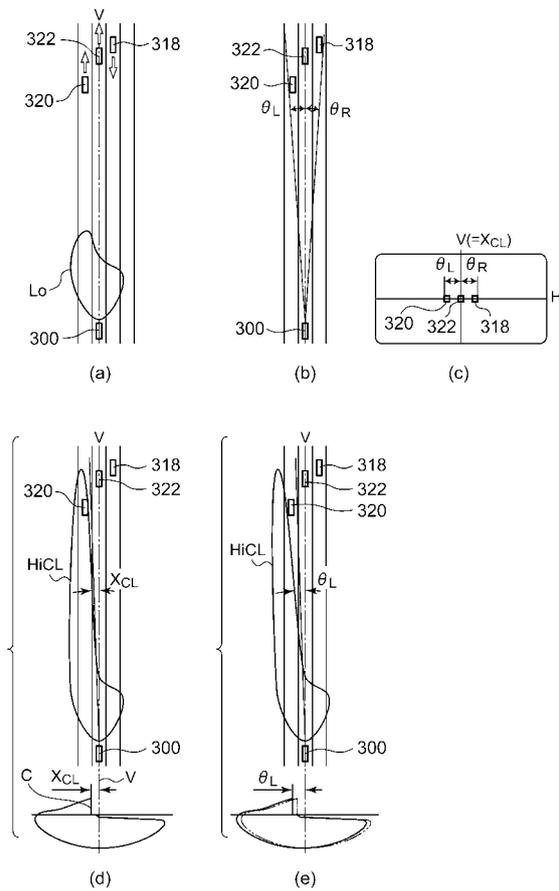
【 図 8 】



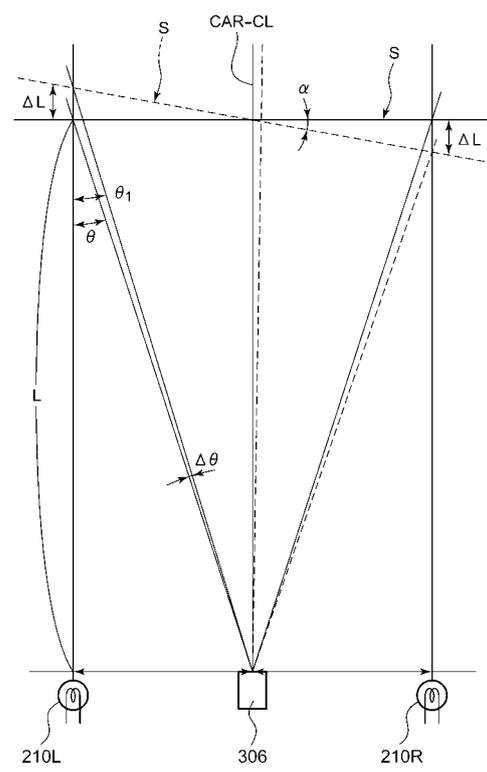
【 図 9 】



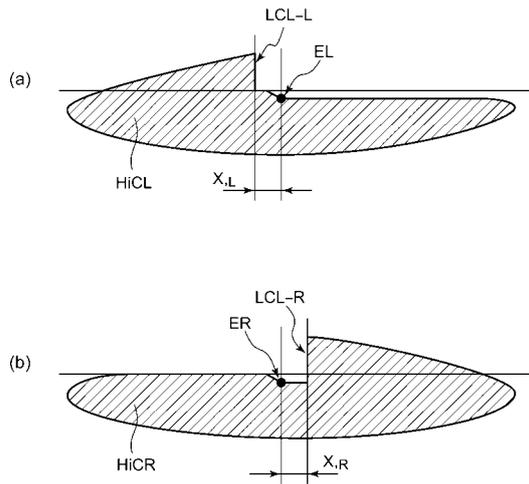
【 図 10 】



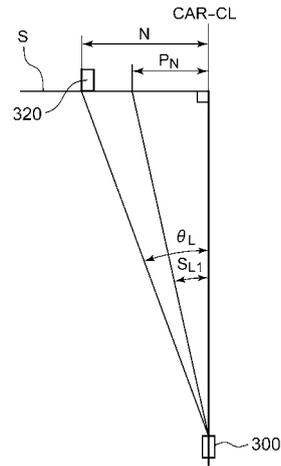
【 図 11 】



【 図 1 2 】



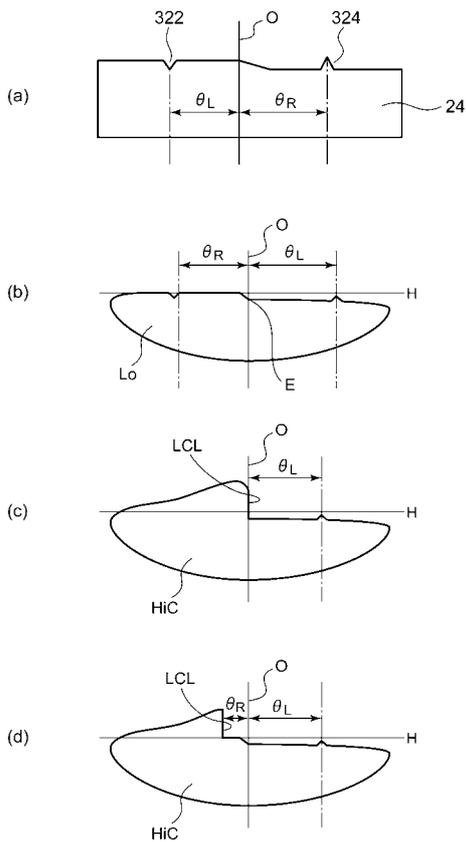
【 図 1 3 】



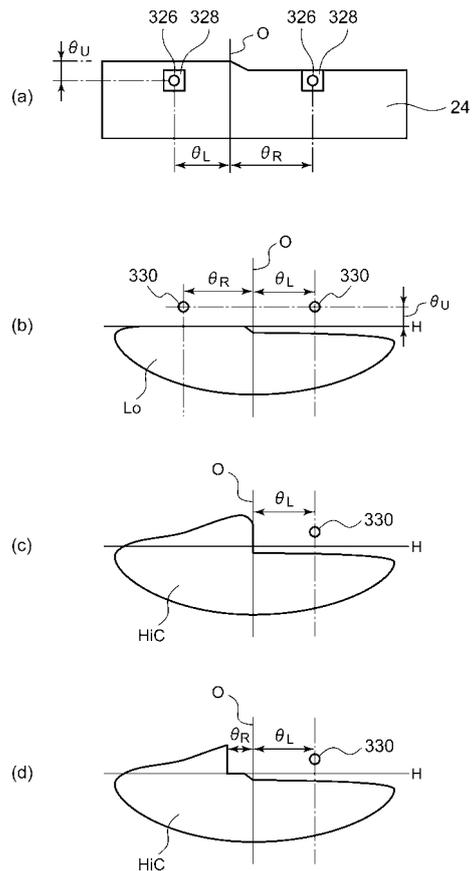
【 図 1 4 】

| S _{L1} | N | PN | θ_1 | θ_2 |
|-----------------|-----|-----|------------|------------|
| 10 | 0 | 160 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 50 | 160 | 3.125 | 3.154 |
| 10 | 100 | 160 | 6.250 | 6.289 |
| 10 | 150 | 160 | 9.375 | 9.386 |
| 10 | 200 | 160 | 12.500 | 12.430 |
| 10 | 250 | 160 | 15.625 | 15.403 |
| 10 | 300 | 160 | 18.750 | 18.295 |
| 10 | 320 | 160 | 20.000 | 19.425 |
| 10 | 400 | 160 | 25.000 | 23.789 |
| 10 | 500 | 160 | 31.250 | 28.856 |
| 10 | 600 | 160 | 37.500 | 33.474 |
| 10 | 640 | 160 | 40.000 | 35.196 |

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-098971(JP,A)
特開2000-193559(JP,A)
特開2008-296660(JP,A)
国際公開第2008/053521(WO,A1)
実開平07-041809(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60Q 1/04