

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

panies movement of the person to be photographed, such ascertaining being on the basis of a feature part for detecting movement. The line-of-sight measurement unit corrects the positional deviation of the subsequent image relative to the arbitrary image and measures the line-of-sight direction from the orientation of the eyes relative to the face.

(57) 要約: 視線計測装置は、撮像部 (110) と視線計測部 (140) を備える。撮像部は、露出レベルを変更可能として、被撮影者の画像を撮像する。視線計測部は、撮像部によって撮像された画像を基に、被撮影者の視線方向を計測する。撮像部は、第1露出レベルで被撮影者の顔全体を示す第1画像 (1101) と、第1露出レベルよりも高く設定された第2露出レベルで被撮影者の目の周りを示す第2画像 (1102) とを交互に連続して撮像する。視線計測部は、交互に連続して撮像される第1画像および第2画像のうち、任意の画像および次の画像との間で、動きを検出するための特徴部に基づいて被撮影者の動きに伴う位置ずれを把握すると共に、任意の画像に対する次の画像の位置ずれを補正して、顔に対する目の向きから視線方向を計測する。

明 細 書

発明の名称：視線計測装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、当該開示内容が参照によって本出願に組み込まれた、2016年9月13日に出願された日本特許出願2016-178769号を基にしている。

技術分野

[0002] 本開示は、例えば、車両を運転するユーザの顔画像を用いて、視線の方向を計測する視線計測装置に関するものである。

背景技術

[0003] 従来の視線計測装置として、例えば、特許文献1に記載されたものが知られている。特許文献1の視線計測装置（運転者撮像装置）は、運転者の顔を撮像するドライバモニタカメラと、画像処理を行うドライバモニタECUとを備えている。

[0004] ドライバモニタECUは、まず、ドライバモニタカメラによって、所定の明るさ（露光量）で、運転者の顔の広域部分を主体とした第1撮像画像を撮像する。顔の広域部分は、顔の輪郭や鼻孔の位置を含んでいる。また、ドライバモニタECUは、通常、顔の広域部分に対して、暗く写りがちな目の領域を明確な画像として得られるように、ドライバモニタカメラによって、第1撮像画像のときよりも露光量を上げて、顔の一部のみを主体とした第2撮像画像を得る。具体的には、顔の一部として目の領域を撮像する。

[0005] そして、ドライバモニタECUは、第1撮像画像と第2撮像画像とを同一のドライバモニタカメラによって、極めて短い時間間隔で撮像する。これにより、第1撮像画像に対して、第2撮像画像に撮像されている運転者の顔は、ほぼ同じ位置に同じ状態で撮像されていると見なす（仮定する）ことができる。

[0006] これにより、ドライバモニタECUは、第1撮像画像を用いて運転者の顔

の向き、および目の位置を検知する（第1画像処理を行う）と共に、第2撮像画像を用いて運転者の目の開閉度、および視線方向を検知する（第2画像処理を行う）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2009-276849号公報

発明の概要

[0008] ここで、特許文献1では、あくまでも運転者は静止しているものと仮定して、極めて短い時間間隔で第1撮像画像および第2撮像画像を得ることで、運転者の顔および目が、ほぼ同じ位置で、同じ状態で撮影されていると見なしている。しかしながら、運転者の顔に動きがあった場合、仮に極めて短い時間間隔で、第1撮像画像と第2撮像画像を得たとしても、両者の画像中において顔の位置と目の位置とがずれてしまい、顔に対する目の位置、視線の方向を正確に把握することが困難となり、視線計測の精度が低下してしまう。

[0009] 本開示は上記点に鑑みて、被撮影者に動きがある場合であっても、より正確な視線の計測を可能とする視線計測装置を提供することを目的とする。

[0010] 本開示の視線計測装置は、撮像部と視線計測部を備える。撮像部は、露出レベルを変更可能として、被撮影者の画像を撮像する。視線計測部は、撮像部によって撮像された画像を基に、被撮影者の視線方向を計測する。撮像部は、第1露出レベルで被撮影者の顔全体を示す第1画像と、第1露出レベルよりも高く設定された第2露出レベルで被撮影者の目の周りを示す第2画像とを交互に連続して撮像する。視線計測部は、交互に連続して撮像される第1画像および第2画像のうち、任意の画像および次の画像との間で、動きを検出するための特徴部に基づいて被撮影者の動きに伴う位置ずれを把握すると共に、任意の画像に対する次の画像の位置ずれを補正して、顔に対する目の向きから視線方向を計測する。

[0011] 本開示によれば、視線計測部は、任意の画像と次の画像において、動きを

検出するための特徴部に基づいて位置ずれを把握すると共に、その位置ずれを補正して、顔に対する目の向きから視線方向を計測する。その結果、被撮影者に動きが有った場合でも、より正確な視線方向の計測を行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。

[図1]視線計測装置の全体構成を示す構成図である。

[図2A]露出制御における制御内容を示すフローチャートである。

[図2B]顔画像の撮像範囲を示す図である。

[図3A]第1画像における露出評価を示す説明図である。

[図3B]第2画像における露出評価を示す説明図である。

[図4A]視線計測制御における基本的な制御内容を示すフローチャートである。
。

[図4B]図4Aのフローチャートに関連する説明図である。

[図5A]第1画像と第2画像とで運転者の顔面の位置がずれたことを示す図である。

[図5B]図5Aのずれを補正したことを示す図である。

[図6]第1実施形態における視線計測制御の内容を示すフローチャートである。
。

[図7]動きを検出する際の特徴部を抽出するための要領を示す説明図である。

[図8]第2実施形態における視線計測制御の内容を示すフローチャートである。
。

[図9]第3実施形態における明暗切替え制御の内容を示すフローチャートである。

[図10]第4実施形態における明暗切替え制御の内容を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。各実施形態で具体的に組み合わせが可能であることを明示している部分同士の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても実施形態同士を部分的に組み合わせることも可能である。

[0014] (第1実施形態)

第1実施形態における視線計測装置100について図1～図7を用いて説明する。視線計測装置100は、例えば、車両に搭載されて、運転者（被撮影者）の顔の画像（顔画像）を撮像して、撮像された顔画像を基に視線方向を計測する装置である。車両には、例えば、カーナビゲーション装置、カーオーディオ装置、あるいは／およびカーエアコン装置等の各種機器が搭載されている。視線計測装置100によって、計測された視線方向（視線の先）が、各種機器の種々のスイッチ部のいずれかの位置に一致すると、そのスイッチ部がオンされる。

[0015] 尚、視線計測装置100では、顔画像から、目の開き具合も計測可能である。例えば、目の開き具合から運転者が眠気を催しているか否かを判定して、眠気を催していると判定された場合、アラーム等を作動させて運転者を覚醒させることができる。あるいは、ブレーキ装置を作動させて減速させる、更には強制停止させる、等の安全運転支援を行うことも可能である。

[0016] 視線計測装置100は、図1に示すように、撮像部110、画像取得部121、フレームメモリ122、露出制御部130、視線計測部140、および動作制御部150等を備えている。

[0017] 撮像部110は、露出レベルを変更可能として、運転者の顔画像を撮像する。撮像部110は、運転者の顔と対向するように、例えば、ステアリングコラムの上部、コンビネーションメータ、あるいは、フロントウインド上部

等に装着されている。撮像部 110 は、光源 111、レンズ 112、バンドパスフィルタ 112a、イメージセンサ 113、およびコントローラ 114 等を有している。

[0018] 光源 111 は、顔画像を撮像するために運転者の顔に向けて、例えば、近赤外線等の光を出射する。光源 111 は、コントローラ 114 によって、例えば、露光時間、光源強度等が制御される。これによって、撮像時の露出レベルが調整される。

[0019] レンズ 112 は、イメージセンサ 113 の運転者側に設けられて、光源から出射されて運転者の顔によって反射された光をイメージセンサ 113 に向けて集光（結像形成）させる。

[0020] バンドパスフィルタ（BPF）112a は、太陽や外部照明等の外乱による影響を軽減するために、特定の波長の光のみを通す特性を持った光学フィルタである。本実施形態では、バンドパスフィルタ 112a は、光源 111 からの近赤外線波長のみを通す。バンドパスフィルタ 112a は、レンズ 112 の前面、あるいはレンズ 112 とイメージセンサ 113 との間に設置されている。

[0021] イメージセンサ 113 は、レンズ 112 による結像を電気信号に変換して、運転者の顔画像として撮像（取得）する撮像素子であり、コントローラ 114 によって、例えば、ゲイン等が制御される。これによって、撮像時の露出レベルが調整される。イメージセンサ 113 は、顔画像を撮像するにあたって、例えば、1 秒間に 30 フレームの撮像データを連続的に取得していく。

[0022] イメージセンサ 113 は、後述するように、第 1 露出レベルの条件と第 2 露出レベルの条件とが交互に連続するようにして、例えば図 2B に示す範囲で、顔画像を撮像する。第 1 露出レベルでの顔画像は、主に、運転者の目の周りを除く顔全体を示す第 1 画像 1101（図 3A）となる。第 2 露出レベルでの顔画像は、主に、運転者の目の周りを示す第 2 画像 1102（図 3B）となる。1 秒間に 30 フレームを撮像する場合であると、第 1 画像 110

1 は、例えば、30 フレームのうち、奇数番目となる15 フレーム分の画像となり、また、第2 画像1102 は、偶数番目となる15 フレーム分の画像となる。イメージセンサ113 は、このように、第1 画像1101 と第2 画像1102 とを交互に連続して撮像し、撮像した顔画像のデータを画像取得部121 に出力する。

[0023] コントローラ114 は、露出制御部130 からの指示に基づいて、顔画像を撮像する際に必要とされる露出レベルとなるように、光源111、およびイメージセンサ113 を制御する。コントローラ114 は、顔画像の撮像において、第1 画像1101 を撮像する際には第1 露出レベルとなるように、また、第2 画像1102 を撮像する際には第2 露出レベルとなるように光源111、およびイメージセンサ113 を制御する。

[0024] 一般的に、目の周りの撮像にあたっては、人によっては目の彫りが深い場合、あるいはサングラスをかけている場合等では、目の周りが暗くなって、特に、瞼や瞳孔（あるいは虹彩）等を正確に撮像することが難しい。したがって、第2 露出レベルは、第1 露出レベルに比べて、高い値に設定される。よって、第1 画像1101 の撮像にあたっては、相対的に暗くなる露出レベル（第1 露出レベル）で行われ、また、第2 画像1102 の撮像にあたっては、相対的に明るくなる露出レベル（第2 露出レベル）で行われる。

[0025] 画像取得部121 は、イメージセンサ113 から出力される顔画像のデータを取得する。画像取得部121 は、取得した顔画像のデータをフレームメモリ122 と、露出制御部130（例えば、露出評価部131）と、に出力する。

[0026] フレームメモリ122 は、画像取得部121 から出力された顔画像のデータを記憶すると共に、更に、視線計測部140 の各部位と動作制御部150 とに出力する。本実施形態では、視線計測部140 の各部位は、顔検出部141、顔部品検出部142、目検出部143、および補正部145 を含む。

[0027] 露出制御部130 は、顔画像の撮像時における露出レベルを制御する。露出制御部130 は、露出評価部131、露出設定部132、および露出メモ

り 1 3 3 等を有している。

[0028] 露出評価部 1 3 1 は、顔画像を撮像する際に、目標とする露出レベルに対する実際の露出レベルを、画像の輝度を用いて評価する。露出評価部 1 3 1 は、評価した実際の露出レベルのデータを露出メモリ 1 3 3 に出力する。

[0029] 露出設定部 1 3 2 は、顔画像を撮像する際の実際の露出レベルを、目標とする露出レベルに近づけるように、コントローラ 1 1 4 に対して指示を行う。露出設定部 1 3 2 は、設定した露出レベル条件のデータを露出メモリ 1 3 3 に出力する。

[0030] 露出メモリ 1 3 3 は、上記した露出評価にかかる各種データ、露出設定にかかる各種データ等を記憶する。尚、露出メモリ 1 3 3 には、露出設定にかかる各種データとして、露出時間、光源強度、およびゲイン等の種々の組合せデータが、予めテーブルとして形成されている。

[0031] 視線計測部 1 4 0 は、撮像部 1 1 0 によって撮像された顔画像、換言すれば、フレームメモリ 1 2 2 から出力された顔画像データを基に、運転者の視線方向を計測する。視線計測部 1 4 0 は、顔検出部 1 4 1、顔部品検出部 1 4 2、目検出部 1 4 3、幾何計算部 1 4 4、動き計測・補正部 1 4 5、および視線・顔計測メモリ 1 4 6 等を有している。

[0032] 顔検出部 1 4 1 は、顔画像（主に第 1 画像 1 1 0 1）に対して、図 4 B（1）に示す、背景に対する顔の部分を検出する。顔検出部 1 4 1 は、検出したデータを視線・顔計測メモリ 1 4 6 に出力する。

[0033] 顔部品検出部 1 4 2 は、顔画像（主に第 1 画像 1 1 0 1）に対して、図 4 B（2）に示す、目、鼻、口、および顎の輪郭等の顔部品を検出する。顔部品検出部 1 4 2 は、検出したデータを視線・顔計測メモリ 1 4 6 に出力する。

[0034] 目検出部 1 4 3 は、顔画像（主に第 2 画像 1 1 0 2）において、図 4 B（3）に示す、目における瞼、瞳孔（虹彩）等を検出する。目検出部 1 4 3 は、検出したデータを視線・顔計測メモリ 1 4 6 に出力する。

[0035] 幾何計算部 1 4 4 は、顔画像において、顔の向き、および図 4 B（4）に

示す視線の方向を計算する。幾何計算部 144 は、計算したデータを視線・顔計測メモリ 146 に出力する。

[0036] 動き計測・補正部 145 は、第 1 画像 1101 および第 2 画像 1102 から運転者の動き（動きの量）を計測すると共に（図 5 A）、運転者の動きに伴う位置ずれを把握して、その位置ずれを補正する（図 5 B）。動き計測・補正部 145 は、補正したデータを視線・顔計測メモリ 146 に出力する。

[0037] 視線・顔計測メモリ 146 は、顔検出部 141、顔部品検出部 142、目検出部 143、幾何計算部 144、および動き計測・補正部 145 にて得られた各種データを記憶すると共に、検出や算出の都度、予め記憶された各種データ（閾値、特徴量等）を各部 141～145、更には露出制御部 130（露出評価部 131）に出力する。

[0038] 動作制御部 150 は、フレームメモリ 122、および視線・顔計測メモリ 146 からのデータに基づいて、現在、撮像している顔画像が第 1 画像 1101 なのか、第 2 画像 1102 なのかを露出制御部 130、および視線計測部 140 等に通知する。また、動作制御部 150 は、第 1 画像 1101 と第 2 画像 1102 を撮像する際の頻度を決定する（第 3 実施形態）、あるいは第 1 露出レベルと第 2 露出レベルを用いた撮像の切替えを行うか否かを決定する（第 4 実施形態）。動作制御部 150 は、本開示の頻度制御部、および切替え制御部に対応する。

[0039] 上記のように形成される視線計測装置 100 の作動について、以下、図 2 から図 7 を参照して説明する。視線計測装置 100 においては、図 2 A、図 3 A および図 3 B に示す露出制御と、図 4 から図 7 に示す視線計測制御とが並行して実行される。以下、露出制御、基本的な視線計測制御、および本実施形態の視線計測制御の詳細について説明する。

[0040] 1. 露出制御

露出制御は、露出制御部 130 によって実行される。図 2 A に示すように、露出制御部 130 は、S100 で、まず、露出評価を行う。露出制御部 130 は、撮像された第 1 画像 1101 および第 2 画像 1102 の輝度を算出

することで、第1露出レベルと第2露出レベルそれぞれの評価を行う。輝度の算出にあたっては、各画像1101、1102における平均輝度、あるいは加重平均輝度を用いることができる。

[0041] 尚、加重平均輝度を用いる場合は、図3Aに示すように、露出制御部130は、第1画像1101に対しては、目の周辺を除く顔全体を重視して輝度を算出し、また、第2画像1102に対しては、図3Bに示すように、目の周辺を重視して輝度を算出する。

[0042] 次に、S110で、露出制御部130は、露出設定値を算出する。露出制御部130は、各画像1101、1102における目標露出レベルに対応する目標輝度を露出メモリ133から呼び出して、S100で得られた実際の輝度が目標輝度に近づくように、光源111における露光時間、光源強度、およびイメージセンサ113におけるゲイン等の設定値を算出する。尚、露光時間、光源強度、ゲイン等の組合せ条件は、予め露出メモリ133に記憶されたテーブルにおけるデータが使用される。

[0043] そして、S120で、露出制御部130は、露出設定を行う。露出制御部130は、S110で算出した設定値をコントローラ114に対して出力する。これにより、第1画像1101を撮像する際の第1露出レベル、および第2画像1102を撮像する際の第2露出レベルの設定がなされることになる。この露出制御は、第1画像1101、および第2画像1102が交互に連続して撮像されるに伴って、繰り返し実行される。

[0044] 2. 視線計測制御の基本

視線計測制御は、視線計測部140によって実行される。まず、視線計測制御の基本について、説明する。図4Aに示すように、視線計測部140は、S200で、まず、顔検出を行う。視線計測部140（顔検出部141）は、顔画像に対して、一部分を切り出した部分画像から濃淡等の特徴量を抽出し、予め視線・顔計測メモリ146に記憶された学習済みの閾値を用いて顔か否かを判別することで、背景に対する顔の部分（図4B（1））を検出する。

[0045] 次に、S 2 1 0 で、視線計測部 1 4 0（顔部品検出部 1 4 2）は、顔部品検出を行う。視線計測部 1 4 0 は、顔検出結果から顔器官点（目、鼻、口、顎の輪郭等）の初期位置を設定し、濃淡・位置関係等の特徴量と、視線・顔計測メモリ 1 4 6 に記憶された学習済みの特徴量との差が最も小さくなるよう変形することで、顔部品（図 4 B（2））を検出する。

[0046] 次に、S 2 6 0 で、視線計測部 1 4 0（目検出部 1 4 3）は、目検出を行う。視線計測部 1 4 0 は、S 2 0 0 の顔検出で得られた顔内の目の位置、および S 2 1 0 の顔部品検出で得られた目の位置から、予め視線・顔計測メモリ 1 4 6 に記憶された目（瞼、瞳孔等）に関する特徴データを用いて、瞼、瞳孔等（図 4 B（3））を検出する。

[0047] 次に、S 2 7 0 で、視線計測部 1 4 0（幾何計算部 1 4 4）は、幾何計算を行う。視線計測部 1 4 0 は、上記顔検出部 1 4 1 で得られた顔、および上記顔部品検出部 1 4 2 で得られた顔部品の位置関係、および上記目検出部 1 4 3 で得られた瞼、瞳孔等の位置関係から、顔の向き、および視線の方向（図 4 B（4））を計算する。

[0048] 3. 視線計測制御

上述した視線計測制御においては、運転者に動きがある場合、第 1 画像 1 1 0 1 と第 2 画像 1 1 0 2 との間で、顔の位置と目の位置とについてずれが生じて、顔に対する目の位置、および視線の方向を正確に把握することが困難となり、視線計測の精度が低下してしまう。よって、本実施形態では、図 5 A に示すように、交互に連続して撮像される第 1 画像 1 1 0 1 および第 2 画像 1 1 0 2 のうち、任意の画像および任意の画像の直後に撮像された次の画像におけるそれぞれの動き検出用の特徴部（例えば目の位置）に基づいて、運転者の動きに伴う位置ずれを把握する。そして、任意の画像に対して次の画像における位置ずれを補正して、顔に対する目の向きから運転者の視線方向を計測する。

[0049] 上述したように、第 1 画像 1 1 0 1 および第 2 画像 1 1 0 2 は、時間経過とともに交互に連続して撮像されていく。以下、連続して撮像された複数の

画像のうち、任意の画像を第1計測画像と称し、第1計測画像を1番目に撮像された顔画像として、第1計測画像からn番目に撮像された顔画像を第n計測画像と称する。つまり、第1計測画像が第1画像1101に相当する場合、複数の計測画像のうち奇数番目の画像が第1画像1101となり、複数の計測画像のうち偶数番目の画像が第2画像1102となる。

[0050] 図6を参照して、本実施形態の視線計測制御について説明する。図6に示すフローチャートでは、図4Aに示すフローチャートに対して、S220、S230、S240、およびS250を追加している。視線計測部140は、第1計測画像1101aに対して、S200、S210、およびS220の処理を行う。視線計測部140は、第2計測画像1102aに対して、S230、S240、S250、S260、およびS270の処理を行う。更に、視線計測部140は、第3計測画像1101bに対して、S200、S210、S220、S240、S250、およびS270を行う。視線計測部140は、上記の処理を繰り返すことで、視線方向を順次計測していく。

[0051] 視線計測部140は、複数の画像のうち第1画像1101に相当する計測画像に対して、上述した顔検出（S200）と顔部品検出（S210）を行う。

[0052] S220において、視線計測部140は、第1画像1101に相当する計測画像において動き検出用の特徴部を抽出する。動き検出用の特徴部は、例えば、目の位置（目の部分）を使用することができる。目の位置の検出にあたっては、例えば、図7に示すように、顔画像における輝度分布を基に行うことができる。輝度分布の算出は、顔画像上における2方向（x方向、y方向）において、それぞれ輝度を積算した積算値の分布から目の位置を算出することができる。例えば、彫が深い場合、あるいはサングラスをかけている場合等、目の周辺は、輝度が低くなる傾向にある。そこで、上記で算出した積算輝度の相対的に低い領域を、目の位置として抽出することが可能となる。

[0053] 尚、S220においては、輝度ヒストグラムを用いて、目の位置を検出す

ることも可能である。輝度ヒストグラムは、顔画像において、輝度に対する発生頻度を示すもので、例えば、判別分析法によって所定の輝度より低い領域の部分を目の位置として抽出することが可能である。

[0054] 視線計測部 140 は、S 230～S 270 で、第 2 画像 1102 に対応する計測画像に対して、目の検出を行い、運転者の動きを考慮した視線方向を計算する。

[0055] 即ち、図 6 に示す例では、S 230 で、視線計測部 140 は、S 220 と同様に、第 2 画像 1102 に相当する第 2 計測画像 1102a において、動き検出用の特徴部（例えば目の位置）を抽出する。

[0056] 尚、動き検出用の特徴部としては、上記の「目の位置」を使用した場合に対して、下記のように「画像そのもの」を使用することもできる。即ち、第 2 画像 1102 において、白飛びの発生している領域（主に目の周囲以外の領域）をマスクして、第 2 画像 1102 における第 2 露出レベルを第 1 画像 1101 の第 1 露出レベルに合せて、第 2 画像 1102 を加工する。このように明るさが第 1 画像 1101 と同程度になるように補正された第 2 画像 1102 そのものを特徴部として使用して、第 1 画像 1101 と第 2 画像 1102 との差分合計が最小になる位置を探索することで、動き検出が実現できる。

[0057] 次に、S 240 で、視線計測部 140 は、動き計測を行う。視線計測部 140 は、S 220 において第 1 計測画像 1101a を基に抽出した目の位置と、S 230 において第 2 計測画像 1102a を基に抽出した目の位置と、のそれぞれから、運転者の動きに伴う位置ずれ量を計測する。

[0058] 次に、S 250 で、視線計測部 140 は、動き補正を行う。視線計測部 140 は、S 240 において計測した位置ずれ量を用いて動き補正する。例えば、S 210 で検出した第 1 計測画像 1101a の顔部品の座標を基に、第 2 計測画像 1102a に対して位置補正を行う。

[0059] 次に、視線計測部 140 は、位置補正した第 2 計測画像 1102a について、S 260 で、瞼、瞳孔等の目の検出を行うと共に、S 270 で、顔の向

き、および視線の方向を計算する。

[0060] 視線計測部140は、第3計測画像1101bについて動き検出用特徴抽出(S220)を行い、第2計測画像1102aと比較して動き計算(S240)および動き補正(S250)を行い、視線の方向を計算する(S270)。以下、視線計測部140は、1つ前の画像と、次の画像との間で上記の制御を繰り返すことで、視線の方向を順次計測していく。換言すれば、視線計測部140は、連続する3つの計測画像を用いて、真ん中の計測画像と、その前後の2つの計測画像と、を比較して視線の方向を計測する。

[0061] 以上のように、本実施形態においては、視線計測部140は、交互に連続して撮像される第1画像1101および第2画像1102のうち、連続する2つの画像を用いて視線方向を計測する。連続する2つの画像のうち一方の画像は任意の画像であり、他方の画像は該任意の画像の直後に撮像された画像(次の画像)である。視線計測部140は、当該2つの画像を比較し、動きを検出するための特徴部に基いて運転者の動きに伴う位置ずれを把握する。続いて、一方の画像に対する他方の画像の位置ずれを補正して、顔に対する目の向きから視線方向を計測する。これにより、運転者に動きがあった場合でも、より正確な視線方向の計測を行うことが可能となる。

[0062] また、視線計測部140は、S220およびS230において、第1画像1101上、および第2画像1102上のそれぞれの2軸方向(x方向、y方向)における輝度の積算値から、動きを検出するための特徴部として、目の位置を把握する。これにより、視線計測部140は、目の位置を正確に把握することができる。

[0063] また、S230において、動きを検出するための特徴部として、第2画像1102に対して、白飛びの発生している領域をマスクし、第2露出レベルを第1露出レベルに合せるように第2画像1102を加工したものを使用することも可能である。これにより、動きの検出が可能となる。

[0064] (第2実施形態)

第2実施形態を図8に示す。第2実施形態は、第1実施形態と同一の構成

を有しており、制御内容が第1実施形態と異なる。図8におけるフローチャートでは、第1画像1101に対応する計測画像と第2画像1102に対応する計測画像との画像合成（S245）を行って、視線方向を計測する。

[0065] 図8に示すように、視線計測部140は、S240の処理を行った後、S245で、第1計測画像1101aと、位置ずれを補正した第2計測画像1102aとを合成する。視線計測部140は、合成された画像について、S210で顔部品検出を行い、S260で目の検出を行い、S270で視線方向を計測する。第2計測画像1102aと第3計測画像1101bも同様に画像合成（S245）が行われ、合成された画像について、S210で顔部品検出を行い、S260で目の検出を行い、S270で視線方向を計測する。

[0066] このように、本実施形態では、連続する2つの画像のうち一方の画像と、一方の画像に基づいて位置ずれを補正した他方の画像と、を合成することで、合成された画像上において視線方向を正確に計測することができる。

[0067] （第3実施形態）

第3実施形態を図9に示す。第3実施形態は、上記第1実施形態と同一の構成を有している。第3実施形態は、運転者の動きの量に応じて、第2画像1102を撮像するときの撮像頻度に対して、第1画像1101を撮像するときの撮像頻度を変更する点が第1実施形態と異なっている。撮像頻度の変更は、動作制御部150（頻度制御部）が実行する。

[0068] 図9に示すように、まず、S300で、動作制御部150は、視線・顔計測メモリ146から第1画像1101、および第2画像1102を読み出す。次に、S310で、動作制御部150は、第1画像1101と第2画像1102の動きを検出するための特徴部の比較から、運転者の動きを算出する。

[0069] そして、動作制御部150は、S320において頻度決定を行う。具体的には、動作制御部150は、S310で算出した運転者の動きの量が、予め定めた所定の動き量よりも一定量（例えば、一定時間）以上大きい場合に、

第1画像1101の撮像頻度を、第2画像1102の撮像頻度よりも大きくする。動きの量に対応する第1画像1101と第2画像1102の撮像頻度の組合せは、予め動作制御部150に記憶されている。

[0070] 具体的には、例えば、第1実施形態では、第1画像1101および第2画像1102は、30フレーム／1秒のうち、それぞれ、15フレーム分のデータを用いた画像として説明した。これに対して、S320では、例えば、第1画像1101を20フレーム分の画像に変更し、第2画像1102を10フレーム分の画像に変更する。

[0071] 運転者の動き量が所定の動き量よりも大きいときには、相対的に、目の周りを示す第2画像1102は、顔全体を示す第1画像1101よりも不正確なものと成り易い。よって、顔全体を示す第1画像1101の撮像頻度を大きくすることで、まずは、第1画像1101の精度を上げることができる。そして、精度を高めた第1画像1101（顔全体）を基に、第2画像1102（目の周り）を用いて視線方向を計測することで、運転者の動き量が大きい場合であっても、より正確な視線方向を得ることができる。

[0072] （第4実施形態）

第4実施形態を図10に示す。第4実施形態は、第1実施形態と同一の構成を有している。第4実施形態は、第1画像1101の輝度に対する第2画像1102の輝度に応じて、第1露出レベルの設定と第2露出レベルの設定との切替えを行うか否かを決定する点が第1実施形態と異なっている。露出レベルの切替え決定は、動作制御部150（切替え制御部）が実行する。

[0073] 図10に示すように、まず、S400で、動作制御部150は、露出制御部130に対して、図2Aで説明した露出制御における各画像1101、1102の露出評価結果があるか否かを判定する。

[0074] S400で肯定判定すると、動作制御部150は、S410で、第2画像1102（目の周辺の画像）の輝度データを読み出し、また、S420で、第1画像1101（顔全体の画像）の輝度データを読み出す。

[0075] 次に、S430で、動作制御部150は、顔全体の画像の輝度に対する目

の周辺の画像の輝度が、予め定めた所定の閾値より小さいか否かを判定する。

[0076] S 4 3 0で肯定判定した場合であると、目の周辺の輝度は相対的に低いレベルにあるため、第2画像1 1 0 2を撮像するには、第1画像1 1 0 1を撮像するときと比べて、露出レベルを高くしてやる必要があることになる。よって、動作制御部1 5 0は、S 4 4 0において、第1実施形態と同様に、第1画像1 1 0 1を撮像する際には第1露出レベルに設定し、また第2画像1 1 0 2を撮像する際には第2露出レベルに設定するといった、露出レベルの切替え制御（明暗切替えON）を実行する。

[0077] 一方、S 4 3 0で否定判定した場合であると、目の周辺の輝度は相対的に高いレベルにあるため、第2画像1 1 0 2を撮像するには、第1画像1 1 0 1を撮像するときと同等の露出レベルで対応することが可能となる。よって、動作制御部1 5 0は、S 4 5 0において、第1画像1 1 0 1を撮像する際、および第2画像1 1 0 2を撮像する際には、共に第1露出レベルでの撮像とし、第1露出レベルと第2露出レベルの切替えを不要とする制御（明暗切替えOFF）を実行する。

[0078] また、S 4 0 0で否定判定した場合であると、動作制御部1 5 0は、露出評価がまだ成されていないとして、S 4 6 0でエラー通知を行い、本フローを終了する。

[0079] （他の実施形態）

なお、本開示は上記した実施形態に限定されるものではなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲内において適宜変更が可能である。また、上記各実施形態は、互いに無関係なものではなく、組み合わせが明らかに不可な場合を除き、適宜組み合わせが可能である。また、上記各実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではない。

[0080] 上記各実施形態において、構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに

特定の数に限定される場合等を除き、その構成要素の数値は特定の数に限定されるものではない。また、上記各実施形態において、構成要素等の材質、形状、位置関係等は、特に明示した場合および原理的に特定の材質、形状、位置関係等に限定される場合等を除き、上述した具体例に限定されるものではない。

[0081] 動作制御部 150 は、例えば以下のタイミングのいずれかにおいて、露出レベル設定の切替え制御を行ってもよい。

- (1) 初期起動時
- (2) 予め定めた所定の時間毎
- (3) 顔検出結果が予め定めた一定時間以上途切れたとき
- (4) 明暗切替え OFF 状態での目の検出エラーが予め定めた一定時間以上続いた後

[0082] これにより、目の周りを示す第 2 画像 1102 の輝度が所定の閾値よりも大きいときは、露出レベルを大きくするような設定を行わずとも良好な目の周りの画像が得られる。したがって、第 1 露出レベルの設定と第 2 露出レベルの設定との切替えが不要となる。換言すれば、第 1 露出レベルのまま、第 1 画像 1101 と第 2 画像 1102 を撮像することができる。

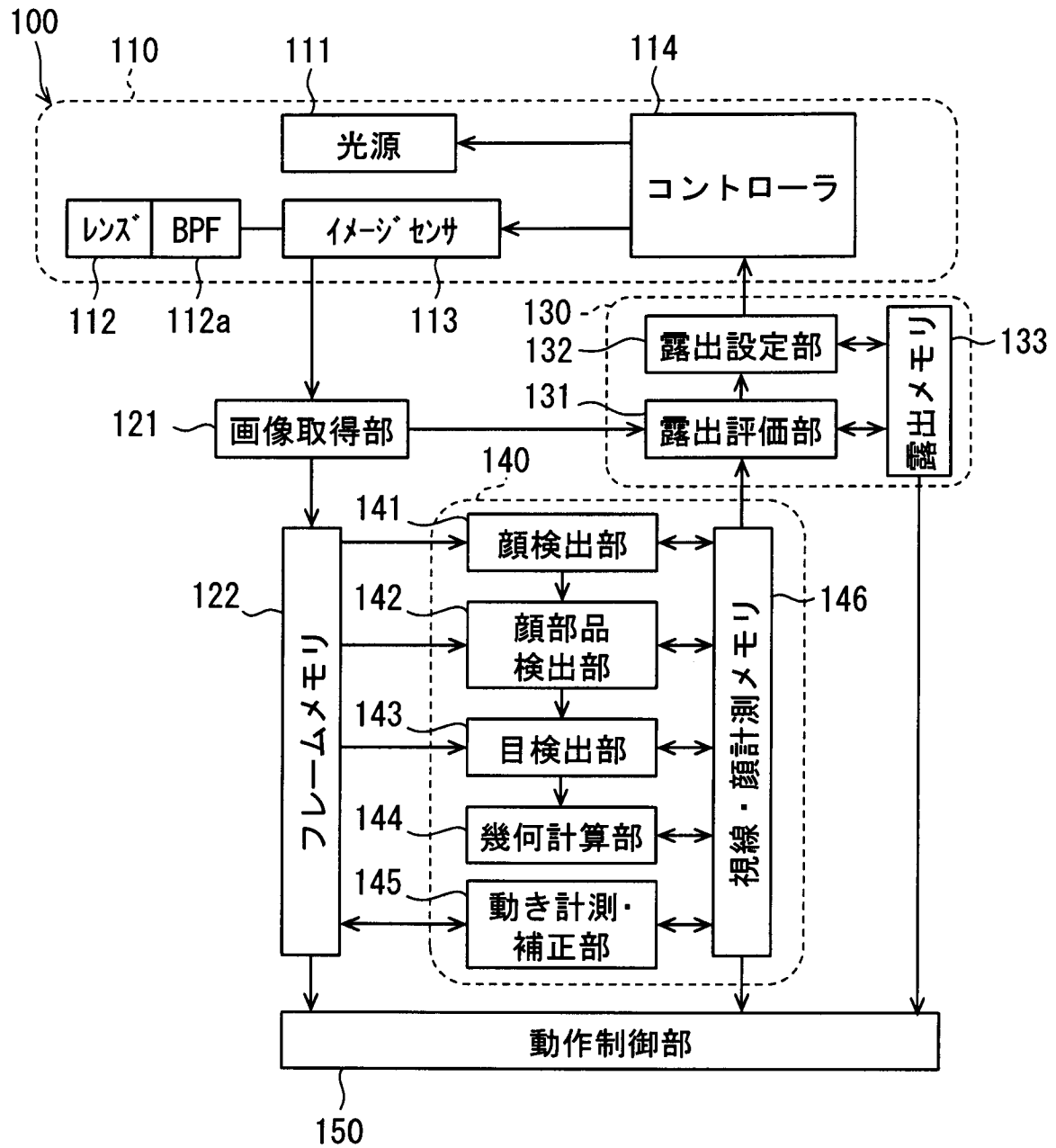
請求の範囲

- [請求項1] 露出レベルを変更可能として、被撮影者の画像を撮像する撮像部（110）と、
- 前記撮像部によって撮像された前記画像を基に、前記被撮影者の視線方向を計測する視線計測部（140）と、を備え、
- 前記撮像部は、第1露出レベルで前記被撮影者の顔全体を示す第1画像（1101）と、前記第1露出レベルよりも高く設定された第2露出レベルで前記被撮影者の目の周りを示す第2画像（1102）とを交互に連続して撮像し、
- 前記視線計測部は、
- 交互に連続して撮像される前記第1画像および前記第2画像のうち、任意の画像および次の画像との間で、動きを検出するための特徴部に基づいて前記被撮影者の動きに伴う位置ずれを把握すると共に、
- 前記任意の画像に対する前記次の画像の前記位置ずれを補正して、顔に対する目の向きから前記視線方向を計測する視線計測装置。
- [請求項2] 前記視線計測部は、前記任意の画像と、前記位置ずれを補正した前記次の画像と、を合成して、前記視線方向を計測する請求項1に記載の視線計測装置。
- [請求項3] 前記被撮影者の動き量が予め定めた所定の動き量よりも大きいときに、前記撮像部に対して、前記第1画像の撮像頻度を前記第2画像の撮像頻度よりも大きくするよう制御する動作制御部（150）を備える請求項1または請求項2に記載の視線計測装置。
- [請求項4] 前記第1画像の輝度に対する前記第2画像の輝度が、予め定めた所定の閾値よりも大きいときに、前記撮像部に対して、前記第2画像の撮像に際しては、前記第2露出レベルの設定を前記第1露出レベルの設定に切替えるように制御する動作制御部（150）を備える請求項1ないし請求項3のいずれか1つに記載の視線計測装置。
- [請求項5] 前記視線計測部は、前記第1画像上および前記第2画像上のそれぞ

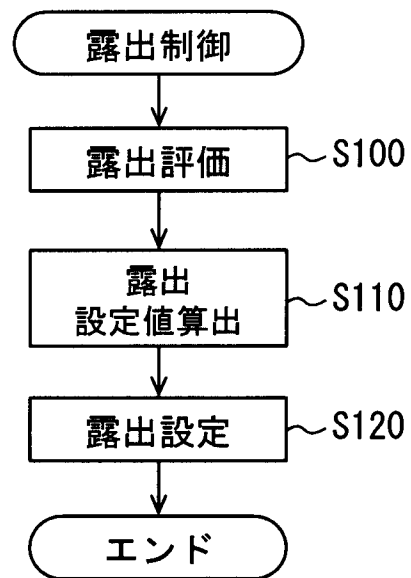
れの2軸方向における輝度の積算値から、前記特徴部を把握する請求項1ないし請求項4のいずれか1つに記載の視線計測装置。

[請求項6] 前記視線計測部は、前記第2画像に対して、白飛びの発生している領域をマスクし、前記第2露出レベルを前記第1露出レベルに合わせるように加工した画像自体を前記特徴部として使用する請求項1ないし請求項4のいずれか1つに記載の視線計測装置。

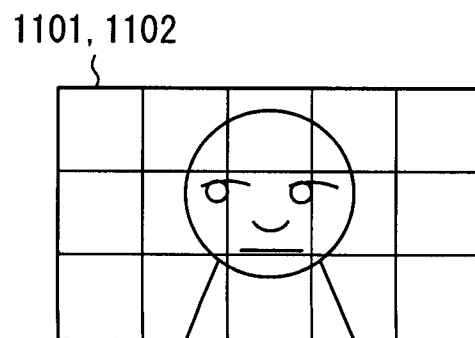
[図1]



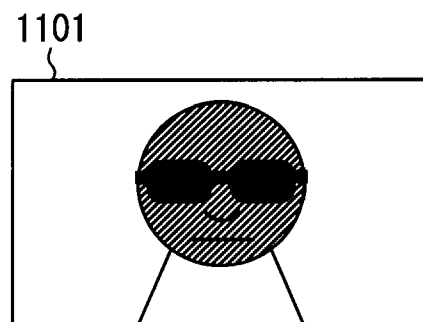
[図2A]



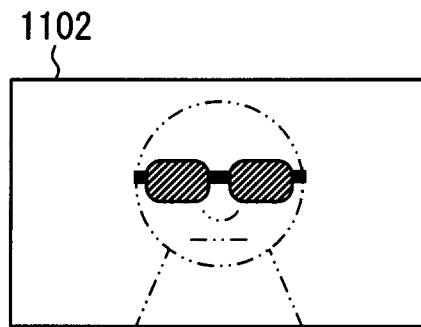
[図2B]



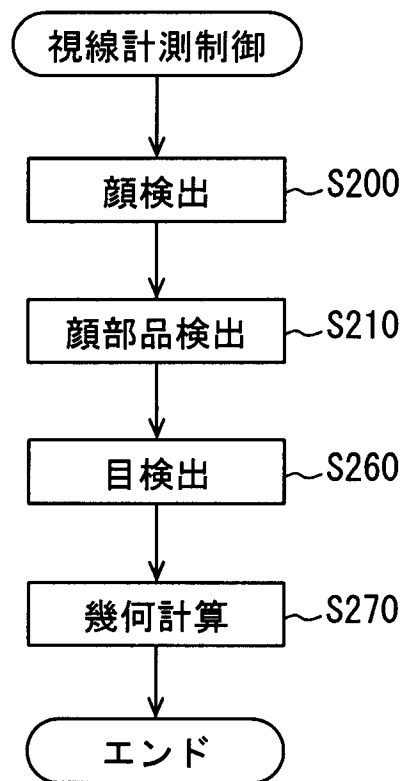
[図3A]



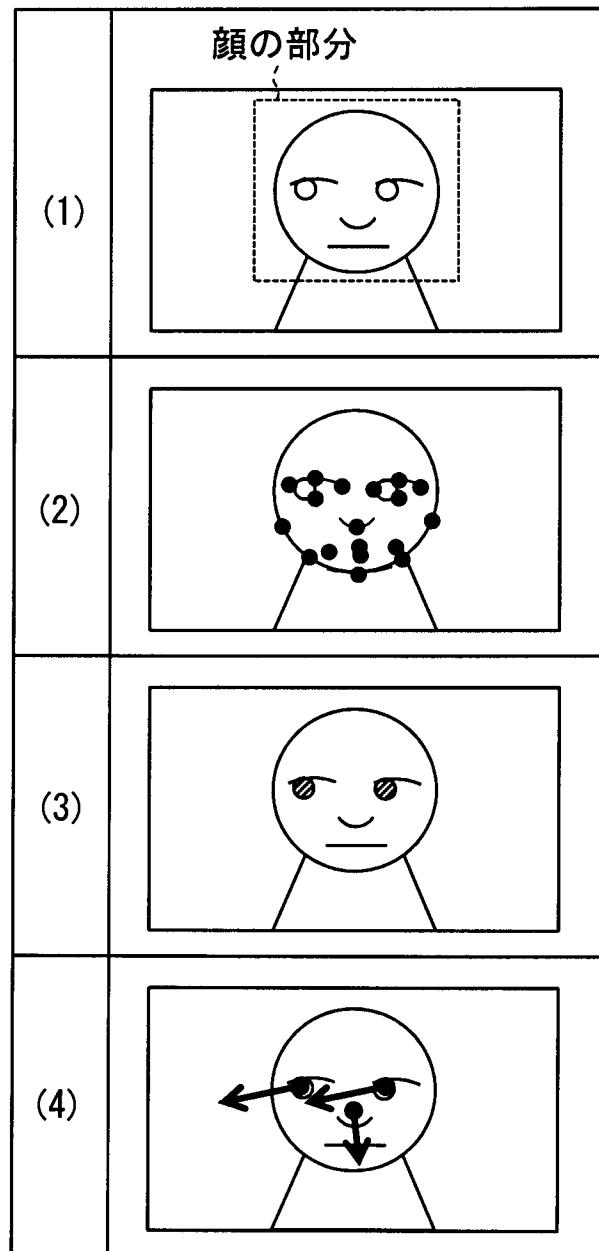
[図3B]



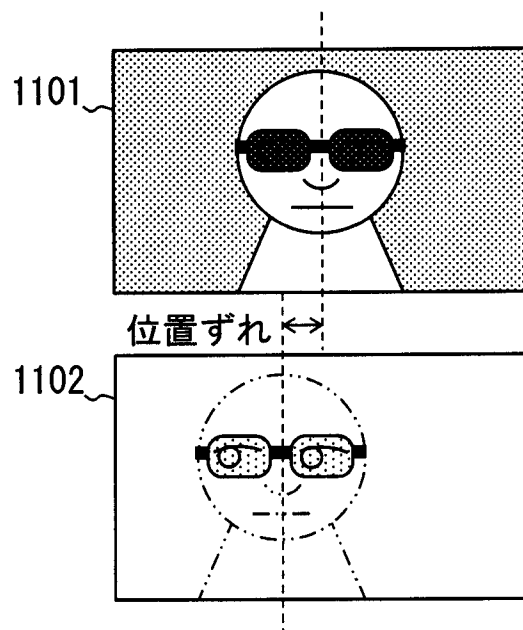
[図4A]



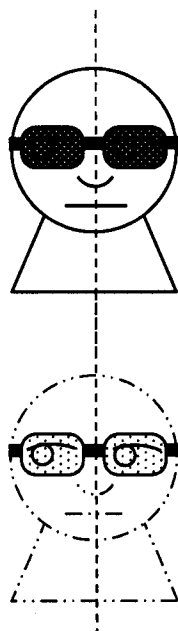
[図4B]



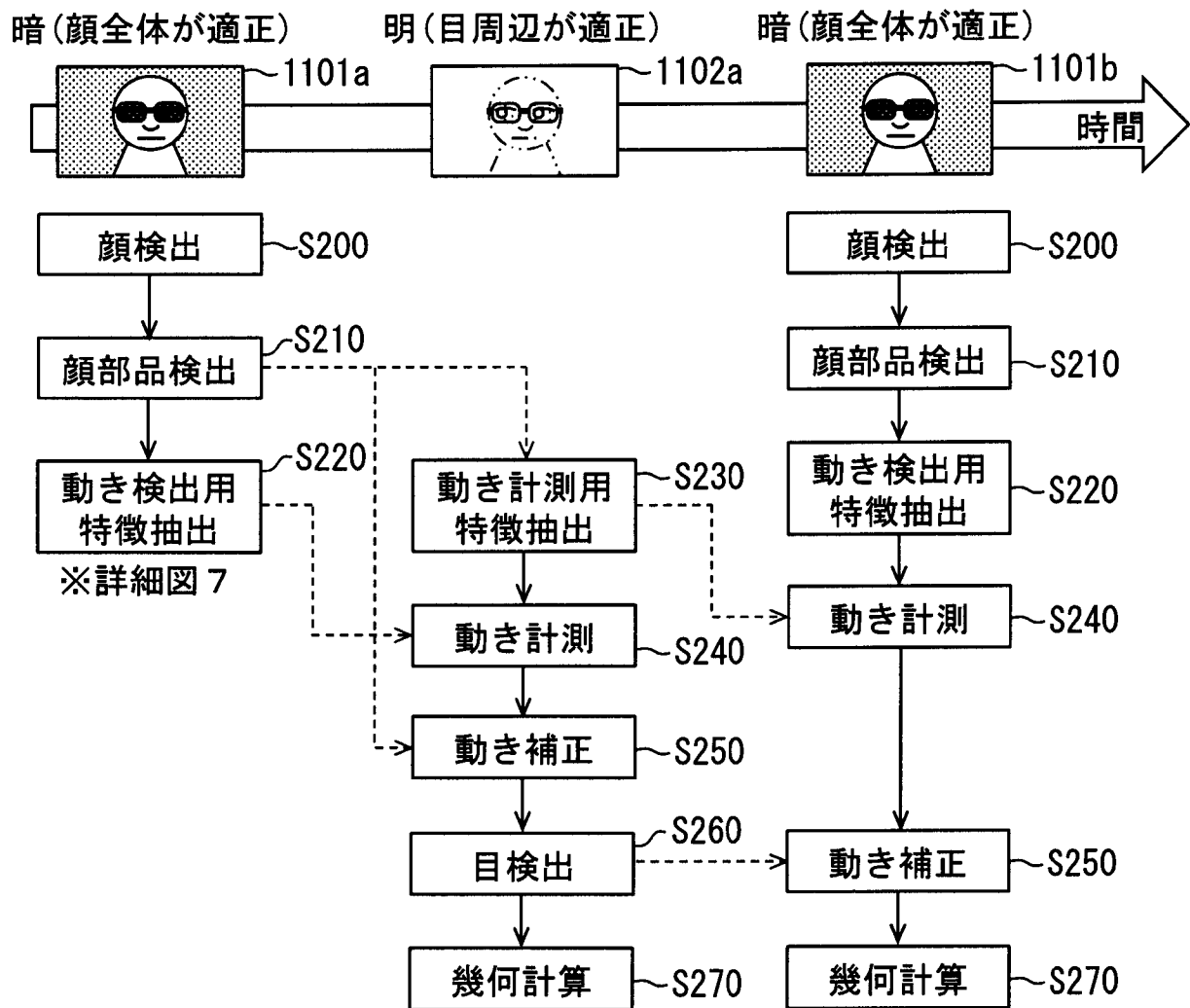
[図5A]



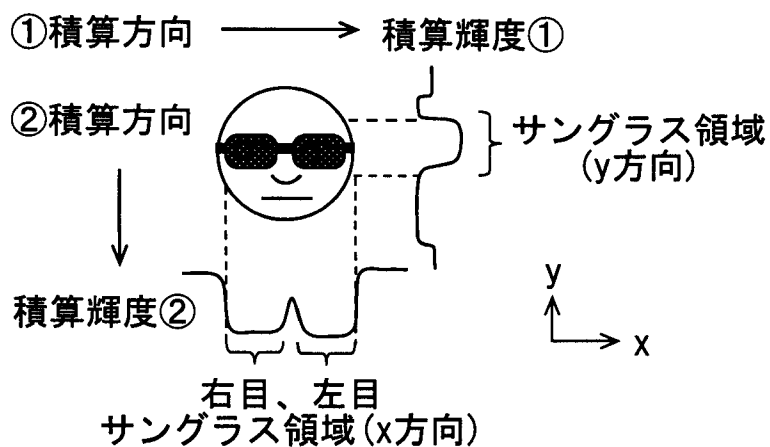
[図5B]



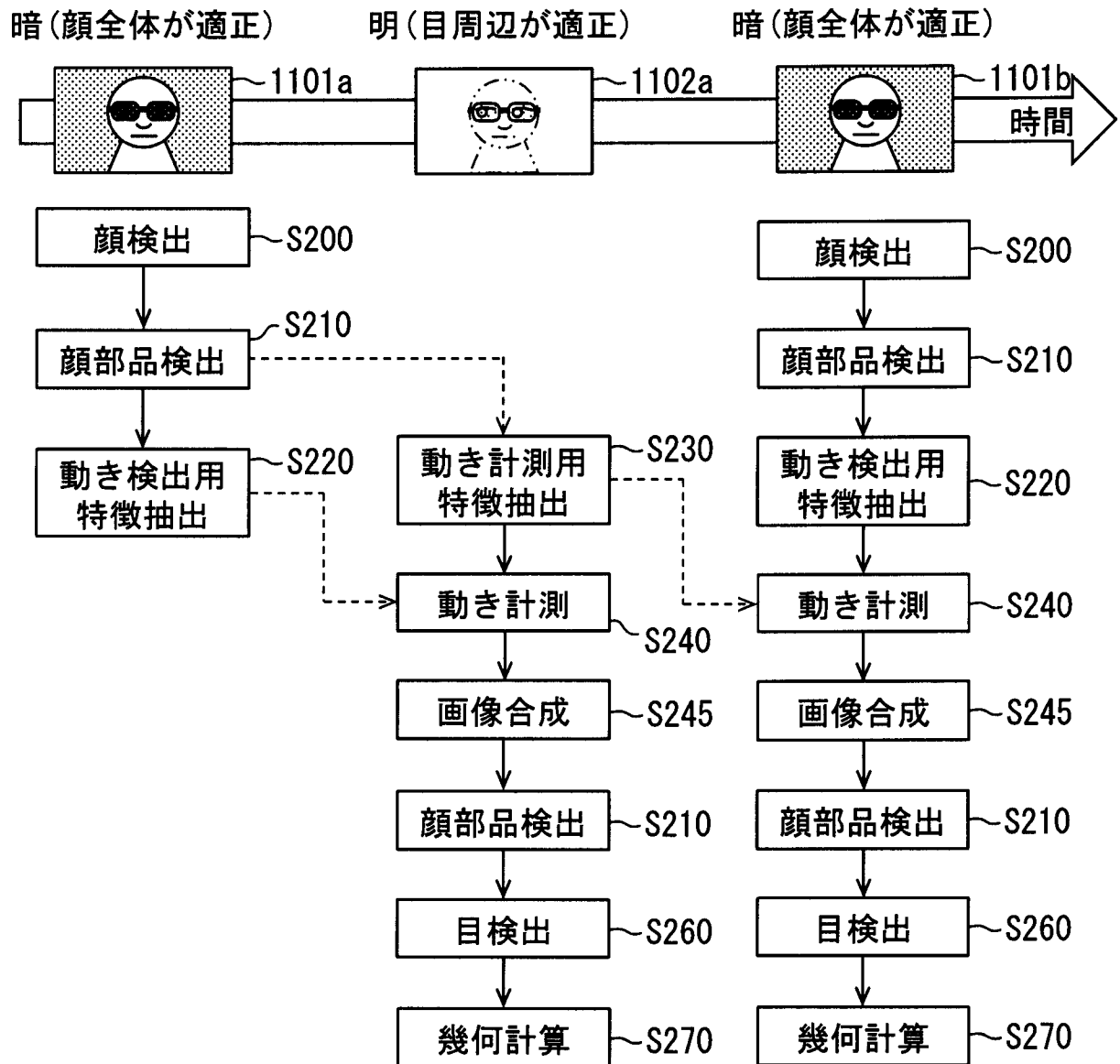
[図6]



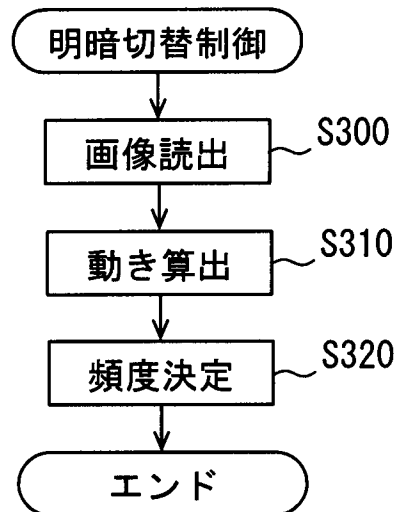
[図7]



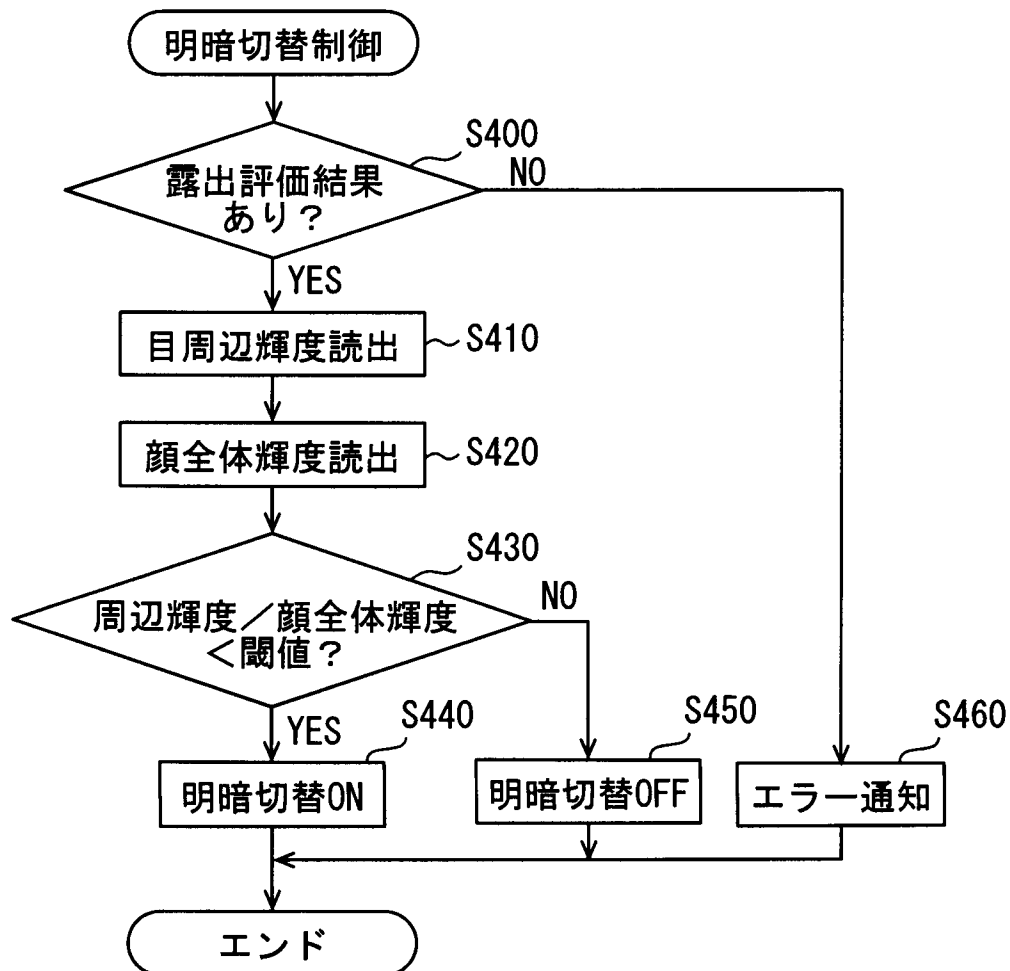
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/028666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/70(2017.01)i, G06T7/20(2017.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N5/235(2006.01)i, H04N5/355(2011.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T7/70, G06T7/20, H04N5/232, H04N5/235, H04N5/355

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-276849 A (Toyota Motor Corp.), 26 November 2009 (26.11.2009), paragraphs [0001] to [0074] & US 2010/0220892 A1 paragraphs [0001] to [0094] & WO 2009/138828 A1 & EP 2288287 A1 & CN 101951828 A & AT 554697 T & RU 2453884 C1	1-3, 5-6 4
Y A	JP 2012-205244 A (Canon Inc.), 22 October 2012 (22.10.2012), paragraphs [0002], [0040] to [0049] & US 2012/0249844 A1 paragraphs [0004], [0057] to [0067] & CN 102724400 A	1-3, 5-6 4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 October 2017 (27.10.17)

Date of mailing of the international search report

07 November 2017 (07.11.17)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/028666

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2015-204488 A (Hanwha Techwin Co., Ltd.), 16 November 2015 (16.11.2015), paragraphs [0002], [0003], [0006] & KR 10-2015-0118004 A	1-3, 5-6 4
Y	JP 2014-154982 A (Canon Inc.), 25 August 2014 (25.08.2014), paragraphs [0005] to [0012], [0027] to [0039] (Family: none)	3, 5-6
Y	JP 9-081756 A (Mitsubishi Electric Corp.), 28 March 1997 (28.03.1997), paragraphs [0053], [0054], [0074], [0075] (Family: none)	5-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T7/70(2017.01)i, G06T7/20(2017.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N5/235(2006.01)i,
H04N5/355(2011.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T7/70, G06T7/20, H04N5/232, H04N5/235, H04N5/355

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 7 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-276849 A（トヨタ自動車株式会社）2009.11.26, 段落 [0001] - [0074]	1-3, 5-6
A	& US 2010/0220892 A1, 段落 [0001] - [0094] & WO 2009/138828 A1 & EP 2288287 A1 & CN 101951828 A & AT 554697 T & RU 2453884 C1	4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 7 . 1 0 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

0 7 . 1 1 . 2 0 1 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

板垣 有紀

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

5 H

4 4 5 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-205244 A (キヤノン株式会社) 2012. 10. 22, 段落 [0002]、[0040] – [0049]	1-3, 5-6
A	& US 2012/0249844 A1, 段落 [0004]、[0057] – [0067] & CN 102724400 A	4
Y	JP 2015-204488 A (ハンファテクウィン株式会社) 2015. 11. 16, 段落 [0002]、[0003]、[0006]	1-3, 5-6
A	& KR 10-2015-0118004 A	4
Y	JP 2014-154982 A (キヤノン株式会社) 2014. 08. 25, 段落 [0005] – [0012]、[0027] – [0039] (ファミリーなし)	3, 5-6
Y	JP 9-081756 A (三菱電機株式会社) 1997. 03. 28, 段落 [0053]、[0054]、[0074]、[0075] (ファミリーなし)	5-6