

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年10月1日(01.10.2020)



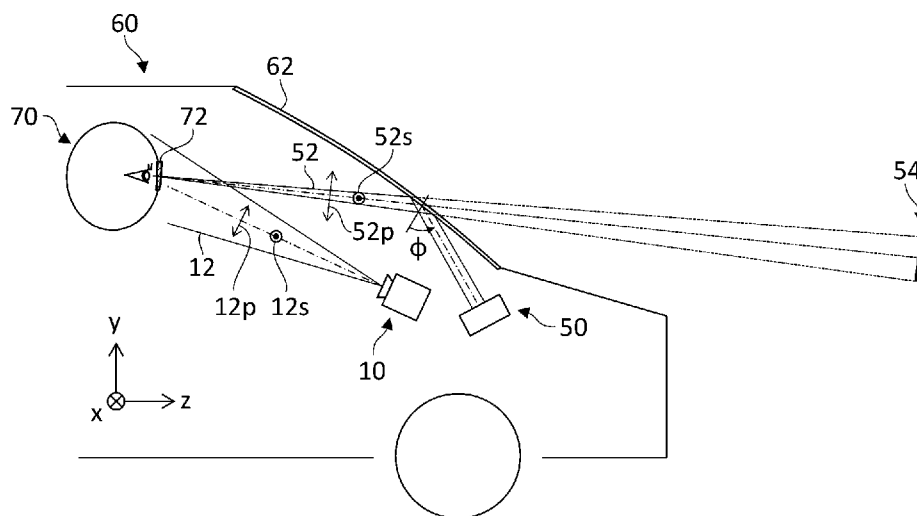
(10) 国際公開番号

WO 2020/194853 A1

- (51) 国際特許分類:
G03B 15/00 (2006.01) *G02B 27/01* (2006.01)
G03B 15/05 (2006.01) *G01N 21/21* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/045572
- (22) 国際出願日: 2019年11月21日(21.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-057822 2019年3月26日(26.03.2019) JP
特願 2019-057823 2019年3月26日(26.03.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社 J V C ケンウッド (JVCKENWOOD CORPORATION) [JP/JP];
- 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3丁目12番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 大山 実(OHYAMA Minoru); 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3丁目 12番地株式会社 J V C ケンウッド 知的財産部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西 2-11-12 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: IMAGING DEVICE AND DETERMINATION METHOD

(54) 発明の名称: 撮像装置および判定方法



(57) Abstract: An imaging device 10 is provided with: a camera; an illuminator that is able to selectively irradiate an imaging object of the camera 22 with first illumination light 12s linearly polarized in a first direction and second illumination light 12p linearly polarized in a second direction orthogonal to the first direction; an image acquisition unit that acquires, from the camera 22, a first image including the imaging object irradiated with the first illumination light 12s and a second image including the imaging object irradiated with the second illumination light 12p; and an image processing unit that, on the basis of the first image and the second image, determines whether or not a linear polarizer is included in the imaging object.

(57) 要約: 撮像装置 10 は、カメラと、第 1 方向に直線偏光された第 1 照明光 12s と、第 1 方向と直交する第 2 方向に直線偏光された第 2 照明光 12p とをカメラ 22 の撮像対象に向けて選択的に照射可能な照明装置と、第 1 照明光 12s が照射された撮像対象を含む第 1 画像と、第 2 照明光 12p が照射された撮像対象を含む第 2 画像とをカメラ 22 から取得する画像取得部と、第 1 画像および第 2 画像に基づいて撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する画像処理部と、を備える。



HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：撮像装置および判定方法

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置および判定方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、画像表示光を車両のウィンドシールドなどに投射し、画像表示光に基づく虚像を車外の風景に重畳して表示するヘッドアップディスプレイが使用されている。運転者等のユーザは、ウィンドシールドに反射された画像表示光を視認する。ガラスなどで構成される一般的なウィンドシールドの反射率には偏光依存性があり、S偏光成分に比べてP偏光成分が反射されにくいことが知られている。ユーザが偏光サングラスを使用している場合、ウィンドシールドで反射されやすいS偏光成分が偏光サングラスにより遮蔽されるため、画像表示光が視認しにくくなる。偏光サングラスの使用時にも画像表示光が視認しやすくなるようにした表示装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-57897号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ウィンドシールドにて反射されにくいP偏光成分を主に用いると、偏光サングラスを使用していないユーザにとっては画像表示光が暗くなってしまう。偏光サングラスの使用有無に応じて適切な画像表示光を提供するため、偏光サングラスの使用有無を検知できることが好ましい。

[0005] 本発明は、上述の事情に鑑みてなされたものであり、偏光サングラスの使用有無を検知する技術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

[0006] 本発明のある態様の撮像装置は、カメラと、第1方向に直線偏光された第1照明光と、第1方向と直交する第2方向に直線偏光された第2照明光とをカメラの撮像対象に向けて選択的に照射可能な照明装置と、第1照明光が照射された撮像対象を含む第1画像と、第2照明光が照射された撮像対象を含む第2画像とをカメラから取得する画像取得部と、第1画像および第2画像に基づいて撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する画像処理部と、を備える。

[0007] 本発明の別の態様は、判定方法である。この方法は、第1方向に直線偏光された第1照明光が照射された撮像対象を撮像した第1画像と、第1方向と直交する第2方向に直線偏光された第2照明光が照射された撮像対象を撮像した第2画像とに基づいて、撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する。

[0008] 本発明の別の態様は、撮像装置である。この撮像装置は、撮像素子と、撮像素子に向かう入射光の第1直線偏光成分と、第1直線偏光成分と直交する第2直線偏光成分とを撮像素子に向けて選択的に透過させる偏光制御機構と、入射光の第1直線偏光成分を撮像した第1画像と、入射光の第2直線偏光成分を撮像した第2画像とに基づいて撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する画像処理部と、を備える。

[0009] 本発明の別の態様は、判定方法である。この方法は、撮像素子に向かう入射光のうち第1直線偏光成分を撮像した第1画像と、撮像素子に向かう入射光の第1直線偏光成分と直交する第2直線偏光成分を撮像した第2画像とに基づいて、撮像素子の撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する。

[0010] なお、以上の構成要素の任意の組合せや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、偏光サングラスの使用有無を検知する技術を提供できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1の実施の形態に係る撮像装置の設置例を模式的に示す図である。

[図2]ウィンドシールドの反射率を示すグラフである。

[図3]偏光サングラスの判定方法を模式的に示す図である。

[図4]第1の実施の形態に係る撮像装置の構成を模式的に示す図である。

[図5]第1の実施の形態に係る照明装置の構成を模式的に示す図である。

[図6]第1の実施の形態に係る制御装置の機能構成を模式的に示すブロック図である。

[図7]照明装置およびカメラの動作を模式的に示すタイミングチャートである。

[図8]図8(a), (b)は、変形例に係る照明装置の構成を模式的に示す図である。

[図9]図9(a), (b)は、別の変形例に係る照明装置の構成を模式的に示す図である。

[図10]第2の実施の形態に係る撮像装置の設置例を模式的に示す図である。

[図11]第2の実施の形態に係る撮像装置の構成を模式的に示す図である。

[図12]第2の実施の形態に係る偏光制御機構の構成を模式的に示す図である。

[図13]第2の実施の形態に係る制御装置の機能構成を模式的に示すブロック図である。

[図14]カメラの動作を模式的に示すタイミングチャートである。

[図15]図15(a), (b)は、変形例に係るカメラの構成を模式的に示す図である。

[図16]図16(a), (b)は、別の変形例に係るカメラの構成を模式的に示す図である。

[図17]図17(a), (b)は、さらに別の変形例に係るカメラの構成を模式的に示す図である。

[図18]図18(a) - (f)は、第3の実施の形態に係る偏光を模式的に示

す図である。

[図19]第3の実施の形態に係る偏光サングラスの判定方法を模式的に示す図である。

[図20]図20(a), (b)は、第3の実施の形態に係るカメラの構成を模式的に示す図である。

[図21]図21(a) - (d)は、偏光制御機構の動作を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。かかる実施の形態に示す具体的な数値等は、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

[0014] (第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態に係る撮像装置10の設置例を模式的に示す図である。本実施の形態では、移動体の一例である車両60に撮像装置10および虚像表示装置50が設置される。撮像装置10は、いわゆるドライバモニタであり、車両60の運転者70の顔面を撮像して運転者70の状態をモニタリングする。虚像表示装置50は、いわゆるヘッドアップディスプレイであり、ウィンドシールド62に画像表示光52を投射し、車両60の進行方向(図1の右方向)の前方に虚像54を提示する。運転者70は、ウィンドシールド62を介して現実の風景に重畳される虚像54を視認する。図1において、車両60の進行方向(前後方向)をz方向、車両60の天地方向(上下方向)をy方向、車両60の左右方向をx方向としている。

[0015] 本実施の形態に係る撮像装置10は、運転者70が使用するサングラス72が偏光サングラスであるか否かを判定可能となるよう構成される。ここで、偏光サングラスとは、水面での反射光を遮蔽または低減可能なサングラス

であり、S偏光成分を遮蔽または低減し、P偏光成分を透過させる直線偏光子を含む。一方、通常のサングラスには直線偏光子が含まれず、入射する光の強度を減衰させるND (Neutral Density) フィルタを含む。偏光サングラスの検出が必要となる背景として、ウィンドシールド62における画像表示光52の反射率の偏光依存性が挙げられる。

[0016] 図2は、ウィンドシールド62の反射率を示すグラフである。ガラスなどで構成される一般的なウィンドシールド62の反射率には偏光依存性があり、S偏光成分の反射率 R_s に比べてP偏光成分の反射率 R_p が低いことが知られている。したがって、図1に示す画像表示光52のうち、S偏光成分の第1表示光52sの反射率が相対的に高く、P偏光成分の第2表示光52pの反射率が相対的に低い。特にブリュースター角 θ_B といわれる入射角（例えば53度）ではP偏光成分の反射率 R_p が0になる。図1に示されるように、虚像表示装置50から投射される画像表示光52は、ウィンドシールド62に対して斜めに入反射し、ウィンドシールド62での入反射角 ϕ がブリュースター角 θ_B の近い値を取りうる。その結果、S偏光成分の第1表示光52sは運転者70の目に到達しやすく、P偏光成分の第2表示光52pは運転者70の目に到達しにくい。

[0017] このとき、運転者70が偏光サングラスを使用していたとすると、S偏光成分の第1表示光52sが偏光サングラスによって遮蔽または低減されてしまう。その結果、運転者70に画像表示光52を視認させるためにはP偏光成分の第2表示光52pを利用しなければならない。一方、運転者70が偏光サングラスを使用していない場合、S偏光成分の第1表示光52sを利用した方がより明るくて視認性の高い虚像54を提供できる。そこで、本実施の形態では、偏光サングラスの使用有無を自動判定し、偏光サングラスの使用有無に応じてより適切な偏光成分を有する画像表示光52を提供できるようにする。

[0018] なお、図1の構成におけるS偏光成分は、ウィンドシールド62における画像表示光52の入射方向と反射方向の双方に直交する第1方向に直線偏光

された光成分であり、車両60の左右方向（x方向）に直線偏光された光成分に相当する。一方、P偏光成分は、第1方向と直交する第2方向に直線偏光された光成分であり、車両60の上下方向（y方向）および前後方向（z方向）で規定されるyz平面に沿う方向に直線偏光された光成分に相当する。

[0019] 図1において、撮像装置10は、撮像対象となる運転者70の顔面に向けて照明光12を照射するよう構成される。撮像装置10は、第1方向に直線偏光されたS偏光成分の第1照明光12sと、第2方向に直線偏光されたP偏光成分の第2照明光12pとを運転者70に向けて選択的に照射するよう構成される。撮像装置10は、第1照明光12sが照射された運転者70を撮像した第1画像と、第2照明光12pが照射された運転者70を撮像した第2画像とを取得する。撮像装置10は、第1画像と第2画像を比較することで、運転者70が偏光サングラスを使用しているか否かを判定する。

[0020] 図3は、偏光サングラスの判定方法を模式的に示す図である。図3では、（a）サングラスを使用していない裸眼時、（b）偏光サングラスではない通常サングラスの使用時、および（c）偏光サングラスの使用時、の三つの場合において撮像装置10により取得される（i）第1画像および（ii）第2画像を示している。図3では、第1画像と第2画像の差分に対応する（iii）差分画像および（iv）差分画像のヒストグラムも示している。ここで、「差分画像」とは、第1画像を構成する各画素の輝度値（第1輝度値ともいう）から第2画像を構成する各画素の輝度値（第2輝度値ともいう）を減算した差分値（＝第1輝度値－第2輝度値）により各画素の輝度値が構成される画像のことである。またヒストグラムは、画像を構成する各画素の輝度値の分布をグラフ化したものであり、横軸を輝度値とし、縦軸を画素数としたグラフで表される。

[0021] （a）の裸眼時では、S偏光照明の第1画像とP偏光照明の第2画像がほぼ同じとなるため、差分画像の輝度値（つまり、第1輝度値と第2輝度値の差分値）がほぼゼロとなり、差分画像にほぼ何も写らない状態となる。その

結果、差分画像のヒストグラムでは、輝度値がゼロとなる近傍にのみピーク 74 が検出される。(b) の通常サングラスの使用時も同様であり、S 偏光照明の第 1 画像と P 偏光照明の第 2 画像がほぼ同じとなるため、差分画像にほぼ何も写らない状態となり、差分画像のヒストグラムにおいても輝度値がゼロとなる近傍にのみピーク 74 が検出される。(c) の偏光サングラスの使用時には、S 偏光照明の第 1 画像と P 偏光照明の第 2 画像とで偏光サングラスの見え方が異なる。偏光サングラスは S 偏光成分を遮蔽するため、S 偏光照明の第 1 画像では偏光サングラスが黒く写る。一方、偏光サングラスは P 偏光成分を透過するため、P 偏光照明の第 2 画像では偏光サングラスが透けて写る。その結果、差分画像では偏光サングラスの領域の輝度値（つまり、第 1 輝度値と第 2 輝度値の差分値）の絶対値が大きくなり、偏光サングラスが強調されて見える。第 1 画像における偏光サングラスの領域の第 1 輝度値は相対的に小さく（つまり暗く）、第 2 画像における偏光サングラスの領域の第 2 輝度値は相対的に大きい（つまり明るい）ため、差分画像における偏光サングラスの領域の輝度値は負の値（例えば $-n$ ）となる。その結果、差分画像のヒストグラムでは、輝度値がゼロとなる近傍に第 1 ピーク 74 a が検出されるとともに、輝度値が $-n$ となる近傍に第 2 ピーク 74 b が検出される。このようにして、S 偏光照明の第 1 画像と P 偏光照明の第 2 画像を比較することで、偏光サングラスの使用有無を検出できる。

[0022] 図 4 は、第 1 の実施の形態に係る撮像装置 10 の構成を模式的に示す図である。撮像装置 10 は、照明装置 20 と、カメラ 22 と、制御装置 24 とを備える。カメラ 22 は、撮像軸 16 の前方にある運転者 70 を撮像対象とする。照明装置 20 は、照明軸 14 の前方にある運転者 70 に向けて照明光 12 を照射する。制御装置 24 は、カメラ 22 および照明装置 20 の動作を制御する。図示する例において、照明軸 14 と撮像軸 16 が平行となるように描かれているが、照明軸 14 と撮像軸 16 は必ずしも平行でなくてもよい。

[0023] 図 5 は、第 1 の実施の形態に係る照明装置 20 の構成を模式的に示す図である。照明装置 20 は、第 1 光源 30 s と、第 2 光源 30 p と、駆動回路 3

2と、合波素子34と、投射レンズ36と、光拡散板38とを含む。

[0024] 第1光源30sは、第1方向に直線偏光されたS偏光の第1照明光12sを生成し、第2光源30pは、第2方向に直線偏光されたP偏光の第2照明光12pを生成する。第1光源30sおよび第2光源30pは、例えば、直線偏光の発振モードを有するレーザ光源であり、偏光方向が互いに90度異なるように配置されている。第1光源30sおよび第2光源30pは、例えば、赤外光のレーザを出力するよう構成される。第1光源30sおよび第2光源30pは、可視光のレーザを出力してもよく、赤色、緑色または青色のレーザ光を出力してもよい。第1光源30sおよび第2光源30pのそれぞれは、駆動回路32により駆動され、点灯タイミングおよび消灯タイミングが制御される。

[0025] 合波素子34は、照明軸14上に配置され、第1光源30sから出射される第1照明光12sと、第2光源30pから出射される第2照明光12pとを照明軸14上で合波する。合波素子34の一例は、偏光ビームスプリッタであり、第1照明光12sを透過させ、第2照明光12pを反射させることで両者を合波させる。

[0026] 投射レンズ36は、照明軸14上に配置され、合波素子34により合波された照明光12を照明対象に向けて投射する。光拡散板38は、照明軸14上に配置され、投射レンズ36を透過した照明光12を拡散して均質化するように構成される。光拡散板38は、光拡散板38の入射前後で偏光方向が保存される偏光保存型であることが好ましい。

[0027] 図6は、第1の実施の形態に係る制御装置24の機能構成を模式的に示すブロック図である。制御装置24は、照明制御部40と、撮像制御部42と、画像取得部44と、画像処理部46と、出力部48とを備える。図示する各機能ブロックは、ハードウェア的には、コンピュータのCPUやメモリをはじめとする素子や機械装置で実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラム等によって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックとして描いている。したがって、これらの機能ブロック

はハードウェア、ソフトウェアの組み合わせによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解されるところである。

[0028] 照明制御部40は、照明装置20の動作を制御して照明装置20の動作モードを切り替える。照明装置20は、第1光源30sのみを点灯させて第1照明光12sを生成する第1照明モードと、第2光源30pのみを点灯させて第2照明光12pを生成する第2照明モードと、第1光源30sおよび第2光源30pの双方を点灯させて無偏光の照明光12を生成する第3照明モードとを有する。照明制御部40は、駆動回路32の動作を制御することにより、第1照明モード、第2照明モードおよび第3照明モードを切り替える。

[0029] 撮像制御部42は、照明装置20の動作と同期してカメラ22の動作を制御する。撮像制御部42は、撮像対象に第1照明光12sが照射されるタイミングでカメラ22に第1画像を撮像させる。撮像制御部42は、撮像対象に第2照明光12pが照射されるタイミングでカメラ22に第2画像を撮像させる。撮像制御部42は、撮像対象に無偏光の照明光12が照射されるタイミングでカメラ22に第3画像を撮像させる。ここで、第3画像とは、撮像装置10をドライバモニタとして動作させて運転者70を撮像する場合の画像であり、例えば動画像を構成する画像である。

[0030] 図7は、照明装置20およびカメラ22の動作を模式的に示すタイミングチャートである。第1期間T1は、第1光源30sのみを点灯させて第1照明光12sを生成する第1照明モードである。第2期間T2は、第2光源30pのみを点灯させて第2照明光12pを生成する第2照明モードである。第3期間T3は、第1光源30sおよび第2光源30pの双方を点灯させて無偏光の照明光12を生成する第3照明モードである。カメラ22は、第1期間T1において第1画像を撮像し、第2期間T2において第2画像を撮像し、第3期間T3において第3画像（動画像）を撮像する。

[0031] 照明制御部40は、第1期間T1、第2期間T2および第3期間T3を周期的に切り替えることにより、偏光サングラスを検出するための第1画像お

よび第2画像の取得を可能にするとともに、ドライバモニタ用の第3画像（動画画像）の取得を可能にする。照明制御部40は、例えば、カメラ22のフレームレートに同期して照明モードを切り替え、第1フレームにて第1照明モードとし、第2フレームにて第2照明モードとし、第3フレーム以降において第3照明モードとする。したがって、照明制御部40は、基本の照明モードを第3照明モードとし、間欠的に第1照明モードおよび第2照明モードを挿入するとも言える。第1照明モードおよび第2照明モードに切り替える周期は特に限られないが、例えば、1秒、5秒、10秒、30秒、1分、5分などである。また、照明制御部40は、カメラ22の隣接フレーム間で第1照明モードと第2照明モードを切り替えるようにする。これにより、第1画像と第2画像の取得タイミング間での撮像対象の変化を最小化し、第1画像と第2画像の間に偏光以外の要素で差が生じるのを防ぐようにする。

[0032] 図6に戻り、画像取得部44は、カメラ22が撮像する画像を取得する。画像取得部44は、第1照明モードにて撮像される第1画像と、第2照明モードで撮像される第2画像とを取得する。画像取得部44は、第3照明モードにて撮像する第3画像（動画画像）を取得してもよい。

[0033] 画像処理部46は、画像取得部44が取得する第1画像および第2画像に基づいて、撮像対象に偏光サングラスが含まれるか否かを判定する。画像処理部46は、図3に示されるように、第1画像および第2画像の差分画像を生成し、差分画像に各画素の輝度値の絶対値が基準値以上となる「特定領域」が存在する場合に偏光サングラスが含まれると判定する。画像処理部46は、図3に示されるように、差分画像のヒストグラムに基づいて偏光サングラスの有無を判定してもよい。例えば、図3のヒストグラムにおいて、横軸の輝度値の絶対値が基準値以上となる位置（例えば輝度値 $-n$ ）において縦軸の画素数が所定値以上となるピーク（例えば第2ピーク74b）が含まれる場合に偏光サングラスがあると判定する。

[0034] 画像処理部46は、差分画像における特定領域の画素の輝度値の符号（正負）を考慮して偏光サングラスが含まれるか否かを判定してもよい。例えば

、S偏光照明を用いる第1画像の特定領域の画素の輝度値が相対的に小さく（つまり、暗く）、P偏光照明を用いる第2画像の特定領域の画素の輝度値が相対的に大きい（つまり、明るい）場合にのみ偏光サングラスが含まれていると判定してもよい。画像処理部46は、パターンマッチング等の画像解析技術を用いて運転者70の顔面の輪郭や目の位置を特定し、顔面と重なる範囲に特定領域が存在する場合や目の位置に特定領域が存在する場合に偏光サングラスを使用していると判定してもよい。画像処理部46は、運転者70が首を傾げておらず、車両60の左右方向と運転者70の両目またはサングラスの左右方向が一致する場合にのみ偏光サングラスの使用有無を判定してもよい。

[0035] 画像処理部46は、画像取得部44が取得する第3画像（動画像）に基づいて、運転者70の状態を評価してもよい。画像処理部46は、運転者70の目が閉じた状態が所定時間連続する場合に居眠りを検知したり、運転者70の視線方向が所定時間連続して車両前方とは異なる方向に向いている場合に脇見運転を検知したりしてもよい。

[0036] 出力部48は、画像処理部46による判定結果を外部装置に出力する。出力部48は、例えば、虚像表示装置50に偏光サングラスの使用有無の判定結果を示す信号を出力する。出力部48は、車両60に搭載される任意の機器に運転者70の状態または状態変化に関する信号を出力してもよいし、画像取得部44が取得した画像データを出力してもよい。

[0037] 本実施の形態によれば、撮像装置10を用いて運転者70が偏光サングラスを使用しているか否かを自動判定できる。これにより、虚像表示装置50は、偏光サングラスの使用有無に応じて適切な画像表示光52を生成できる。例えば、偏光サングラスを使用していない場合にはウィンドシールド62での反射されやすいS偏光の第1表示光52sを生成するようにし、偏光サングラスを使用している場合には偏光サングラス越しに視認可能なP偏光の第2表示光52pを生成するようにできる。その結果、偏光サングラスの使用有無に拘わらずに第1表示光52sおよび第2表示光52pの双方を生成

する場合に比べて虚像表示装置 50 の消費電力を低減することができる。また、第 1 表示光 52 s および第 2 表示光 52 p の双方を生成するために複数の光源を同時点灯させる必要がなくなるため、複数の光源の同時点灯による動作温度の上昇を防ぐことができ、光源の長寿命化を実現できる。

[0038] 本実施の形態によれば、撮像装置 10 をドライバモニタとして使用しつつ、運転者 70 が偏光サングラスを使用しているか否かを自動判定できる。照明装置 20 の動作モードを間欠的に第 1 照明モードおよび第 2 照明モードに切り替えることで、ドライバモニタとしての第 3 画像（動画像）の取得に実質的な影響を及ぼすことなく、偏光サングラスの判定に用いる第 1 画像および第 2 画像を取得できる。また、ドライバモニタとしての第 3 画像（動画像）を取得するための第 3 照明モードにおいて、第 1 照明光 12 s および第 2 照明光 12 p の双方を照射することで、運転者 70 の顔面をより明るく照明できる。これにより、運転者 70 のより鮮明な画像を撮像でき、ドライバモニタとしての判定精度を高めることができる。

[0039] 図 8（a）、（b）は、変形例に係る照明装置 120 の構成を模式的に示す図である。本変形例では、LED（Light Emitting Diode）などの無偏光の光源 130 を用いて、第 1 照明光 112 s および第 2 照明光 112 p が生成される点で上述の実施の形態に係る照明装置 20 と相違する。

[0040] 図 8（a）に示されるように、照明装置 120 は、光源 130 と、偏光切替機構 132 とを含む。光源 130 は、無偏光またはランダム偏光の照明光 112 を生成し、少なくとも互いに直交する二つの直線偏光成分を含む照明光 112 を生成する。光源 130 および偏光切替機構 132 は、照明装置 120 の照明軸 114 上に配置される。偏光切替機構 132 は、偏光フィルタ 134 と、モータ 136 とを有する。

[0041] 図 8（b）に示されるように、偏光フィルタ 134 は、円盤形状であり、周方向に異なる位置に第 1 領域 134 a、第 2 領域 134 b および第 3 領域 134 c が設けられる。第 1 領域 134 a および第 2 領域 134 b には直線偏光子が設けられる一方、第 3 領域 134 c には偏光子が設けられていない

。なお、第1領域134aおよび第2領域134bには、偏光軸Aの向きが同じ直線偏光子が設けられている。モータ136は、偏光フィルタ134をR方向に回転させ、照明軸114上に配置される偏光フィルタ134の領域134a～134cを切り替える。モータ136は、偏光フィルタ134に設けられる直線偏光子を照明軸114に対して変位させる駆動部である。

[0042] モータ136は、偏光フィルタ134を回転させることにより、直線偏光子の偏光軸Aの向きを変化させ、S偏光成分またはP偏光成分を透過させる偏光軸Aの向きに合わせる。図8(b)に示される状態では、直線偏光子の偏光軸Aの向きが左右方向であるため、偏光フィルタ134がS偏光成分を透過させる第1直線偏光子として機能する。したがって、照明軸114上に第1領域134aが配置される場合、第1直線偏光子として機能する偏光フィルタ134をS偏光成分のみが透過し、S偏光照明である第1照明光112sが生成される。一方、照明軸114上に第2領域134bが配置される場合、つまり、図8(b)の状態から偏光フィルタ134を90度回転させた場合、直線偏光子の偏光軸Aの向きが上下方向となるため、偏光フィルタ134がP偏光成分を透過させる第2直線偏光子として機能する。その結果、照明軸114上に第2領域134bが配置される場合、第2直線偏光子として機能する偏光フィルタ134をP偏光成分のみが透過し、P偏光照明である第2照明光112pが生成される。照明軸114上に第3領域134cが配置される場合、つまり、照明軸114上に直線偏光子が挿入されない場合、無偏光の照明光が偏光フィルタ134をそのまま透過するため、無偏光の照明光112が生成される。このようにして、偏光切替機構132は、照明装置120から投射される照明光112の偏光状態を切り替えるよう構成される。

[0043] 照明装置120は、例えば、上述の照明制御部40により動作が制御される。照明制御部40は、モータ136の動作を制御し、照明軸114上に第1領域134aが配置される第1照明モードと、照明軸114上に第2領域134bが配置される第2照明モードと、照明軸114上に第3領域134

cが配置される第3照明モードとを切り替える。モータ136は、ステップモータで構成されてもよく、偏光フィルタ134を瞬間的に所定の角度だけ回転させることで、各照明モードを瞬時に切り替えるよう構成されてもよい。モータ136は、各照明モードにおいて偏光フィルタ134を回転させずに静止させることで、各照明モードが一定時間にわたって維持するように構成されてもよい。本変形例に係る照明装置120を用いる場合であっても、上述の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

[0044] さらに変形例では、第1領域134aと第2領域134bに設けられる直線偏光子の偏光軸Aが共通していなくてもよく、第1領域134aにS偏光成分を透過させる第1直線偏光子が設けられ、第2領域134bにP偏光成分を透過させる第2直線偏光子が設けられてもよい。また、偏光フィルタ134の各領域134a～134cが占める範囲は図示されるものに限られず、各領域134a～134cの少なくとも一つが図示される領域よりも広い範囲を占めてもよいし、図示される領域よりも狭い範囲を占めてもよい。

[0045] 図9(a)、(b)は、別の変形例に係る照明装置220の構成を模式的に示す図である。本変形例では、偏光フィルタを回転させるのではなく、スライドさせるように構成される点で上述の変形例と相違する。

[0046] 図9(a)に示されるように、照明装置220は、光源230と、偏光切替機構232とを含む。光源230は、無偏光またはランダム偏光の照明光212を生成し、少なくとも互いに直交する二つの直線偏光成分を含む照明光212を生成する。光源230および偏光切替機構232は、照明装置220の照明軸214上に配置される。偏光切替機構232は、偏光フィルタ234と、モータ236とを有する。

[0047] 図9(b)に示されるように、偏光フィルタ234は、長方形形状であり、長手方向(S方向)に異なる位置に第1領域234a、第2領域234bおよび第3領域234cが設けられる。第1領域234aにはS偏光成分を透過させる第1直線偏光子が設けられ、第2領域234bにはP偏光成分を透過させる第2直線偏光子が設けられる。第3領域234cには偏光子が設け

られていない。モータ236は、偏光フィルタ234をS方向にスライドさせ、照明軸214上に配置される偏光フィルタ234の領域234a～234cを切り替える。モータ236は、偏光フィルタ234に設けられる第1直線偏光子および第2直線偏光子を照明軸214に対して変位させる駆動部である。

[0048] 照明軸214上に第1領域234aが配置される場合、つまり、照明軸214上に第1直線偏光子が挿入される場合、S偏光成分のみが偏光フィルタ234を透過するため、S偏光照明である第1照明光212sが生成される。照明軸214上に第2領域234bが配置される場合、つまり、照明軸214上に第2直線偏光子が挿入される場合、P偏光成分のみが偏光フィルタ234を透過するため、P偏光照明である第2照明光212pが生成される。照明軸214上に第3領域234cが配置される場合、つまり、照明軸214上に直線偏光子が挿入されない場合、無偏光の照明光が偏光フィルタ234をそのまま透過するため、無偏光の照明光212が生成される。このようにして、偏光切替機構232は、照明装置220から投射される照明光212の偏光状態を切り替えるよう構成される。

[0049] 照明装置220は、例えば、上述の照明制御部40により動作が制御される。照明制御部40は、モータ236の動作を制御し、照明軸214上に第1領域234aが配置される第1照明モードと、照明軸214上に第2領域234bが配置される第2照明モードと、照明軸214上に第3領域234cが配置される第3照明モードとを切り替える。本変形例に係る照明装置220を用いる場合であっても、上述の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

[0050] なお、さらなる変形例においては、S偏光照明を撮像対象に投射するための第1照明装置と、P偏光照明を撮像対象に投射する第2照明装置とが別々に設けられてもよい。第1照明装置として、直線偏光の発振モードを有する第1レーザ光源を用いてもよいし、無偏光またはランダム偏光の第1光源と第1直線偏光子を組み合わせてもよい。同様に、第2照明装置として、直線

偏光の発振モードを有する第2レーザ光源を用いてもよいし、無偏光またはランダム偏光の第2光源と第2直線偏光子を組み合わせてもよい。

[0051] (第2の実施の形態)

図10は、第2の実施の形態に係る撮像装置310の設置例を模式的に示す図である。本実施の形態に係る撮像装置310は、撮像対象となる運転者70の顔面をS偏光成分とP偏光成分とに分けて撮像するよう構成される。撮像装置310は、撮像軸16に沿って入射する入射光18のうちS偏光成分である第1直線偏光成分18sを撮像した第1画像と、入射光18のうちP偏光成分である第2直線偏光成分18pを撮像した第2画像とを取得する。撮像装置310は、第1画像と第2画像を比較することで、運転者70が偏光サングラスを使用しているか否かを判定する。以下、本実施の形態について、上述の第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

[0052] 図11は、第2の実施の形態に係る撮像装置310の構成を模式的に示す図である。撮像装置310は、照明装置320と、カメラ322と、制御装置324とを備える。カメラ322は、撮像軸16の前方にある運転者70を撮像対象とする。照明装置320は、照明軸14の前方にある運転者70に向けて照明光312を照射する。制御装置324は、カメラ322および照明装置320の動作を制御する。図示する例において、照明軸14と撮像軸16が平行となるように描かれているが、照明軸14と撮像軸16は必ずしも平行でなくてもよい。

[0053] 照明装置320は、S偏光成分312sおよびP偏光成分312pの双方を含む照明光312を生成する。照明装置320は、例えば、LED (Light Emitting Diode) などの無偏光または非偏光の光源を有し、S偏光成分312sおよびP偏光成分312pのそれぞれの光強度が同程度となる照明光312を生成する。照明装置320は、直線偏光の発振モードを有する二つのレーザ光源を有してもよく、二つのレーザ光源の偏光方向が互いに90度異なるように配置することでS偏光成分312sおよびP偏光成分312pのそれぞれの光強度が同程度となるようにしてもよい。照明装置320は、例

例えば、赤外光の照明光 312 を生成するよう構成される。照明装置 320 は、可視光の照明光 312 を生成してもよく、赤色、緑色、青色または白色の照明光 312 を生成してもよい。なお、照明装置 320 を撮像装置 310 に設けない構成としてもよい。

[0054] カメラ 322 は、偏光制御機構 326 と、撮像素子 328 とを含む。偏光制御機構 326 は、撮像素子 328 に入射する入射光 18 の偏光を制御する。偏光制御機構 326 は、第 1 直線偏光成分（S 偏光成分）18s を透過させる第 1 偏光状態と、第 2 直線偏光成分（P 偏光成分）18p を透過させる第 2 偏光状態と、第 1 直線偏光成分と第 2 直線偏光成分の双方を透過させる全透過状態とを切替可能となるよう構成される。撮像素子 328 は、偏光制御機構 326 が第 1 偏光状態であれば第 1 直線偏光成分で構成される第 1 画像を撮像でき、偏光制御機構 326 が第 2 偏光状態であれば第 2 直線偏光成分で構成される第 2 画像を撮像できる。撮像素子 328 は、偏光制御機構 326 が全透過状態であれば、第 1 直線偏光成分と第 2 直線偏光成分の双方で構成される通常画像を撮像できる。ここで、通常画像とは、撮像装置 310 をドライバモニタとして動作させて運転者 70 を撮像する場合の画像であり、例えば動画像を構成する画像である。

[0055] 図 13 は、第 2 の実施の形態に係る偏光制御機構 326 の構成を模式的に示す図である。撮像素子 328 は、二次元アレイ状に配列される複数の画素 330 を有する。偏光制御機構 326 は、複数の画素 330 の手前に配置されている。偏光制御機構 326 は、第 1 偏光制御素子 326s と、第 2 偏光制御素子 326p とを有する。第 1 偏光制御素子 326s および第 2 偏光制御素子 326p は、撮像軸 16 上に直列的に配置されている。

[0056] 第 1 偏光制御素子 326s および第 2 偏光制御素子 326p のそれぞれは、アクティブ偏光子であり、特定方向の直線偏光成分の透過および遮蔽を電氣的に切替できるように構成される。第 1 偏光制御素子 326s は、第 1 直線偏光成分（S 偏光成分）18s を常時透過させ、第 2 直線偏光成分（P 偏光成分）18p の透過および遮蔽を電氣的に切替できるように配置される。

第2偏光制御素子326pは、第2直線偏光成分（P偏光成分）18pを常時透過させる一方、第1直線偏光成分（S偏光成分）18sの透過および遮蔽を電氣的に切替できるように配置される。

[0057] 第1偏光制御素子326sおよび第2偏光制御素子326pのそれぞれの動作を切り替えることで、上述の第1偏光状態、第2偏光状態および全透過状態が実現される。具体的には、第1偏光制御素子326sをオンとし、第2偏光制御素子326pをオフとすることで、第2直線偏光成分を遮蔽して第1直線偏光成分を透過させる第1偏光状態となる。逆に、第1偏光制御素子326sをオフとし、第2偏光制御素子326pをオンとすることで、第1直線偏光成分を遮蔽して第2直線偏光成分を透過させる第2偏光状態となる。また、第1偏光制御素子326sおよび第2偏光制御素子326pの双方をオフとすることで、第1直線偏光成分および第2直線偏光成分の双方を透過させる全透過状態となる。

[0058] 図13は、第2の実施の形態に係る制御装置324の機能構成を模式的に示すブロック図である。制御装置324は、偏光制御部340と、撮像制御部342と、画像取得部344と、画像処理部346と、出力部348とを備える。図示する各機能ブロックは、ハードウェア的には、コンピュータのCPUやメモリをはじめとする素子や機械装置で実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラム等によって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックとして描いている。したがって、これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組み合わせによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解されるところである。

[0059] 偏光制御部340は、偏光制御機構326の動作を制御して撮像素子328に入射する入射光18の偏光状態を制御する。偏光制御部340は、第1偏光制御素子326sおよび第2偏光制御素子326pのそれぞれの動作を切り替えることで、上述の第1偏光状態、第2偏光状態および全透過状態を切り替える。

[0060] 撮像制御部342は、偏光制御機構326の動作と同期して撮像素子32

8の動作を制御する。撮像制御部342は、偏光制御機構326が第1偏光状態となるタイミングで撮像素子328に第1画像を撮像させる。撮像制御部342は、偏光制御機構326が第2偏光状態となるタイミングで撮像素子328に第2画像を撮像させる。撮像制御部342は、偏光制御機構326が全透過状態となるタイミングで撮像素子328に通常画像（動画像）を撮像させる。

[0061] 図14は、偏光制御機構326および撮像素子328の動作を模式的に示すタイミングチャートである。図14の第1期間T1は、第1偏光制御素子326sをオンにして第2偏光制御素子326pをオフにする第1偏光状態であり、第2期間T2は、第1偏光制御素子326sをオフにして第2偏光制御素子326pをオンにする第2偏光状態であり、第3期間T3は、第1偏光制御素子326sおよび第2偏光制御素子326pの双方をオフにする全透過状態である。撮像素子328は、第1期間T1において第1画像を撮像し、第2期間T2において第2画像を撮像し、第3期間T3において通常画像（動画像）を撮像する。

[0062] 偏光制御部340は、第1期間T1、第2期間T2および第3期間T3を周期的に切り替えることにより、偏光サングラスを検出するための第1画像および第2画像の取得を可能にするとともに、ドライバモニタ用の通常画像（動画像）の取得を可能にする。偏光制御部340は、例えば、撮像素子328のフレームレートに同期して偏光状態を切り替え、第1フレームにて第1状態とし、第2フレームにて第2状態とし、第3フレーム以降において全透過状態とする。したがって、偏光制御部340は、全透過状態を基本の偏光状態としつつ、間欠的に第1偏光状態および第2偏光状態を挿入するとも言える。第1偏光状態および第2偏光状態に切り替える周期は特に限られないが、例えば、1秒、5秒、10秒、30秒、1分、5分などである。また、偏光制御部340は、撮像素子328の隣接フレーム間で第1偏光状態と第2偏光状態を切り替えるようにする。これにより、第1画像と第2画像の取得タイミング間での撮像対象の変化を最小化し、第1画像と第2画像の間

に偏光以外の要素で差が生じるのを防ぐようにする。

[0063] 図 13 に戻り、画像取得部 344 は、撮像素子 328 が撮像する画像を取得する。画像取得部 344 は、第 1 偏光状態にて撮像される第 1 画像と、第 2 偏光状態で撮像される第 2 画像とを取得する。画像取得部 344 は、全透過状態にて撮像する通常画像（動画像）を取得してもよい。

[0064] 画像処理部 346 は、画像取得部 344 が取得する第 1 画像および第 2 画像に基づいて、撮像対象に偏光サングラスが含まれるか否かを判定する。画像処理部 346 は、図 3 に示されるように、第 1 画像および第 2 画像の差分画像を生成し、差分画像に各画素の輝度値の絶対値が基準値以上となる「特定領域」が存在する場合に偏光サングラスが含まれると判定する。画像処理部 346 は、図 3 に示されるように、差分画像のヒストグラムに基づいて偏光サングラスの有無を判定してもよい。例えば、図 3 のヒストグラムにおいて、横軸の輝度値の絶対値が基準値以上となる位置（例えば輝度値 $-n$ ）において縦軸の画素数が所定値以上となるピーク（例えば第 2 ピーク 74b）が含まれる場合に偏光サングラスがあると判定する。

[0065] 画像処理部 346 は、差分画像における特定領域の画素の輝度値の符号（正負）を考慮して偏光サングラスが含まれるか否かを判定してもよい。例えば、S 偏光成分を撮像した第 1 画像の特定領域の画素の輝度値が相対的に小さく（つまり、暗く）、P 偏光成分を撮像した第 2 画像の特定領域の画素の輝度値が相対的に大きい（つまり、明るい）場合にのみ偏光サングラスが含まれていると判定してもよい。画像処理部 346 は、パターンマッチング等の画像解析技術を用いて運転者 70 の顔面の輪郭や目の位置を特定し、顔面と重なる範囲に特定領域が存在する場合や目の位置に特定領域が存在する場合に偏光サングラスを使用していると判定してもよい。画像処理部 346 は、運転者 70 が首を傾げておらず、車両 60 の左右方向と運転者 70 の両目またはサングラスの左右方向とが一致する場合にのみ偏光サングラスの使用有無を判定してもよい。

[0066] 画像処理部 346 は、画像取得部 344 が取得する通常画像（動画像）に

基づいて、運転者 70 の状態を評価してもよい。画像処理部 346 は、運転者 70 の目が閉じた状態が所定時間連続する場合に居眠り運転を検知したり、運転者 70 の視線方向が所定時間連続して車両前方とは異なる方向に向いている場合に脇見運転を検知したりしてもよい。

[0067] 出力部 348 は、画像処理部 346 による判定結果を外部装置に出力する。出力部 348 は、例えば、虚像表示装置 50 に偏光サングラスの使用有無の判定結果を示す信号を出力する。出力部 348 は、車両 60 に搭載される任意の機器に運転者 70 の状態または状態変化に関する信号を出力してもよいし、画像取得部 344 が取得した画像データを出力してもよい。

[0068] 本実施の形態によれば、撮像装置 310 を用いて運転者 70 が偏光サングラスを使用しているか否かを自動判定できる。これにより、虚像表示装置 50 は、偏光サングラスの使用有無に応じて適切な画像表示光 52 を生成できる。例えば、偏光サングラスを使用していない場合にはウィンドシールド 62 での反射されやすい S 偏光の第 1 表示光 52 s を生成するようにし、偏光サングラスを使用している場合には偏光サングラス越しに視認可能な P 偏光の第 2 表示光 52 p を生成するようにできる。その結果、偏光サングラスの使用有無に拘わらずに第 1 表示光 52 s および第 2 表示光 52 p の双方を生成する場合に比べて虚像表示装置 50 の消費電力を低減することができる。また、第 1 表示光 52 s および第 2 表示光 52 p の双方を生成するために複数の光源を同時点灯させる必要がなくなるため、複数の光源の同時点灯による動作温度の上昇を防ぐことができ、光源の長寿命化を実現できる。

[0069] 本実施の形態によれば、撮像装置 310 をドライバモニタとして使用しつつ、運転者 70 が偏光サングラスを使用しているか否かを自動判定できる。偏光制御機構 326 の偏光状態を間欠的に第 1 偏光状態および第 2 偏光状態に切り替えることで、ドライバモニタとしての通常画像（動画像）の取得に実質的な影響を及ぼすことなく、偏光サングラスの判定に用いる第 1 画像および第 2 画像を取得できる。また、ドライバモニタとしての通常画像（動画像）を取得するための全透過状態において、第 1 直線偏光成分 18 s および

第2直線偏光成分18pの双方を含む入射光18を撮像することで、撮像素子328に入射する入射光18の光量がより多い状態で運転者70の顔面を撮像できる。これにより、運転者70のより鮮明な画像を撮像でき、ドライバモニタとしての判定精度を高めることができる。

[0070] 図15(a), (b)は、変形例に係るカメラ422の構成を模式的に示す図である。本変形例では、偏光フィルタ434を回転させることにより撮像素子328に入射する入射光18の偏光状態を切り替える点で上述の第2の実施の形態に係るカメラ322と相違する。

[0071] 図15(a)に示されるように、カメラ422は、偏光制御機構426と、撮像素子328とを含む。偏光制御機構426は、撮像素子328の撮像軸16上に配置される。偏光制御機構426は、偏光フィルタ434と、モータ436とを有する。

[0072] 図15(b)に示されるように、偏光フィルタ434は、円盤形状であり、周方向に異なる位置に第1領域434a、第2領域434bおよび第3領域434cが設けられる。第1領域434aおよび第2領域434bには直線偏光子が設けられる一方、第3領域434cには偏光子が設けられていない。なお、第1領域434aおよび第2領域434bには、偏光軸Aの向きが同じ直線偏光子が設けられている。モータ436は、偏光フィルタ434をR方向に回転させ、撮像軸16上に配置される偏光フィルタ434の領域434a~434cを切り替える。モータ436は、偏光フィルタ434に設けられる直線偏光子を撮像軸16に対して変位させる駆動部である。

[0073] モータ436は、偏光フィルタ434を回転させることにより、直線偏光子の偏光軸Aの向きを変化させ、S偏光成分またはP偏光成分を透過させる偏光軸Aの向きに合わせる。図15(b)に示される状態では、直線偏光子の偏光軸Aの向きが左右方向であるため、偏光フィルタ434がS偏光成分を透過させる第1直線偏光子として機能する。したがって、撮像軸16上に第1領域434aが配置される場合、第1直線偏光子として機能する偏光フィルタ434を入射光18のS偏光成分18sのみが透過し、撮像素子32

8により第1画像が撮像される。一方、撮像軸16上に第2領域434bが配置される場合、つまり、図15(b)の状態から偏光フィルタ434を90度回転させた場合、直線偏光子の偏光軸Aの向きが上下方向となるため、偏光フィルタ434がP偏光成分を透過させる第2直線偏光子として機能する。その結果、撮像軸16上に第2領域434bが配置される場合、第2直線偏光子として機能する偏光フィルタ434を入射光18のP偏光成分18pのみが透過し、撮像素子328により第2画像が撮像される。撮像軸16上に第3領域434cが配置される場合、つまり、撮像軸16上に直線偏光子が挿入されない場合、入射光18が偏光フィルタ434をそのまま透過し、撮像素子328により通常画像が撮像される。このようにして、偏光制御機構426は、撮像素子328に向かう入射光18の偏光状態を切り替えることができる。

[0074] 偏光制御機構426は、上述の偏光制御部340により動作が制御される。偏光制御部340は、モータ436の動作を制御し、撮像軸16上に第1領域434aが配置される第1偏光状態と、撮像軸16上に第2領域434bが配置される第2偏光状態と、撮像軸16上に第3領域434cが配置される全透過状態とを切り替える。モータ436は、ステッピングモータで構成されてもよく、偏光フィルタ434を瞬間的に所定の角度だけ回転させることで、偏光状態を瞬時に切り替えるよう構成されてもよい。モータ436は、偏光フィルタ434を回転させずに静止させることで、第1偏光状態、第2偏光状態または全透過状態が一定時間にわたって維持するように構成されもよい。本変形例に係るカメラ422を用いる場合であっても、上述の第2の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

[0075] さらに変形例では、第1領域434aと第2領域434bに設けられる直線偏光子の偏光軸Aが共通していなくてもよく、第1領域434aにS偏光成分を透過させる第1直線偏光子が設けられ、第2領域434bにP偏光成分を透過させる第2直線偏光子が設けられてもよい。また、偏光フィルタ134の各領域434a～434cが占める範囲は図示されるものに限られ

ず、各領域434a～434cの少なくとも一つが図示される領域よりも広い範囲を占めてもよいし、図示される領域よりも狭い範囲を占めてもよい。

[0076] 図16(a), (b)は、別の変形例に係るカメラ522の構成を模式的に示す図である。本変形例では、偏光フィルタを回転させるのではなく、スライドさせるように構成される点で上述の変形例と相違する。

[0077] 図16(a)に示されるように、カメラ522は、偏光制御機構526と、撮像素子328を含む。偏光制御機構526は、撮像素子328の撮像軸16上に配置される。偏光制御機構526は、偏光フィルタ534と、モータ536とを有する。

[0078] 図16(b)に示されるように、偏光フィルタ534は、長形状であり、長手方向(S方向)に異なる位置に第1領域534a、第2領域534bおよび第3領域534cが設けられる。第1領域534aにはS偏光成分を透過させる第1直線偏光子が設けられ、第2領域534bにはP偏光成分を透過させる第2直線偏光子が設けられる。第3領域534cには偏光子が設けられていない。モータ536は、偏光フィルタ534をS方向にスライドさせ、撮像軸16上に配置される偏光フィルタ534の領域534a～534cを切り替える。モータ536は、偏光フィルタ534に設けられる第1直線偏光子および第2直線偏光子を撮像軸16に対して変位させる駆動部である。

[0079] 撮像軸16上に第1領域534aが配置される場合、つまり、撮像軸16上に第1直線偏光子が挿入される場合、入射光18のうちS偏光成分18sのみが偏光フィルタ534を透過し、撮像素子328により第1画像が撮像される。撮像軸16上に第2領域534bが配置される場合、つまり、撮像軸16上に第2直線偏光子が挿入される場合、入射光18のうちP偏光成分18pのみが偏光フィルタ534を透過し、撮像素子328により第2画像が撮像される。撮像軸16上に第3領域534cが配置される場合、つまり、撮像軸16上に直線偏光子が挿入されない場合、入射光18が偏光フィルタ534をそのまま透過し、撮像素子328により通常画像が撮像される。

このようにして、偏光制御機構 5 2 6 は、撮像素子 3 2 8 に向かう入射光 1 8 の偏光状態を切り替えることができる。

[0080] 偏光制御機構 5 2 6 は、上述の偏光制御部 3 4 0 により動作が制御される。偏光制御部 3 4 0 は、モータ 5 3 6 の動作を制御し、撮像軸 1 6 上に第 1 領域 5 3 4 a が配置される第 1 偏光状態と、撮像軸 1 6 上に第 2 領域 5 3 4 b が配置される第 2 偏光状態と、撮像軸 1 6 上に第 3 領域 5 3 4 c が配置される全透過状態とを切り替える。本変形例に係るカメラ 5 2 2 を用いる場合であっても、上述の第 2 の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

[0081] 図 1 7 (a), (b) は、さらに別の変形例に係るカメラ 6 2 2 の構成を模式的に示す図である。本変形例では、撮像素子 3 2 8 の複数の画素 3 3 0 のそれぞれに対応するように第 1 直線偏光フィルタ 6 3 4 s および第 2 直線偏光フィルタ 6 3 4 p が配置される点で上述の第 2 の実施の形態および変形例と相違する。

[0082] 図 1 7 (a) に示されるように、カメラ 6 2 2 は、偏光制御機構 6 2 6 と、撮像素子 3 2 8 とを含む。撮像素子 3 2 8 は、二次元アレイ状に配列される複数の画素 3 3 0 を有する。偏光制御機構 6 2 6 は、複数の画素 3 3 0 のそれぞれに対応して配置される複数の偏光フィルタ 6 3 4 を有する。偏光制御機構 6 2 6 は、隣接する二つの画素の一方（例えば画素 3 3 0 a）に第 1 直線偏光成分（S 偏光成分）を透過させる第 1 直線偏光フィルタ 6 3 4 s が配置され、隣接する二つの画素の他方（例えば画素 3 3 0 b）に第 2 直線偏光成分（P 偏光成分）を透過させる第 2 直線偏光フィルタ 6 3 4 p が配置されるよう構成される。

[0083] 図 1 7 (b) に示されるように、第 1 直線偏光フィルタ 6 3 4 s および第 2 直線偏光フィルタ 6 3 4 p は市松模様となるように配置される。なお、第 1 直線偏光フィルタ 6 3 4 s および第 2 直線偏光フィルタ 6 3 4 p は、縞状に配置されてもよい。

[0084] 撮像素子 3 2 8 は、偏光制御機構 6 2 6 を介して撮像対象の画像を撮像することにより、第 1 直線偏光成分を撮像した第 1 画像と、第 2 直線偏光成分

を撮像した第2画像とを同時に生成する。第1画像は、複数の画素330のうち第1直線偏光フィルタ634sが配置される画素群を用いて撮像される。第2画像は、複数の画素330のうち第2直線偏光フィルタ634pが配置される画素群を用いて撮像される。

[0085] 撮像素子328は、例えば、複数の画素330の全てを用いて撮像した通常画像を出力するよう構成される。この場合、画像取得部344は、撮像素子328から通常画像を取得し、画像処理部346は、取得した通常画像から第1画像と第2画像を分離する。画像処理部346は、第1画像と第2画像を比較することで、撮像対象に偏光サングラスが含まれるか否かを判定する。画像処理部346は、複数の画素330の全てを用いて撮像された通常画像を用いて運転者70の状態を評価してもよい。

[0086] 撮像素子328は、第1直線偏光フィルタ634sが配置される画素群を用いて撮像した第1画像と、第2直線偏光フィルタ634pが配置される画素群を用いて撮像した第2画像とを別々に出力するよう構成されてもよい。この場合、画像取得部344は、撮像素子328から第1画像と第2画像を取得し、画像処理部346は、第1画像と第2画像を比較して撮像対象に偏光サングラスが含まれるか否かを判定する。画像処理部346は、第1画像と第2画像を合成することで複数の画素330の全てを用いて撮像した場合に相当する通常画像を生成し、通常画像を用いて運転者70の状態を評価してもよい。

[0087] 本変形例によれば、偏光状態の切替が不要なため、第1画像、第2画像および通常画像を常時取得することができる。その結果、ドライバモニタとしての通常画像（動画像）の取得に影響を及ぼすことなく、偏光サングラスの判定に用いる第1画像および第2画像を取得できる。また、第1画像および第2画像についても常時取得できることから、運転者70が偏光サングラスを着けたり外したりする場合に、偏光サングラスの使用有無の変化を即時に検出できる。

[0088] （第3の実施の形態）

第3の実施の形態では、S偏光成分を遮蔽する一般的な偏光サングラスを検出するだけでなく、右目用と左目用に異なる偏光子が用いられる立体メガネ（3Dメガネ）を検出できるように構成される。3Dメガネは、右目と左目のそれぞれで視差のある表示光を別々に視覚できるように構成され、右目用レンズと左目用レンズのそれぞれが互いに直交する偏光を透過させるように構成される。

[0089] 図18(a)～(f)は、第3の実施の形態に係る偏光を模式的に示す図であり、互いに直交する偏光の例を示している。ここで、「互いに直交する偏光」とは、偏光のx方向成分およびy方向成分をジョーンズベクトル u_j ($j = 1, 2$)を用いて複素表記した場合に $u_1^* \cdot u_2 = 0$ となる二つの偏光のことをいう。ここで、アスタリスク(*)が付されたジョーンズベクトル u_j^* は、元のジョーンズベクトル u_j の複素共役を表す。

[0090] 図18(a)は、第1直線偏光(S偏光)を示し、図18(b)は、第2直線偏光(P偏光)を示す。これらをジョーンズベクトル $u(x, y)$ で表現すれば、(a)のS偏光は $u_1(x, y) = (1, 0)$ であり、(b)のP偏光は $u_2(x, y) = (0, 1)$ であり、 $u_1^* \cdot u_2 = 0$ となって互いに直交する。したがって、第1直線偏光(S偏光)と第2直線偏光(P偏光)は互いに直交する偏光である。

[0091] 図18(c)は、第3直線偏光(右45度偏光)を示し、図18(b)のP偏光を右に45度回転させた直線偏光を示す。図18(d)は、第4直線偏光(左45度偏光)を示し、図18(b)のP偏光を左に45度回転させた直線偏光を示す。これらをジョーンズベクトル $u(x, y)$ で表現すれば、(c)の右45度偏光は $u_3(x, y) = 1/\sqrt{2} (1, 1)$ であり、(d)の左45度偏光は $u_4(x, y) = (1/\sqrt{2}) (1, -1)$ であり、 $u_3^* \cdot u_4 = 0$ となって互いに直交する。したがって、第3直線偏光(右45度偏光)と第4直線偏光(左45度偏光)は互いに直交する偏光である。

[0092] 図18(e)は、右回り円偏光を示し、図18(f)は、左回り円偏光を示す。これらをジョーンズベクトル $u(x, y)$ で表現すれば、(e)の右

回り円偏光は $u_5(x, y) = 1/\sqrt{2} (1, i)$ であり、(f) の左回り円偏光は $u_6(x, y) = (1/\sqrt{2}) (1, -i)$ であり、 $u_5^* \cdot u_6 = 0$ となって互いに直交する。したがって、右回り円偏光と左回り円偏光は互いに直交する偏光である。

[0093] 図19は、第3の実施の形態に係る偏光サングラスの判定方法を模式的に示す図である。(a)～(d)に模式的に示すサングラスは、紙面上において左側に右目用レンズが示され、右側に左目用レンズが示されている。(a)は、S偏光成分を遮蔽してP偏光成分を透過させる一般的な偏光サングラスを示し、(b)～(d)は、右目用と左目用に互いに直交する偏光子が用いられる3Dメガネを示している。(b)は、右目用にP偏光(紙面の上下方向)を透過させる直線偏光子が用いられ、左目用にS偏光(紙面の左右方向)を透過させる直線偏光子が用いられる3Dメガネを示す。(c)は、右目用に右に45度回転させた第3直線偏光(右45度偏光)を透過させる直線偏光子が用いられ、左目用に左に45度回転させた第4直線偏光(左45度偏光)を透過させる直線偏光子が用いられる3Dメガネを示す。(d)は、右目用に右回り円偏光を透過させる円偏光子が用いられ、左目用に左回り円偏光を透過させる円偏光子が用いられる3Dメガネを示す。

[0094] ここで、「右または左に45度回転」もしくは「右回りまたは左回り」における回転方向は、運転者70を撮像するカメラの撮像系を基準としている。つまり、運転者70またはサングラス72を正面視したときに、運転者70またはサングラス72に向かう方向を基準として右ねじとなる方向が右側の回転方向であり、左ねじとなる方向が左側の回転方向である。また、右に45度回転させた「右45度偏光」とは、紙面において偏光方向が上下方向となるP偏光(第2直線偏光)を右に45度回転させた直線偏光のことをいう。同様に、左に45度回転させた「左45度偏光」とは、P偏光を左に45度回転させた直線偏光のこという。

[0095] 本実施の形態では、(a)～(d)の偏光サングラスまたは3Dメガネを判別するために、S偏光成分を撮像した第1画像およびP偏光成分を撮像し

た第2画像の取得に加えて、右に45度回転させた直線偏光成分（第3直線偏光成分ともいう）を撮像した第3画像および左に45度回転させた直線偏光成分（第4直線偏光成分ともいう）を撮像した第4画像を取得する。図19において、（a）～（d）の偏光サングラスまたは3Dメガネを撮像対象とした場合の（i）第1画像（S偏光画像）、（ii）第2画像（P偏光画像）、（iii）第3画像（右45度偏光画像）、および（iv）第4画像（左45度偏光画像）を模式的に示している。

[0096] 図示されるように、（b）の3Dメガネでは、（i）第1画像（S偏光画像）と（ii）第2画像（P偏光画像）において、右目用レンズと左目用レンズが互いに異なる態様で写し出されるため、第1画像と第2画像に基づいて（b）の3Dメガネを検出できる。（c）の3Dメガネでは、（iii）第3画像（右45度偏光画像）と（iv）第4画像（左45度偏光画像）において、右目用レンズと左目用レンズが互いに異なる態様で写し出されるため、第3画像と第4画像に基づいて（c）の3Dメガネを検出できる。なお、（d）の3Dメガネでは、（i）～（iv）の画像の全てにおいて右目用レンズと左目用レンズが同じ態様で写し出されるため、（d）の3Dメガネを使用していることを検出できないが、少なくとも（a）の偏光サングラス、または、（b）もしくは（c）の3Dメガネを使用していないことを検出できる。つまり、本実施の形態によれば、撮像対象に含まれる直線偏光子の偏光軸の方向を判定し、S偏光、P偏光、右45度偏光、左45度偏光のいずれであるかを特定できる。

[0097] 図20（a）、（b）は、第3の実施の形態に係るカメラ722の構成を模式的に示す図である。カメラ722は、S偏光成分を撮像した第1画像、P偏光成分を撮像した第2画像、右45度偏光成分を撮像した第3画像、左45度偏光成分を撮像した第4画像および直交する偏光成分の双方を撮像した通常画像を撮像可能となるよう構成される。本実施の形態に係るカメラ722は、図15（a）、（b）に示す第2の実施の形態に係る変形例と同様に構成されるが、偏光フィルタ734の構成および動作が異なる。

[0098] 図20(a)に示すように、カメラ722は、偏光制御機構726と、撮像素子328とを含む。偏光制御機構726は、撮像素子328の撮像軸16上に配置される。偏光制御機構726は、偏光フィルタ734と、モータ736とを有する。

[0099] 図20(b)に示されるように、偏光フィルタ734は、円盤形状であり、直線偏光子が設けられる第1領域734aと、直線偏光子が設けられていない第2領域734bとを有する。第1領域734aは、円盤形状の偏光フィルタ734のうち約270度の範囲を占める扇状領域である。第2領域734bは、円盤形状の偏光フィルタ734のうち残りの約90度の範囲を占める扇状領域である。モータ736は、偏光フィルタ734をR方向に回転させ、撮像軸16上と重なる第1領域734aの偏光軸Aの向きを変化させる。図20(b)は、初期配置の偏光フィルタ734を示し、第1領域734aに設けられる直線偏光子の偏光軸Aの向きがS偏光成分を透過させる方向となっている。これにより、撮像素子328に向けて第1直線偏光成分（S偏光成分）を透過させる第1偏光状態を実現でき、撮像素子328を用いてS偏光成分を撮像した第1画像を取得できる。モータ736は、上述の実施の形態と同様にステッピングモータであってもよい。

[0100] 図21(a)－(d)は、偏光制御機構726の動作を模式的に示す図であり、偏光フィルタ734の回転により第1領域734aに設けられる直線偏光子の偏光軸Aの向きを変化させる様子を示す。図21(a)は、図20(b)の初期配置から偏光フィルタ734を右に θ_1 （45度）回転させたときを示している。偏光フィルタ734を右に45度回転させることで、第1領域734aに設けられる直線偏光子の偏光軸Aの向きが左45度偏光成分を透過させる方向となっている。これにより、撮像素子328に向けて第2直線偏光成分（P偏光成分）に対して左に45度回転した第4直線偏光成分を透過させる第4偏光状態を実現でき、撮像素子328を用いて左45度偏光成分を撮像した第4画像を取得できる。

[0101] 図21(b)は、図20(b)の初期配置から偏光フィルタ734を右に

$\theta 2$ (90度) 回転させたときを示している。偏光フィルタ 734 を右に 90度回転させることで、第1領域 734 a に設けられる直線偏光子の偏光軸 A の向きが P 偏光成分を透過させる方向となっている。これにより、撮像素子 328 に向けて第2直線偏光成分 (P 偏光成分) を透過させる第2偏光状態を実現でき、撮像素子 328 を用いて P 偏光成分を撮像した第2画像を取得できる。

[0102] 図 21 (c) は、図 20 (b) の初期配置から偏光フィルタ 734 を右に $\theta 3$ (135度) 回転させたときを示している。偏光フィルタ 734 を右に 135度回転させることで、第1領域 734 a に設けられる直線偏光子の偏光軸 A の向きが右 45度偏光成分を透過させる方向となっている。これにより、撮像素子 328 に向けて第2直線偏光成分 (P 偏光成分) に対して右に 45度回転した第3直線偏光成分を透過させる第3偏光状態を実現でき、撮像素子 328 を用いて右 45度偏光成分を撮像した第3画像を取得できる。

[0103] 図 21 (d) は、図 20 (b) の初期配置から偏光フィルタ 434 を右に $\theta 4$ (270度) 回転させたときを示している。偏光フィルタ 734 を右に 270度回転させることで、直線偏光子が設けられていない第2領域 734 b が撮像軸 16 上に配置される。これにより、撮像素子 328 に向けて第1直線偏光成分 (S 偏光成分) および第2直線偏光成分 (P 偏光成分) の双方を透過させる全透過状態を実現でき、撮像素子 328 を用いて通常画像を取得できる。

[0104] なお、本実施の形態は、他の構成を用いて実現することもできる。例えば、図 16 (a), (b) に示した構成と同様、4種類の直線偏光子を有する偏光フィルタを撮像軸 16 に対してスライドさせることで、第1画像、第2画像、第3画像、第4画像および通常画像を取得できるように構成してもよい。その他、図 17 (a), (b) に示した構成と同様に、撮像素子の複数の画素に対して4種類の直線偏光フィルタを配置することで、第1画像、第2画像、第3画像、第4画像および通常画像を取得できるように構成してもよい。

[0105] 本実施の形態において、(d)の3Dメガネを検出するために、右回り円偏光成分を撮像した第5画像と、左回り円偏光成分を撮像した第6画像を取得できるように構成してもよい。この場合、偏光制御機構は、右回り円偏光成分を撮像素子に向けて透過させる第5偏光状態と、左回り円偏光成分を撮像素子に向けて透過させる第6偏光状態とを実現するよう構成されてもよい。

[0106] 以上、本発明を上述の実施の形態を参照して説明したが、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではなく、各表示例に示す構成を適宜組み合わせたものや置換したものについても本発明に含まれるものである。

[0107] 上述の実施の形態および変形例では、運転者70が使用する偏光サングラスの使用有無の判定に適用する例について述べた。さらなる変形例では、撮像対象に任意の直線偏光子が含まれるか否かの判定に適用してもよい。例えば、第1方向に直線偏光された第1照明光が照射された撮像対象を撮像した第1画像と、第1方向と直交する第2方向に直線偏光された第2照明光が照射された撮像対象を撮像した第2画像とに基づいて、撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定してもよい。

産業上の利用可能性

[0108] 本発明によれば、偏光サングラスの使用有無を検知する技術を提供できる。

符号の説明

[0109] 10…撮像装置、12…照明光、12s…第1照明光、12p…第2照明光、14…照明軸、20…照明装置、22…カメラ、40…照明制御部、42…撮像制御部、44…画像取得部、46…画像処理部、60…車両、70…運転者。310…撮像装置、18…入射光、322…カメラ、324…制御装置、326…偏光制御機構、326s…第1偏光制御素子、326p…第2偏光制御素子、328…撮像素子、340…偏光制御部、342…撮像制御部、344…画像取得部、346…画像処理部、348…出力部。

請求の範囲

[請求項1]

カメラと、

第1方向に直線偏光された第1照明光と、前記第1方向と直交する第2方向に直線偏光された第2照明光とを前記カメラの撮像対象に向けて選択的に照射する照明装置と、

前記第1照明光が照射された前記撮像対象を含む第1画像と、前記第2照明光が照射された前記撮像対象を含む第2画像とを前記カメラから取得する画像取得部と、

前記第1画像および前記第2画像に基づいて前記撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する画像処理部と、を備えることを特徴とする撮像装置。

[請求項2]

前記カメラは、車両の運転者の顔面を撮像対象とし、

前記第1方向は、前記第1照明光の照明方向および前記車両の上下方向の双方に直交する方向であり、

前記第2方向は、前記第2照明光の照明方向および前記第1方向の双方に直交する方向であり、

前記画像処理部は、前記運転者の顔面と重なる範囲に前記第1方向の直線偏光成分を遮蔽する直線偏光子が含まれるか否かを判定することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

[請求項3]

前記照明装置は、前記第1照明光を生成する第1光源と、前記第2照明光を生成する第2光源と、前記第1照明光と前記第2照明光を照明軸上で合波する合波素子とを含み、

前記第1光源を点灯させる第1期間と、前記第2光源を点灯させる第2期間とを切り替える照明制御部と、

前記第1期間において前記カメラに前記第1画像を撮像させ、前記第2期間において前記カメラに前記第2画像を撮像させる撮像制御部と、をさらに備えることを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

[請求項4] 前記照明制御部は、前記第1期間と、前記第2期間と、前記第1光源および前記第2光源の双方を点灯させる第3期間とを周期的に切り替え、

前記撮像制御部は、前記第3期間において前記カメラに第3画像を撮像させることを特徴とする請求項3に記載の撮像装置。

[請求項5] 前記照明装置は、互いに直交する二つの直線偏光成分を含む照明光を生成する光源と、前記第1照明光を生成するために前記照明光の照明軸上に挿入可能な第1直線偏光子と、前記第2照明光を生成するために前記照明軸上に挿入可能な第2直線偏光子と、前記第1直線偏光子および前記第2直線偏光子を前記照明軸に対して変位させる駆動部と、を含み、

前記第1直線偏光子を前記照明軸上に挿入させる第1期間と、前記第2直線偏光子を前記照明軸上に挿入させる第2期間とを切り替える照明制御部と、

前記第1期間において前記カメラに前記第1画像を撮像させ、前記第2期間において前記カメラに前記第2画像を撮像させる撮像制御部と、をさらに備えることを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

[請求項6] 前記照明制御部は、前記第1期間と、前記第2期間と、前記第1直線偏光子および前記第2直線偏光子の双方を前記照明軸上から待避させる第3期間とを周期的に切り替え、

前記撮像制御部は、前記第3期間において前記カメラに第3画像を撮像させることを特徴とする請求項5に記載の撮像装置。

[請求項7] 第1方向に直線偏光された第1照明光が照射された撮像対象を撮像した第1画像と、前記第1方向と直交する第2方向に直線偏光された第2照明光が照射された前記撮像対象を撮像した第2画像とに基づいて、前記撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定することを特徴とする判定方法。

- [請求項8] 撮像素子と、
- 前記撮像素子に向かう入射光の第1直線偏光成分と、前記第1直線偏光成分と直交する第2直線偏光成分とを前記撮像素子に向けて選択的に透過させる偏光制御機構と、
- 前記入射光の第1直線偏光成分を撮像した第1画像と、前記入射光の第2直線偏光成分を撮像した第2画像とに基づいて撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する画像処理部と、を備えることを特徴とする撮像装置。
- [請求項9] 前記撮像対象は、車両の運転者の顔面であり、
- 前記第1直線偏光成分は、前記撮像素子の撮像方向および前記車両の上下方向の双方に直交する第1方向の直線偏光成分であり、
- 前記第2直線偏光成分は、前記撮像方向および前記第1方向の双方に直交する第2方向の直線偏光成分であり、
- 前記画像処理部は、前記運転者の顔面と重なる範囲に前記第1方向の直線偏光成分を遮蔽する直線偏光子が含まれるか否かを判定することを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。
- [請求項10] 前記偏光制御機構は、前記第1直線偏光成分を透過させる第1偏光状態と、前記第2直線偏光成分を透過させる第2偏光状態とを切替可能となるよう構成され、
- 前記偏光制御機構を前記第1偏光状態または前記第2偏光状態に切り替え、前記第1偏光状態において前記撮像素子に前記第1画像を撮像させ、前記第2偏光状態において前記撮像素子に前記第2画像を撮像させる撮像制御部をさらに備えることを特徴とする請求項8または9に記載の撮像装置。
- [請求項11] 前記偏光制御機構はさらに、前記第2直線偏光成分に対して右に45度回転した第3直線偏光成分を透過させる第3偏光状態と、前記第2直線偏光成分に対して左に45度回転した第4直線偏光成分を透過させる第4偏光状態とに切替可能となるよう構成され、

前記撮像制御部は、前記偏光制御機構を前記第3偏光状態または前記第4偏光状態に切り替え、前記第3偏光状態において前記入射光の前記第3直線偏光成分を撮像した第3画像を前記撮像素子に撮像させ、前記第4偏光状態において前記入射光の前記第4直線偏光成分を撮像した第4画像を前記撮像素子に撮像させ、

前記画像処理部は、前記第1画像、前記第2画像、前記第3画像および前記第4画像に基づいて撮像対象に含まれる直線偏光子の偏光軸の方向を判定することを特徴とする請求項10に記載の撮像装置。

[請求項12]

前記撮像素子は、二次元アレイ状に配列された複数の画素を有し、

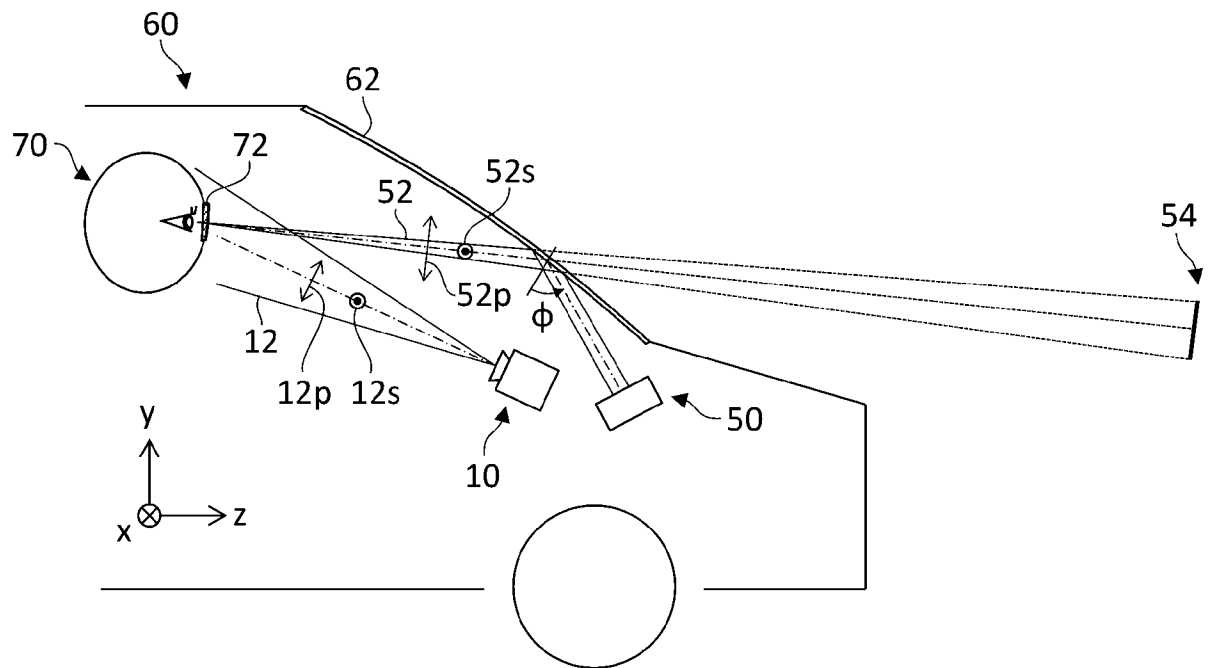
前記偏光制御機構は、前記複数の画素のそれぞれに対応して配置される複数の偏光フィルタを有し、隣接する二つの画素の一方に前記第1直線偏光成分を透過させる第1直線偏光フィルタが配置され、隣接する二つの画素の他方に前記第2直線偏光成分を透過させる第2直線偏光フィルタが配置されるよう構成され、

前記第1画像は、前記第1直線偏光フィルタが配置される画素群を用いて撮像され、前記第2画像は、前記第2直線偏光フィルタが配置される画素群を用いて撮像されることを特徴とする請求項8または9に記載の撮像装置。

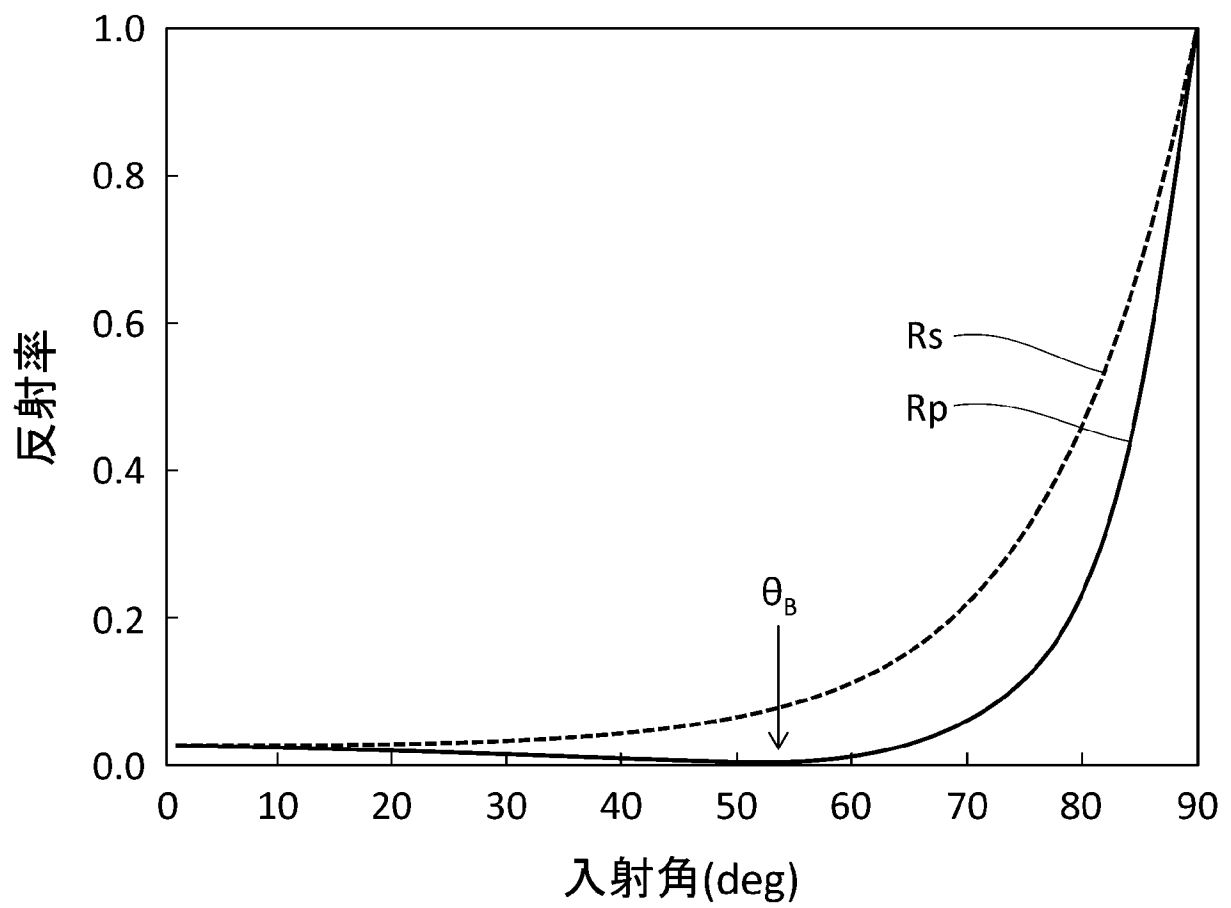
[請求項13]

撮像素子に向かう入射光のうち第1直線偏光成分を撮像した第1画像と、前記撮像素子に向かう入射光の前記第1直線偏光成分と直交する第2直線偏光成分を撮像した第2画像とに基づいて、前記撮像素子の撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定することを特徴とする判定方法。

[図1]



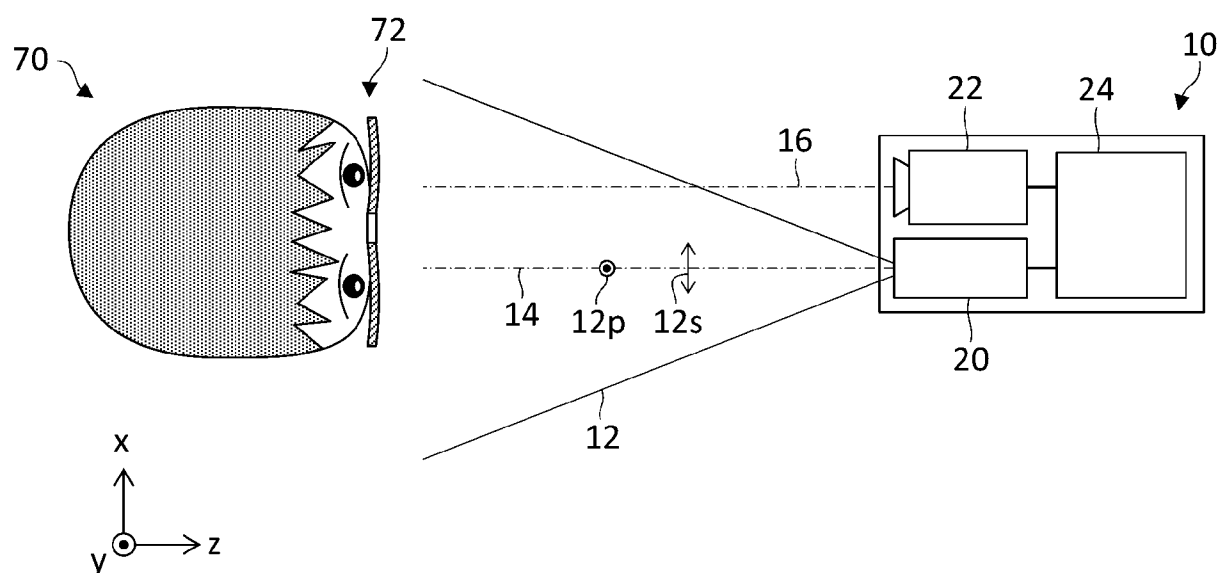
[図2]



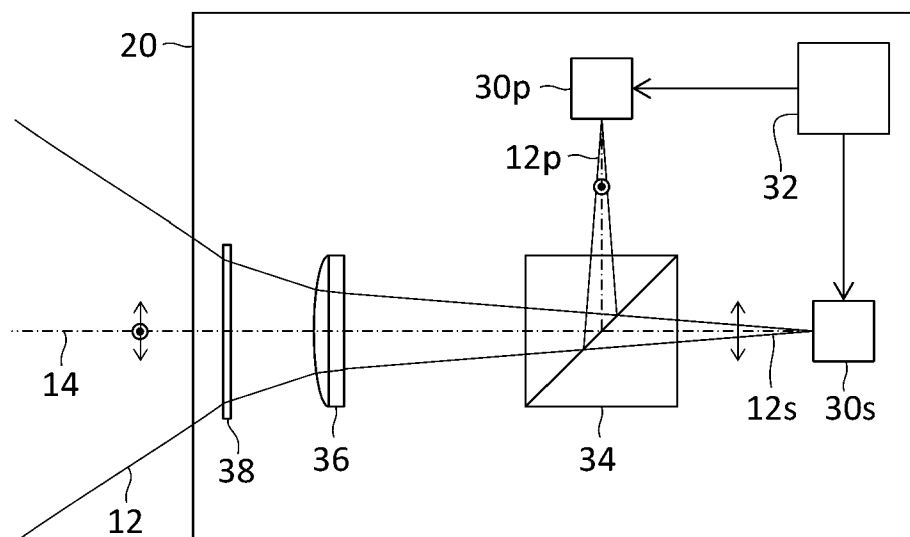
[図3]

	(a) 裸眼	(b) 通常サングラス	(c) 偏光サングラス
(i) 第1画像 (S偏光照明)			
(ii) 第2画像 (P偏光照明)			
(iii) 差分画像			
(iv) ヒストグラム			

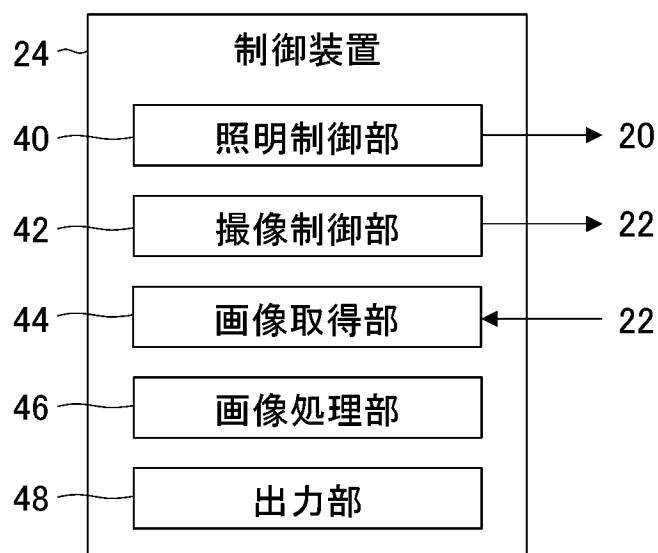
[図4]



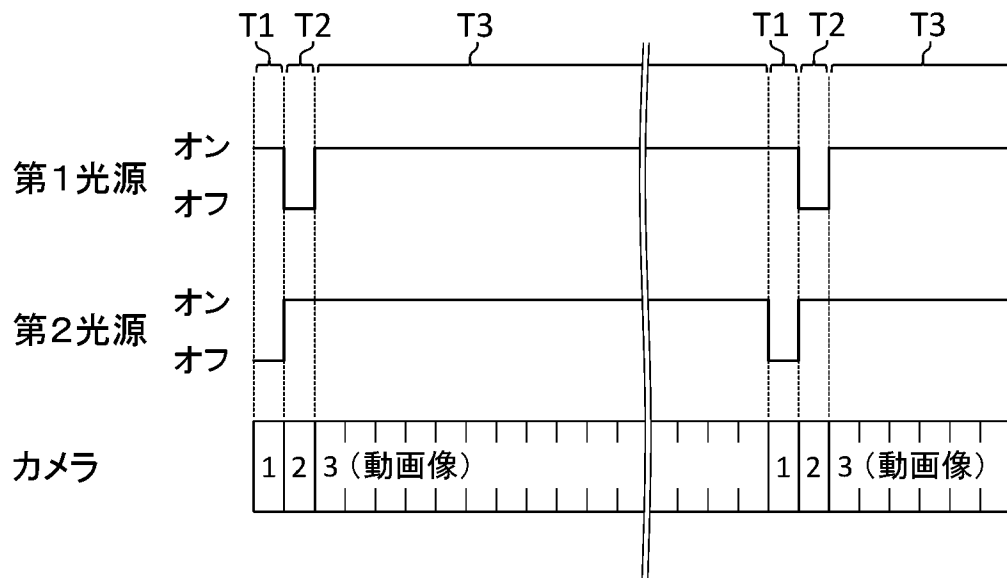
[図5]



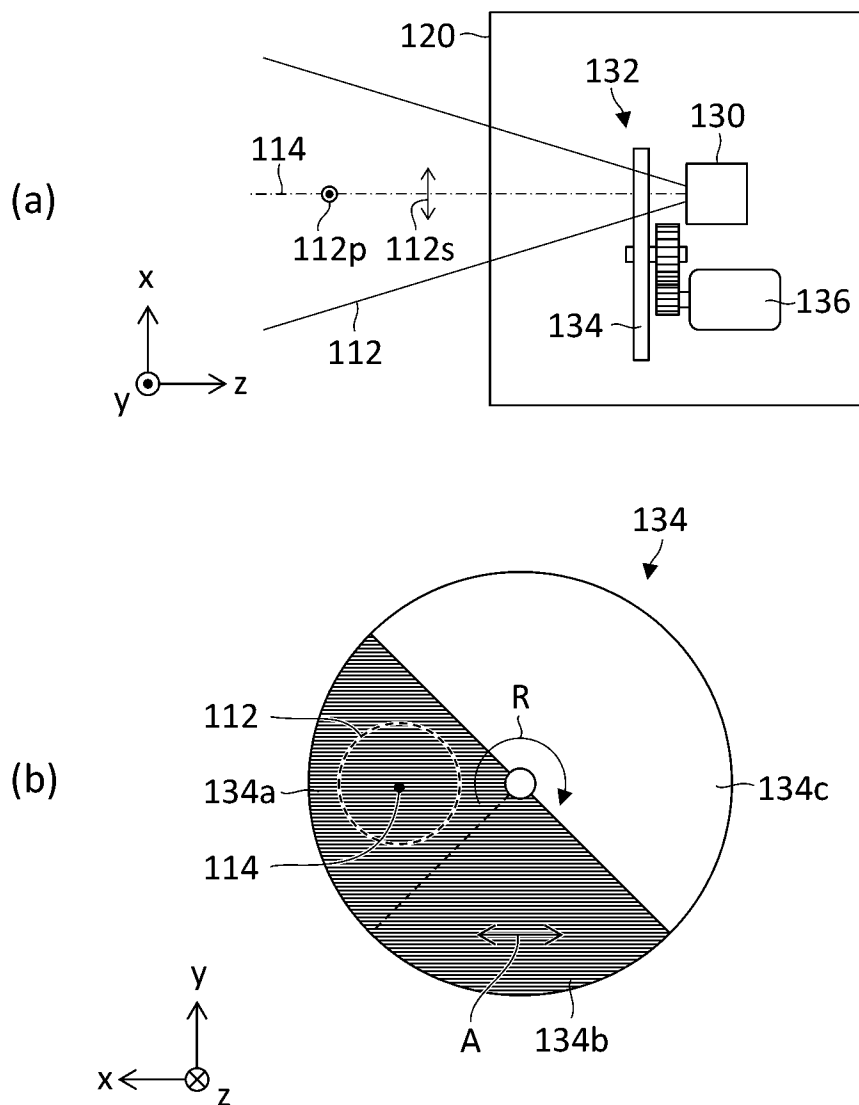
[図6]



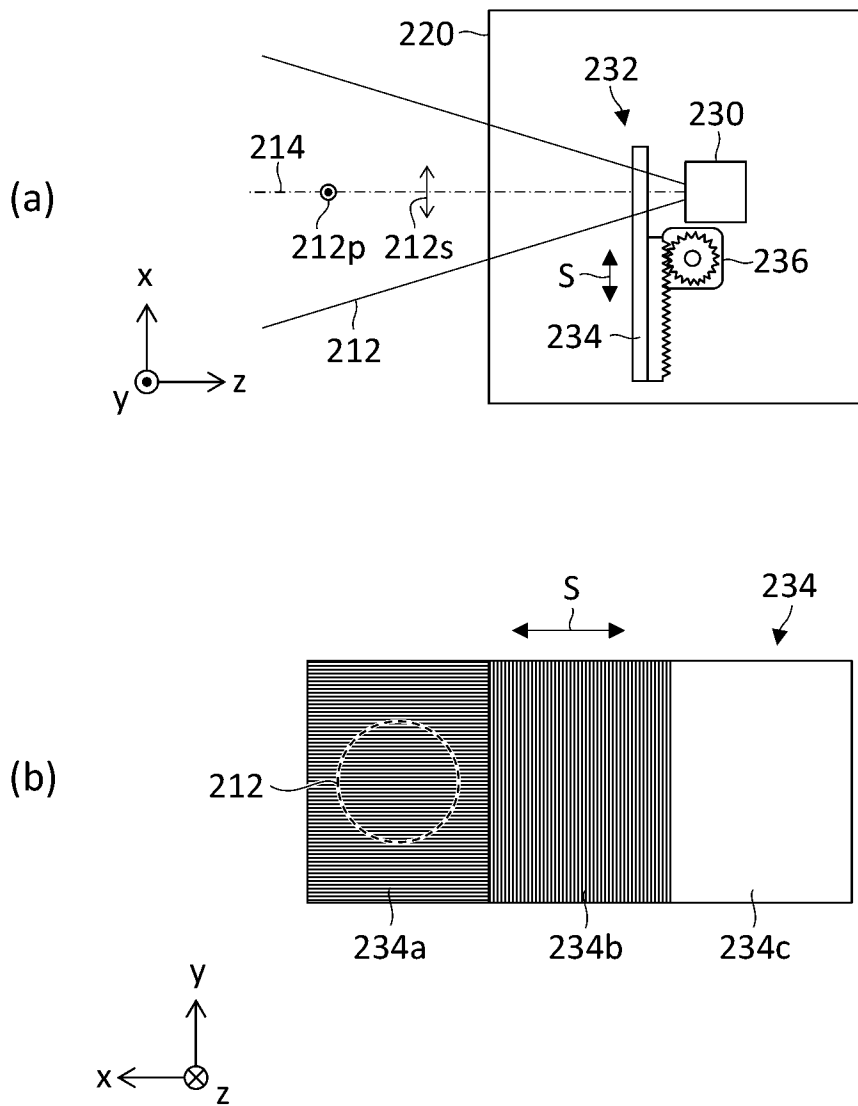
[図7]



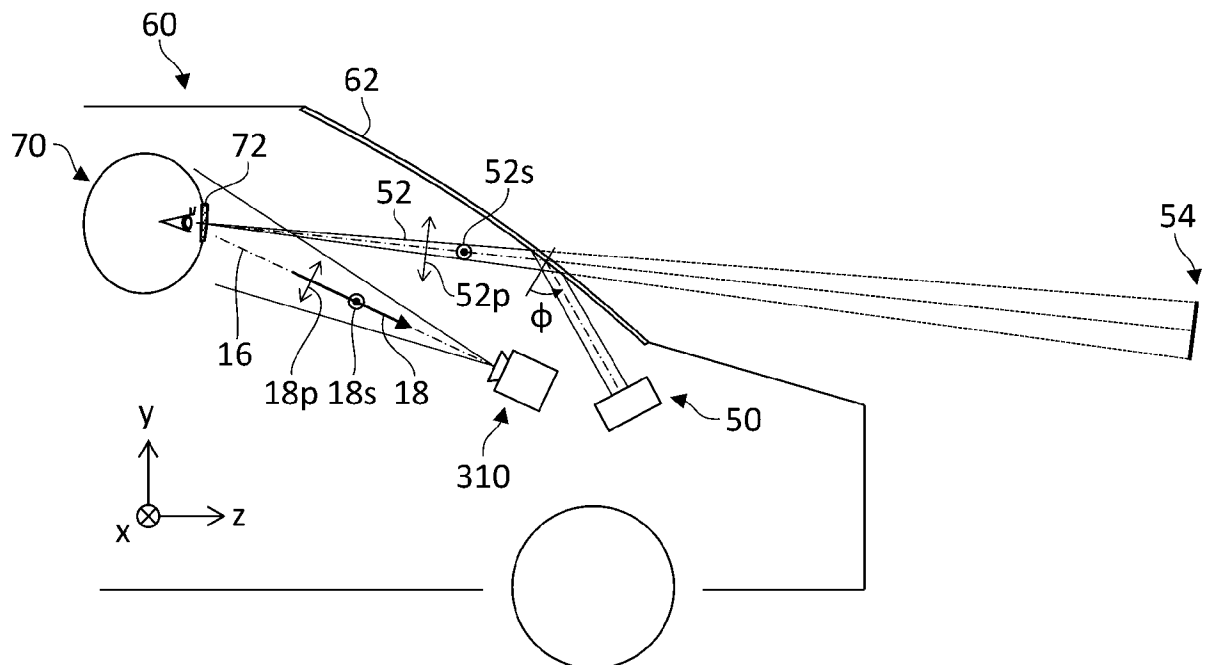
[図8]



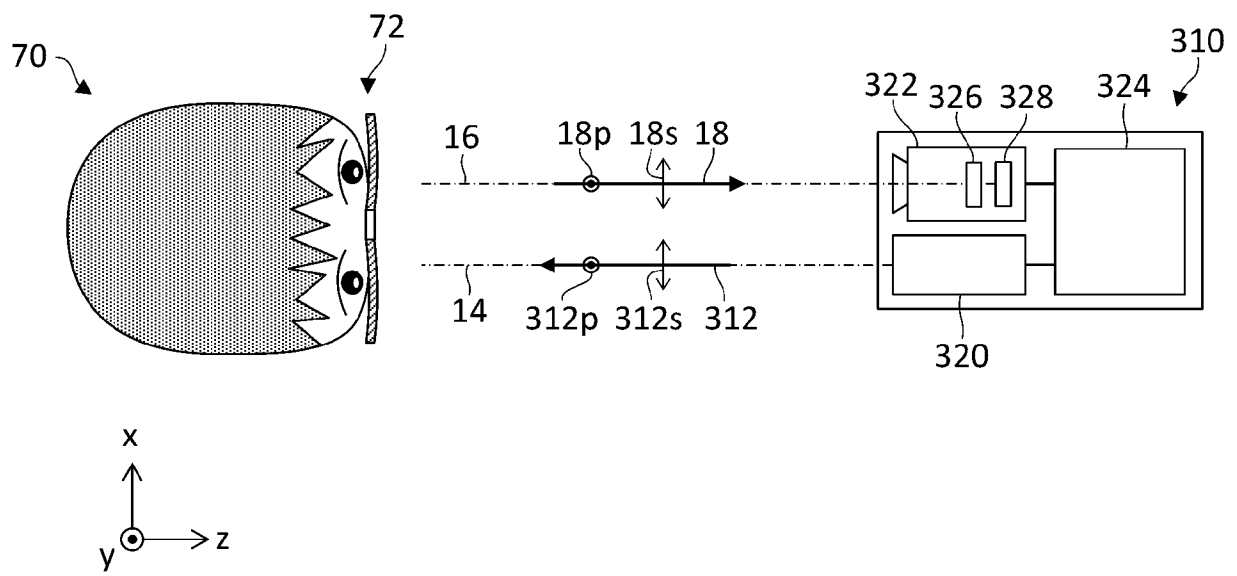
[図9]



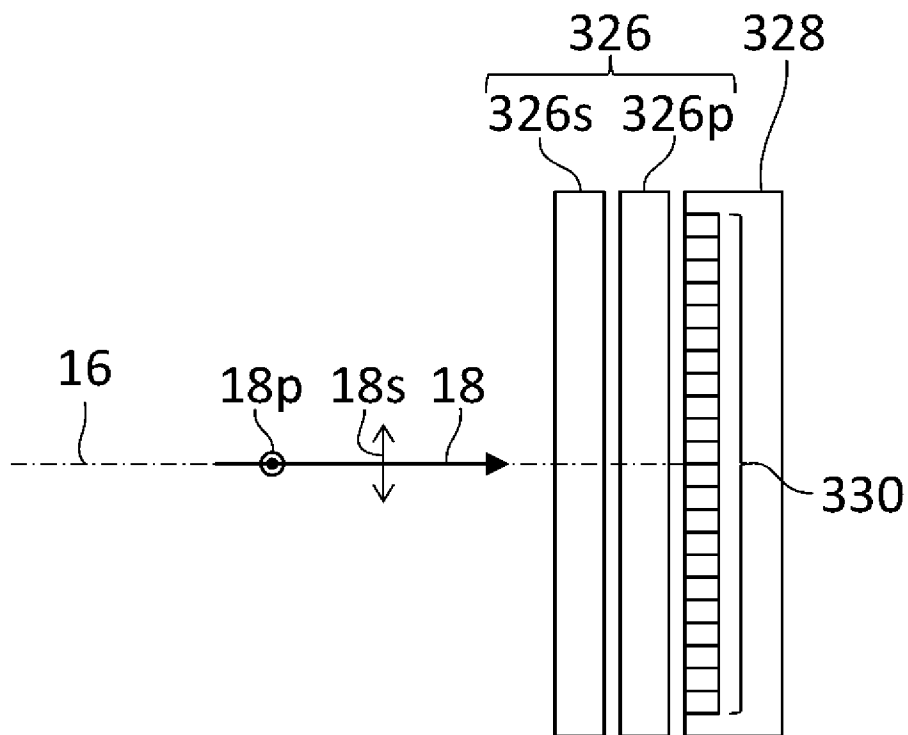
[図10]



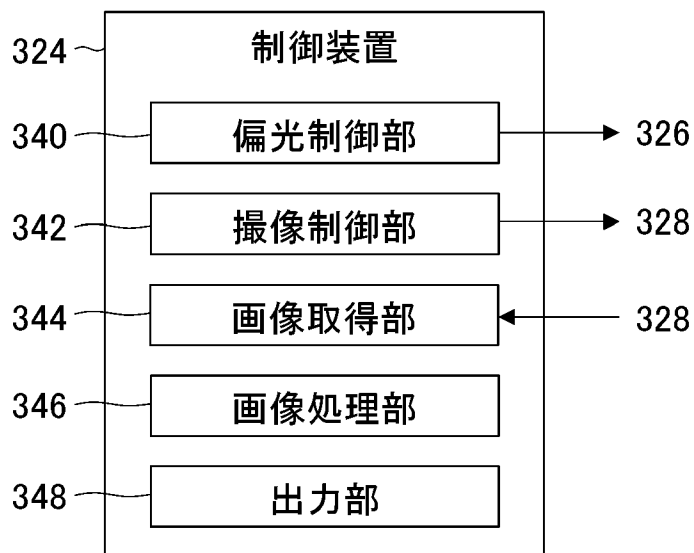
[図11]



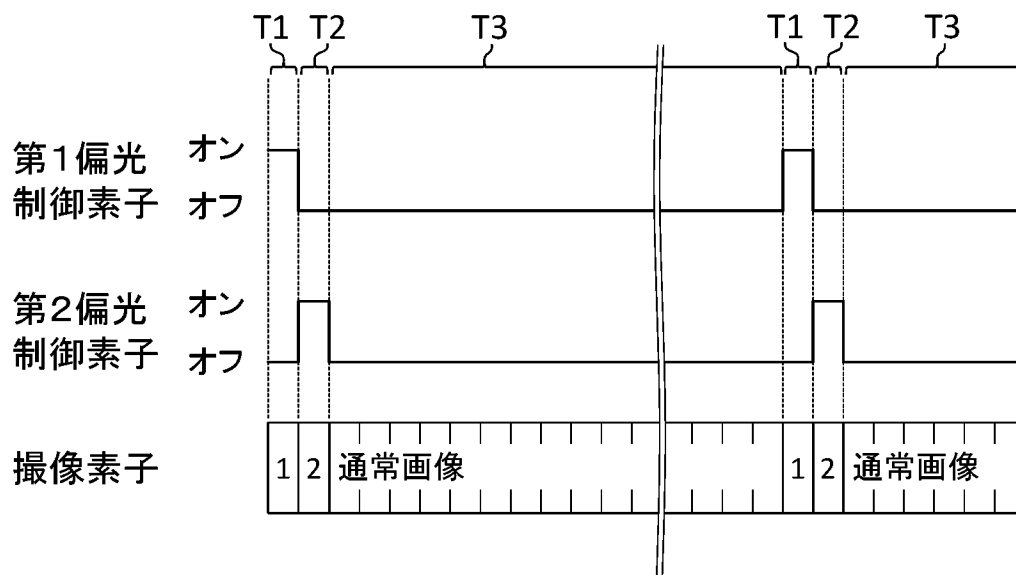
[図12]



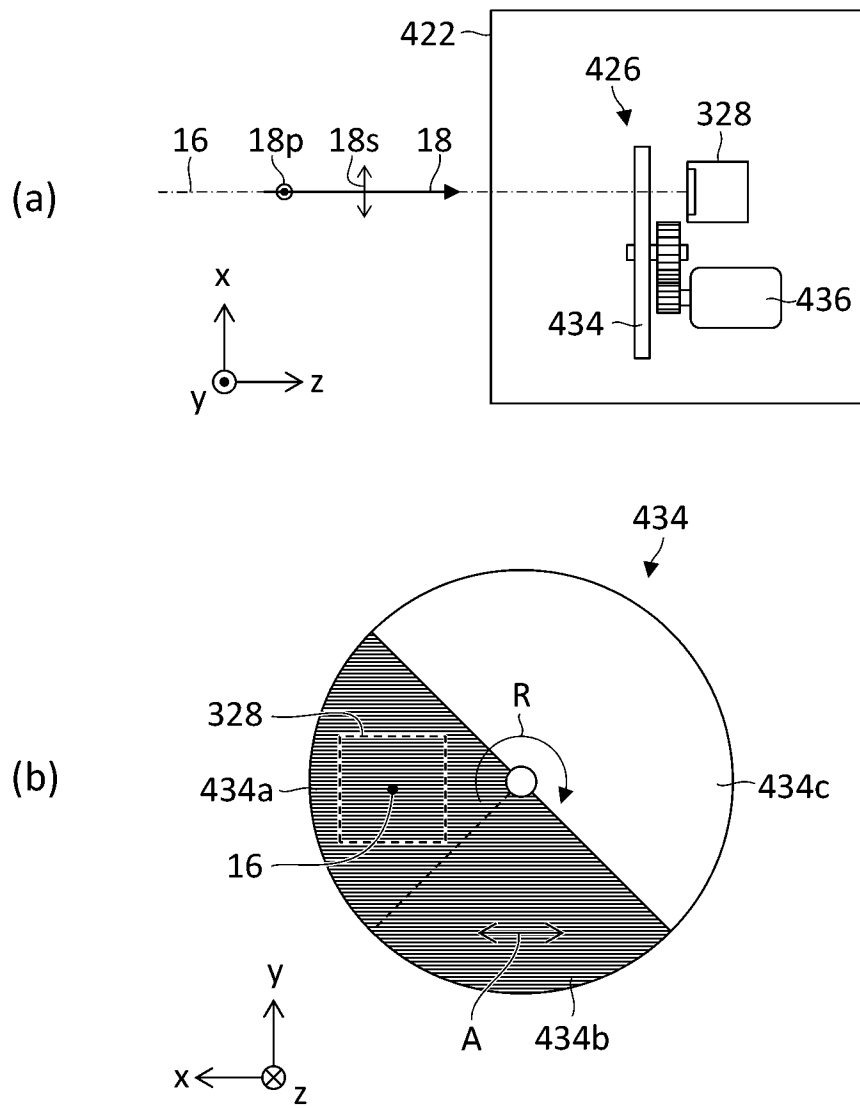
[図13]



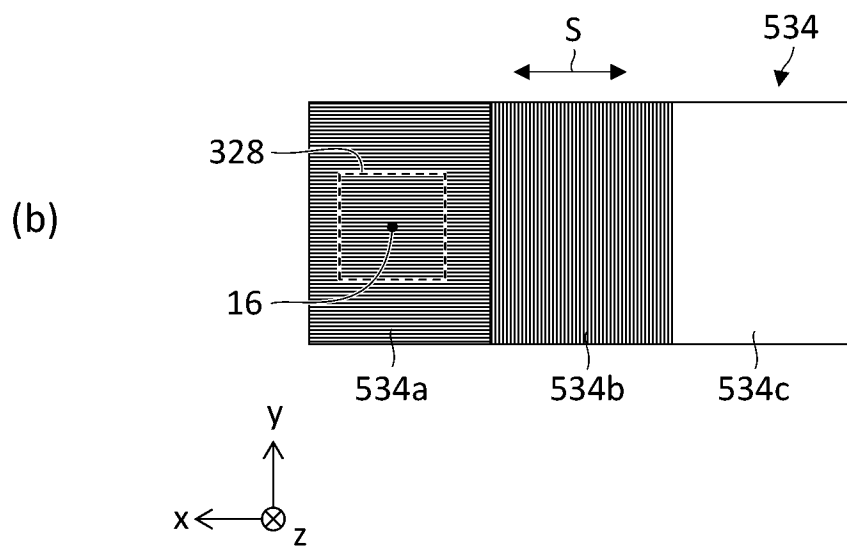
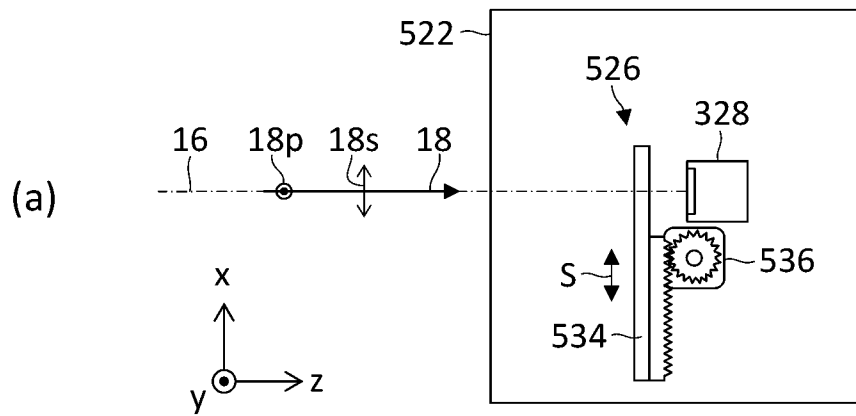
[図14]



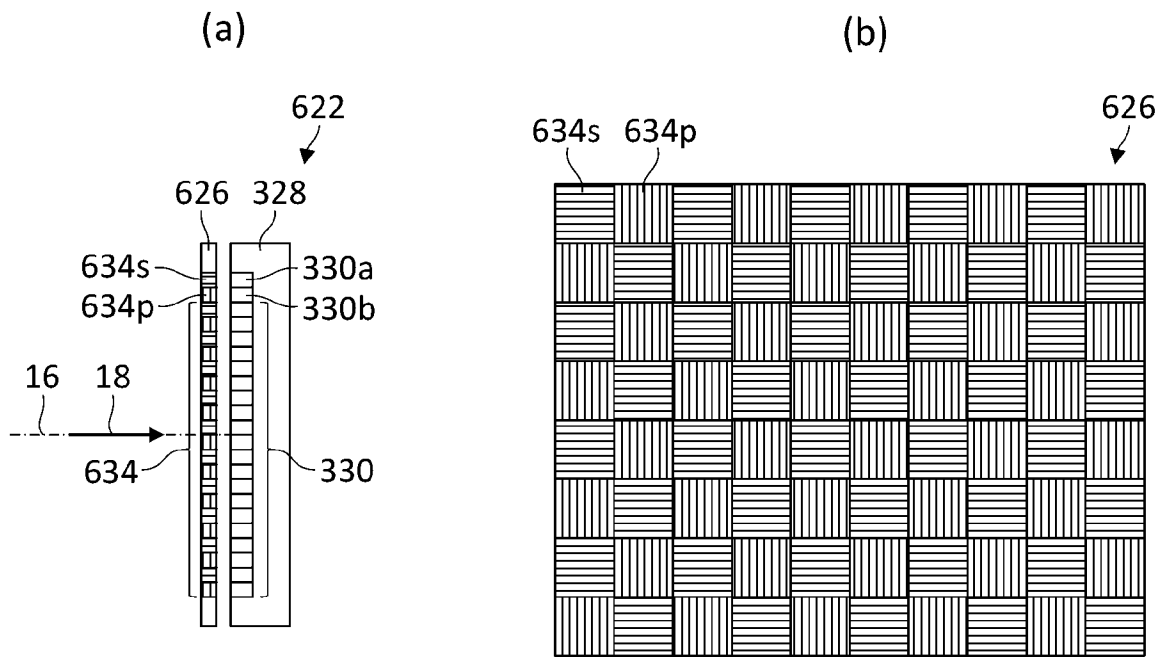
[図15]



[図16]

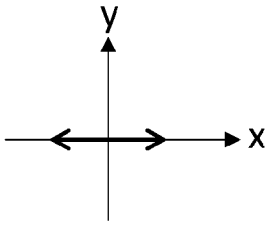


[図17]



[図18]

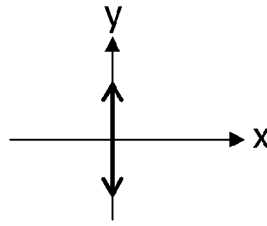
(a)



第1直線偏光
(S偏光)

$$u_1(x, y) = (1, 0)$$

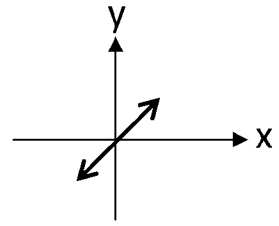
(b)



第2直線偏光
(P偏光)

$$u_2(x, y) = (0, 1)$$

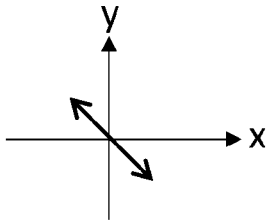
(c)



第3直線偏光
(右45度偏光)

$$u_3(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1, 1)$$

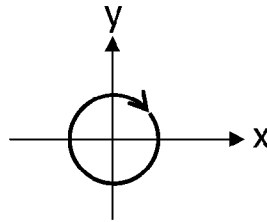
(d)



第4直線偏光
(左45度偏光)

$$u_4(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1, -1)$$

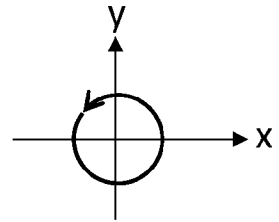
(e)



右回り円偏光

$$u_5(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1, i)$$

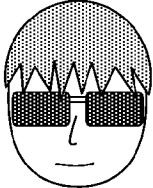
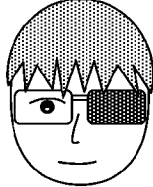
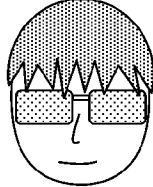
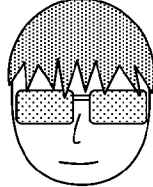
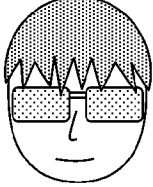
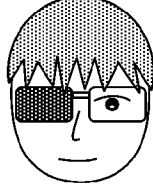
(f)



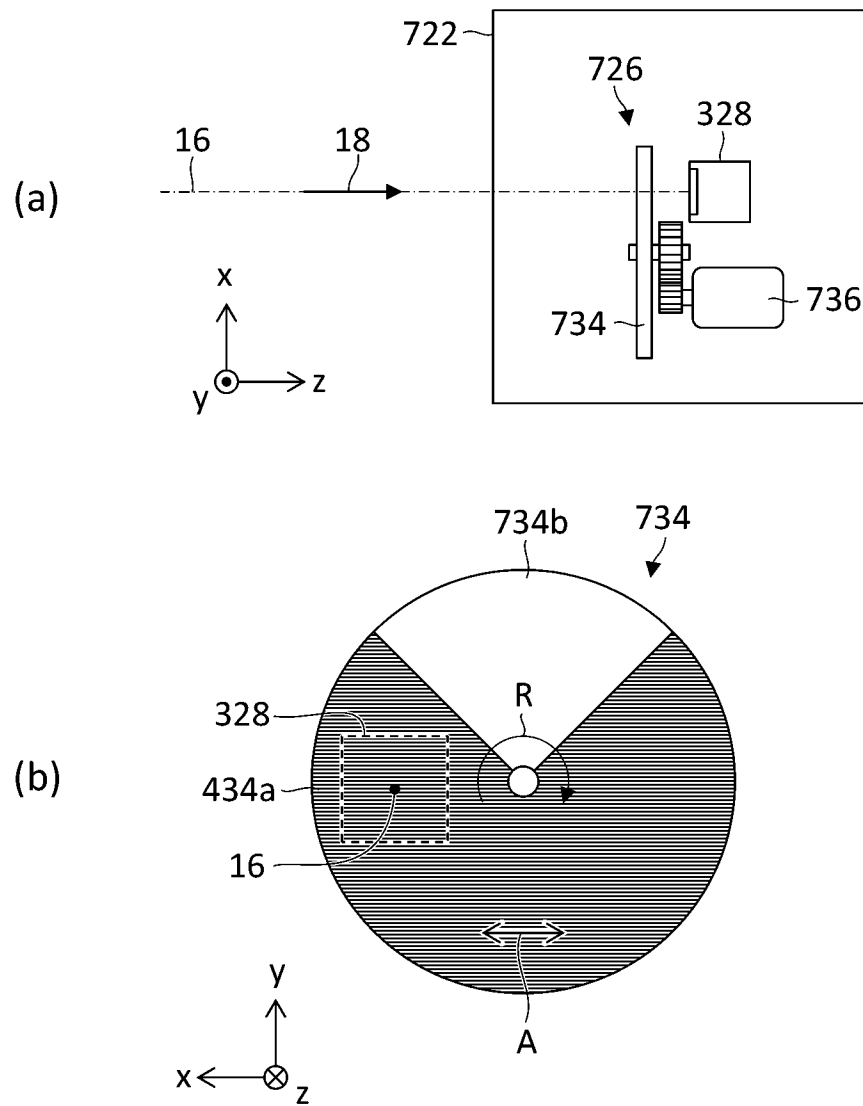
左回り円偏光

$$u_6(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1, -i)$$

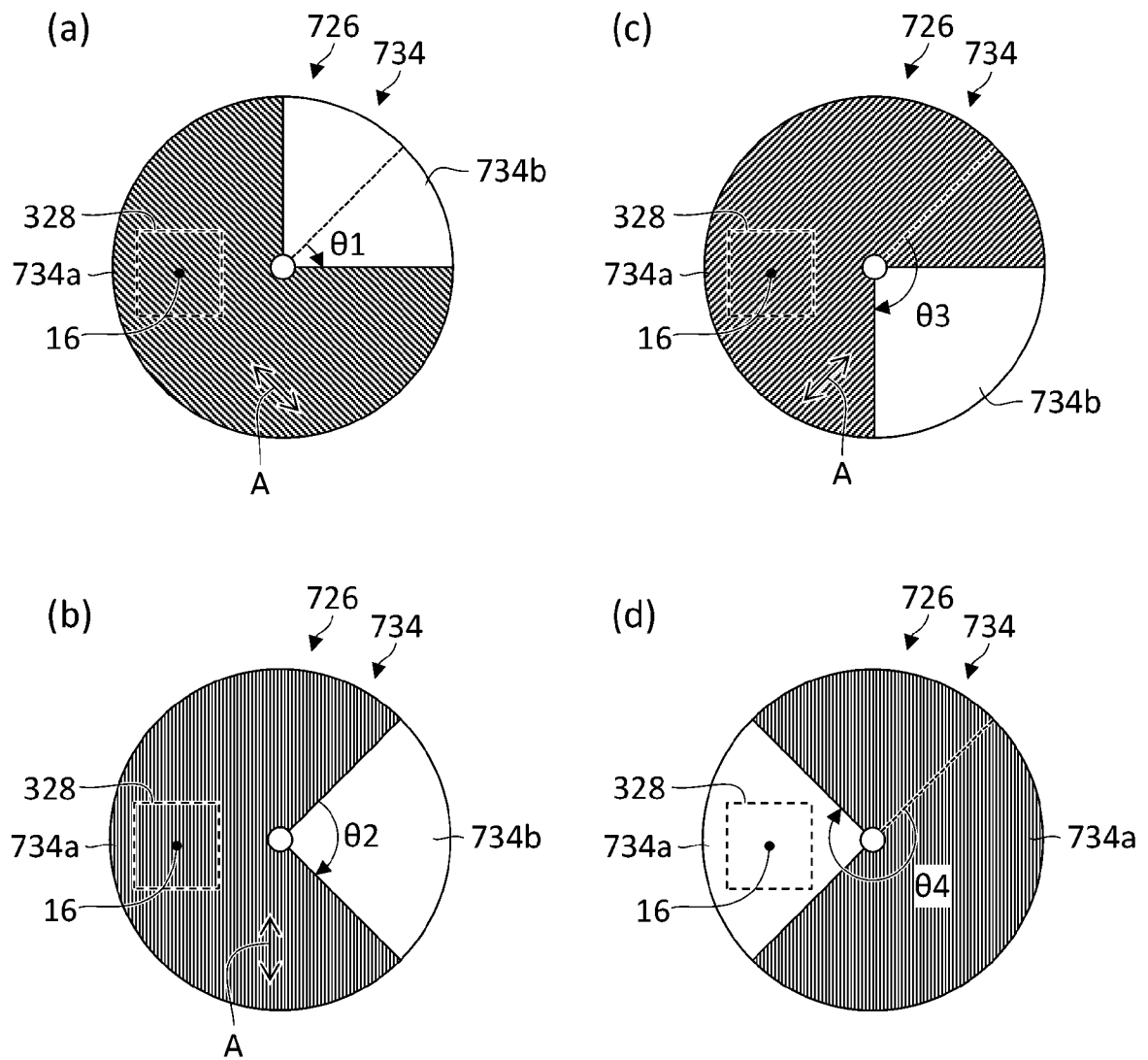
[図19]

	(a)	(b)	(c)	(d)
				
(i) 第1画像 (S偏光)				
(ii) 第2画像 (P偏光)				
(iii) 第3画像 (右45度偏光)				
(iv) 第4画像 (左45度偏光)				

[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/045572

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G03B15/00 (2006.01) i, G03B15/05 (2006.01) i, G02B27/01 (2006.01) i, G01N21/21 (2006.01) i

FI: G01N21/21Z, G02B27/01, G03B15/00V, G03B15/05

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)

Int.Cl. G03B15/00, G03B15/05, G02B27/01, G01N21/21, B60K35/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2018-205319 A (VISTEON GLOBAL TECHNOLOGIES INC.) 27.12.2018 (2018-12-27), paragraphs [0028]-[0055], fig. 1-7	1-13 2, 9
X Y	JP 2013-516882 A (3D SWITCH S.R.L.) 13.05.2013 (2013-05-13), claims 1, 4, 14-15, paragraphs [0029], [0034]-[0065], fig. 1, 3, 5	1, 3-8, 10-13 2, 9
Y	WO 2016/178357 A1 (NIPPON SEIKI CO., LTD.) 10.11.2016 (2016-11-10), paragraphs [0007], [0026]-[0033]	2, 9
A	JP 2016-130066 A (PIONEER CORPORATION) 21.07.2016 (2016-07-21), paragraph [0014]	1-13



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

31.01.2020

Date of mailing of the international search report

18.02.2020

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/JP2019/045572

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17 (2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/045572

(Invention 1) Claims 1-7

Documents 1 and 2 disclose "providing a camera, an illumination device that selectively emits, toward an object to be imaged by the camera, first illumination light linearly polarized in a first direction and second illumination light linearly polarized in a second direction orthogonal to the first direction, an image acquisition unit that acquires, from the camera, a first image that includes the object as irradiated by means of the first illumination light and a second image that includes the object as irradiated by means of the second illumination light, and an image processing unit that determines, on the basis of the first image and the second image, whether a linear polarizer is included in the object". In light of document 1, claims 1-2 and 7 lack novelty, and thus do not have a special technical feature.

However, claim 3 that depends from claims 1-2 has the special technical feature of "including a multiplexing element that multiplexes the first illumination light and the second illumination light on the illumination axis", and claim 4 has the same technical feature as claim 3.

Although claims 5-6 cannot be said to have the same or corresponding technical features between these claims and claim 3, but have the same configuration as claim 1.

Accordingly claims 1-7 are classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 8-13

Claim 8 cannot be said to have the same or corresponding technical features between this claim and claims 1-7 classified as invention 1.

Meanwhile, documents 1 and 2 disclose "providing an imaging element, a polarization control mechanism for selectively transmits, toward the imaging element, a first linear polarization component of incident light that comes toward the imaging element and a second linear polarization component orthogonal to the first linear polarization component, and an image processing unit that determines, on the basis of a first image in which the first linear polarization component of the incident light is imaged and a second image in which the second linear polarization component of the incident light is imaged, whether a linear polarizer is included in the object". In light of document 1, claims 8-10 and 13 lack novelty, and thus do not have a special technical feature.

However, claim 11 that depends from claims 8-10 has the special technical feature wherein "the polarization control mechanism is further configured to be capable of switching between a third polarization state of transmitting a third linear polarization component rotated 45 degrees to right with respect to the second linear polarization component, and a fourth polarization state of transmitting a fourth linear polarization component rotated 45 degrees to left with respect to the second linear polarization component ...".

Claim 12 cannot be said to have the same or corresponding technical features between this claim and claim 11, but has the same configuration as claim 8.

Accordingly claims 8-13 are classified as invention 2.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/045572

JP 2018-205319 A	27.12.2018	US 2018/0357505 A1 paragraphs [0028]-[0055], fig. 1-7 EP 3413124 A1 CN 109029924 A
JP 2013-516882 A	13.05.2013	US 2013/0002839 A1 claims 1, 4, 14-15, paragraphs [0029], [0038]-[0068], fig. 1, 3, 5 WO 2011/083433 A1 EP 2521988 A1 KR 10-2012-0102153 A CN 102822848 A
WO 2016/178357 A1	10.11.2016	JP 2016-210259 A
JP 2016-130066 A	21.07.2016	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G03B 15/00(2006.01)i; G03B 15/05(2006.01)i; G02B 27/01(2006.01)i; G01N 21/21(2006.01)i FI: G01N21/21 Z; G02B27/01; G03B15/00 V; G03B15/05										
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（IPC）） G03B15/00; G03B15/05; G02B27/01; G01N21/21; B60K35/00										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020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） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)										
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								
X	JP 2018-205319 A (ピステオン グローバル テクノロジーズ インコーポレイテッド) 27.12.2018 (2018 - 12 - 27) [0028]-[0055], 図1-7	1-13								
Y		2, 9								
X	JP 2013-516882 A (3 ディー スイッチ エス. アール. エル.) 13.05.2013 (2013 - 05 - 13) [請求項1, 4, 14-15][0029][0034]-[0065], 図1, 3, 5	1, 3-8, 10-13								
Y		2, 9								
Y	WO 2016/178357 A1 (日本精機株式会社) 10.11.2016 (2016 - 11 - 10) [0007][0026]-[0033]	2, 9								
A	JP 2016-130066 A (パイオニア株式会社) 21.07.2016 (2016 - 07 - 21) [0014]	1-13								
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 31.01.2020		国際調査報告の発送日 18.02.2020								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 伊藤 裕美 2W 9515 電話番号 03-3581-1101 内線 3258								

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

（発明1）請求項1－7

文献1、2には、「カメラと、第1方向に直線偏光された第1照明光と、前記第1方向と直交する第2方向に直線偏光された第2照明光とを前記カメラの撮像対象に向けて選択的に照射する照明装置と、前記第1照明光が照射された前記撮像対象を含む第1画像と、前記第2照明光が照射された前記撮像対象を含む第2画像とを前記カメラから取得する画像取得部と、前記第1画像および前記第2画像に基づいて前記撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する画像処理部と、を備える」ことが記載されており、請求項1－2、7は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。

しかしながら、請求項1－2の従属請求項である請求項3は、「前記第1照明光と前記第2照明光を照明軸上で合波する合波素子とを含」む、という特別な技術的特徴を有しており、請求項4も、請求項3と同一の技術的特徴を有している。

請求項5－6は、請求項3と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえないが、請求項1と同一の構成を有するものである。

したがって、請求項1－7を発明1に区分する。

（発明2）請求項8－13

請求項8は、発明1に区分された請求項1－7と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。

そして、文献1、2には、「撮像素子と、前記撮像素子に向かう入射光の第1直線偏光成分と、前記第1直線偏光成分と直交する第2直線偏光成分とを前記撮像素子に向けて選択的に透過させる偏光制御機構と、前記入射光の第1直線偏光成分を撮像した第1画像と、前記入射光の第2直線偏光成分を撮像した第2画像とに基づいて撮像対象に直線偏光子が含まれるか否かを判定する画像処理部と、を備える」ことが記載されており、請求項8－10、13は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。

しかしながら、請求項8－10の従属請求項である請求項11は、「前記偏光制御機構はさらに、前記第2直線偏光成分に対して右に45度回転した第3直線偏光成分を透過させる第3偏光状態と、前記第2直線偏光成分に対して左に45度回転した第4直線偏光成分を透過させる第4偏光状態とに切替可能となるよう構成され・・・」という特別な技術的特徴を有している。

請求項12は、請求項11と同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえないが、請求項8と同一の構成を有するものである。

したがって、請求項8－13を発明2に区分する。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/045572

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-205319	A	27.12.2018	US 2018/0357505 A1 [0028]-[0055], FIGs. 1-7 EP 3413124 A1 CN 109029924 A	
JP	2013-516882	A	13.05.2013	US 2013/0002839 A1 Claims 1, 4, 14-15][0029] [0038]-[0068], Figs. 1, 3, 5 WO 2011/083433 A1 EP 2521988 A1 KR 10-2012-0102153 A CN 102822848 A	
WO	2016/178357	A1	10.11.2016	JP 2016-210259 A	
JP	2016-130066	A	21.07.2016	(ファミリーなし)	