

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6202364号
(P6202364)

(45) 発行日 平成29年9月27日 (2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日 (2017.9.8)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 C 3/06 (2006.01)

G O 1 C 3/06 1 1 O V

G O 8 G 1/16 (2006.01)

G O 1 C 3/06 1 4 O

G O 8 G 1/16 C

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-53090 (P2013-53090)
 (22) 出願日 平成25年3月15日 (2013.3.15)
 (65) 公開番号 特開2014-178241 (P2014-178241A)
 (43) 公開日 平成26年9月25日 (2014.9.25)
 審査請求日 平成28年2月12日 (2016.2.12)

(73) 特許権者 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100098626
 弁理士 黒田 壽
 (72) 発明者 笠原 亮介
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内

審査官 神谷 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステレオカメラ及び移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに直交する方向に偏光方向が異なる視差を有する2つの画像の光路を1つに重ね合わせる偏光合波手段と、2つの偏光成分の光をそれぞれ受光する複数の受光素子が配列された撮像素子を有する撮像手段と、前記偏光合波手段によって重ね合わさった画像を前記撮像手段に結像させる光学部材と、前記撮像手段の2つの撮像領域に、重ね合わさった画像を2つの画像に分岐させる領域分割偏光手段とを備えるステレオカメラにおいて、

前記領域分割偏光手段は、前記受光素子の配列に対して各偏光子領域を配置するとともに1つの光路から入射する各偏光成分の光を当該光の偏光成分に対応する前記各偏光子領域でそれぞれ透過させて2つの偏光成分の光に分岐して前記受光素子に出射する領域分割フィルタを備え、

前記領域分割フィルタの偏光透過角度を、水平垂直に対応する前記受光素子の画素の配列方向に対して45度としたことを特徴とするステレオカメラ。

【請求項 2】

請求項1記載のステレオカメラにおいて、

前記領域分割フィルタの入射側に1つの光路から入射する2つの偏光成分の光に分岐する複屈折板を設け、該複屈折板の屈折方向は、前記領域分割フィルタの偏光透過方向に応じて定めることを特徴とするステレオカメラ。

【請求項 3】

請求項2記載のステレオカメラにおいて、

前記複屈折板の前面に光学的ローパスフィルタを設けることを特徴とするステレオカメラ。

【請求項 4】

請求項 3 記載のステレオカメラにおいて、

前記光学的ローパスフィルタは、前記複屈折板と、当該複屈折板の屈折方向に対して 45 度の屈折方向を有する、前記複屈折板とは別の複屈折板とを含んで構成されることを特徴とするステレオカメラ。

【請求項 5】

請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載のステレオカメラにおいて、

前記複屈折板の材料は、水晶であることを特徴とするステレオカメラ。

10

【請求項 6】

請求項 2 ~ 5 のいずれかに記載のステレオカメラにおいて、

前記複屈折板は、屈折方向が互いに 90 度異なる 2 つの複屈折層を組み合わせたものであることを特徴とするステレオカメラ。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のステレオカメラにおいて、

グリーンに対応する受光素子に対して互いに直交する方向に偏光方向が異なる 2 つの偏光成分の光を透過して出射する偏光フィルタを設けることを特徴とするステレオカメラ。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のステレオカメラにおいて、

前記撮像手段によって撮像した画像から、偏光方向ごとに画像を分岐して視差をもった 2 つの画像を形成し、形成した 2 つの画像間の視差により被写体までの距離を算出する距離算出手段を備えることを特徴とするステレオカメラ。

20

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載のステレオカメラにおいて、

前記偏光合波手段は、偏光ビームスプリッタ及びミラーを含んで構成されていることを特徴とするステレオカメラ。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載のステレオカメラにおいて、

前記偏光合波手段では、2 つの画像の光路における光路長を互いに略同じにすることを特徴とするステレオカメラ。

30

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載のステレオカメラを搭載することを特徴する移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、偏光方向が互いに直交する 2 つの偏光成分の画像をそれぞれ受光して偏光画像を取得する撮像装置を用い 1 つの被写体から得られた 2 つの偏光画像からステレオ画像を得るステレオカメラ、及び、該ステレオカメラを搭載する移動体に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

従来、自車両前方の先行車両との車間距離を測定し、その車間距離を維持するための自車速度調整機能を有する ACC (Adaptive Cruise Control) 等の運転者支援システムが開発されている。先行車両との距離を測定する技術として、視差を有する 2 つの視差画像を用いて、視差画像間の視差量を求め、その視差量から被写体までの距離の測定を行うステレオカメラが知られている。このステレオカメラとして特許文献 1 に記載のものが知られている。特許文献 1 のステレオカメラでは、左右のレンズ群の各光学部材を介して得られた 2 つの画像を各偏光フィルタに入射させることによって、偏光方向が互いに直交する 2 つの偏光成分の画像をそれぞれ取得する。同一の被写体からの 2 つの偏光成分の画像が、撮像部の撮像素子における受光素子の配列に対応して配列されている偏光子領域にそれ

50

ぞれ入射される。各偏光子領域によって、入射した画像の偏光方向に対応する受光素子に偏光されて、各受光素子で受光した2つの偏光成分の画像から視差画像を生成し、この視差画像に基づいて被写体までの距離を測定している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記特許文献1のステレオカメラでは、左右の画像の視差により被写体までの距離を高精度に測定するために、対応する左右の画素どうしが0.1ピクセル精度でほぼ一致させることが必要である。また、距離測定には、チャートなどを撮影してチャートの画像に基づいてレンズの固体差を含んだ歪みや左右の撮像部の位置をキャリブレーションすることが必須となっている。

10

【0004】

しかしながら、上記特許文献1のステレオカメラでは、左右独立のレンズ群の光学部材を用いているので、左右の光学部材に温度差があるだけでも左右の光学部材における歪みの出方が互いに異なる。この結果、左右の撮像部における撮像素子の対応画素に数ピクセルの位置誤差が発生してしまう。また、左右の撮像部間の位置を固定する取付具には通常金属を用いており、金属の線膨張係数は一般にガラスに比べて非常に大きい。この結果、環境温度変化によって、左右の撮像部の取付位置関係は容易にずれてしまい、左右の撮像部における撮像素子において互いに対応する画素に数ピクセルの位置誤差が発生してしまう。左右の画像を完全に重ねることができない。これにより、温度によりレンズの歪みなどが変わった場合左右の対応画素がずれることになる。このような環境温度変化による誤差を修正するので、光学部材の歪みの補正や左右の撮像部の取付位置に対する補正を含むキャリブレーションを随時行う必要があったため、装置自体が高価になるという問題があった。

20

【0005】

本発明者が先に出願した先願（特願2012-214673）のステレオカメラでは、被写体からの左右の画像を互いに同じ光路で偏光フィルタに導き、偏光フィルタによって互いに直交する偏光成分の2つの画像に偏光させる。この2つの画像を1つの光路に重ね合わせ、重ね合わさった画像を1つのレンズ群の光学部材を介して領域分割フィルタに結像させる。この領域分割フィルタは、撮像素子における受光素子の縦横配列に対応させて各偏光子領域を配列したものである。領域分割フィルタによって、視差を有する2つの画像に分離させ、撮像素子において隣接する受光素子にそれぞれ受光させている。このため、視差を有する2つの画像は1つのレンズ群の光学部材を介して撮像素子に結像されているので、温度変化により光学部材の歪みも変化しても、2つの画像の撮像素子の結像位置がそれぞれ同じようにずれる。温度による光学部材の歪みや撮像手段の取付位置変化が被写体までの距離を演算する測距演算に与える影響は少ない。よって、温度変化に伴う光学部材の歪みの補正や撮像手段の取付位置ずれに対する補正を含むキャリブレーションを行う必要がなくなり、装置自体の高価格化を抑制している。

30

【0006】

しかしながら、上記先願のステレオカメラでは、互いに直交する偏光方向の2つの画像における対応する画素値が互いに一致しなくなるという問題点があった。この場合は、マッチング処理での精度を低下させ、測距精度の低下を招く。具体的には、撮像手段を車両に搭載して自車両前方を撮像するとき、写っているものは、路面に立っている電柱や前方車両などの縦方向や横方向の面が多い。縦方向又は横方向の面からの反射光が多く、撮像素子上の偏光子も縦方向と横方向とした場合には、縦方向または横方向の面が多い被写体の偏光依存性を大きく受け、縦横配列の受光素子にそれぞれ受光されて2つの画像における対応する画素値が互いに一致しなくなる。

40

【0007】

本発明は以上の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は以下のとおりである。被写体の縦方向及び横方向の面からの反射光による偏光差の影響を抑制することで、対応位

50

置の画素の輝度を一致させることができ、かつ、測距演算の精度を向上させることができるステレオカメラ、及び該ステレオカメラを搭載する移動体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、請求項1の発明は、互いに直交する方向に偏光方向が異なる2つの偏光成分の光を1つの光路に重ね合わせる偏光合波部と、2つの偏光成分の光をそれぞれ受光する複数の受光素子が配列された撮像素子を有する撮像部とを備える撮像装置において、前記受光素子の配列に対して各偏光子領域を配置するとともに1つの光路から入射する各偏光成分の光を当該光の偏光成分に対応する前記各偏光子領域でそれぞれ透過させて2つの偏光成分の光に分岐して前記受光素子に出射する領域分割フィルタを備え、前記領域分割フィルタの偏光透過角度を前記受光素子の画素の配列方向に対して45度としたことを特徴とするものである。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明では、領域分割フィルタの偏光透過角度は撮像部の受光素子の配列方向に対して45度になっているので、上述のようにステレオカメラを車載カメラとして用いた場合、路面に対して斜め方向の面の偏光を用いて2つの画像を重畳することで、従来のような領域分割フィルタの偏光透過角度が略0度である場合に比べて、被写体の縦方向、横方向の面による偏光依存性を減らすことができる。よって、受光素子で受光した2つの光の輝度の差を略無くすることができ、対応位置の画素の輝度を略一致させることができる、という特有な効果が得られる。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】光学フィルタと撮像素子の位置関係の対応を例示する図である。

【図2】光学フィルタと撮像素子の位置関係の断面図である。

【図3】撮像部の構成を示す断面図である。

【図4】撮像装置における動作を説明する概略図である。

【図5】撮像装置の実施例1を示す図である。

【図6】撮像装置の実施例1の変形例1を示す図である。

【図7】撮像装置の実施例1の変形例2を示す図である。

30

【図8】撮像装置の実施例1の変形例3を示す図である。

【図9】撮像装置の実施例2を示す図である。

【図10】撮像装置の実施例2の変形例1を示す図である。

【図11】撮像装置の実施例2の変形例2を示す図である。

【図12】撮像装置の実施例2の変形例3を示す図である。

【図13】本発明の一実施形態に係る撮像装置の実施例1を示す図である。

【図14】本実施形態に係る撮像装置の実施例2を示す図である。

【図15】本発明の一実施形態に係るステレオカメラの実施例1の構成を示す概略図である。

【図16】本実施形態に係るステレオカメラの実施例2を示す図である。

40

【図17】本実施形態に係るステレオカメラの実施例2を示す図である。

【図18】ステレオカメラを搭載した移動体を示す概略図である。

【図19】本実施形態に係るステレオカメラの実施例2の変形例1を示す図である。

【図20】本実施形態のステレオカメラの実施例2の変形例2を示す図である。

【図21】本実施形態のステレオカメラの実施例3を示す図である。

【図22】本実施形態のステレオカメラの実施例4を示す概略図である。

【図23】本実施形態のステレオカメラの実施例5を示す概略図である。

【図24】本実施形態のステレオカメラの実施例5の変形例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

50

以下、本発明の撮像装置に係る実施形態の構成について説明する。

図１は光学フィルタ部と撮像部の位置関係の対応を例示する図である。図２は図１の断面図である。両図に示すように、撮像装置１は、撮像部１００及び光学フィルタ部２００を含んで構成されている。撮像部１００は、複数の受光素子を備えた撮像素子１０１と、該撮像素子１０１を支持する基板１０２とを備えている。撮像素子１０１は、複数の受光素子を縦横の２次元に配列されており、光学フィルタ部２００を透過した互いに直交する偏光方向の偏光成分を有するＳ偏光成分の光とＰ偏光成分の光とを各受光素子で受光する。なお、撮像素子１０１には、例えばＣＣＤ（Charge Coupled Device）、ＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）などを用いることができる。ここでは撮像素子としてはモノクロのセンサを想定しているが、これに限定されるものでなく、カラーセンサ（例えばＲＣＣＣ（レッド・クリア・クリア・クリア）配列、ベイヤ（ＲＧＢ（レッド・グリーン・ブルー））配列など）であってもよい。

10

【００１２】

光学フィルタ部２００は、フィルタ基板２０１、偏光フィルタ層２０２及び充填層２０３を含んで構成されている。フィルタ基板２０１は、撮像レンズ（不図示）を介して光学フィルタ部２００に入射する入射光を透過する透明な基板である。このフィルタ基板２０１は、その材料として、使用帯域（例えば可視光域と赤外域）の光を透過可能な透明材料を用いることができる。透明材料は、例えばガラス、サファイア若しくは水晶、又は、石英ガラス、テンパックスガラス、プラスチック、エンジニアリングプラスチック若しくはは合成樹脂などである。フィルタ基板２０１の撮像素子１０１側の面には、偏光フィルタ層２０２が形成されている。偏光フィルタ層２０２を覆うように、更に充填層２０３が形成されている。充填層２０３は、透光性、ガラス接着性、精密性が良好な接着剤を用いてもよい。光学フィルタ部２００に入射した光のうち、偏光フィルタ層２０２を透過した光は、撮像素子１０１の画素領域に入射する。偏光フィルタ層２０２には撮像素子１０１の画素サイズに対応した偏光子が領域分割して形成されている。そして、偏光フィルタ層２０２は、入射された光をＳ偏光成分の光とＰ偏光成分の光とに偏光する。なお、Ｓ偏光成分透過領域とＰ偏光成分透過領域が短冊状のパターンであってもよい。偏光フィルタ層２０２が形成されている領域ではＰ偏光成分、Ｓ偏光成分の各領域の画像が撮影されるが、これらは後述するとおり差分画像を形成することにより視差画像として各種情報検知に使われる。

20

30

【００１３】

図３は撮像部の構成を示す断面図である。同図に示す撮像部１００は、不図示の基板に、撮像素子１０１、複屈折板１０３及び領域分割フィルタ１０４を備えている。複屈折板１０３は、複屈折板の偏向方向であるＸ１に対して、入射する光を互いに直交する偏光方向の偏光成分の光、例えばＳ偏光成分の光とＰ偏光成分に分岐（分岐）する。領域分割フィルタ１０４は、互いに直交する偏光方向のうち、一方の方向の偏光成分の光のみを透過する第１偏光子領域と、他方の方向の偏光成分の光のみを透過する第２偏光子領域とに分割されている。複屈折板１０３は、例えば水晶や方解石などの部材を用いることができる。なお、複屈折板１０３において、屈折方向及び分岐する距離であるシフト量は、領域分割フィルタ１０４の領域分割に対応した屈折方向及びシフト量とすることができる。複屈折板１０３の屈折方向及びシフト量は、その結晶軸及びその厚み等を適宜変更することで調整できる。また、領域分割フィルタ１０４は入射された光を選択的に透過し、例えばＳ偏光成分の光のみを透過するＳ偏光子領域１０４ｓとＰ偏光成分の光のみを透過するＰ偏光子領域１０４ｐとに分割されている。

40

【００１４】

このような構成を有する撮像部１００では、同じ位置からの入射光が複屈折板１０３によってＳ偏光成分の光とＰ偏光成分に分岐される。次いで、Ｓ偏光子領域１０４ｓを透過したＳ偏光成分の光及びＰ偏光子領域１０４ｐを透過したＰ偏光成分の光が撮像素子の対応する偏光子領域にそれぞれ受光される。これにより、同じ位置からの入射光に対応するピクセル間の輝度比を演算することで、被写体の平坦な部分のみならず、エッジ部などで

50

も正確な偏光比を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

図 4 は撮像部における動作を説明する概略図である。同図からわかるように、入力画像全体からピクセル単位で、S 偏光成分のピクセルを取り出して、出力画像における S 画像を形成する。一方、入力画像全体から P 偏光成分のピクセルを取り出して、出力画像における P 画像を形成する。

【 0 0 1 6 】

図 5 は撮像装置の実施例 1 を示す図である。同図に示す領域分割フィルタ 1 0 4 は、複数の受光素子の格子縞状（図 1 参照）に対応して複数の S 偏光子領域 1 0 4 s 及び複数の P 偏光子領域 1 0 4 p を配置して構成されている。領域分割フィルタ 1 0 4 は、撮像素子 1 0 1 の画素サイズ（受光素子のサイズ、ピクセル）に対応した複数の偏光子で形成されている。そして、領域分割フィルタ 1 0 4 は、複数の S 偏光子領域 1 0 4 s 及び複数の P 偏光子領域 1 0 4 p を光学軸に対して直交する方向に交互に配置している。つまり、S 偏光子領域 1 0 4 s 及び P 偏光子領域 1 0 4 p が横ストライプ模様に配置している。

【 0 0 1 7 】

図 5（a）、（b）に示すように、まず、同一位置からの入射光 L が複屈折板 1 0 3 に入射されると、複屈折板の偏向方向である X 1 に対して、複屈折板 1 0 3 では S 偏光成分の光がそのまま透過し、P 偏光成分の光が偏向方向である屈折方向 R に屈折して透過する。領域分割フィルタ 1 0 4 の S 偏光子領域 1 0 4 s 及び P 偏光子領域 1 0 4 p を用いて、S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみを撮像素子の受光素子毎に選択して入射する。そして、図 5（c）に示すように、撮像素子 1 0 1 の受光素子 1 0 1 s、1 0 1 p 毎に、図中破線で囲む領域における入射光を同一の位置から入射された光 L の S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみとして受光することができる。具体的には、図 5（b）の屈折方向 R の矢印元の座標及び矢印先の座標の受光素子で、同一位置から入射された光 L の S 偏光成分の光及び P 偏光成分の光を受光することができる。これにより、上述したように、撮像装置は、屈折方向 R の矢印元の座標及び矢印先の座標の受光素子で受光した光の輝度比などを算出することで偏光比などを取得することができる。

【 0 0 1 8 】

図 6 は撮像装置の実施例 1 の変形例 1 を示す図である。同図に示す領域分割フィルタ 1 0 4 の S 偏光子領域 1 0 4 s 及び P 偏光子領域 1 0 4 p を縦ストライプ模様に配置している例は、図 5（a）、（b）、（c）の例と基本的に同様のため説明を省略する。

【 0 0 1 9 】

図 7 は撮像装置の実施例 1 の変形例 2 を示す図である。同図に示す領域分割フィルタ 1 0 4 は、複数の受光素子の格子縞状（図 1 参照）に対応して複数の S 偏光子領域 1 0 4 s 及び複数の P 偏光子領域 1 0 4 p を交互に配置して構成されている。領域分割フィルタ 1 0 4 は、複数の S 偏光子領域 1 0 4 s 及び複数の P 偏光子領域 1 0 4 p を光学軸に対して直交する方向に交互に配置している。つまり、S 偏光子領域 1 0 4 s 及び P 偏光子領域 1 0 4 p が市松模様に配置している。

【 0 0 2 0 】

図 7（a）、（b）に示すように、まず、同一位置からの入射光 L が複屈折板 1 0 3 に入射されると、複屈折板の偏向方向である X 1 に対して、複屈折板 1 0 3 を S 偏光成分の光がそのまま透過し、P 偏光成分の光を偏向方向である屈折方向 R に屈折して透過する。領域分割フィルタ 1 0 4 の S 偏光子領域 1 0 4 s 及び P 偏光子領域 1 0 4 p を用いて、S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみを撮像素子の受光素子毎に選択して入射する。そして、図 7（c）に示すように、撮像素子 1 0 1 の受光素子 1 0 1 s、1 0 1 p 毎に、図中破線で囲む領域における入射光を同一の位置から入射された光 L の S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみとして受光することができる。具体的には、図 7（b）の屈折方向 R の矢印元の座標及び矢印先の座標の受光素子で、同一位置から入射された光 L の S 偏光成分の光及び P 偏光成分の光を受光することができる。

【 0 0 2 1 】

図 8 は撮像装置の実施例 1 の変形例 3 を示す図である。同図に示す領域分割フィルタ 104 の S 偏光子領域 104s 及び P 偏光子領域 104p を市松模様配置している例は、図 7 (a)、(b)、(c) の例と基本的に同様のため説明を省略する。

【0022】

次に、撮像素子としてカラーセンサを用いた撮像装置の実施例 2 について説明する。本実施例では、カラーセンサとして、R C C C (レッド・クリア・クリア・クリア) 配列の例を説明する。なお、撮像素子に用いることができるカラーセンサは、R C C C 配列に限定されるものではない。すなわち、カラーセンサは、R G B (レッド・グリーン・ブルー) 配列、R G B G (レッド・グリーン・ブルー・グリーン) 配列及びその他複数の色に対応する配列のものでもよい。クリアピクセル (クリア受光素子) は、カラーフィルタによって感度が低下することに対応して、カラーフィルタを付加しない画素の撮像データを取得するために用いられる。また、R C C C 配列は、例えば車載のカメラ用に本実施例の撮像装置を用いた場合に、前方車両のテールランプの赤を区別するためにモノクロセンサにレッド画素のみを付加したものである。

【0023】

図 9 は撮像装置の実施例 2 を示す図である。同図に示す領域分割フィルタ 104 は、S 偏光子領域 104s 及び P 偏光子領域 104p をカラーセンサの配列に対応して斑状に配置している。具体的には、本実施例における領域分割フィルタ 104 は、図 9 (b) に示すように、カラーセンサの R 配列に P 偏光子領域 104p (図中の P/R) を配置している。領域分割フィルタ 104 は、カラーセンサの 2 つの C 配列に P 偏光子領域 104p (図中の P/C) を配置し、1 つの C 配列に S 偏光子領域 104s (図中の S/C) を配置している。

【0024】

図 9 (a)、(b) に示すように、まず、同一位置からの入射光 L が複屈折板 103 に入射されると、複屈折板の偏向方向である X1 に対して、複屈折板 103 を S 偏光成分の光がそのまま透過し、P 偏光成分の光を偏向方向である屈折方向 R に屈折して透過する。領域分割フィルタ 104 の S 偏光子領域 104s 及び P 偏光子領域 104p を用いて、S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみを撮像素子の受光素子毎に選択して入射する。これにより、図 9 (c) に示すように、撮像素子 101 の受光素子 101s、101p 毎に同一の位置から入射された光 L の S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみを受光することができる。

【0025】

まず、同一位置からの入射光 L が複屈折板 103 に入射されると、複屈折板の偏向方向である X1 に対して、複屈折板 103 を S 偏光成分の光がそのまま透過し、P 偏光成分の光を偏向方向である屈折方向 R に屈折して透過する。領域分割フィルタ 104 の S 偏光子領域 104s 及び P 偏光子領域 104p を用いて、S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみを撮像素子の受光素子毎に選択して入射する。これにより、図 9 (c) に示すように、撮像素子 101 の受光素子 101s、101p 毎に同一の位置から入射された光 L の S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみを受光することができる。具体的には、図 9 (b) の屈折方向 R の矢印元の座標及び矢印先の座標の受光素子で、同一位置から入射された光 L の S 偏光成分の光及び P 偏光成分の光を受光することができる。

【0026】

図 10 は撮像装置の実施例 2 の変形例 1 を示す図である。同図に示す領域分割フィルタ 104 の例は、複屈折板 103 の偏向方向が異なるのみで、図 9 (a)、(b)、(c) の例と基本的に同様のため説明を省略する。

【0027】

図 11 は撮像装置の実施例 2 の変形例 2 を示す図である。本変形例の撮像部 100 は、複屈折板 103 の入射側に光学的ローパスフィルタとしての複屈折板 105、106 を備えている。複屈折板 105、106 は、画像のエリアシングノイズを除去するために用いられる。図 11 (a) に示すように、まず、同一位置から入射光 L が複屈折板 105、1

10

20

30

40

50

06に入射されると、同一位置から入射した光Lは、複屈折板105、106によって、各複屈折板の偏向方向X2、X3に従って、2回分岐される。すなわち、複屈折板105は、45度軸がずれた複屈折軸に相当する偏光方向X2（図11（b）における屈折方向Ra）で入射された光Lを二重像に分岐する。次いで、複屈折板106は、135度の複屈折軸に相当する偏光方向X3（図11（b）における屈折方向Rb）で、さらに二重像に分岐する。これにより、入射された光Lを4点に分岐し、光学的ローパスフィルタを実現する。そして、複屈折板103を用いて、S偏光成分の光をそのまま透過し、P偏光成分の光を偏光方向X1（図11（b）における屈折方向R）に屈折して透過する。領域分割フィルタ104のS偏光子領域104s及びP偏光子領域104pを用いて、S偏光成分の光又はP偏光成分の光のみを撮像素子の受光素子毎に選択して入射する。これにより、図11（c）に示すように、撮像素子101の受光素子101s、101p毎に、同一の位置から入射された光LのS偏光成分の光又はP偏光成分の光のみを受光することができる。

10

【0028】

図12は撮像装置の実施例2の変形例3を示す図である。同図に示す領域分割フィルタ104の例は、複屈折板103の偏向方向が異なるのみで、図11（a）、（b）、（c）の例と基本的に同様のため説明を省略する。

【0029】

図13は本発明の一実施形態に係る撮像装置の実施例1を示す図である。本実施例の撮像部100は、カラーセンサとして、RGB（レッド・グリーン・ブルー）配列（ベイア配列）を用いる。また、本実施例の撮像部100は、複屈折板103を用いて、撮像素子の受光素子の配列に対して45度の方向に光を偏光する。本実施例の撮像部100は、領域分割フィルタのS偏光子領域104s及びP偏光子領域104pをカラーセンサの配列に対応して斑状に配置している。また、図13（a）に示すように、本実施例の撮像部100は、複屈折板103の入射側に光学的なローパスフィルタとしての複屈折板105、106を備えている。領域分割フィルタ104は、図13（b）に示すように、カラーセンサとしての撮像素子101のR配列にP偏光子領域104p（図中のP（C）/R）を配置している。領域分割フィルタ104は、カラーセンサとしての撮像素子101の2つのC配列にP偏光子領域104p（図中のP（C）/C）を配置し、1つのC配列にS偏光子領域104s（図中のS（C）/C）を配置している。

20

30

【0030】

図13（a）に示すように、本実施例の撮像部100は、先ず、同一位置から入射光Lが複屈折板105、106に入射されると、同一位置から入射した光Lは、複屈折板105、106によって、各複屈折板の偏向方向X2、X3に従って、2回分岐される。すなわち、複屈折板105は、複屈折軸に相当する偏光方向X2（図13（b）における屈折方向Ra）で入射された光Lを二重像に分岐する。次いで、複屈折板106は、複屈折軸に相当する偏光方向X3（図13（b）における屈折方向Rb）で、さらに二重像に分岐する。これにより、入射された光Lを4点に分岐し、光学的ローパスフィルタを実現する。そして、複屈折板103を用いて、S偏光成分の光をそのまま透過し、P偏光成分の光を偏光方向（屈折方向R）に屈折して透過する。領域分割フィルタ104のS偏光子領域104s及びP偏光子領域104pを用いて、S偏光成分の光又はP偏光成分の光のみを撮像素子の受光素子毎に選択して入射する。これにより、図13（図13（b）における屈折方向R）に示すように、撮像素子101の受光素子101s、101p毎に、同一の位置から入射された光LのS偏光成分の光又はP偏光成分の光のみを受光することができる。

40

【0031】

以上説明したように、複屈折板103の偏光方向X1を撮像素子の受光素子の配列に対して45度の方向にすることで、図13（b）の屈折方向Rに示すように、隣り合う4ピクセルに光を分散でき、理想的な光学的ローパスフィルタを実現することができる。また、本実施例の撮像装置は、図13（b）の屈折方向Raの矢印元の座標及び屈折方向Ra

50

の矢印先の座標の受光素子（ピクセル）で、同一の光路から入射された光の S 偏光成分の光及び P 偏光成分の光を受光することができる。このため、撮像装置は、屈折方向 R a の矢印元の座標及び屈折方向 R の矢印先の座標の受光素子で受光した光の輝度比などを算出することで偏光比などを取得することができる。

【 0 0 3 2 】

図 1 4 は本実施形態に係る撮像装置の実施例 2 を示す図である。図 1 4 を用いて、撮像素子としてカラーセンサを用いた撮像装置を説明する。本実施例では、カラーセンサとして、R G B（レッド・グリーン・ブルー）配列（ベイヤ配列）の例を説明する。また、本実施例の撮像部 1 0 0 は、複屈折板 1 0 3 を用いて、撮像素子の受光素子の配列に対して 4 5 度の方向に光を偏光する。図 1 4（b）に示すように、本実施例の撮像装置は、領域分割フィルタの S 偏光子領域 1 0 4 s 及び P 偏光子領域 1 0 4 p をカラーセンサの配列に対応して斑状に配置している。また、図 1 4（a）に示すように、本実施例の撮像装置は、複屈折板 1 0 3 の入射側に光学的ローパスフィルタとしての複屈折板 1 0 5、1 0 6 を備えている。領域分割フィルタ 1 0 4 は、カラーセンサの R 配列に P 偏光子領域 1 0 4 p（図中の P（C）/R）を配置している。領域分割フィルタ 1 0 4 は、カラーセンサの 2 つの G 配列に P 偏光子領域 1 0 4 p（図中の P（C）/G）及び S 偏光子領域 1 0 4 s（図中の S（C）/G）を配置している。領域分割フィルタ 1 0 4 は、カラーセンサの B 配列に P 偏光子領域 1 0 4 p（図中の P（C）/B）を配置している。

【 0 0 3 3 】

図 1 4（a）に示すように、本実施例の撮像装置は、先ず、同一位置から入射光 L が複屈折板 1 0 5、1 0 6 に入射されると、同一位置から入射した光 L は、複屈折板 1 0 5、1 0 6 によって、各複屈折板の偏向方向 X 2、X 3 に従って、2 回分岐される。すなわち、複屈折板 1 0 5 は、複屈折軸に相当する偏光方向 X 2（図 1 4（b）における屈折方向 R a）で入射された光 L を二重像に分岐する。次いで、複屈折板 1 0 6 は、複屈折軸に相当する偏光方向 X 3（図 1 4（b）における屈折方向 R b）で、さらに二重像に分岐する。これにより、図 1 4（c）に示すように、撮像素子 1 0 1 の受光素子 1 0 1 s、1 0 1 p 毎に、同一の位置から入射された光 L の S 偏光成分の光又は P 偏光成分の光のみを受光することができる。

【 0 0 3 4 】

以上説明したように、本実施例の撮像装置は、複屈折板の偏光方向を撮像素子の受光素子の配列に対して 4 5 度の方向にする。これにより、図 1 4（b）の屈折方向 R に示すように、隣り合う 4 ピクセルに光を分散でき、理想的な光学的ローパスフィルタを実現することができる。また、撮像装置は、図 1 4（b）の屈折方向 R a の矢印元の座標及び屈折方向 R の矢印先の座標の受光素子（ピクセル）で、同一の光路から入射された光の S 偏光成分の光及び P 偏光成分の光を受光することができる。このため、撮像装置は、屈折方向 R a の矢印元の座標及び屈折方向 R の矢印先の座標の受光素子で受光した光の輝度比などを算出することで偏光比などを取得することができる。

【 0 0 3 5 】

以下、本発明のステレオカメラに係る実施形態の構成について説明する。

図 1 5 は本発明の一実施形態に係るステレオカメラの実施例 1 の構成を示す概略図である。図 1 5（a）、（b）に示すステレオカメラ 3 0 0 は、偏光重畳モジュール 3 0 1、レンズ 3 0 2、フィルタ 3 0 3 及び撮像素子 3 0 4 を含んで構成されている。そして、偏光重畳モジュール 3 0 1 は、偏光ビームスプリッタ 3 0 1 - 1、偏光フィルタ 3 0 1 - 2 及びミラー 3 0 1 - 3 を備えている。図 1 5 に示すステレオカメラ 3 0 0 は、偏光ビームスプリッタ 3 0 1 - 1 と偏光フィルタ 3 0 1 - 2 を用いて視差を有する 2 つの光路を合成し、1 つのレンズ 3 0 2 を介して 1 つの撮像素子 3 0 4 で撮像する。つまり、レンズ 3 0 2 の前で完全に 2 つの光路は合成され、1 つのレンズしか通らない。このため、レンズの特性が温度でずれたり、レンズの位置がずれたり、あるいはセンサの位置がずれたりしようが、両方の画像が同じようにずれるだけなので、完全に影響をキャンセルすることができる。これにより、非常に耐環境性のあるステレオカメラを実現できる。また、レンズと

センサが1つで済むため、安価である。更に、撮像素子とレンズとの位置関係がずれた場合にも、左右の画像が同じようにずれるため原理的に影響をキャンセルすることができる。図15のフィルタ303は、画素ごとに偏光子を有するフィルタである。ただし、図15の構成においては、左右の光路において、光路長差が生じており、例えば2つの画像の視差におけるピクセルマッチング処理で生じた光路長差を補填する処理が必要となるため現実的ではない。

【0036】

図16及び図17は本実施形態に係るステレオカメラの実施例2の構成を示す図である。図17に示すように、ステレオカメラ400は、基板401上に撮像素子402が実装され、撮像素子402上に光学フィルタ403が密着配置している。撮像レンズ404を介して被写体情報を撮影する。撮像レンズ404の前段には、偏光合波部を構成する偏光選択型のクロスプリズム405が配置されている。更に、偏光選択型のクロスプリズム405の側面406、407に近接して三角柱のプリズム408、409が設けられている。

10

【0037】

ステレオカメラ400では光学フィルタ403としてP偏光情報とS偏光情報を画素単位で抽出可能な領域分割型偏光フィルタを有している。また、撮像レンズ404の前段に偏光選択型のクロスプリズム405、さらにクロスプリズム405に隣接してプリズム408、409を2個配置している。プリズム408、409は+Z方向からの光をY軸方向に偏光反射する全反射面を有する。偏光選択型のクロスプリズム405は、-Y方向から側面406に入射するS偏光成分の光と、+Y方向から側面407に入射するP偏光成分の光を側面410の方向に偏光反射する。これにより、-Y方向のS偏光画像と、+Y方向のP偏光画像が抽出することが可能である。

20

【0038】

図15のステレオカメラ300とは異なり、図16及び図17のステレオカメラ400は+Z方向のP偏光画像とS偏光画像を同時撮影することが可能である。また、図17から明らかなように、左右のプリズム408、409の光線有効範囲の間に一定の距離を有するため、P偏光画像とS偏光画像から視差画像を形成することが可能である。このように本実施形態のステレオカメラは被写体までの距離情報が撮影可能なステレオカメラとして構成されている。従来の単一撮像素子と単一レンズを2つ並列配置させたステレオカメラに比べて、撮像レンズと撮像素子が1つで済むため低コスト化が図れる。また、従来のステレオ撮像装置では各レンズ間を支持する筐体の熱膨張などによる基線長の変化の測距誤差が生じる。しかし、本撮像装置では撮像レンズは1つであり、かつ支持部材自体に対応するプリズム自体が金属に対して熱膨張率の小さいため、基線長変化の測距への影響も抑制することが可能である。

30

【0039】

本実施形態のステレオカメラを、例えば、図18に示すように移動体としての自動車500の車両前方を確認するものとして使用することが可能である。車両前方確認装置は、自動車500のフロントガラス内側のバックミラー付近に装備されたステレオカメラ501と、ステレオカメラ501からの情報に基づいて、ドライバへの警告や車両の制御を行うための信号処理装置502とを含んで構成されている。ドライバへの警告方法としては、スピーカをつかって音声などにより障害物情報を警告する。また車両制御としては、障害物がある場合は減速させたりする。本実施形態のステレオカメラを用いれば、車両前方の画像情報だけでなく、車両前方の先行車や歩行者までの距離情報を取得可能であり、障害物がある場合は運転者に早期警告を行うなどの、運転の安全性を確保することができる。

40

【0040】

また、本実施形態のステレオカメラは、左右の眼に異なる画像を映し出すことにより、人間に3次元の画像を表示するテレビと映画投影機などの表示装置とを組み合わせる。この結果、3次元の画像の取得と表示とを行う3次元画像取得・表示システムを構成するこ

50

とができる。人間の眼は左右の画像の回転や、大きさ、上下のずれ、また画質の違いに敏感である。このため、従来の２つのレンズを有するステレオカメラでは、ズーム／フォーカスを変更する際に、左右のレンズを連動させ、光軸や画像サイズ、フォーカスのずれを生じさせないように複雑な操作技術が必要とされていた。それに対して、本発明の構成では、単眼に対して２つの視差を持った映像が入射されるため、単一のレンズのズームやフォーカスを変更すれば、両眼の画像に全く同じ変化が反映される。これにより、右眼用と左眼用の２つの異なる光学特性を持つことによって生じる光軸や画像サイズ、フォーカスずれを抑制することが可能で自然な立体画像を取得することができる。なお、ズームなどの光学系を可変にする場合には、２つのレンズの特性を厳密に補正するのは非常に困難となるため、本発明の構成は特に有用である。

10

【００４１】

また、プリズムの屈折率により入射光の角度が浅くなる現象が使えなくなるために、光学レイアウトが若干大きくなるが、図１７の構成のプリズム４０８、４０９をミラー４１１、４１２に替えた図１９に示す実施例の構成でも良い。また、図２０に示すように、中央のクロスプリズムに関しても、プリズム形状ではなく、単なるクロス形状の偏光板４５０－１、４５０－２の組み合わせ（図２０中では偏光選択型クロス板４５０）としても良い。その場合には、同じくプリズムの屈折率により入射光の角度が浅くなる現象が使えなくなるために、光学レイアウトが若干大きくなるものの、使用する硝材が少なく済むため、コストを下げることができる。左右はプリズム、中央部は偏光選択型クロス板という構成でも良い。

20

【００４２】

次に、ステレオカメラの実施例３について説明する。

図２１はステレオカメラの実施例３を示す概略図である。図２１に示すステレオカメラ４００は、偏光選択型のクロスプリズム４０５の上と下でセンサユニットを設けている。例えば、撮像素子４１４がカラー、撮像素子４０２がモノクロとする。あるいは、撮像素子４１４を高解像度なモノクロ、撮像素子４０２を低解像度なカラーとする。一般に色情報は輝度情報、また距離情報よりも高い空間分解能は必要ないことを前提と考えると、高い測距性能を確保できる高感度高解像度なモノクロセンサと、モノクロよりも感度で劣るカラーセンサは低解像度というセットで使う。これにより、明るい場面から暗い場面まで高い測距性能と、色情報を同時に得ることができる。また、この場合も光軸が左右で一致するため、キャリブレーションが容易である。

30

【００４３】

次に、ステレオカメラの実施例４について説明する。

図２２はステレオカメラの実施例４の構成を示す概略図である。図２２に示すステレオカメラ４００は、雨滴検出機能を持たせたものである。ＬＥＤ赤外光の光源４２０をウインドシールド４２１に投光し、センサ上面に付加した投光波長の光のみを通過させる光学フィルタ４２３を通じて、その反射光を見ることでウインドシールド４２１に付着した雨滴を検出することが可能である。そして、フロントガラスの全面が検出エリアとして利用できるように、より高感度な雨滴検出が可能となる。光源４２０からのＬＥＤ赤外光をウインドシールド４２１に投光し、センサ上面に付加した投光波長の光のみを通過させる光学フィルタ４２３を通じて、その反射光を見ることでウインドシールド４２１に付着した雨滴を検出することが可能である。精度を向上させるためには、検出面積が大きいことが重要であるが、図２２の上部を使うことで、ステレオカメラと干渉せずに画面全面に対して検出を行うことができる。また、検出としては、画面全面における反射光の光量の和を見ればよいので、必ずしも検出に撮像素子を用いる必要はなく、かつ雨滴検出用のレンズの解像度も必要ない。このため、１つのＰＤ４２２と簡単なレンズ（例えば単レンズ）４２４などを用いる構成でも問題ない。

40

【００４４】

ここで、ステレオカメラの固定について説明する。

クロスプリズム４０５とプリズム４０８、４０９との間は接着剤で固定しても良い。左

50

右の画像の光線を含わせるために、プリズムの角度を調整する必要がある場合には、クロスプリズム 405 とプリズム 408、409 の間に若干隙間ができる場合がある。その場合には、クロスプリズム 405 とプリズム 408、409 との間を保持する保持部材（不図示）で固定するのが良い。保持部材が金属の場合には、その金属はプリズム 408、409 を主に構成するガラスに比べて熱膨張率が非常に大きい。このため、なるべく金属の保持部材が短くて済むように、隙間を埋めるだけのできるだけ小さい方が良い。また、可能であれば保持部材に関しても同様に熱膨張率が小さいガラスで構成すると、温度特性に対する耐環境性が良くなる。

【0045】

次に、ステレオカメラの実施例 5 ついて説明する。

10

図 23 はステレオカメラの実施例 5 を示す概略図である。本実施例は、実施例 1、2 で用いていた、偏光選択型のクロスプリズムや偏光選択型の偏光板を用いずに、PBS（偏光ビームスプリッタ）膜とミラー面（反射面）を用いている。そして、実施例 1 における左右の光路において、光路長差が生じているという課題を解決できる構成である。本実施例の構成では、左右の光路長は略同一となっている。このため、通常のステレオカメラと同じく、単に視差演算の最に横方向のピクセルのみを探索することで視差を得ることができる。また、この構成では、クロスプリズムを用いる場合と異なり、それぞれ一枚の PBS 膜とミラーとを用いるため、画面中央の欠陥部（隙間）は存在せず、後述の隙間を埋める処理は必要なくなる。一方の光 R はミラー面（反射面）433 により反射され、更に光 R の P 偏光の光は PBS 膜 431 で反射される。他方の光 L はミラー面 432、434 によりそれぞれ反射され、光 L の S 偏光の光は PBS 膜 431 を透過する。そして、P 偏光と S 偏光の光が合波され、撮像レンズ 404 に入射されて撮像素子 402 に結像する。光 L、R とは互いに同じ光路長差を有する。ここで、PBS 膜 431 としては、多層膜を使ったものでもよく、ワイヤグリッド偏光子を用いたものでもよいが、広範囲な入射角および入射波長に対して、安定した性能を持つワイヤグリッド偏光子を用いることが望ましい。

20

【0046】

また、実施例 5 において光学系を小さく構成するために、画角中央の光線との、PBS 膜及びミラー面のなす角度を 45 度より大きく設定している。図 23 (a) は、PBS 膜で反射又は透過した光が入射するミラー面のなす角度を 52 度に設定した場合である。図 23 (b) はを 45 度に設定した場合である。図 23 (b) におけるを 45 度にした場合では、図 23 (a) におけるを 52 度とした場合と比較して、撮像レンズ 404 の画角端の光線が図中の左右方向へ大きく飛び出している。大きく飛び出した光線をカバーするため、プリズムの大きさが大きくなっている。つまり、画角中央の光線との、PBS 膜及びミラー面のなす角度を 45 度より大きく設定することで、プリズムの大きさを小さくすることができる。の上限値は 90 度となる。ただし、の上限値が 90 度である場合には逆に 45 度の場合よりプリズムの大きさが大きくなるので、最適値はレンズの画角に依存する。更に、図 23 (a) に示すように光学絞り 435 をプリズム側寄りに配置していることに対して、図 24 に示すように光学絞り 435 を撮像レンズ 404 の内部に配置している。図 23 の光学絞り 435 の配置では、プリズムに対して既に画角に応じて光線が広がりを持つことになり、プリズムの大きさが図 23 (a) の光学絞り 435 の配置の場合におけるプリズムより大きくなっている。撮像レンズの光学絞りの位置は、撮像レンズよりプリズム側寄りの前方にある前絞りの位置であることが望ましい。

30

40

【0047】

図 24 (c) に示すように、本実施例の撮像装置における領域分割フィルタは、水平垂直の画素の配列に対して 45 度の方向の偏光透過角度を持たせる。この場合には、このような左右の画像を重畳素子を用いて合波する構成では、合波に用いる PBS 膜 431 など左右の像を合波する偏光合波素子の軸方向も、合わせて撮像素子の画素配列から 45 度回す必要がある。ステレオカメラでは、左右の対応画素の値が一致している必要があるが、もし画素配列に対して水平垂直方向に偏光子が配置されており、入射光が S 偏光と P 偏光

50

の偏光比が1でない場合には、対応位置の画素値が偏光比の影響でずれてしまう。このずれはステレオマッチング処理での精度を低下させ、測距精度の低下を招く。そのため、被写体からの光の偏光比が小さいことが望ましい。偏光比が発生する要因としては、カメラに対して垂直の面、また水平の面がフレネル反射の式を見ると分かるように、大きく発生させる。逆に斜めに立っているものに関しては、影響は少ない。また、実環境では、特に車載カメラを考慮した場合には、写っているものは、路面に立っている電柱や前方車両など基本的に縦方向や横方向の面が多い。そのため、路面に対して、斜め方向に関しては、偏光比は小さくなる。基本的にステレオカメラは路面に対して平行に設置する。そのため、本実施形態の構成のように、領域分割フィルタに水平垂直の画素の配列に対して45度の方向の偏光透過角度を持たせることは、左右の画像の視差以外の差を無くし、本発明のステレオカメラの測距精度の向上にも大きく効果を発揮する。

10

【0048】

以上に説明したものは一例であり、本発明は、次の態様毎に特有の効果を奏する。

(態様1)

受光素子の配列に対して各偏光子領域を配置するとともに1つの光路から入射する各偏光成分の光を当該光の偏光成分に対応する各偏光子領域でそれぞれ透過させて2つの偏光成分の光に分岐して受光素子に出射する領域分割フィルタ104を備え、領域分割フィルタ104は、受光素子の画素の配列方向に対して45度の偏光透過角度を有する。これによれば、上記実施形態について説明したように、領域分割フィルタの偏光透過角度は撮像部の受光素子の配列方向に対して45度になっている。上述のようにステレオカメラを車載カメラとして用いた場合、路面に対して斜め方向の面の偏光を用いて2つの画像を重畳する。これにより、従来のような領域分割フィルタの偏光透過角度が略0度である場合に比べて、被写体の縦方向、横方向の面による偏光依存性を減らすことができる。よって、受光素子で受光した2つの光の輝度の差を略無くすることができ、対応位置の画素の輝度を略一致させることができる。

20

(態様2)

(態様1)において、領域分割フィルタの入射側に1つの光路から入射する2つの偏光成分の光に分岐する複屈折板を設け、該複屈折板の屈折方向は、領域分割フィルタの偏光透過方向に応じて定める。これによれば、上記実施形態について説明したように、複屈折板は同一の光路から入射された光を分岐する。よって、入射された光を互いに直交した2つの偏光成分の光に分岐することができる。

30

(態様3)

(態様2)において、複屈折板の前面に光学的ローパスフィルタを設ける。これによれば、上記実施形態について説明したように、同一の光路から入射された光を複数回分岐する。これにより、二重像に分離できる。

(態様4)

(態様3)において、光学的ローパスフィルタは、複屈折板と、当該複屈折板の屈折方向に対して45度の屈折方向を有する、上記複屈折板とは別の複屈折板とを含んで構成される。これによれば、上記実施形態について説明したように、同一の光路から入射された光を4回分岐する。これにより、それぞれの複屈折板によって二重像にそれぞれ分離できる。よって、入射された光を4点に分岐できる。

40

(態様5)

(態様2)～(態様4)のいずれかにおいて、複屈折板の材料は、水晶である。これによれば、上記実施形態について説明したように、屈折方向及びシフト量は厚みや結晶軸を適宜変更することで容易に調整することができる。

(態様6)

(態様2)において、複屈折板は、屈折方向が互いに90度異なる2つの複屈折層を組み合わせたものである。これによれば、上記実施形態について説明したように、90度軸が違う2つの複屈折板で縦方向、横方向にそれぞれ1画素づつ入射位置をずらすことができる。そのため、同じ光の位置を取得している画素となり、この画素間の輝度比を演算す

50

ることで偏光比を得ることができる。

(態様 7)

(態様 1) において、グリーンに対応する受光素子に対して互いに直交する方向に偏光方向が異なる 2 つの偏光成分の光を透過して出射する偏光フィルタを設ける。これによれば、上記実施形態について説明したように、

(態様 8)

互いに直交する方向に偏光方向が異なる視差を有する 2 つの画像の光路を 1 つに重ね合わせる偏光合波手段と、上記撮像装置を用い少なくとも 2 つの偏光方向の偏光成分の光を受光して 2 つの偏光成分の光を視差画像として取得する撮像手段と、重ね合わさった画像を撮像手段に結像させる光学部材と、撮像手段の 2 つの撮像領域に、重ね合わさった画像を 2 つの画像に分岐させる領域分割偏光手段とを備える。これによれば、上記実施形態について説明したように、斜め方向の面からの反射光を、撮像部に入射位置から 4 5 度に偏光させて受光素子に受光させることができる。この結果、同一の光路から入射された光の互いに直交する方向に偏光方向が異なる 2 つの偏光成分の光を受光できる。これにより、受光素子で受光した 2 つの光の輝度の差を略無くすることができ、入射光が互いに直交する方向に異なる 2 つの偏光成分の偏光差が略なくなって斜め方向の面からの反射光によって生じる偏光差の影響を受け難くなる。

(態様 9)

(態様 8) において、撮像手段によって撮像した画像から、偏光方向ごとに画像を分岐して視差をもった 2 つの画像を形成し、形成した 2 つの画像間の視差により被写体までの距離を算出する距離算出手段を備える。これによれば、上記実施形態について説明したように、ステレオカメラを車載カメラとして用いた場合、路面に対して斜め方向の面からの反射光を、撮像部に入射位置から 4 5 度に偏光させて受光素子に受光させることができる。この結果、同一の光路から入射された光の互いに直交する方向に偏光方向が異なる 2 つの偏光成分の光を受光できる。これにより、受光素子で受光した 2 つの光の輝度の差を略無くすることができ、入射光が互いに直交する方向に異なる 2 つの偏光成分の偏光差が略なくなって斜め方向の面からの反射光によって生じる偏光差の影響を受け難くなる。よって、ステレオカメラにおけるマッチング処理で対応する画素検索の精度を向上させることができ、距離算出手段による距離演算の精度を上げることができる。

(態様 10)

(態様 8) において、偏光合波手段は、偏光ビームスプリッタ及びミラーを含んで構成されている。これによれば、上記実施形態について説明したように、簡易な構成で、左右の光路長は略同一とすることができ、通常のステレオカメラと同様に視差を得ることができる。

(態様 11)

(態様 8) において、偏光合波手段では、2 つの画像の光路における光路長を互いに略同じにする。これによれば、上記実施形態について説明したように、通常のステレオカメラと同じく、単に視差演算の最に横方向のピクセルのみを探索することで視差を得ることができる。

(態様 12)

移動体が (態様 8) ~ (態様 11) のいずれかに記載のステレオカメラを搭載する。これによれば、上記実施形態について説明したように、車両前方の画像情報だけでなく、車両前方の先行車や歩行者までの距離情報を取得可能であり、障害物がある場合は運転者に早期警告を行うなどの、運転の安全性を確保することができる。

【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

1 撮像装置

1 0 0 撮像部

1 0 1 撮像素子

1 0 2 基板

1 0 3	複屈折板	
1 0 4	領域分割フィルタ	
1 0 5	複屈折板	
1 0 6	複屈折板	
1 0 7	複屈折板	
2 0 0	光学フィルタ部	
2 0 1	フィルタ基板	
2 0 2	偏光フィルタ層	
2 0 3	充填層	
3 0 0	ステレオカメラ	10
3 0 1	偏光重畳モジュール	
3 0 1 - 1	偏光ビームスプリッタ	
3 0 1 - 2	偏光フィルタ	
3 0 1 - 3	ミラー	
3 0 2	レンズ	
3 0 3	フィルタ	
3 0 4	撮像素子	
4 0 0	ステレオカメラ	
4 0 1	基板	
4 0 2	撮像素子	20
4 0 3	光学フィルタ	
4 0 4	撮像レンズ	
4 0 5	クロスプリズム	
4 0 6	側面	
4 0 7	側面	
4 0 8	三角柱のプリズム	
4 0 9	三角柱のプリズム	
4 1 0	側面	
4 1 1	ミラー	
4 1 2	ミラー	30
4 1 3	基板	
4 1 4	撮像素子	
4 1 5	光学フィルタ	
4 1 6	撮像レンズ	
4 2 0	光源	
4 2 1	ウインドシールド	
4 2 2	P D	
4 2 3	光学フィルタ	
4 2 4	レンズ	
4 3 1	偏光ビームスプリッタ膜	40
4 3 2	ミラー面	
4 3 3	ミラー面	
4 3 4	ミラー面	
4 3 5	光学絞り	
4 5 0	偏光板	
4 5 0 - 1	偏光板	
4 5 0 - 2	偏光板	
5 0 0	自動車	
5 0 1	ステレオカメラ	
5 0 2	信号処理装置	50

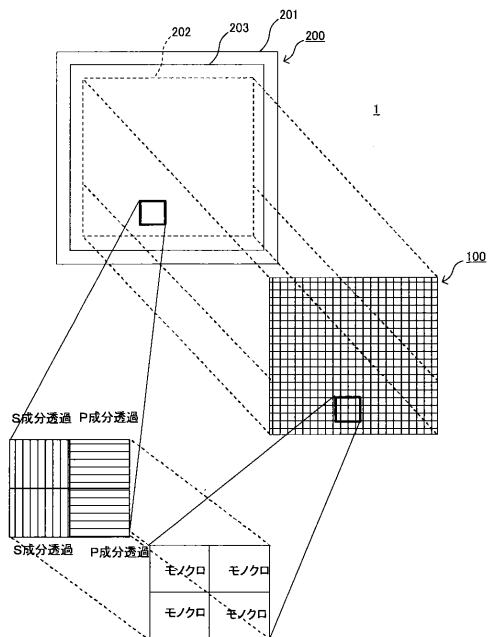
【先行技術文献】

【特許文献】

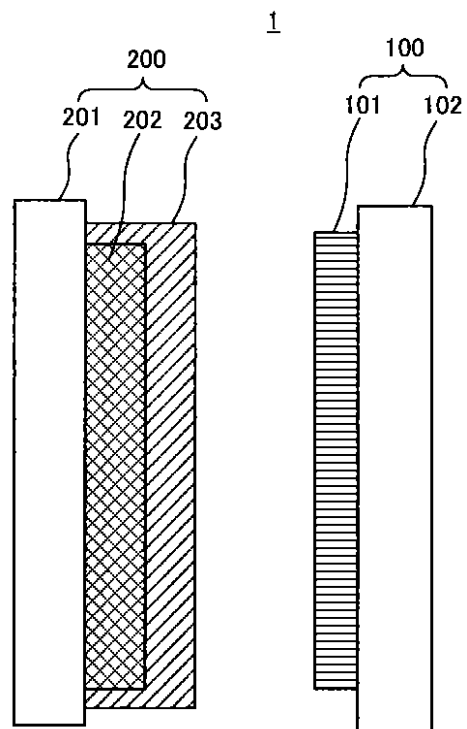
【0050】

【特許文献1】特開2010-243463号公報

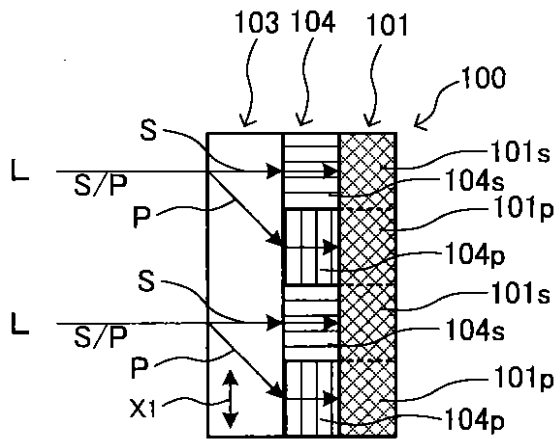
【図1】



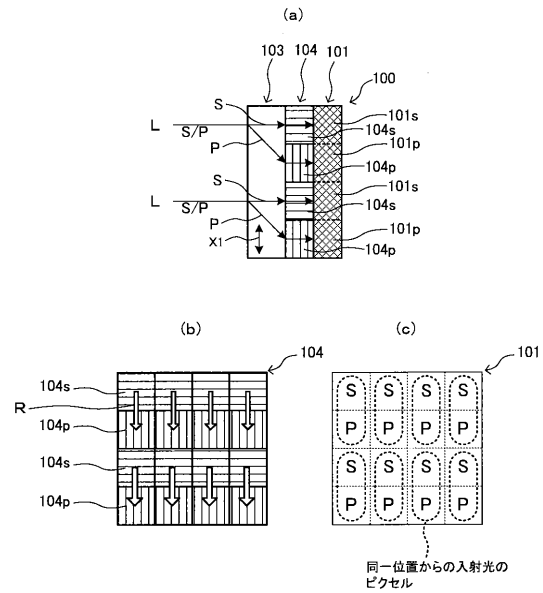
【図2】



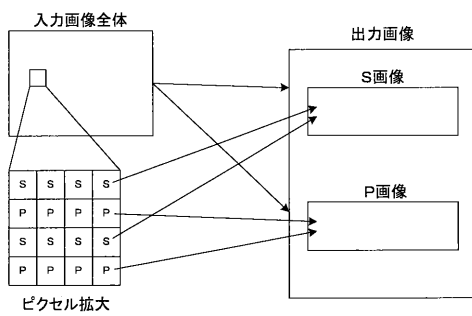
【 図 3 】



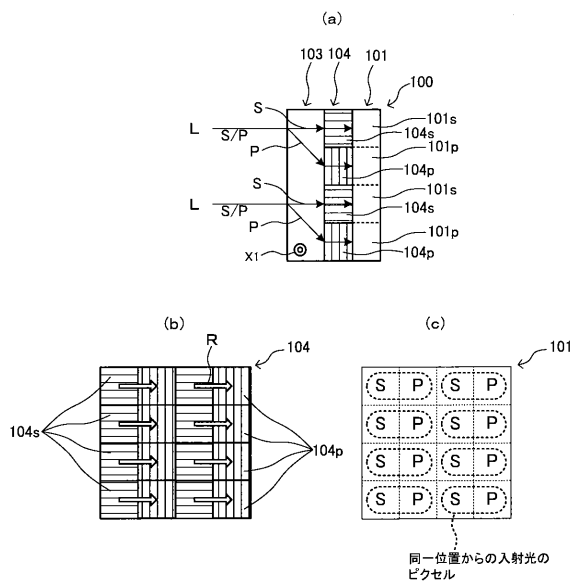
【 図 5 】



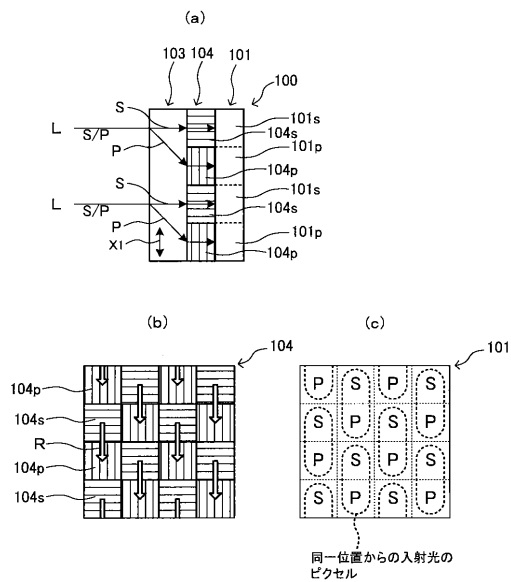
【 図 4 】



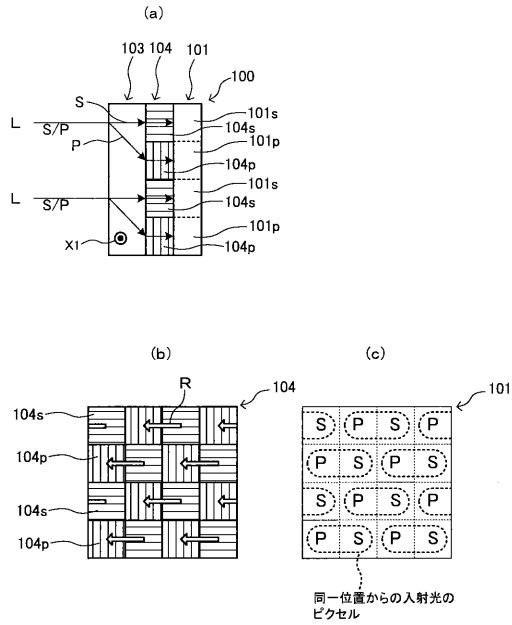
【 図 6 】



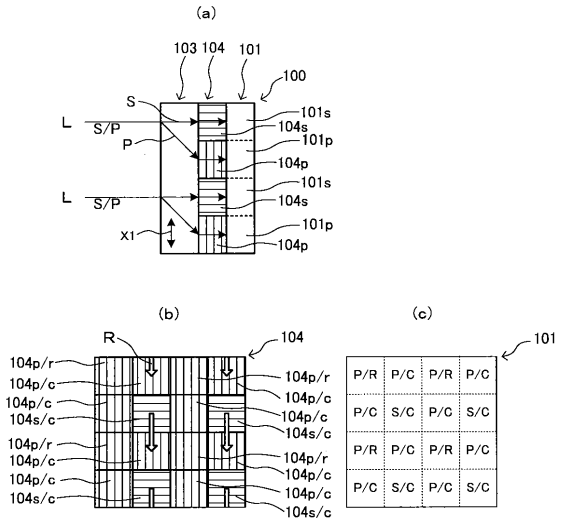
【圖 7】



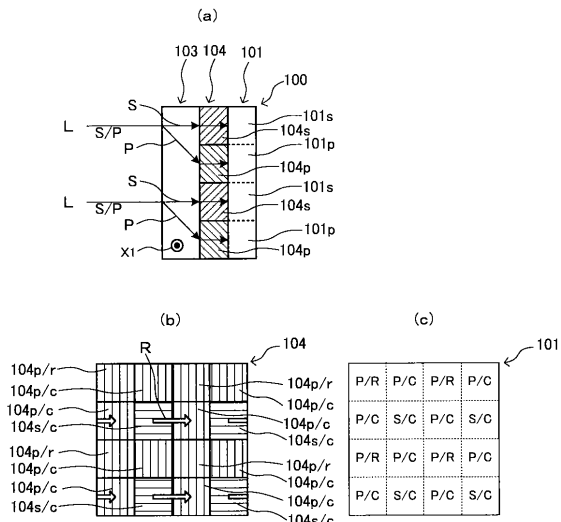
【図 8】



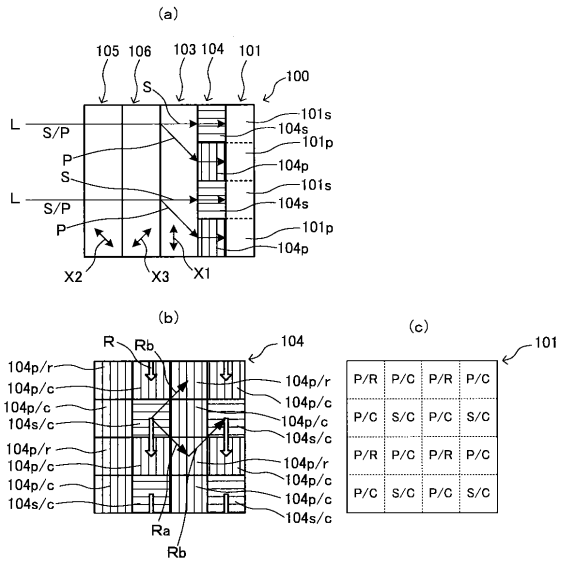
【図 9】



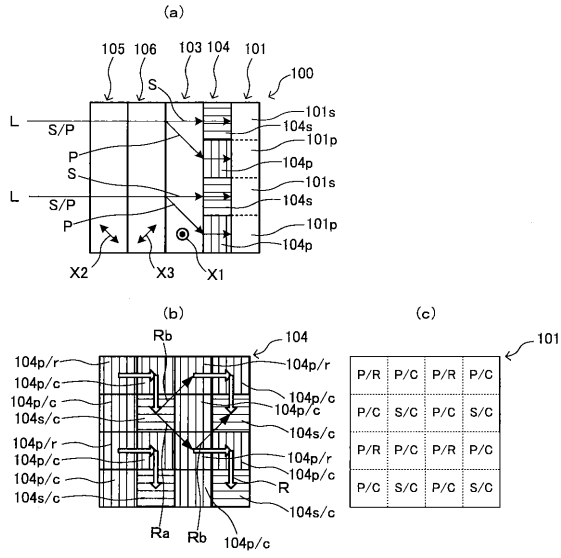
【図 10】



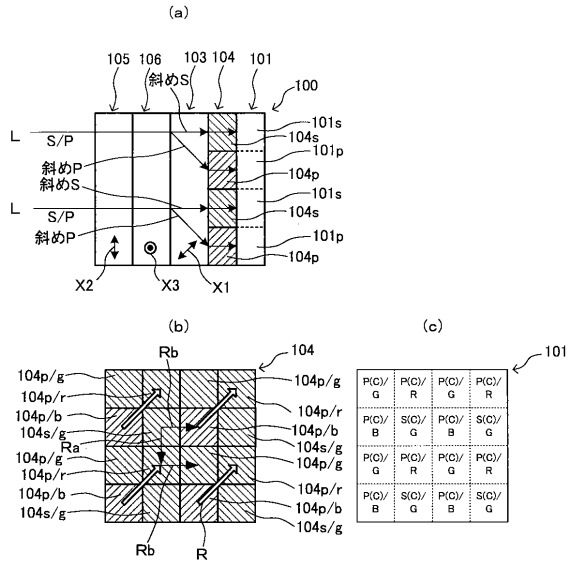
【図 11】



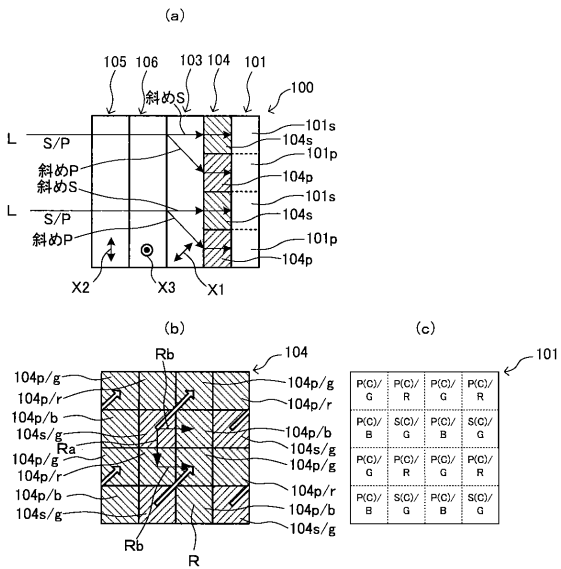
【図 12】



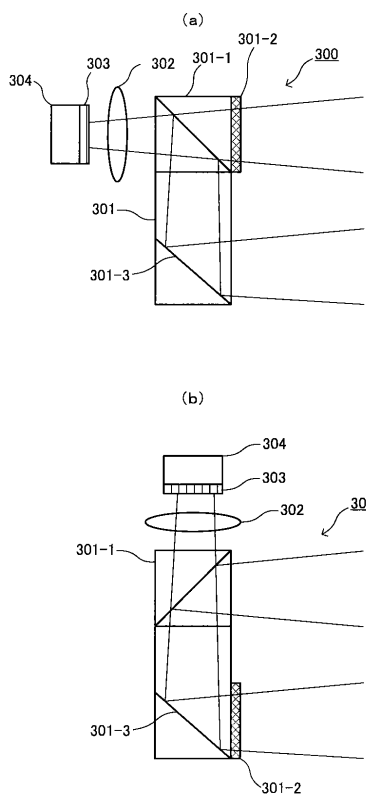
【図 13】



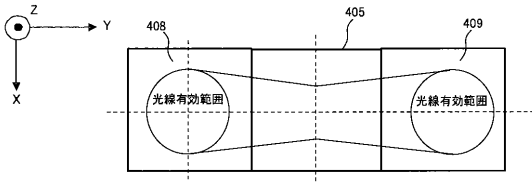
【図 14】



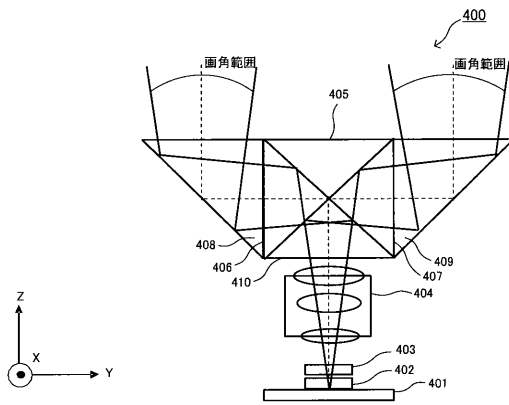
【図 15】



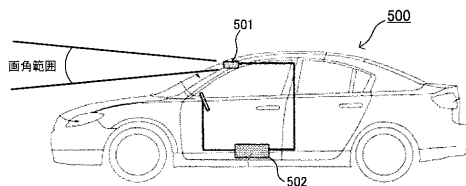
【図 16】



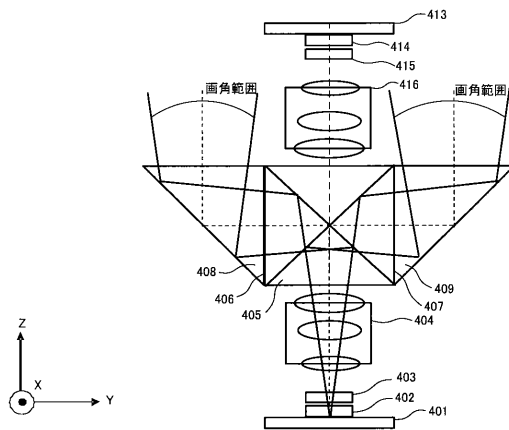
【図 17】



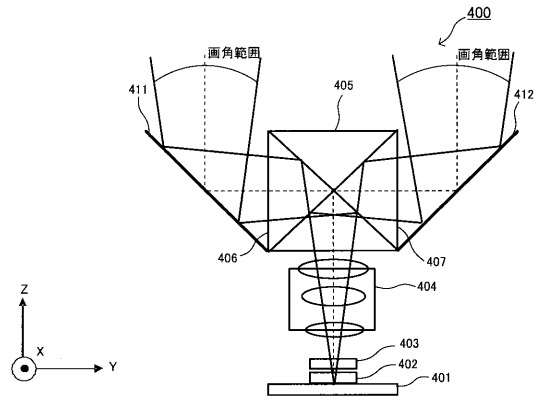
【図 18】



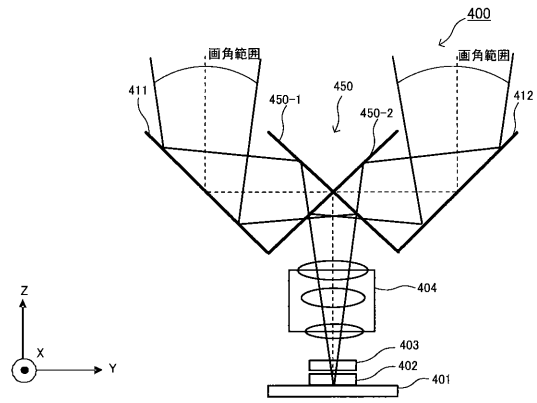
【図 21】



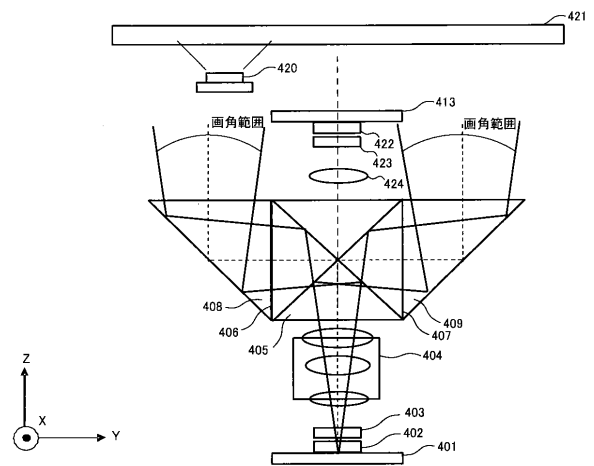
【図 19】



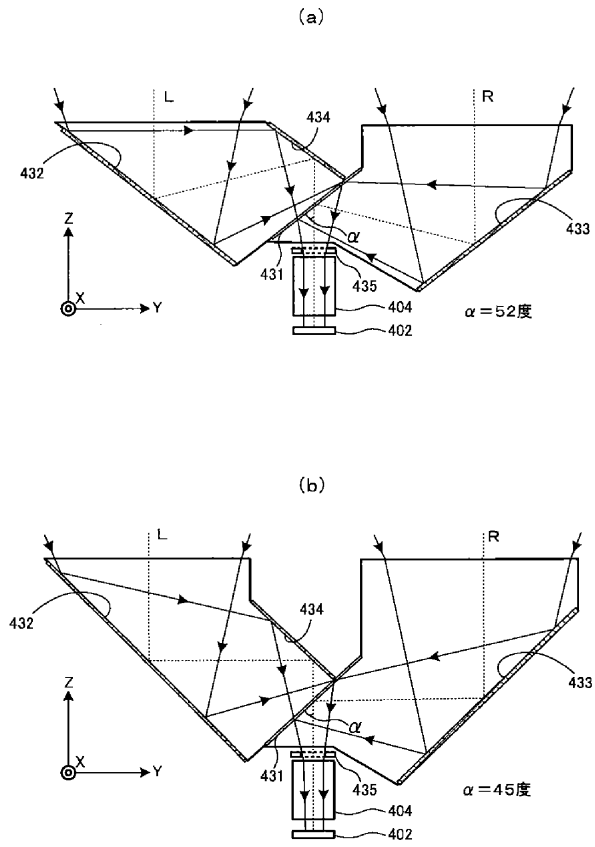
【図 20】



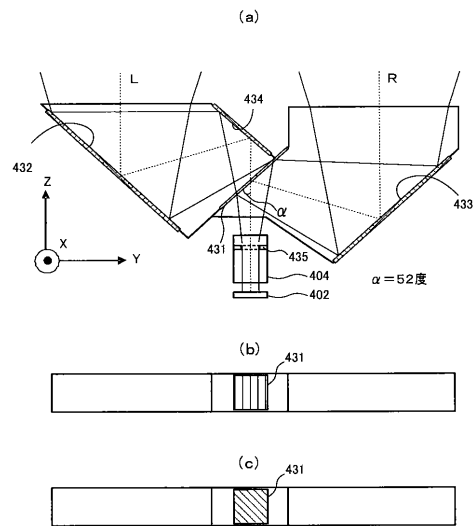
【図 22】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2005-505950(JP,A)
特開2012-154847(JP,A)
特開平10-054960(JP,A)
特開2013-034095(JP,A)
特開2014-127771(JP,A)
米国特許出願公開第2002/0140835(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B	11/00 - 11/30
G01C	3/00 - 3/32
G01N	21/00 - 21/01
G01N	21/17 - 21/61
G02B	5/20 - 5/30
G08G	1/00 - 99/00
H04N	5/222 - 5/257
H04N	13/00 - 17/06