

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5278814号
(P5278814)

(45) 発行日 平成25年9月4日 (2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日 (2013.5.31)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 C 3/06 (2006.01)

GO 8 G 1/16 (2006.01)

GO 1 C 3/06 1 1 O V

GO 1 C 3/06 1 4 O

GO 8 G 1/16 C

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-95624 (P2009-95624)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成21年4月10日 (2009.4.10)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2010-243463 (P2010-243463A)		東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
(43) 公開日	平成22年10月28日 (2010.10.28)	(74) 代理人	100098626
審査請求日	平成24年3月13日 (2012.3.13)		弁理士 黒田 壽
		(72) 発明者	平井 秀明
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	青木 伸
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	藤本 真裕
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステレオカメラ装置及び車外監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の撮像部と、該第 1 の撮像部から所定距離だけ隔てた第 2 の撮像部を有し、
前記第 1 の撮像部は、第 1 のレンズと第 2 のレンズと第 1 の導光手段と第 1 の領域分割
フィルタ及び第 1 の撮像素子を有し、前記第 1 のレンズと第 2 のレンズは、所定距離隔て
て光軸が平行になるように配置され、前記第 1 の導光手段は、前記第 1 のレンズからの光
を前記第 1 のレンズの光軸に対して 90 度偏向させ、偏向された光を 90 度偏向させて S
偏光成分の光を前記第 1 の領域分割フィルタに導き、前記第 2 のレンズを通った光のうち
P 偏光成分の光を透過させて前記第 1 の領域分割フィルタに導き、前記第 1 の領域分割フ
ィルタは、S 偏光成分と P 偏光成分の光のみを透過する 2 つの偏光子領域を有し、前記第
1 の導光手段からの光を S 偏光成分と P 偏光成分に分離し、前記第 1 の撮像素子は、前記
第 1 の領域分割フィルタで分離した S 偏光成分と P 偏光成分の光を受光して S 偏光成分と
P 偏光成分の画像を検知し、
前記第 2 の撮像部は、第 3 のレンズと第 4 のレンズと第 2 の導光手段と第 2 の領域分割
フィルタ及び第 2 の撮像素子を有し、前記第 3 のレンズと第 4 のレンズは、所定距離隔て
て光軸が平行になるように配置され、前記第 2 の導光手段は、前記第 3 のレンズからの光
を 90 度偏向させ、偏向された光を 90 度偏向させて S 偏光成分の光を前記第 2 の領域分
割フィルタに導き、前記第 4 のレンズを通った光のうち P 偏光成分の光を透過させて前記
第 2 の領域分割フィルタに導き、前記第 2 の領域分割フィルタは、S 偏光成分と P 偏光成
分の光のみを透過する 2 つの偏光子領域を有し、前記第 2 の導光手段からの光を S 偏光成

10

20

分とP偏光成分に分離し、前記第2の撮像素子は、前記第2の領域分割フィルタで分離したS偏光成分とP偏光成分の光を受光してS偏光成分とP偏光成分の画像を検知し、

前記第1の撮像部で検知されるS偏光成分の画像と前記第2の撮像部で検知されるS偏光成分の画像から遠距離用のステレオ画像を形成し、前記第1の撮像部で検知されるP偏光成分の画像と前記第2の撮像部で検知されるP偏光成分の画像から近距離用のステレオ画像を形成することを特徴とするステレオカメラ装置。

【請求項2】

前記第1の導光手段は、第1の反射ミラーと第1の偏光ビームスプリッタを有し、前記第1の反射ミラーは前記第1のレンズからの光を光軸に対して90度偏向させ、前記第1の偏光ビームスプリッタは、前記第1の反射ミラーからの光を反射してS偏光成分の光を90度偏向させ、前記第2のレンズを通った光のうちP偏光成分の光を透過させ、

10

前記第2の導光手段は、第2の反射ミラーと第2の偏光ビームスプリッタを有し、前記第2の反射ミラーは前記第3のレンズからの光を光軸に対して90度偏向させ、前記第2の偏光ビームスプリッタは、前記第2の反射ミラーからの光を反射してS偏光成分の光を90度偏向させ、前記第4のレンズを通った光のうちP偏光成分の光を透過させることを特徴とする請求項1記載のステレオカメラ装置。

【請求項3】

前記第1の導光手段の第1の反射ミラーと第1の偏光ビームスプリッタを一体化したプリズム構成とし、前記第2の導光手段の第2の反射ミラーと第2の偏光ビームスプリッタを一体化したプリズム構成としたことを特徴とする請求項2記載のステレオカメラ装置。

20

【請求項4】

前記第1のレンズから第4のレンズは、第1のレンズ、第2のレンズ、第3のレンズ、第4のレンズの順に配列されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のステレオカメラ装置。

【請求項5】

前記第1の領域分割フィルタは、前記第1のレンズと第2のレンズの配列方向に応じてS偏光成分を透過する偏光子領域とP偏光成分の光を透過する偏光子領域が二分割され、

前記第2の領域分割フィルタは、前記第3のレンズと第4のレンズの配列方向に応じてS偏光成分を透過する偏光子領域とP偏光成分の光を透過する偏光子領域が二分割されていることを特徴とする請求項4記載のステレオカメラ装置。

30

【請求項6】

前記第1の領域分割フィルタは、前記第1のレンズと第2のレンズの配列方向に応じて複数のS偏光成分を透過する偏光子領域とP偏光成分の光を透過する偏光子領域を交互に有し、

前記第2の領域分割フィルタは、前記第3のレンズと第4のレンズの配列方向に応じて複数のS偏光成分を透過する偏光子領域とP偏光成分の光を透過する偏光子領域を交互に有することを特徴とする請求項4記載のステレオカメラ装置。

【請求項7】

前記第1の領域分割フィルタと第2の領域分割フィルタの各偏光子領域は、透明基板上に屈折率が異なる複数の透明材料を積層した多層構造体からなり、各層毎に一方向に繰り返される1次元周期的な凹凸形状を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のステレオカメラ装置。

40

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれかに記載のステレオカメラ装置を有し、車両に搭載されることを特徴とする車外監視装置。

【請求項9】

前記ステレオカメラ装置の前記第2のレンズと第1の導光手段の間及び前記第4のレンズと第2の導光手段に1/2波長板を有することを特徴とする請求項8記載の車外監視装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

この発明は、三次元の距離情報を有する距離画像を求め、この距離画像から複数の立体物を検出するステレオカメラ装置とそれを使用した車外監視装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

被写体の三次元位置を測定する技術として、従来からステレオカメラが知られている。ステレオカメラは、視点の異なる二つのカメラの撮影画像を解析することにより、被写体の三次元位置情報を演算するものである。ステレオカメラでは、二つのカメラ間の距離（光軸間の距離）を基線長として、被写体の三次元位置情報を、二つのカメラの視点の相違による画像座標の差分である二つのカメラの撮影画像の視差と基線長から容易に演算することができる。このステレオカメラにおいては、二つのカメラに共通して写っている被写体に限って、その三次元位置を演算することができる。

10

【0003】

ステレオカメラである程度以上遠方の被写体を撮影した場合は、二つのカメラの撮影画像の視差が小さくなりすぎて、測定される被写体の位置の誤差が大きくなる。このため十分な精度で位置を測定できる被写体は、ステレオカメラからの距離が測定限界距離より近い被写体に限定される。

【0004】

一方、ステレオカメラは使用しているレンズの焦点距離によって撮影画像の視野の広さが異なる。そして被写体の位置を測定できる領域範囲も、レンズの焦点距離に応じて決まる。レンズの焦点距離が短いほど撮影画像の視野は広くなるが、遠方の被写体の視差が小さくなるため、測定限界距離は小さくなる。逆に、レンズの焦点距離が長くなると、撮影画像の視野は狭くなるが、遠方の被写体でも視差が拡大されるため、測定限界距離は大きくなる。

20

【0005】

この遠距離の被写体と近距離の被写体の三次元位置を正確に検出するため、特許文献1に示された車両用車外監視装置は、遠距離用の2台1組のステレオカメラと近距離用の2台1組のステレオカメラとの合計4台のCCDカメラを車両に搭載し、ステレオ法による三次元計測処理を行っている。この場合、ステレオカメラで物体を検出できる範囲である代表的な例として遠距離用では車両前方20mから100m程度であり、近距離用では車両前方5mから30m程度である。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に示された車両用車外監視装置のように、遠距離用のステレオカメラと近距離用のステレオカメラを使用した場合、各撮像素子を4組具備する必要がある。しかしながら撮像素子はカメラを構成する上で、実装部品や回路基板を要するためサイズ拡大の原因となるとともに、カメラの構成部材の中でコストを支配する部品である。そのためサイズが大きくなるとともに高価になるという問題があった。

40

【0007】

この発明は、このような問題を解消し、2組の撮像素子を使用して遠距離用と近距離用のステレオ画像を同時に得て、遠距離と近距離の被写体の三次元位置を精度良く検出することができるステレオカメラ装置とそれを使用した車外監視装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明のステレオカメラ装置は、第1の撮像部と、該第1の撮像部から所定距離だけ隔てた第2の撮像部を有し、前記第1の撮像部は、第1のレンズと第2のレンズと第1の導光手段と第1の領域分割フィルタ及び第1の撮像素子を有し、前記第1のレンズと第2

50

のレンズは、所定距離隔てて光軸が平行になるように配置され、前記第 1 の導光手段は、前記第 1 のレンズからの光を前記第 1 のレンズの光軸に対して 90 度偏向させ、偏向された光を 90 度偏向させて S 偏光成分の光を前記第 1 の領域分割フィルタに導き、前記第 2 のレンズを通った光のうち P 偏光成分の光を透過させて前記第 1 の領域分割フィルタに導き、前記第 1 の領域分割フィルタは、S 偏光成分と P 偏光成分の光のみを透過する 2 つの偏光子領域を有し、前記第 1 の導光手段からの光を S 偏光成分と P 偏光成分に分離し、前記第 1 の撮像素子は、前記第 1 の領域分割フィルタで分離した S 偏光成分と P 偏光成分の光を受光して S 偏光成分と P 偏光成分の画像を検知し、前記第 2 の撮像部は、第 3 のレンズと第 4 のレンズと第 2 の導光手段と第 2 の領域分割フィルタ及び第 2 の撮像素子を有し、前記第 3 のレンズと第 4 のレンズは、所定距離隔てて光軸が平行になるように配置され、前記第 2 の導光手段は、前記第 3 のレンズからの光を 90 度偏向させ、偏向された光を 90 度偏向させて S 偏光成分の光を前記第 2 の領域分割フィルタに導き、前記第 4 のレンズを通った光のうち P 偏光成分の光を透過させて前記第 2 の領域分割フィルタに導き、前記第 2 の領域分割フィルタは、S 偏光成分と P 偏光成分の光のみを透過する 2 つの偏光子領域を有し、前記第 2 の導光手段からの光を S 偏光成分と P 偏光成分に分離し、前記第 2 の撮像素子は、前記第 2 の領域分割フィルタで分離した S 偏光成分と P 偏光成分の光を受光して S 偏光成分と P 偏光成分の画像を検知し、前記第 1 の撮像部で検知される S 偏光成分の画像と前記第 2 の撮像部で検知される S 偏光成分の画像から遠距離用のステレオ画像を形成し、前記第 1 の撮像部で検知される P 偏光成分の画像と前記第 2 の撮像部で検知される P 偏光成分の画像から近距離用のステレオ画像を形成することを特徴とする。

10

20

【0009】

前記第 1 の導光手段は、第 1 の反射ミラーと第 1 の偏光ビームスプリッタを有し、前記第 1 の反射ミラーは前記第 1 のレンズからの光を光軸に対して 90 度偏向させ、前記第 1 の偏光ビームスプリッタは、前記第 1 の反射ミラーからの光を反射して S 偏光成分の光を 90 度偏向させ、前記第 2 のレンズを通った光のうち P 偏光成分の光を透過させ、前記第 2 の導光手段は、第 2 の反射ミラーと第 2 の偏光ビームスプリッタを有し、前記第 2 の反射ミラーは前記第 3 のレンズからの光を光軸に対して 90 度偏向させ、前記第 2 の偏光ビームスプリッタは、前記第 2 の反射ミラーからの光を反射して S 偏光成分の光を 90 度偏向させ、前記第 4 のレンズを通った光のうち P 偏光成分の光を透過させることを特徴とする。

30

【0010】

前記第 1 の導光手段の第 1 の反射ミラーと第 1 の偏光ビームスプリッタを一体化したプリズム構成とし、前記第 2 の導光手段の第 2 の反射ミラーと第 2 の偏光ビームスプリッタを一体化したプリズム構成としたことを特徴とする。

【0011】

また、前記第 1 のレンズから第 4 のレンズは、第 1 のレンズ、第 2 のレンズ、第 3 のレンズ、第 4 のレンズの順に配列されていることが望ましい。

【0012】

また、第 1 の領域分割フィルタは、第 1 のレンズと第 2 のレンズの配列方向に応じて S 偏光成分を透過する偏光子領域と P 偏光成分の光を透過する偏光子領域が二分割され、第 2 の領域分割フィルタは、第 3 のレンズと第 4 のレンズの配列方向に応じて S 偏光成分を透過する偏光子領域と P 偏光成分の光を透過する偏光子領域が二分割されていることを特徴とする。

40

【0013】

さらに、第 1 の領域分割フィルタは、第 1 のレンズと第 2 のレンズの配列方向に応じて複数の S 偏光成分を透過する偏光子領域と P 偏光成分の光を透過する偏光子領域を交互に有し、第 2 の領域分割フィルタは、第 3 のレンズと第 4 のレンズの配列方向に応じて複数の S 偏光成分を透過する偏光子領域と P 偏光成分の光を透過する偏光子領域を交互に有することが望ましい。

【0014】

50

また、第 1 の領域分割フィルタと第 2 の領域分割フィルタの各偏光子領域は、透明基板上に屈折率が異なる複数の透明材料を積層した多層構造体からなり、各層毎に一方向に繰り返される 1 次元周期的な凹凸形状を有することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

この発明の車外監視装置は、前記ステレオカメラ装置を有し、車両に搭載されることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

この車外監視装置のステレオカメラ装置の第 2 のレンズと第 1 の導光手段の間及び第 4 のレンズと第 2 の導光手段に $1/2$ 波長板を有することが望ましい。

【発明の効果】

10

【 0 0 1 7 】

この発明は、第 1 の撮像部と第 2 の撮像部にそれぞれ 1 つの撮像素子を有し、第 1 の撮像部で検知される S 偏光成分の画像と第 2 の撮像部で検知される S 偏光成分の画像から遠距離用のステレオ画像を形成し、第 1 の撮像部で検知される P 偏光成分の画像と第 2 の撮像部で検知される P 偏光成分の画像から近距離用のステレオ画像を形成することにより、2 つの撮像素子で遠距離用と近距離用のステレオ画像が形成することができ、ステレオカメラ装置を簡素化して小型化できるとともに低コスト化を図ることができる。

【 0 0 1 8 】

また、遠距離用と近距離用のステレオ画像が形成することができるから、広い距離範囲に対して高精度な距離測定を行なうことができる。

20

【 0 0 1 9 】

また、第 1 の撮像部と第 2 の撮像部の導光手段を、反射ミラーと偏光ビームスプリッタで構成し、反射ミラーと偏光ビームスプリッタを一体化したプリズム構成とすることにより、回転やシフトしても光路のズレがキャンセルされ、低バースト性の高い構成を実現することができる。

【 0 0 2 0 】

さらに、第 1 のレンズから第 4 のレンズを第 1 のレンズ、第 2 のレンズ、第 3 のレンズ、第 4 のレンズの順に配列して遠距離用のステレオ画像を形成する第 1 の反射ミラーと第 2 の反射ミラーの反射面の方向を同一にするから、反射ミラーの反射特性に起因する輝度分布の影響などを受けにくいステレオカメラ光学系を実現することができる。

30

【 0 0 2 1 】

また、領域分割フィルタで S 偏光成分の光と P 偏光成分の光を二分割して S 偏光成分の画像と P 偏光成分の画像を得ることにより、遠距離用と近距離用のステレオ画像の視差検出範囲を広く確保することができる。

【 0 0 2 2 】

さらに、領域分割フィルタに複数の S 偏光成分を透過する偏光子領域と P 偏光成分の光を透過する偏光子領域を交互に有することにより、撮像範囲として撮像素子全体を利用することができ、広い視野を確保することができる。

【 0 0 2 3 】

また、この発明のステレオカメラ装置を車両に搭載する車外監視装置に使用することにより、遠距離の被写体と近距離の被写体のステレオ画像を得ることができ、広い距離範囲に対して高精度な距離測定を行なうことができる。

40

【 0 0 2 4 】

さらに、車外監視装置に使用するステレオカメラ装置の第 2 のレンズと第 1 の導光手段の間及び第 4 のレンズと第 2 の導光手段に $1/2$ 波長板を設けることにより、被写体の画像を撮像するときにウインドなどによる幻惑が生じることを防いで高精度なステレオ画像を得ることができ、被写体までの距離を精度良く測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】この発明のステレオカメラ装置の構成図である。

50

【図 2】車両に搭載した車外監視装置の構成図である。

【図 3】ステレオカメラ装置の前面側からみた斜視図である。

【図 4】領域分割フィルタと撮像素子の構成を示す斜視図である。

【図 5】領域分割フィルタを構成する偏光子領域の構成を示す斜視図である。

【図 6】被写体までの距離を測定するときの処理を示すフローチャートである。

【図 7】ステレオカメラ装置で撮像した遠距離と近距離の画像を示す図である。

【図 8】遠距離と近距離の画像を合成した距離画像を示す図である。

【図 9】領域分割フィルタの他の構成を示す斜視図である。

【図 10】第 2 のステレオカメラ装置の構成図である。

【図 11】第 3 のステレオカメラ装置の構成図である。

【図 12】第 4 のステレオカメラ装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

図 1 は、この発明のステレオカメラ装置の構成図である。このステレオカメラ装置 1 は遠距離用と近距離用のステレオ画像を形成するものであり、図 2 に示すように、自動車等の車両 4 に搭載された車外監視装置 5 に使用する。車外監視装置 5 は車外の所定範囲内の物体を撮像し、撮像した画像から車外の物体を認識して監視するものであり、ステレオカメラ装置 1 と、ステレオカメラ装置 1 で撮像した画像を処理して三次元の距離分布情報を算出するイメージプロセッサ 6 と、イメージプロセッサ 6 からの距離情報を入力し、その距離情報から道路形状や複数の立体物の三次元位置を高速で検出し、その検出結果に基づいて先行車や障害物を特定して衝突警報の判断処理等を行う画像処理用コンピュータ 7 等から構成されている。また、画像処理用コンピュータ 7 には、速度センサ 8 と舵角センサ 9 等の現在の車両の走行状態を検出するためのセンサが接続され、認識された物体が自車両 4 の障害物となる場合、運転者の前方に設置されたディスプレイ 10 へ表示して運転者に対する警告を行うほかに、図示しないアクチュエータ類を制御する外部装置を接続することにより車体の自動衝突回避制御等が可能となっている。ステレオカメラ装置 1 の車両 4 に対する設置位置に関する説明図である。ルームミラーの後段などドライバの視野を遮らない位置に配備されることが望ましい。

【0027】

このステレオカメラ装置 1 は、図 1 に示すように、第 1 の撮像部 2 と、第 1 の撮像部 2 から所定距離だけ隔てた第 2 の撮像部 3 を有する。第 1 の撮像部 2 は第 1 のレンズ群（以下、第 1 のレンズという）21 と第 2 のレンズ群（以下、第 2 のレンズという）22 と反射ミラー 23 と偏光ビームスプリッタ 24 と領域分割フィルタ 25 及び撮像素子 26 を有する。反射ミラー 23 は第 1 のレンズ 21 の光軸に対して、光路を 90 度偏向させる反射面 23a を有するプリズムからなり、第 1 のレンズ 21 を通った光を 90 度偏光させる。偏光ビームスプリッタ 24 は反射ミラー 23 の反射面 23a と所定距離だけ隔てて平行に配置され、S 偏光成分の光を反射し、P 偏光成分の光を透過する偏光ビームスプリッタ面 24a を有する直角プリズムからなり、反射ミラー 23 で反射した光のうち S 偏光成分の光のみを偏光ビームスプリッタ面 24a で反射して 90 度偏向させる。第 2 のレンズ 22 は光軸が第 1 のレンズ 21 の光軸と平行になるように偏光ビームスプリッタ 24 の前面に設けられ、第 2 のレンズ 22 を通った光のうち P 偏光成分の光のみが偏光ビームスプリッタ 24 の偏光ビームスプリッタ面 24a を透過する。領域分割フィルタ 25 は S 偏光成分と P 偏光成分の光のみをそれぞれ透過する 2 つの偏光子領域を有し、偏光ビームスプリッタ 24 の偏光ビームスプリッタ面 24a で反射した S 偏光成分の光と偏光ビームスプリッタ面 24a を透過した P 偏光成分の光を入射して S 偏光成分の光と P 偏光成分の光を分離する。撮像素子 26 は領域分割フィルタ 25 で分離した S 偏光成分の光と P 偏光成分の光を入射して画像信号を出力する。

【0028】

第 2 の撮像部 3 は第 3 のレンズ群（以下、第 3 のレンズという）31 と第 4 のレンズ群（以下、第 4 のレンズという）32 と反射ミラー 33 と偏光ビームスプリッタ 34 と領域

10

20

30

40

50

分割フィルタ 35 及び撮像素子 36 を有する。反射ミラー 33 は第 3 のレンズ 31 の光軸に対して、光路を 90 度偏向させる反射面 33a を有し、第 3 のレンズ 31 を通った光を 90 度偏光させる。偏光ビームスプリッタ 34 は反射ミラー 33 の反射面 33a と所定距離だけ隔てて平行に配置され、S 偏光成分の光を反射し、P 偏光成分の光を透過する偏光ビームスプリッタ面 34a を有する直角プリズムからなり、反射ミラー 33 で反射した光のうち S 偏光成分の光のみを偏光ビームスプリッタ面 34a で反射して 90 度偏向させる。第 4 のレンズ 32 は光軸が第 3 のレンズ 31 の光軸と平行になるように偏光ビームスプリッタ 34 の前面に設けられ、第 4 のレンズ 32 を通った光のうち P 偏光成分の光のみが偏光ビームスプリッタ 34 の偏光ビームスプリッタ面 34a を透過する。領域分割フィルタ 35 は S 偏光成分と P 偏光成分の光のみをそれぞれ透過する 2 つの偏光子領域を有し、偏光ビームスプリッタ 34 の偏光ビームスプリッタ面 34a で反射した S 偏光成分の光と偏光ビームスプリッタ面 34a を透過した P 偏光成分の光を入射して S 偏光成分の光と P 偏光成分の光を分離する。撮像素子 36 は領域分割フィルタ 35 で分離した S 偏光成分の光と P 偏光成分の光を入射して画像信号を出力する。

10

【0029】

このステレオカメラ装置 1 の各構成要素について説明する。第 1 の撮像部 2 の第 1 のレンズ 21 と第 2 の撮像部 3 の第 3 のレンズ 31 は焦点距離が長く、遠距離用として利用し、第 1 の撮像部 2 の第 2 のレンズ 22 と第 2 の撮像部 3 の第 4 のレンズ 32 は焦点距離が短く、近距離用として利用する。すなわち近距離用のステレオ画像は焦点距離が短い第 1 の撮像部 2 の第 2 のレンズ 22 と第 2 の撮像部 3 の第 4 のレンズ 32 を利用して広角の画像を形成し、遠距離用のステレオ画像は焦点距離が長い第 1 の撮像部 2 の第 1 のレンズ 21 と第 2 の撮像部 3 の第 3 のレンズ 31 を利用し、反射ミラー 23, 33 と偏光ビームスプリッタ 24, 34 を介した光路により遠距離の被写体の明確な画像を形成する。これによりレンズの設計自由度が上げられ、結果としてレンズ枚数の削減と低コスト化を図ることができる。

20

【0030】

また、第 1 の撮像部 2 の第 1 のレンズ 21 と第 2 のレンズ 22 と第 2 の撮像部 3 の第 3 のレンズ 31 と第 4 のレンズ 32 を、第 1 のレンズ 21 と第 2 のレンズ 22 と第 3 のレンズ 31 と第 4 のレンズ 32 の順に略一列に配列し、遠距離用のステレオ画像を形成する第 1 の撮像部 2 の反射ミラー 23 の反射面 23a と第 2 の撮像部 3 の反射ミラー 33 の反射面 33a の方向と、第 1 の撮像部 2 の偏光ビームスプリッタ 24 の偏光ビームスプリッタ面 24a と第 2 の撮像部 3 の偏光ビームスプリッタ 34 の偏光ビームスプリッタ面 34a を同一にする。このようにして反射ミラー 23, 33 の反射面 23a, 33a と偏光ビームスプリッタ面 24a, 34a の反射特性に起因する輝度分布の影響などを受けにくいステレオカメラ光学系を実現できる。すなわち反射ミラー 23, 33 や偏光ビームスプリッタ 24, 34 の特性として反射面内で反射光量が異なる場合、ステレオの左右の画像で明暗のアンバランスが生じるが、この反射特性に起因する輝度分布の影響などを受けにくくすることにより良質なステレオ画像を形成することができ、測距精度への影響を小さくできる。

30

【0031】

この遠距離用と近距離用のステレオカメラ装置 1 を車両 4 に搭載する場合、撮像した画像がボンネットなどに蹴られないように配置する必要がある。近距離用の画像を形成する第 1 の撮像部 2 の第 2 のレンズ 22 と第 2 の撮像部 3 の第 4 のレンズ 32 は広角のレンズであるため車両 4 に搭載するとき上方向に配置されるのが望ましい。このため図 3 の斜視図に示すように、第 1 の撮像部 2 の第 2 のレンズ 22 と第 2 の撮像部 3 の第 4 のレンズ 32 は、第 1 の撮像部 2 の第 1 のレンズ 21 と第 2 の撮像部 3 の第 3 のレンズ 31 より上部の位置に配置されている。

40

【0032】

また、第 1 の撮像部 2 の反射ミラー 23 と偏光ビームスプリッタ 24 は、反射ミラー 23 の反射面 23a と偏光ビームスプリッタ 24 の偏光ビームスプリッタ面 24a を対向さ

50

せて一体化したプリズム構成をなしており、第2のカメラ部2の反射ミラー33と偏光ビームスプリッタ34も、反射ミラー33の反射面33aと偏光ビームスプリッタ34の偏光ビームスプリッタ面34aを対向させて一体化したプリズム構成をなしている。このように構成することによりプリズムが回転やシフトしても光路のズレがキャンセルされるロバスト性の高い構成を実現できる。

【0033】

領域分割フィルタ25, 35は、図4の斜視図に示すように、遠距離用の第1の撮像部2の第1のレンズ21と第2の撮像部3の第3のレンズ31と近距離用の第1の撮像部2の第2のレンズ22と第2の撮像部3の第4のレンズ32の配置に合わせ偏光子領域25a(35a)と偏光子領域25b(35b)に二分割している。すなわち、第1の撮像部2の第1のレンズ21からのS偏光成分の光のみを透過する偏光子領域25aと第2のレンズ22からのP偏光成分の光のみを透過する偏光子領域25bを有し、領域分割フィルタ35は、遠距離用の第2の撮像部3の第3のレンズ31からのS偏光成分の光のみを透過する偏光子領域35aと第2のレンズ32からのP偏光成分の光のみを透過する偏光子領域35bを有する。

10

【0034】

この領域分割フィルタ25, 35の2領域の分割線25c(35c)は、第1のレンズ21~第4のレンズ32の配列方向に平行になるように領域分割され、第1のレンズ21~第4のレンズ32のいずれの画像も視差検出範囲を広く確保できるようになっている。また、領域の分割パタンの上下のレイアウトに関しては、上領域に第2のレンズ22と第4のレンズ32からの光が透過するようにレイアウトすることが望ましい。すなわち、第2のレンズ22と第4のレンズ32は近距離用の広角のレンズであり、車両4に搭載するとき撮像画像がボンネットなどに蹴られないように配置する必要があるからである。

20

【0035】

撮像素子26, 36は一般に長方形の撮像領域を有するが、領域分割フィルタ25, 35の二分割した偏光子領域25a(35a)と偏光子領域25b(35b)の配列に対応して撮像素子26, 36も撮像領域26a(36a)と撮像領域26b(36b)と二分割されて視差検出範囲が広く確保できるようになっている。

【0036】

そして領域分割フィルタ25の偏光子領域25aの中心と撮像素子26の撮像領域26aの中心は第1のレンズ21の光軸と一致し、偏光子領域25bの中心と撮像領域26bの中心は第2のレンズ22の光軸と一致するように配列されている。すなわち、第1のレンズ21と第2のレンズ22は撮像素子26の短手方向に対して撮像素子サイズ1/4ずつ異なる方向にずらすように配置されている。同様に領域分割フィルタ35の偏光子領域35aの中心と撮像素子36の撮像領域36aの中心は第3のレンズ31の光軸と一致し、偏光子領域35bの中心と撮像領域36bの中心は第4のレンズ32の光軸と一致するように配列されている。すなわち、第3のレンズ31と第4のレンズ32も撮像素子36の短手方向に対して撮像素子サイズ1/4ずつ異なる方向にずらすように配置されている。一般にレンズは周辺に行くほど光量が低下や、収差が発生するが、前記のように配置することにより、レンズの収差や光量アンバランスによる影響を受けない安定した特性を得ることができる。

30

40

【0037】

この領域分割フィルタ25, 35の偏光子領域25a(35a)と偏光子領域25b(35b)は、例えばフォトリソグラフィ法からなる偏光子からなり、領域分割フィルタ25の偏光子領域25a, 25bは、図5(a)に示すように、周期的な溝列を形成した透明基板251上に、透明で高屈折率の媒質層252と低屈折率の媒質層253とを界面の形状を保存しながら交互に積層して形成されている。この高屈折率の媒質層252と低屈折率の媒質層253の各層は、透明基板251の溝列と直交するX方向に周期性を持つが、溝列と平行なY方向には一様であっても良いし、X方向より大きい長さの周期的または非周期的な構造を有していても良い。このような微細な周期構造(フォトリソグラフィ法)は自己

50

クローニング技術と呼ばれる方式を用いることにより、再現性良く且つ高い均一性で作製することができる。

【0038】

このフォトニック結晶からなる偏光子領域25a, 25bは、図4に示すように、光軸11a, 11bと平行なZ軸と、Z軸と直交するXY軸を有する直交座標系において、XY面に平行な1つの基板251の上に2種以上の透明材料をZ軸方向に交互に積層した多層構造体、例えば Ta_2O_5 と SiO_2 の交互多層膜からなり、偏光子領域25a, 25bは各膜が凹凸形状を有しており、この凹凸形状はXY面内の一つの方向に周期的に繰り返されて形成されている。そして偏光子領域25aは、図5(b)に示すように、溝の方向がY軸方向に対して平行であり、偏光子領域25bは溝の方向がX軸方向に対して平行であり、偏光子領域25aと偏光子領域25bで溝の方向が90度異なって形成されている。すなわちXY面に入射される入力光から、偏光子領域25aと偏光子領域25bによって偏光方向が異なる偏光成分を透過させるとともに、偏光子領域25aと偏光子領域25bでそれぞれ等量の無偏光成分を透過させるようになっている。なお、領域分割フィルタ25に2種類の凹凸形状の溝を設けたが、凹凸形状の溝方向は複数種類でも良い。このように偏光子領域25a, 25bをフォトニック結晶で形成することにより、紫外線劣化などに優れて長期間安定して使用することができる。領域分割フィルタ35の偏光子領域35a, 35bも同様に形成されている。

【0039】

この領域分割フィルタ25, 35の偏光子領域25a(35a)と偏光子領域25b(35b)の開口面積や透過軸は、はじめに透明基板251(351)に加工する溝パタンの大きさや方向で自由に設計することができる。パターン形成は、電子ビームリソグラフィ、フォトリソグラフィ、干渉露光法、ナノプリンティングなど様々な方法で行うことができる。いずれの場合でも、微小領域ごとに溝の方向を高精度に定めることができる。そのため、透過軸の異なる微小偏光子を組み合わせた偏光子領域と、更にそれを複数並べた偏光子を形成することが可能となる。また、凹凸パターンを持つ特定の領域のみが偏光子の動作をするため、その周辺の領域を平坦あるいは、面内で等方的な凹凸パターンにしておけば偏波依存性のない媒質として光は透過する。したがって、特定の領域にのみ偏光子を作りこむことができる。

【0040】

また、領域分割フィルタ25, 35は撮像素子26, 36と近接配置されている。より望ましくはダイ実装された撮像素子26, 36にフィルタ構造面が撮像素子面側に向いて接着などにより取り付けられるのがよい。一般にレンズからの光は収束系の有限光で撮像素子に向かうため、領域分割フィルタ25, 35と撮像素子26, 36の間隔が開くと領域分割フィルタ25, 35の境界付近の光が各々の領域に対してクロストークノイズになってしまう。そこで前記のとおり近接配置させることにより、このようなクロストークが生じない安定したステレオカメラ装置が実現できる。

【0041】

次に、前記のように構成されたステレオカメラ装置1を車両4に搭載して被写体の画像を撮像して被写体までの距離を測定するときに処理を図6のフローチャートを参照して説明する。

【0042】

ステレオカメラ装置1で車両4の前方の撮像を開始すると、第1の撮像部2の第1のレンズ21を透過した光は反射ミラー23の反射ミラー面23aと偏光ビームスプリッタ24の偏光ビームスプリッタ面24aから領域分割フィルタ25の偏光子領域25aを介してS偏光成分の光だけが撮像素子26の偏光領域26aで受光される。また、第2のレンズ22を透過した光は偏光ビームスプリッタ面24aと領域分割フィルタ25の偏光子領域25bを介してP偏光成分の光だけが撮像素子26の偏光領域26bで受光される。第2の撮像部3の第3のレンズ31を透過した光は反射ミラー33の反射ミラー面33aと偏光ビームスプリッタ34の偏光ビームスプリッタ面34aから領域分割フィルタ35

10

20

30

40

50

の偏光子領域 35 a を介して S 偏光成分の光だけが撮像素子 36 の偏光領域 36 a で受光される。また、第 4 のレンズ 32 を透過した光は偏光ビームスプリッタ面 34 a と領域分割フィルタ 35 の偏光子領域 35 b を介して P 偏光成分の光だけが撮像素子 36 の偏光領域 36 b で受光される。この受光により遠距離の被写体の第 1 の画像 12 a と近距離の被写体の第 1 の画像 12 b と遠距離の被写体の第 2 の画像 12 c と近距離の被写体の第 2 の画像 12 d を撮像素子 26, 36 で撮像する (ステップ S1)。

【0043】

この撮像素子 26 の撮像領域 26 a で撮像された遠距離の被写体の第 1 の画像 12 a と撮像素子 36 の撮像領域 36 a で撮像された遠距離の被写体の第 2 の画像 12 c を基に遠距離の被写体の視差を検出し、撮像素子 26 の撮像領域 26 b で撮像された近距離の被写体の第 1 の画像 12 b と撮像素子 36 の撮像領域 36 b で撮像された近距離の被写体の第 2 の画像 12 d を基に近距離の被写体の視差を検出する (ステップ S2)。検出した遠距離の被写体の視差により後述の (1) 式に基づき遠距離の被写体までの距離を算出して遠距離測定結果とし、近距離の被写体の視差により後述する (1) 式に基づき近距離の被写体までの距離を算出して近距離測定結果とする (ステップ S3)。そして得られた遠距離測定結果と近距離測定結果を合成して一つの距離画像としてディスプレイ 10 に出力する (ステップ S4)。

【0044】

この撮像した遠距離の被写体の第 1 の画像 12 a と第 2 の画像 12 c の例を図 7 (a) に示し、近距離の被写体の第 1 の画像 12 b と第 2 の画像 12 d の例を図 7 (b) に示す。一般にレンズを介した像は反転するが、ここでは分かりやすいように、画像 12 a ~ 12 d は正転させて示している。図 7 (a) に示すように、遠距離用の画像 12 a, 12 c は焦点距離が長いので、被写体の像が大きく見えている。一方、図 7 (b) に示すように、近距離用の画像 12 b, 12 c は焦点距離が短いので、光学倍率が低く、被写体が小さくみえると同時に広い視野で観察されている。この遠距離測定結果と近距離測定結果を合成した距離画像 13 の一例を図 8 に示す。距離画像 13 は距離が色の濃淡で表示されるもので、近距離測定結果と遠距離測定結果が合成されて出力されている。この距離画像 13 の色の濃淡により被写体までの距離を視覚で認識できるようになっている。そして遠距離測定の結果は、距離画像 13 の一部 13 a に相当し、遠距離の画像 13 a の部分は視野が狭い分、他の領域に比べて遠距離の物体に対する距離分解能があがっている。

【0045】

この撮像した画像 12 a ~ 12 d は車両 4 に搭載した画像処理用コンピュータ 7 のメモリに一旦格納される。画像処理用コンピュータ 7 はメモリに格納された画像データにアクセスして、例えば画像 12 b, 12 d の有効領域を切り出し、画像 12 b の微小領域 14 a とそれに対応する画像 12 d の微小領域 14 b に注目して、これら微小領域 14 a, 14 b 内での被写体の視差を算出する。この視差は水平方向にのみ生じるため、ここでは水平方向の視差を算出すれば良い。この視差が画素単位 (ピクセル) で求められる。ステレオカメラ装置 1 と被写体までの距離 A と視差との間には、レンズ間の間隔 (基線長) B とレンズの焦点距離 f から次の (1) 式の関係が成り立つ。

$$A = B \cdot f / \quad (1)$$

この (1) 式に視差を代入することにより被写体までの距離 A を求めることができる。

その後、注目する微小領域を画像全体に走査しながら視差検出を行い、それらを合成することにより図 8 に示す距離画像 13 を形成することができる。したがって前方車両までの距離や歩行者までの距離が計測可能となり、これを車両 4 のドライバへの警告情報や車両操作へのフィードバック情報に使用することができる。

【0046】

このようにステレオカメラ装置 1 の 2 つの撮像素子 26, 36 で遠距離用と近距離用のステレオ画像を形成することができ、従来と比べてステレオカメラ装置 1 の小型化と簡素化及び低コスト化を図ることができる。また、遠距離用と近距離用のステレオ画像を形成

することにより広い距離範囲に対して高精度な距離測定を行なうことができる。

【0047】

前記説明では領域分割フィルタ25, 35を偏光子領域25a(35a)と偏光子領域25b(35b)に二分割して構成した場合について説明したが、図9に示すように、偏光子領域25a(35a)と偏光子領域25b(35b)を平行な短冊形状にして交互に配列しても良い。このように偏光子領域25a(35a)と偏光子領域25b(35b)を平行な短冊形状にして交互に配列することにより、撮像範囲として撮像素子26(36)の全体を利用することができ、広い視野を確保することができる。また、短冊の配列を第1のレンズ21～第4のレンズ32の配列方向と平行な方向にとっているため、視差検出で必要な水平方向のステレオ画像を高精度に取得することができる。

10

【0048】

また、前記説明では領域分割フィルタ25, 35に入射するS偏光成分とP偏光成分を偏光ビームスプリッタ24, 34で分離する場合について示したが、図10に示すように、第1のレンズ21と第3のレンズ31の前部または後部にS偏光用の偏光子27a, 37aを設け、第2のレンズ22と第4のレンズ32の前部または後部にP偏光用の偏光子27b, 37bを設け、偏光ビームスプリッタ24, 34の代わりにS偏光成分を反射し、P偏光成分を透過する反射面を有するプリズム28, 38を使用しても良い。

【0049】

さらに、図11に示すように、第1の撮像部2に対して第2の撮像部3を対象に配置し、遠距離用の第1のレンズ21と第3のレンズ31の基線長を近距離用の第2のレンズ22と第4のレンズ32の基線長より長くしても良い。このように遠距離用の第1のレンズ21と第3のレンズ31の基線長を長くすることにより遠方の距離精度を上げることができる。

20

【0050】

また、図12に示すように、近距離用の第2のレンズ22と偏光ビームスプリッタ24の間と、第4のレンズ32と偏光ビームスプリッタ34の間に1/2波長板29, 39を配置しても良い。第1のレンズ21～第4のレンズ32は同一の偏光方向の光を検出するが、特にS偏光成分の光が検出される。すなわちステレオカメラ装置1としてはP偏光成分の光がカットされた光学系となる。例えばステレオカメラ装置1を車両4内に配置して車外を監視する場合、車両4のウインドなどのS偏光成分が幻惑となるが、この幻惑となるウインドなどのS偏光成分を1/2波長板29, 39で除去することにより遠距離用と近距離用の距離測定を高精度に行うことができる。

30

【0051】

さらに、前記説明では領域分割フィルタ25, 35はフォトリソグラフィ結晶を利用して構成した場合について説明したが、ワイヤグリッド型の偏光子を利用しても良い。ワイヤグリッド型の偏光子とは、細い金属ワイヤーを周期的に配列することにより形成された偏光子であり、従来、電磁波のミリ波領域において多く用いられてきた偏光子である。ワイヤグリッド型偏光子の構造は、入力光の波長に比べて十分細い金属細線が波長に比べて十分に短い間隔で並んだ構造を有する。このような構造に光を入射した場合、金属細線に平行な偏光は反射され、それに直交する偏光は透過されることはすでに知られている。金属細線

40

【0052】

ワイヤグリッドの作製方法としては、基板上に金属膜を形成し、リソグラフィによりパターンニングを行うことで、細線状の金属を残すことができる。他の作製方法としては、リソグラフィにより基板に溝を形成し、この溝の方向とは直角で基板の法線から傾いた方向(基板面に斜めの方向)から真空蒸着により金属を成膜することで作製することができる。真空蒸着では蒸着源から飛来する粒子はその途中で他の分子もしくは原子にほとんど衝突することなく、粒子は蒸着源から基板にむかって直線的に進むため、溝を構成する凸

50

部にのみ成膜される一方、溝の底部（凹部）では、凸部に遮蔽されほとんど成膜されない。したがって、成膜量を制御することで、基板上に形成された溝の凸部にのみ金属膜を成膜することができ、金属細線を作製することができる。なお、ワイヤグリッド型の偏光子に用いられるワイヤー金属としては、アルミニウムもしくは銀が望ましいが、例えばタングステンなど、そのほかの金属であっても同様の現象を実現できる。また、リソグラフィとしては、光リソグラフィ、電子ビームリソグラフィ又はX線リソグラフィなどが挙げられるが、可視光での動作を想定すると細線の間隔が100nm程度になるため、電子ビームリソグラフィもしくはX線リソグラフィがより望ましい。また、金属の成膜では真空蒸着が望ましいが、主として基板に入射する粒子の方向性が重要であるので、高真空度の雰囲気におけるスパッタリング、もしくはコリメーターを用いたコリメーションスパッタでも可能である。このワイヤグリッド型の偏光子もフォトニック結晶による偏光子と同様に半導体プロセスであるため領域分割された2領域間の境界線などが精度よく作製することが可能である。

10

【符号の説明】

【0053】

1；ステレオカメラ装置、2；第1の撮像部、3；第2の撮像部、4；車両、5；車外監視装置、6；イメージプロセッサ、8；画像処理用コンピュータ、10；ディスプレイ、21；第1のレンズ、22；第2のレンズ、23；反射ミラー、24；偏光ビームスプリッタ、25；領域分割フィルタ、26；撮像素子、31；第3のレンズ、32；第4のレンズ、33；反射ミラー、34；偏光ビームスプリッタ、35；領域分割フィルタ、36；撮像素子。

20

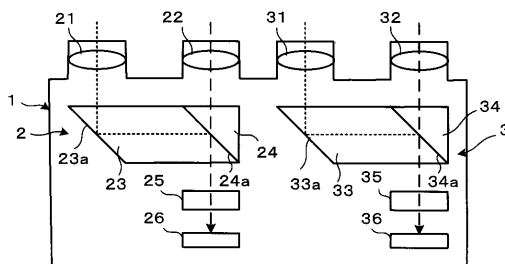
【先行技術文献】

【特許文献】

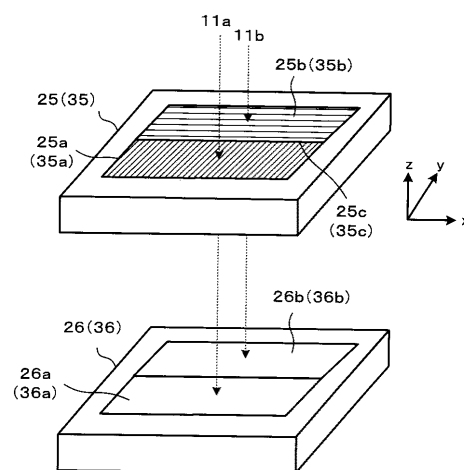
【0054】

【特許文献1】特開平5-265547号公報

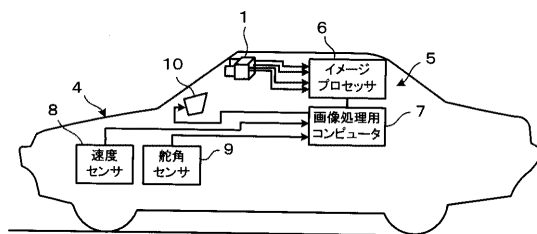
【図1】



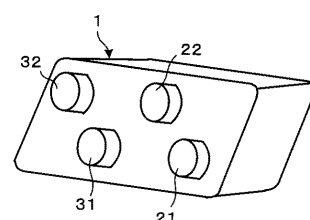
【図4】



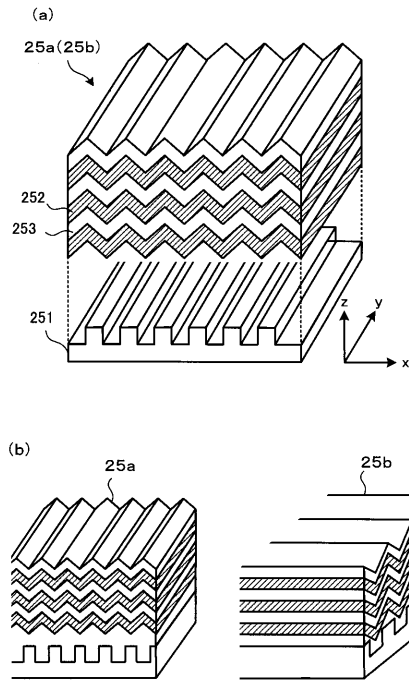
【図2】



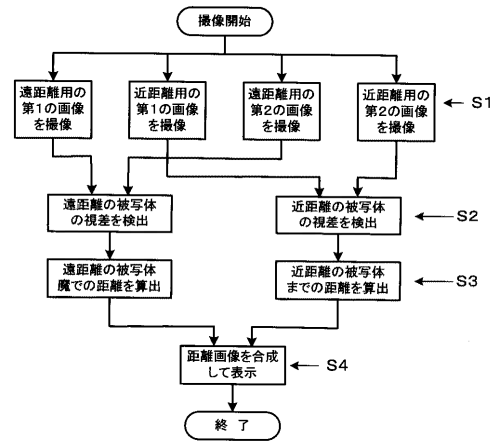
【図3】



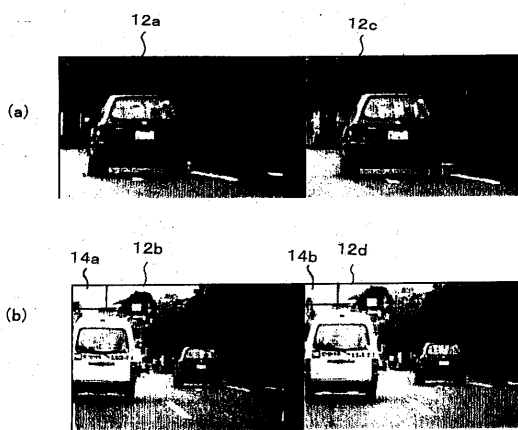
【図5】



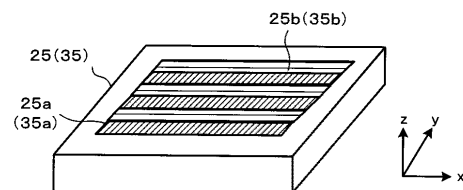
【図6】



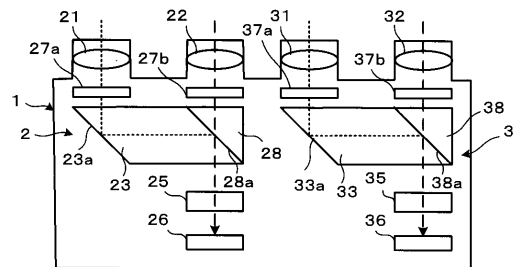
【図7】



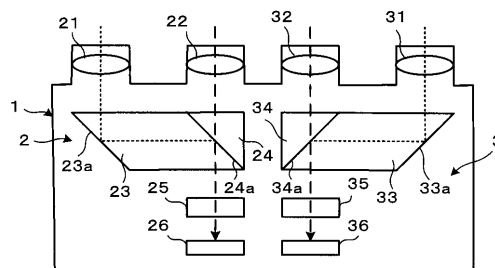
【図9】



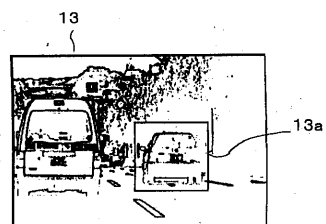
【図10】



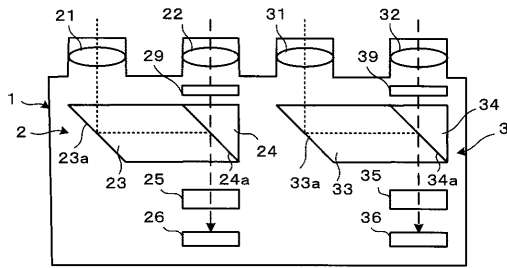
【図11】



【図8】



【図 12】



フロントページの続き

審査官 神谷 健一

- (56)参考文献 特開平11-039596(JP,A)
特開2006-031101(JP,A)
特開2006-214735(JP,A)
特開平09-042946(JP,A)
特開2005-308612(JP,A)
特開平04-174314(JP,A)
特開平09-005059(JP,A)
特開平09-218035(JP,A)
特開2006-308496(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60R	1/00 - 1/04
B60R	1/08 - 1/12
G01B	11/00 - 11/30
G01C	3/00 - 3/32
G08G	1/00 - 99/00
H04N	5/222 - 5/257
H04N	7/18