

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5594067号
(P5594067)

(45) 発行日 平成26年9月24日(2014.9.24)

(24) 登録日 平成26年8月15日(2014.8.15)

(51) Int.Cl.
H04N 13/02 (2006.01)

F I
H04N 13/02

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2010-246509 (P2010-246509)	(73) 特許権者	000002185 ソニー株式会社
(22) 出願日	平成22年11月2日 (2010.11.2)		東京都港区港南1丁目7番1号
(65) 公開番号	特開2012-100101 (P2012-100101A)	(74) 代理人	100098785 弁理士 藤島 洋一郎
(43) 公開日	平成24年5月24日 (2012.5.24)	(74) 代理人	100109656 弁理士 三反崎 泰司
審査請求日	平成25年9月25日 (2013.9.25)	(74) 代理人	100130915 弁理士 長谷部 政男
		(74) 代理人	100155376 弁理士 田名網 孝昭
		(72) 発明者	田尻 真一郎 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像レンズと複数の光路において各光路の透過および遮断を切り替え可能なシャッターとの通過光線を線順次駆動で受光することにより得られた、複数の視点画像の各々に対し、前記複数の視点画像間の視差量が画像面内において略均一となるような補正を施す視差量補正部

を備えた画像処理装置。

【請求項2】

前記複数の視点画像間の視差量は、画像面内の中央部から端部に向かって徐々に減少するような視差分布を有するものであり、

前記視差量補正部は、前記複数の視点画像の各々に対し、画像面内の中央部から端部に向かって、前記視差量が徐々に強調されるように前記補正を行う

請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記視差量補正部は、各視点画像に複数の被写体画像が含まれている場合に、前記被写体画像毎に前記補正を行う

請求項1または請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記複数の視点画像に基づき、奥行き情報を取得する奥行き情報取得部を有し、

前記視差量補正部は、前記奥行き情報を用いて前記補正を行う

請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記視差量補正部は、前記複数の視点画像に基づく立体映像が奥側にシフトされるように前記補正を行う

請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

撮像レンズと複数の光路において各光路の透過および遮断を切り替え可能なシャッターとの通過光線を線順次駆動で受光することにより、前記複数の視点画像に対応する撮像データを出力する撮像素子と、

前記シャッターにおける各光路の透過および遮断の切り替えを制御する制御部と
を更に備えた請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 7】

前記制御部は、各撮像フレームにおいて前記撮像素子における 1 ライン目の露出開始タイミングから所定の期間遅延したタイミングで各光路の透過および遮断が切り替わるように前記シャッターを制御する

請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記撮像レンズと、

前記シャッターと

を更に備えた請求項 6 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 9】

撮像レンズと複数の光路において各光路の透過および遮断を切り替え可能なシャッターとの通過光線を線順次駆動で受光することにより得られた、複数の視点画像の各々に対し、前記複数の視点画像間の視差量が画像面内において略均一となるような補正を施す
画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば立体視用の左右の視点画像に対して画像処理を施す画像処理装置および画像処理方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、様々な撮像装置が提案され、開発されている。例えば、撮像レンズと、左右の領域毎に透過および遮断（開閉）を切り替え可能なシャッターとを備えたカメラ（撮像装置）が提案されている（例えば、特許文献 1～3 参照）。これによれば、シャッターの各領域における開閉を時分割で交互に切り替えることで、左右の各視点方向から撮影したかのような 2 種類の画像（左視点画像および右視点画像）を取得することができる。これらの左視点画像および右視点画像を、所定の手法を用いて人間の眼に提示することにより、人間はその画像に立体感を感じることができる。

【0003】

40

また、上記のような撮像装置では、静止画を対象としたものが多い。動画を撮影するものも提案されている（例えば、特許文献 4、5 参照）が、これらの撮像装置ではいずれも、イメージセンサとして、面順次で受光駆動を行ういわゆるグローバルシャッタータイプの CCD（Charge Coupled Device）を用いたものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】登録特許第 1060618 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 34056 号公報

【特許文献 3】特表平 9 - 505906 号公報

50

【特許文献4】特開平10-271534号公報

【特許文献5】特開2000-137203号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが近年では、CCDよりも低コスト、低消費電力および高速処理化を実現可能なCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサが主流となってきている。このCMOSセンサは、上記CCDと異なり、線順次で受光駆動を行う、いわゆるローリングシャッタータイプのイメージセンサである。上記CCDでは、各フレームにおいて画面全体が同時刻に一括して撮影されるのに対し、このCMOSセンサでは、例えばイメ

10

【0006】

このため、上記のようなシャッターにより光路を切り替えながら撮影する撮像装置において、CMOSセンサを使用すると、1フレームにおける全ライン分の露出期間と、シャッターの各領域の開期間との間に、時間的なずれが生じる。この結果、複数視点の画像をそれぞれ精度良く取得できないという問題がある。例えば、立体視用途で左右2つの視点画像を取得する場合には、各視点画像の中央付近に、左右それぞれの通過光線が混在することになるため、例えば観察者によって注視され易い画面中央付近において左右の視差がなくなってしまう(立体感が得られなくなってしまう)。

20

【0007】

そこで、例えばシャッターの切り替えタイミングや露光期間等を制御して、1画面内に異なる視点方向からの光線が混在しないように撮影することが考えられる。ところが、この手法では、例えば画面の中央部では所望の視差が得られるが、上下端部では視差が少なくなり(あるいは視差がなくなり)、画面内における視差の度合いが不均一となる。このような不均一な視差分布を有する視点画像を用いて立体表示を行うと、不自然な表示映像となり易い。

【0008】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、自然な立体映像表示を実現し得る視点画像を取得可能な画像処理装置および画像処理方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の画像処理装置は、撮像レンズと複数の光路において各光路の透過および遮断を切り替え可能なシャッターとの通過光線を線順次駆動で受光することにより得られた、複数の視点画像の各々に対し、複数の視点画像間の視差量が画像面内において略均一となるような補正を施す視差量補正部を備えたものである。

【0010】

本発明の画像処理方法は、撮像レンズと複数の光路において各光路の透過および遮断を切り替え可能なシャッターとの通過光線を線順次駆動で受光することにより得られた、複数の視点画像の各々に対し、複数の視点画像間の視差量が画像面内において略均一となるような補正を施すものである。

40

【0011】

本発明の画像処理装置および画像処理方法では、撮像レンズと複数の光路において各光路の透過および遮断を切り替え可能なシャッターとの通過光線を線順次駆動で受光することにより得られた複数の視点画像の各々に対し、それら複数の視点画像間の視差量が画像面内において略均一となるような補正を施す。これにより、各視点画像では、視差分布の不均一性が低減される。

【発明の効果】

【0014】

本発明の画像処理装置および画像処理方法によれば、視差量補正部が、撮像レンズと複

50

数の光路において各光路の透過および遮断を切り替え可能なシャッターとの通過光線を線順次駆動で受光することにより得られた複数の視点画像の各々に対し、それら複数の視点画像間の視差量が画像面内において略均一となるような補正を施すようにしたので、視点画像間における視差量の不均一性を低減することができる。よって、自然な立体映像表示を実現し得る視点画像を取得可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施の形態に係る撮像装置の全体構成を表す図である。

【図2】図1に示したシャッターの平面模式図である。

【図3】図1に示したシャッターの断面模式図である。

10

【図4】図1に示したシャッターの応答特性の一例を示す特性図である。

【図5】図1に示した画像処理部の一構成例を示す機能ブロック図である。

【図6】2D撮影（光路切り替えなし）の場合の受光像を説明するための模式図である。

【図7】図1に示した撮像装置における左視点画像取得の原理を説明するための模式図である。

【図8】図1に示した撮像装置における右視点画像取得の原理を説明するための模式図である。

【図9】図1に示した撮像装置を用いて取得した左右の視点画像間の視差について説明するための模式図である。

【図10】比較例1に係るイメージセンサ（CCD）の駆動タイミングとシャッターの開閉タイミングとの関係を表す模式図である。

20

【図11】比較例2に係るイメージセンサ（CMOS）の駆動タイミングとシャッターの開閉タイミングとの関係を表す模式図である。

【図12】図11に示したタイミング制御により得られる視点画像の模式図であり、（A）が左視点画像、（B）が右視点画像を示す。

【図13】図1に示したイメージセンサの駆動タイミングとシャッターの開閉タイミングとの関係を表す模式図である。

【図14】図13に示したタイミング制御により得られる視点画像の模式図であり、（A）が左視点画像、（B）が右視点画像、（C）が左右の視差量の分布を示す。

【図15】視差量補正処理（視差拡大（強調））を説明するための模式図である。

30

【図16】視差量補正処理（視差拡大（強調））の一例を表す模式図である。

【図17】視差量補正処理前の画像における視差量と立体感との関係を表す模式図である。

【図18】視差量補正処理後の画像における視差量と立体感との関係を表す模式図である。

【図19】変形例1に係る画像処理部の一構成例を表す機能ブロック図である。

【図20】変形例1に係る視差量補正処理のメリットを説明するための模式図である。

【図21】変形例2にイメージセンサの駆動タイミングとシャッターの開閉タイミングとの関係を表す模式図である。

【図22】図21に示したタイミング制御により得られる視点画像の模式図であり、（A）が左視点画像、（B）が右視点画像、（C）が左右の視差量の分布を示す。

40

【図23】図22に示した視点画像に対する視差量補正処理の一例を示す模式図である。

【図24】変形例3に係る視差量補正処理（視差縮小（抑制））を説明するための模式図である。

【図25】変形例4に係る撮像装置の全体構成を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。尚、説明は以下の順序で行う。

50

- 1．実施の形態（画面位置によって視差量が変化する視点画像に対し、ディスプレイマ
ップを用いて視差量補正を行う画像処理の例）
- 2．変形例 1（空間周波数に応じて視差量補正を行う場合の例）
- 3．変形例 2（他の視点画像に対する視差量補正理の例）
- 4．変形例 3（視差量を縮小する場合の例）
- 5．変形例 4（2眼式の撮像装置の例）

【0017】

<実施の形態>

[撮像装置 1 の構成]

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る撮像装置（撮像装置 1）の全体構成を表したものである。撮像装置 1 は、被写体を互いに異なる複数の視点方向から撮影し、動画（または静止画）として、複数の視点画像（ここでは、左右 2 つの視点画像）を交互に時分割的に取得するものである。撮像装置 1 は、いわゆる単眼式カメラであり、シャッター制御によって左右の光路を切り替え可能となっている。この撮像装置 1 は、撮像レンズ 10a、10b、シャッター 11、イメージセンサ 12、画像処理部 13、レンズ駆動部 14、シャッター駆動部 15、イメージセンサ駆動部 16 および制御部 17 を備えている。尚、画像処理部 13 が本発明の画像処理装置に対応している。また、本発明の画像処理方法は、画像処理部 13 の構成および動作によって具現化されるものであるため、その説明を省略する。

10

【0018】

撮像レンズ 10a、10b は、被写体からの光線を取得するためのレンズ群であり、これらの撮像レンズ 10a、10b 間に、シャッター 11 が配設されている。尚、シャッター 11 の配置は特に限定されるものではないが、理想的には、撮像レンズ 10a、10b の瞳面あるいは図示しない絞りの位置に配置されることが望ましい。撮像レンズ 10a、10b は、例えばいわゆるズームレンズとして機能し、レンズ駆動部 14 によってレンズ間隔等が調整されることにより焦点距離を変更可能となっている。但し、撮像レンズとしては、そのような可動焦点レンズに限らず、固定焦点レンズであってもよい。

20

【0019】

（シャッター 11 の構成）

シャッター 11 は、左右 2 つの領域に分割されており、その分割された領域毎に透過（開）および遮断（閉）を切り替え可能となっている。シャッター 11 としては、そのような切り替えが可能なものであれば、機械式のシャッターであってもよいし、例えば液晶シャッターのような電気式のシャッターであってもよい。このシャッター 11 の具体的な構成については後述する。

30

【0020】

ここで、図 2 にシャッター 11 の平面構成の一例を示す。このように、シャッター 11 は、左右 2 つ（水平方向に沿った 2 つ）の領域（SL、SR）を有し、領域 SL を開（領域 SR を閉）とした状態（図 2（A））と、領域 SR を開（領域 SL を閉）とした状態（図 2（B））とが、交互に切り替わるように制御される。そのようなシャッター 11 の具体的な構成として、例えば液晶シャッターを例に挙げて説明する。図 3 は、液晶シャッターとしてのシャッター 11 の領域 SL、SR の境界付近の断面構成を表したものである。

40

【0021】

シャッター 11 は、ガラス等よりなる基板 101、106 間に液晶層 104 が封止されると共に、基板 101 の光入射側に偏光子 107A、基板 106 の光出射側に検光子 107B がそれぞれ貼り合わせられたものである。基板 101 と液晶層 104 との間には電極が形成され、この電極が複数（ここでは、領域 SL、SR に対応する 2 つ）のサブ電極 102A に分割されている。これら 2 つのサブ電極 102A は、個別に電圧供給が可能である。そのような基板 101 に対向する基板 106 には、領域 SL、SR に共通の電極 105 が設けられている。尚、この基板 106 側の電極は、一般的には領域 SL、SR に共通の電極とされるが、これに限定されず、領域毎に分割されていてもよい。サブ電極 102

50

Aと液晶層104との間には配向膜103A、電極105と液晶層104との間には配向膜103Bがそれぞれ形成されている。

【0022】

サブ電極102Aおよび電極105はそれぞれ、例えばITO(Indium Tin Oxide;酸化インジウムスズ)等の透明電極よりなる。偏光子107Aおよび検光子107Bはそれぞれ、所定の偏光を選択的に透過させるものであり、例えばクロスニコルまたはパラレルニコルの状態となるように配置されている。液晶層104は、例えばSTN(Super-twisted Nematic)、TN(Twisted Nematic)、OCB(Optical Compensated Bend)等の各種表示モードの液晶を含むものである。但し、液晶としては、シャッター11の閉状態から開状態(印加電圧が低から高)への遷移時の応答特性と、開状態から閉状態(印加電圧が高から低)への遷移時の応答特性とが概ね等しくなる(波形が対称形となる)ものが用いられることが望ましい。また、各状態への遷移時の応答が非常に速く、例えば、図4に示したように、閉状態から開状態へ透過率が垂直に立ち上がり(F1)、開状態から閉状態へ透過率が垂直に立ち下がる(F2)特性を示す液晶が用いられることが理想的である。このような応答特性を示す液晶としては、例えばFLC(Ferroelectric Liquid Crystal:強誘電性液晶)が挙げられる。

10

【0023】

このような構造により、シャッター11では、サブ電極102Aおよび電極105を通じて液晶層104に電圧を印加すると、その印加電圧の大きさに応じて、偏光子107Aから検光子107Bへの透過率を変化させることができる。即ち、シャッター11として液晶シャッターを用いることで、電圧制御によりシャッター11の開状態および閉状態を切り替えることができる。また、その電圧印加のための電極を、個別駆動が可能な2つのサブ電極102Aに分割することで、領域SL,SR毎に透光状態および遮光状態を交互に切り替え可能となる。

20

【0024】

イメージセンサ12は、撮像レンズ10a,10bおよびシャッター11の所定の領域を通過した光線に基づいて受光信号を出力する光電変換素子である。このイメージセンサ12は、例えばマトリクス状に配置された複数のフォトダイオード(受光画素)を有し、線順次で露出および信号読み出しを行う、ローリングシャッタータイプ(線順次駆動型)の撮像素子(例えば、CMOSセンサ)である。尚、このイメージセンサ12の受光面側には、例えば所定のカラー配列を有するR,G,Bのカラーフィルタ(図示せず)が配設されていてもよい。

30

【0025】

(画像処理部13の構成)

画像処理部13は、イメージセンサ12から出力された撮像データに基づく撮像画像(左右の視点画像)に対し、所定の画像処理を施すと共に、画像処理前あるいは画像処理後の撮像データを記憶するメモリ(図示せず)を含むものである。但し、画像処理後の画像データは、記録せずに外部のディスプレイ等へ出力するようにしてもよい。

【0026】

図5は、画像処理部13の詳細構成について表したものである。画像処理部13は、視差量補正部131およびディスパリティマップ生成部133(奥行き情報取得部)を備えており、視差量補正部131の前段および後段には、画像補正処理部130,132が設けられている。視差量補正部131は、イメージセンサ12から入力される撮像データ(左視点画像データD0L,右視点画像データD0R)に基づく画像(左視点画像L1,右視点画像R1)に対し、視差量を変更制御するものである。

40

【0027】

視差量補正部131は、入力された左右の視点画像間における視差量を補正するものである。具体的には、画像面内において不均一な視差分布を有する複数の視点画像に対し、画像面内の位置に応じて視差量の補正を行うことにより、その視差量の不均一性を低減するようになっている。また、本実施の形態では、視差量補正部131は、ディスパリティ

50

マップ生成部 133 から入力されるディスパリティマップに基づいて、上記補正を行う。ディスパリティマップを用いることにより、被写体の像が手前に飛び出して見えるか、あるいは奥まって見えるか、という立体感に適した視差量補正を行うことができる。即ち、奥側（観察者から遠い側）にある被写体像は、より奥まって観察され、手前側（観察者に近い側）にある被写体像はより飛び出して観察されるように（視差による立体感がより強調される方向に）、視差量を補正可能となる。

【0028】

ディスパリティマップ生成部 133 は、撮像データ（左視点画像データ D0L，右視点画像データ D0R）に基づいて、例えばステレオマッチング法等により、いわゆるディスパリティマップ（奥行き情報）を生成するものである。具体的には、左右の視点画像間のディスパリティ（disparity：位相差、位相ずれ）を画素毎に算出し、算出したディスパリティを各画素に対応づけたマップを生成する。但し、ディスパリティマップとしては、上記のように画素毎にディスパリティを求めて画素毎に保持してもよいが、所定数の画素からなる画素ブロック毎にディスパリティを求め、求めたディスパリティを各画素ブロックに対応付けて保持するようにしてもよい。ディスパリティマップ生成部 133 において生成されたディスパリティマップは、マップデータ DD として、視差量補正部 131 へ出力されるようになっている。

【0029】

尚、本明細書において、「視差量」は、左右の視点画像間の画面水平方向における位置ずれ量（位相ずれ量）を表すものとする。

【0030】

画像補正処理部 130 は、例えばノイズリダクションやデモザイク処理等の補正処理、画像補正処理部 132 は、例えばガンマ補正処理等の補正処理をそれぞれ行うものである。

【0031】

レンズ駆動部 14 は、撮像レンズ 10a，10b における所定のレンズを光軸に沿ってシフトさせ、焦点距離を変化させるためのアクチュエータである。

【0032】

シャッター駆動部 15 は、制御部 17 によるタイミング制御に応じて、シャッター 11 の左右の領域（SL，SR）においてその領域毎に開閉の切り替え駆動を行うものである。具体的には、シャッター 11 の領域 SL が開状態のときには、領域 SR が閉状態となるように、逆に領域 SL が閉状態のときには、領域 SR が開状態となるようにそれぞれ駆動する。動画撮影の際には、そのような領域 SL，SR の開閉切り替えが時分割で交互に行われるように駆動する。ここでは、シャッター 11 における左右の各領域 SL，SR の開期間がその領域に対応するフレーム（フレーム L またはフレーム R）に 1：1 で対応しており、各領域 SL，SR の開期間と 1 フレーム期間とは略同一となっている。

【0033】

イメージセンサ駆動部 16 は、制御部 17 によるタイミング制御に応じて、イメージセンサ 12 を駆動制御するものである。具体的には、上述のようなローリングシャッター型のイメージセンサ 12 において、その露出および信号読み出しをそれぞれ線順次に行うように駆動する。

【0034】

制御部 17 は、画像処理部 13、レンズ駆動部 14、シャッター駆動部 15 およびイメージセンサ駆動部 16 の各動作を所定のタイミングで制御するものであり、この制御部 17 としては例えばマイクロコンピュータ等が用いられる。詳細は後述するが、本実施の形態では、この制御部 17 が、シャッター 11 における開閉切り替えタイミングを、フレーム開始タイミング（1 ライン目の露出開始タイミング）から所定の期間ずらして設定するようになっている。

【0035】

[撮像装置 1 の作用、効果]

10

20

30

40

50

(1 . 基本動作)

上記のような撮像装置 1 では、制御部 17 の制御に基づき、レンズ駆動部 14 が撮像レンズ 10a , 10b を駆動すると共に、シャッター駆動部 15 がシャッター 11 における左領域 S L を開状態、右領域 S R を閉状態にそれぞれ切り替える。また、これらの各動作に同期して、イメージセンサ駆動部 16 がイメージセンサ 12 を駆動させる。これにより、左光路への切り替えがなされ、イメージセンサ 12 では、左視点方向から入射した光線に基づく左視点画像データ D0L が取得される。

【 0036 】

続いて、シャッター駆動部 15 がシャッター 11 の右領域を開状態、左領域を閉状態にそれぞれ切り替え、イメージセンサ駆動部 16 がイメージセンサ 12 を駆動させる。これにより、左光路から右光路への切り替えがなされ、イメージセンサ 12 では、右視点方向から入射した光線に基づく右視点画像データ D0R が取得される。

【 0037 】

そして、イメージセンサ 12 において複数のフレーム（撮像フレーム）を時系列的に取得すると共に、各撮像フレーム（後述のフレーム L , R）に対応して上記シャッター 11 における開閉の切り替えを行うことにより、左視点画像、右視点画像に対応する撮像データが時系列に沿って交互に取得され、それらの組が順次画像処理部 13 へ入力される。

【 0038 】

画像処理部 13 では、上記のようにして取得された左視点画像データ D0L , 右視点画像データ D0R に基づく撮像画像に対し、まず画像補正処理部 130 が例えばノイズリダクションやデモザイク処理等の補正処理を施す。この画像補正処理後の画像データ D1 は、視差量補正部 131 へ出力される。この後、視差量補正部 131 が、画像データ D1 に基づく視点画像（左視点画像 L1 , 右視点画像 R1）に対し、後述の視差量補正処理を施すことにより、視点画像（左視点画像 L2 , 右視点画像 R2）を生成し、画像データ D2 として画像補正処理部 132 へ出力する。画像補正処理部 132 が、画像データ D2 に基づく視点画像に対し、例えばガンマ補正処理等の補正処理を施すことにより、左右の視点画像についての画像データ Dout を生成する。このようにして生成された画像データ Dout は、画像処理部 13 内に記録されるか、あるいは外部へ出力される。

【 0039 】

(2 . 視点画像取得の原理)

ここで、図 6 ~ 図 8 を参照して、単眼式カメラを用いた場合の左右の視点画像取得の原理について説明する。図 6 ~ 図 8 は、撮像装置 1 を上方からみた図に等価であるが、簡便化のため、撮像レンズ 10a , 10b、シャッター 11 およびイメージセンサ 12 以外の構成要素の図示を省略しており、撮像レンズ 10a , 10b についても簡略化してある。

【 0040 】

まず、図 6 に示したように、左右の光路切り替えをしない場合（通常の 2D 撮影の場合）の受光像（イメージセンサ 12 への映り方）について説明する。ここでは、被写体の一例として、奥行き方向において互いに異なる位置に配置された 3 つの被写体を例に挙げる。具体的には、撮影レンズ 10a , 10b のピント面 S1 にある被写体 A（人物）と、被写体 A よりも奥側（撮像レンズ 10a , 10b と反対側）に位置する被写体 B（山）と、被写体 A よりも手前側（撮像レンズ側）に位置する被写体 C（花）である。このような位置関係にある場合、被写体 A が、例えばセンサ面 S2 上の中央付近に結像する。一方、ピント面 S1 よりも奥側に位置する被写体 B は、センサ面 S2 の手前（撮像レンズ側）に結像し、被写体 C は、センサ面 S2 の奥側（撮像レンズと反対側）に結像する。即ち、センサ面 S2 には、被写体 A がフォーカスした（ピントの合った）像（A0）、被写体 B および被写体 C はデフォーカスした（ぼやけた）像（B0 , C0）となって映る。

【 0041 】

(左視点画像)

このような位置関係にある 3 つの被写体 A ~ C に対し、光路を左右で切り替えた場合、センサ面 S2 への映り方は、次のように変化する。例えば、シャッター駆動部 15 が、シ

10

20

30

40

50

シャッター 11 の左側の領域 S_L を開状態、右側の領域 S_R を閉状態となるように駆動した場合には、図 7 に示したように、左側の光路が透過となり、右側の光路は遮光される。この場合、ピント面 S_1 にある被写体 A に関しては、右側の光路を遮光されていても、光路切り替えのない上記場合と同様、センサ面 S_2 上にフォーカスして結像する (A_0)。ところが、ピント面 S_1 から外れた位置にある被写体 B, C については、センサ面 S_2 上においてデフォーカスしたそれぞれの像が、水平方向において互いに逆の方向 (シフト方向 d_1, d_2) にシフトしたような像 (B_0', C_0') として映る。

【0042】

(右視点画像)

一方、シャッター駆動部 15 が、シャッター 11 の領域 S_R を開状態、領域 S_L を閉状態となるように駆動した場合には、図 8 に示したように、右側の光路が透過となり、左側の光路は遮光される。この場合も、ピント面 S_1 にある被写体 A は、センサ面 S_2 上に結像し、ピント面 S_1 から外れた位置にある被写体 B, C は、センサ面 S_2 上において互いに逆の方向 (シフト方向 d_3, d_4) にシフトしたような像 (B_0'', C_0'') として映る。但し、これらのシフト方向 d_3, d_4 は、上記左視点画像におけるシフト方向 d_1, d_2 とそれぞれ逆向きとなる。

【0043】

(左右の視点画像間の視差)

上記のように、シャッター 11 における各領域 S_L, S_R の開閉を切り替えることにより、左右の各視点方向に対応する光路が切り替えられ、左視点画像 L_1 、右視点画像 R_1 を取得することができる。また、上述のようにデフォーカスした被写体像は、左右の視点画像間で互いに水平方向逆向きにシフトするため、その水平方向に沿った位置ずれ量 (位相差) が立体感を生みだす視差量となる。例えば図 9 (A), (B) に示したように、被写体 B に注目した場合、左視点画像 L_1 における像 B_0' の位置 (B_{1L}) と右視点画像 R_1 における像 B_0'' の位置 (B_{1R}) との水平方向の位置ずれ量 W_{b1} が、被写体 B についての視差量となる。同様に、被写体 C に注目した場合、左視点画像 L_1 における像 C_0' の位置 (C_{1L}) と右視点画像 R_1 における像 C_0'' の位置 (C_{1R}) との水平方向の位置ずれ量 W_{c1} が、被写体 C についての視差量となる。

【0044】

これらの左視点画像 L_1 、右視点画像 R_1 は、例えば偏光方式、フレームシーケンシャル方式、プロジェクタ方式等の 3D 表示法を用いて表示されることにより、観察者は、その観察映像において、例えば次のような立体感を感じることができる。即ち、上述の例では、視差のない被写体 A (人物) は表示画面 (基準面) 上で観察される一方、被写体 B (山) はその基準面よりも奥まって見え、被写体 C (花) は基準面から飛び出したような立体感で観察される。

【0045】

(3. シャッター 11, イメージセンサ 12 の駆動タイミング)

続いて、シャッター 11 における開閉切り替え動作、イメージセンサ 12 における露出および信号読み出し動作について、比較例 (比較例 1, 2) を挙げて詳細に説明する。図 10 (A), (B) は、比較例 1 に係るイメージセンサ (CCD) の露出・読み出しタイミングおよびシャッターの開閉切り替えタイミングを模式的に表したものである。また、図 11 (A), (B) には、比較例 2 に係るイメージセンサ (CMOS) の露出・読み出しタイミングおよびシャッターの開閉切り替えタイミングについて模式的に示す。尚、本明細書において、フレーム期間 f_r は、動画としての 1 フレーム期間を 2 分割にした期間に相当する ($2f_r =$ 動画としての 1 フレーム期間)。また、(A) 図において斜線部分は、露出期間に相当している。尚、ここでは、動画撮影の場合を例に挙げて説明するが、静止画撮影の場合も同様である。

【0046】

(比較例 1)

CCD をイメージセンサとして用いた比較例 1 では、面順次で画面一括駆動されるため

10

20

30

40

50

、図10(A)に示したように、一画面(撮像画面)内において露出期間に時間的なずれがなく、信号の読み出し(Read)も同時刻になされる。一方、左領域100Lおよび右領域100Rの開閉は、左視点画像用の露出期間において左領域100Lが開(右領域100Rが閉)となり、右視点画像用の露出期間において右領域100Rが開(左領域100Lが閉)となるように切り替えられる(図10(B))。具体的には、露出開始(フレーム期間開始)タイミングに同期して、左領域100L、右領域100Rの開閉が切り替えられる。また、比較例1では、左領域100Lおよび右領域100Rの開期間はそれぞれ、フレーム期間 f_r に等しく、また露出期間にも等しくなっている。

【0047】

(比較例2)

ところが、イメージセンサとして、例えばローリングシャッタータイプのCMOSセンサを用いた場合、上記CCDの場合と異なり、例えば画面上から画面下に向かって(走査方向Sに沿って)線順次で駆動がなされる。即ち、図11(A)に示したように、一画面内において、ライン毎に露出開始のタイミングや信号読み出し(Read)のタイミングが異なってくる。このため、画面内の位置によって、露出期間に時間的なずれが生じる。このようなCMOSセンサを用いた場合、1ライン目の露出開始タイミングに同期してシャッターの開閉を切り替える(図11(B))と、1画面全体(全ライン)の露出が終了する前に、透過光路が切り替わってしまう。

【0048】

この結果、左視点画像L100、右視点画像R100では、互いに異なる光路の通過光線が混ざって受光され、いわゆる左右のクロストークが発生する。例えば、左視点画像L100の撮影フレームでは、左光路の通過光線の受光量が画面上から画面下に向けて徐々に減る一方、右光路の通過光線の受光量は画面上から画面下に向けて徐々に増える。これにより、例えば図12(A)に示したように、左視点画像L100では、上部D1が主に左視点方向からの光線、下部D3が主に右視点方向からの光線に基づくものとなり、中央付近D2では、各視点方向からの光線が混在して(クロストークにより)視差量が低減する。同様に、右視点画像R100においても、例えば図12(B)に示したように、上部D1が主に右視点方向からの光線、下部D3が主に左視点方向からの光線に基づくものとなり、中央付近D2ではクロストークにより視差量が低減してしまう。尚、図12における色の濃淡は、各視点方向成分の偏りを表しており、色が濃い程、左右どちらかの視点方向からの光線の受光量が多いことを表している。

【0049】

従って、そのような左右の視点画像を所定の方法で表示した場合、画面中央付近では視差量が低減している(あるいは無い)ために、立体的な表示ができず(平面的な2D画像に近づく)、また、画像(画面)の上下では所望の立体感が得られなくなってしまう。

【0050】

そこで、本実施の形態では、各フレーム(撮像フレーム)L、Rにおいて、シャッター11における開閉切り替えを、イメージセンサ12における1ライン目の露出開始タイミングから所定の期間遅延して行う。具体的には、図13(A)、(B)に示したように、1ライン目の露出開始タイミング t_0 から、露出期間Tの1/2の期間遅延して、シャッター11の領域SL、SRの開閉を切り替える。換言すると、ここでは、走査方向Sにおける中央のラインの露出開始タイミング t_1 において、シャッター11の領域SL、SRの開閉を切り替えることに等しい。これにより、各フレームL、Rでは、画面上部および下部においてシャッター11の領域SL、SRの両方の通過光線が受光され、中央付近においては主に所望の視点方向からの通過光線が受光される。

【0051】

具体的には、図14(A)に示したように、フレームLに対応する左視点画像L1では、左視点方向からの光線の受光量は画面中央付近において最も多く、画面上下端部に向かって徐々に減少する。一方、右視点方向からの光線の受光量は、画面中央付近において最も少なく、画面上下端部に向かって徐々に増加する。また、図14(B)に示したように

10

20

30

40

50

、フレームRに対応する右視点画像R1では、右視点方向からの光線の受光量は画面中央付近において最も多く、画面上下端部に向かって徐々に減少する。一方、左視点方向からの光線の受光量は、画面中央付近において最も少なく、画面上下端部に向かって徐々に増加する。尚、図14(A)、(B)における色の濃淡は、各視点方向成分の偏りを表しており、色が濃い程、左視点方向(または右視点方向)からの光線の受光量の割合が多いことを表している。

【0052】

これにより、図14(C)に示したように、左視点画像L1および右視点画像R1間における視差量は、画面中央において最も大きく、画面上下端部に向けて徐々に低減する。尚、ここでは、画面上下端部(最上部および最下部の各ライン)において左右の視点方向からの光線の受光量が1/2ずつで等しくなるため、実質的に視差はなくなる(平面的な画像となる)。また、本実施の形態では、露出期間Tおよびシャッター11における領域SL,SRの開期間がフレーム期間fr(例えば8.3ms)に等しく、1ライン目の露出開始タイミングから、T/2の期間(例えば4.15ms)遅延して、シャッター11の開閉が切り替えられる。

【0053】

(4.視差量補正処理)

ここで、上記左視点画像L1および右視点画像R1のように、画像面内における視差分布が不均一である(本実施の形態では、中央部から上下端部に向かって徐々に視差量が低減している)視点画像では、立体感が画面中央部と画面上下との間で異なり、不自然な表示映像となり易い(観察者が映像に違和感を覚え易い)。従って、本実施の形態では、そのような不均一な視差量分布を有する各視点画像に対し、画像処理部13が以下のような視差量補正処理を行う。

【0054】

具体的には、視差量補正部131が、画像データD1(左視点画像データD1L,右視点画像データD1R)に対し、画像面内の位置に応じて、視差量の補正を行う。例えば、画像データD1に基づく左右の視点画像L1,R1が、図15(A)に示したような視差分布(図13(A),(B)に示したタイミング制御により得られる視差分布)を有する場合、図15(B)に示したような画像面内の位置毎に異なる補正量で視差量の補正を行う。具体的には、画面中央から上下端部に向かって徐々に補正量が大きくなるように、補正を行う。即ち、視差量のより少ない位置では補正量をより大きく設定し、視差量のより多い位置では補正量を抑え目に設定する。このような画面位置に応じた視差量補正により、図15(C)に示したように、例えば、画像面内において視差分布が略均一化された(視差分布の不均一性が低減された)視点画像を生成することができる。但し、本実施の形態では、詳細は後述するが、視差量のより少ない位置において視差量を強調(拡大)することにより、視差分布の均一化を図っている。また、これらの補正は、例えば画像データD1におけるラインデータ毎に補正量を設定して行えばよい。

【0055】

他方、ディスパリティマップ生成部133は、入力された左視点画像データD0L,右視点画像データD0Rに基づいて、ディスパリティマップを生成する。具体的には、左右の視点画像間のディスパリティを画素毎に算出し、算出したディスパリティを各画素に対応づけて保持されたマップを生成する。但し、ディスパリティマップとしては、上記のように画素毎にそれぞれのディスパリティを求めて保持するようにしてもよいが、所定数の画素ブロック毎にディスパリティを求め、求めたディスパリティを各画素ブロックに対応付けて保持するようにしてもよい。ディスパリティマップ生成部133において生成されたディスパリティマップは、マップデータDDとして、視差量補正部131へ出力される。

【0056】

本実施の形態において、視差量補正部131は、このディスパリティマップを用いて上記のような視差量補正を行う。ここで、上記補正は、画像面内の位置毎に、左右の画像位

10

20

30

40

50

置をシフトする（位相ずれ量を変更する）ことによって行うが、手前に飛び出して見える被写体像と、奥まって見える被写体像とでは、画像のシフト方向が互いに逆向きとなる（詳細は後述）。即ち、被写体像毎にその立体感に応じて、シフト方向を設定する必要が生じる。ディスプレイマップでは、画像面内の位置毎に、立体感に対応する奥行き情報が対応づけられて保持されるため、そのようなディスプレイマップを使用することにより、被写体像の各立体感に適した視差量補正を行うことが可能となる。具体的には、奥側（観察者から遠い側）にある被写体像はより奥まって、手前側（観察者に近い側）にある被写体像はより飛び出して、それぞれ観察されるように視差量を制御しつつ、上記補正を行うことが可能となる。換言すると、立体感の異なる複数の被写体像の各視差量を拡大し、それぞれの立体感を強調させつつ、画像面内の視差分布の均一化を図ることができる。以下、このような視差量の拡大動作の一例について説明する。

10

【0057】

（視差量拡大動作）

具体的には、図16(A)、(B)に示したように、視差量補正部131は、被写体Bについては、視差量が W_{b1} から W_{b2} ($W_{b1} < W_{b2}$)まで拡大されるように、左視点画像 L_1 、右視点画像 R_1 における各位置を水平方向(X方向)に沿ってシフトさせる。一方、被写体Cについては、視差量が W_{c1} から W_{c2} ($W_{c1} < W_{c2}$)まで拡大されるように、左視点画像 L_1 、右視点画像 R_1 における被写体Cの像の各位置を水平方向に沿ってシフトさせる。

【0058】

20

具体的には、被写体Bについては、左視点画像 L_1 での位置 B_{1L} から左視点画像 L_2 における位置 B_{2L} へ、X方向負(-)の向きにシフトさせる（実線矢印）。一方、右視点画像 R_1 での位置 B_{1R} から右視点画像 R_2 における位置 B_{2R} へ、X方向正(+)の向きにシフトさせる（破線矢印）。これにより、被写体Bについての視差量を W_{b1} から W_{b2} へ拡大することができる。他方、被写体Cについては、左視点画像 L_1 での位置 C_{1L} から左視点画像 L_2 における位置 C_{2L} へ、X方向正(+)の向きにシフトさせる（破線矢印）一方、右視点画像 R_1 での位置 C_{1R} から右視点画像 R_2 における位置 C_{2R} へ、X方向負(-)の向きにシフトさせる（実線矢印）。これにより、被写体Cについての視差量を W_{c1} から W_{c2} へ拡大することができる。尚、視差のない被写体Aの位置 A_{1L} 、 A_{1R} は変更せず（視差量0のまま変更せず）、左視点画像 L_2 、右視点画像 R_2 においても同位置に配置されるようにする。

30

【0059】

尚、上記図16(A)、(B)に示した被写体B、Cの各位置は、被写体B、Cのあるラインデータ上の一点と考えることができ、このような点位置についての視差量拡大処理を、例えばラインデータ毎に、上述の補正量分布に基づいて行うことにより、各被写体の立体感に適した視差量制御を行いつつ（それぞれの立体感を強調しつつ）、画像面内における視差分布を略均一となるように補正することができる。

【0060】

図17は、左視点画像データ D_{0L} 、右視点画像データ D_{0R} に対応する左視点画像 L_1 、 R_1 における視差量と立体感との関係を説明するための模式図である。左視点画像 L_1 、右視点画像 R_1 間において、被写体Bの視差量が W_{b1} 、被写体Cの視差量が W_{c1} である場合、被写体A～Cの各像の奥行き方向における観察位置は次のようになる。即ち、被写体Aの像は表示画面（基準面） S_3 上の位置 $A_{1'}$ 、被写体Bの像は、被写体Aより距離 D_{ab1} 分だけ奥側の位置 $B_{1'}$ 、被写体Cの像は、被写体Aより距離 D_{ac1} 分だけ手前側の位置 $C_{1'}$ においてそれぞれ観察される。この例では、視差量拡大前の被写体B、Cの各像は、距離 D_{ab1} 、 D_{ac1} を合計した距離範囲 D_1 において観察されることとなる。

40

【0061】

図18は、視差量拡大処理後の左視点画像 L_2 、 R_2 における視差量と立体感との関係を説明するための模式図である。左視点画像 L_2 、右視点画像 R_2 間において、被写体B

50

の視差量が $W b 2$ 、被写体 C の視差量が $W c 2$ となり、また、被写体 $A \sim C$ の奥行き方向における各観察位置は次のように変化する。即ち、被写体 A の像は表示画面（基準面） $S 3$ 上の位置 $A 2'$ （ $= A 1'$ ）、被写体 B の像は、位置 $A 2'$ より距離 $D a b 2$ （ $> D a b 1$ ）分だけ奥側の位置 $B 2'$ 、被写体 C の像は、位置 $A 2'$ より距離 $D a c 2$ （ $> D a c 1$ ）分だけ手前側の位置 $C 2'$ においてそれぞれ観察される。従って、ディスパリティマップを用いて被写体毎に視差量を拡大することにより、被写体 B, C の各像は、距離 $D a b 2, D a c 2$ を合計した距離範囲 $D 2$ （ $>$ 距離範囲 $D 1$ ）において観察される。

【0062】

以上のように、本実施の形態では、シャッター $1 1$ により各光路の透過および遮断が切り替えられることにより、イメージセンサ $1 2$ において、各光路の通過光線が受光され、左右の視点画像に対応する撮像データが取得される。ここで、線順次駆動型のイメージセンサ $1 2$ では、ライン毎に受光期間に時間的なずれが生じるが、各撮像フレームにおいて、各光路の透過および遮断の切り替えを、 1 ライン目の露出開始から所定の期間遅延して行うことにより、左右の視点方向からの光線が混在しない視点画像が取得される。このようにして取得された視点画像では、画像面内における視差分布が不均一となる（中央部から上下端部に向かって視差が低減する）。画像処理部 $1 3$ が、前述のように画像面内の位置に応じて視差量を補正することにより、その不均一性を低減し、略均一化することができる。よって、自然な立体映像表示を実現し得る視点画像を取得可能となる。

【0063】

以下、上記実施の形態の視差量補正処理の変形例（変形例 $1 \sim 3$ ）および撮像装置の変形例（変形例 4 ）について説明する。尚、上記実施の形態と同様の構成要素については、同一の符号を付し適宜説明を省略する。

【0064】

<変形例 1 >

図 $1 9$ は、変形例 1 に係る画像処理部（画像処理部 $1 3 A$ ）の一構成例を表すものである。画像処理部 $1 3 A$ は、上記実施の形態における撮像レンズ $1 0 a, 1 0 b$ 、シャッター $1 1$ およびイメージセンサ $1 2$ を用いて取得された視点画像に対し、視差量補正処理を含む所定の画像処理を施すものである。この画像処理部 $1 3 A$ は、画像補正処理部 $1 3 0$ 、視差量補正部 $1 3 1 a$ 、画像補正処理部 $1 3 2$ および視差制御処理部 $1 3 3 a$ を有している。

【0065】

本変形例では、上記実施の形態の画像処理部 $1 3$ と異なり、ディスパリティマップ生成部 $1 3 3$ を有さず、視差量補正部 $1 3 1 a$ がディスパリティマップ（奥行き情報）を用いずに、画像面内の位置に応じて視差量補正を行う。具体的には、画像処理部 $1 3 A$ において、上記実施の形態と同様、イメージセンサ $1 2$ から入力された左視点画像データ $D 0 L$ 、右視点画像データ $D 0 R$ に基づく撮像画像に対し、まず画像補正処理部 $1 3 0$ が所定の補正処理を施し、処理後の画像データ $D 1$ を、視差量補正部 $1 3 1 a$ へ出力する。他方、視差制御処理部 $1 3 3 a$ では、例えば視点画像データ $D 0 L, D 0 R$ の輝度信号に対し、予め保持されたフィルタ係数を用いて微分処理を施した後に非線形変換を行うことにより、水平方向における画像シフト量（視差制御データ $D K$ ）を算出する。算出された視差制御データ $D K$ は、視差量補正部 $1 3 1 a$ に出力される。

【0066】

視差量補正部 $1 3 1 a$ は、画像データ $D 1$ に基づく左視点画像 $L 1$ 、右視点画像 $R 1$ に対し、視差制御データ $D K$ に対応する画像シフト量を加算する。この際、上記実施の形態と同様、画像面内の位置に応じた視差量補正を行う。例えば、左視点画像 $L 1$ 、右視点画像 $R 1$ が図 $1 5 (A)$ に示したような視差分布を有する場合には、上記画像シフト量を、例えば図 $1 5 (B)$ に示したような分布に基づいて強調させることにより、視差量を変更制御しつつ、画像面内での視差分布を略均一化する。視差量補正処理後の左視点画像 $L 2$ 、右視点画像 $R 2$ は、画像データ $D 2$ として画像補正処理部 $1 3 2$ へ出力された後、画像補正処理部 $1 3 2$ において所定の補正処理が施され、画像データ $D out$ として記録または

10

20

30

40

50

外部出力される。本変形例のように、視点画像における空間周波数に応じて視差量制御する手法を利用して、視差量補正を行うことも可能である。

【 0 0 6 7 】

但し、本変形例における視差量補正処理は、画像シフト方向が水平方向における1つの向きに限られており、即ち、表示面よりも奥側または手前側のいずれか一方の側にのみ、被写体像をシフトさせるようになっている。尚、水平方向のどちら側の向きにシフトさせるかは、上記視差制御処理部133aにおいて使用するフィルタ係数によって設定することができる。このため、本変形例では、ディスパリティマップを使用する上記実施の形態と異なり、被写体が奥側と手前側のどちらに表示されるものであるかに関わらず、奥側および手前側のどちらか一方の向きにのみ被写体像の表示位置をシフトさせる。例えば、上述した例で説明すると、奥側にある被写体Bと手前側にある被写体Cとの各表示位置が共に、奥側にずれるか、あるいは手前側にずれるように制御する。即ち、被写体B、Cのうちどちらか一方にとっては、その立体感を強調するものとなるが、他方にとってはその立体感を抑制するものとなる。

【 0 0 6 8 】

また、画像のシフト方向については、ユーザによって選択されてもよいし、自動的に選択されるものであってもよいが、次のようないわゆる額縁効果を考慮すると、表示画面よりも奥側にシフトさせつつ、視差量補正を行うことが望ましい。即ち、実際の立体表示の際には、これら左右の視点画像を所定の手法によりディスプレイ等に表示するが、この場合、表示される映像のうち上下端部付近における立体感は、ディスプレイの額縁の影響を受け易い。具体的には、図20に示したように、ディスプレイ200において映像表示を行う場合、観察者の眼には、表示された映像と共に額縁200aが映ることとなる。例えば、上述の例のように、表示画面上に人物A2が表示され、山B2が表示画面よりも奥まって、花C2は表示画面から飛び出すような立体表示を行った場合、例えば領域E2付近では、花C2に対する距離感と、額縁200aの下枠に対する距離感が相違し、これらが競合してしまうことがある。同様に、領域E1付近では、山B2に対する距離感と、額縁200aの上枠に対する距離感とが競合することがある。そのため、表示された映像が、額縁200aの枠表面と同一面（表示画面）上に引きずられて（立体感が押し戻されて）、違和感を生じることがある。このような額縁200aによる立体感への影響は、特に額縁200aよりも手前側（観察者側）に飛び出すような立体感で表示した画像（ここでは、領域E2における花C2）において、受け易い。従って、飛び出す立体感を抑制する（奥まった立体感を強調する）方向、即ち被写体像を奥側へシフトさせる方向に視差量制御を行うことが望ましい。

【 0 0 6 9 】

< 変形例 2 >

図21(A)、(B)は、変形例2に係るイメージセンサ(CMOS)の駆動タイミングおよびシャッターの開閉タイミングを模式的に表したものである。本変形例においても、上記実施の形態と同様、線順次駆動型のイメージセンサ12において、1ライン目の露出開始タイミングから所定の期間遅延してシャッター11の開閉を切り替えるようになっている。また、シャッター11における各領域の開期間がその領域に対応するフレーム（フレームLまたはフレームR）に1:1で対応しており、各領域の開期間と1フレーム期間とは略同一である。但し、本変形例では、イメージセンサ12において、1ライン毎の露出期間を短縮（フレーム期間 $f_r > 露出期間 T'$ ）する。このとき、フレーム期間 f_r の開始と同時に1ライン目の露出を開始し、露出期間 T' の経過時に信号読み出しを行う（信号読み出しのタイミングを所定の期間早め、露出開始タイミングは変更しない）。

【 0 0 7 0 】

イメージセンサ12における露出期間は、例えば電子シャッター機能等を利用して調整可能である。ここでは、フレーム期間 f_r （=シャッター11の開期間（閉期間））を8.3msとし、露出可能時間の60%程度まで露出期間を短縮する（露出期間 $T' = 8.3 \times 0.6 = 5ms$ ）。また、シャッター11の開閉切り替えは、上記実施の形態と同様

10

20

30

40

50

、1ライン目の露出開始タイミングから、例えばこの露出期間 T' の $1/2$ の期間(2.5ms)だけ遅延して行う。

【0071】

これにより、各フレーム L 、 R では、画面上部および下部においてシャッター11の領域 SL 、 SR の両方の通過光線が混在して受光されるが、中央付近においては主に所望の視点方向からの通過光線が受光される。また、本変形例では、上記実施の形態よりも、所望の視点方向の光線が取得される範囲(走査方向 S に沿った範囲)が広がる。

【0072】

具体的には、図22(A)に示したように、左視点画像 $L1$ では、左視点方向からの光線の受光量は画面中央付近において最も多く、画面上下端部に向かって徐々に減少する。一方、右視点方向からの光線は、画面中央付近では受光されず、画面上下端部付近においてのみ受光される。また、図22(B)に示したように、右視点画像 $R1$ では、右視点方向からの光線の受光量は画面中央付近において最も多く、画面上下端部に向かって徐々に減少する。一方、左視点方向からの光線は、画面中央付近では受光されず、画面上下端部付近においてのみ受光される。尚、図22(A)、(B)における色の濃淡は、各視点方向成分の偏りを表しており、色が濃い程、左視点方向(または右視点方向)からの光線の受光量の割合が多いことを表している。これにより、図22(C)に示したように、左視点画像 $L1$ および右視点画像 $R1$ 間における視差量は、画面中央から画面上下端部近傍まで広範囲にわたって大きくなり、画面上下端部近傍から上下端部に向かって低減するような視差分布となる。尚、ここでは、画面上下端部(最上部および最下部の各ライン)において左右の視点方向からの光線の受光量が $1/2$ ずつで等しくなるため、その視差量は0(ゼロ)となる。

【0073】

本変形例のように、視点画像の視差分布は上記実施の形態で説明したものに限定される訳ではない。画像面内において不均一な視差分布を有する視点画像に対し、その視差分布に応じて設定された補正量分布に基づいて、視差量補正を行えばよい。例えば、図23(A)に示したような視差分布を有する視点画像に対しては、図23(B)に示したような補正量分布に基づいて視差量補正処理を行うことにより、図23(C)に示したような均一な視差分布を有する視点画像を得ることができる。

【0074】

<変形例3>

上記実施の形態では、視差量制御動作の一例として視差量の拡大(強調)動作を例に挙げて説明したが、視差量補正の際に、視差量を縮小(抑制)するような変更制御を行うこともできる。即ち、例えば、上述の図15(A)に示したような視差分布の例で説明すると、画面上下端部における視差量を強調する一方で、画面中央部における視差量を抑制することにより、画面全体としての視差分布を略均一化してもよい。図24(A)、(B)に、視差量縮小処理を説明するための模式図を示す。このように、左視点画像 $L1$ 、右視点画像 $R1$ において、それらの被写体 B 、 C の各視差量が縮小するように、被写体 B 、 C の像の位置を水平方向(X 方向)に沿ってシフトさせる。

【0075】

具体的には、被写体 B については、左視点画像 $L1$ での位置 $B1_L$ から左視点画像 $L2$ における位置 $B2_L$ へ、 X 方向正(+)の向きにシフトさせる(破線矢印)。一方、右視点画像 $R1$ での位置 $B1_R$ から右視点画像 $R2$ における位置 $B2_R$ へ、 X 方向負(-)の向きにシフトさせる(実線矢印)。これにより、被写体 B についての視差量は、 $Wb1$ から $Wb3$ ($Wb1 > Wb3$)へ縮小することができる。他方、被写体 C についても同様にして視差量を縮小する。但し、被写体 C については、左視点画像 $L1$ での位置 $C1_L$ から左視点画像 $L2$ における位置 $C2_L$ へ、 X 方向負(-)の向きにシフトさせる(実線矢印)。一方、右視点画像 $R1$ での位置 $C1_R$ から右視点画像 $R2$ における位置 $C2_R$ へ、 X 方向正(+)の向きにシフトさせる(破線矢印)。

【0076】

10

20

30

40

50

このように、視差量補正処理に際し、視差量を拡大する方向に制御するだけでなく、視差量を縮小する方向に制御することも可能である。

【 0 0 7 7 】

< 変形例 4 >

[撮像装置 2 の全体構成]

図 2 5 は、変形例 4 に係る撮像装置（撮像装置 2）の全体構成を表したものである。撮像装置 2 は、上記実施の形態の撮像装置 1 と同様、被写体を左右の視点方向から撮影し、動画（または静止画）として、左右の視点画像を取得するものである。但し、本変形例の撮像装置 2 は、左右の各視点方向からの光線 L L , L R を取得するための光路毎に、撮像レンズ 1 0 a 1 , 1 0 b、および撮像レンズ 1 0 a 2 , 1 0 b を有する、いわゆる 2 眼式
10
カメラであり、光路毎にシャッター 1 1 a , 1 1 b を有している。但し、撮像レンズ 1 0 b は、各光路に共通の構成要素である。また、各光路に共通の構成要素として、上記実施の形態の撮像装置 1 と同様、イメージセンサ 1 2、画像処理部 1 3、レンズ駆動部 1 8、シャッター駆動部 1 9、イメージセンサ駆動部 1 6 および制御部 1 7 を備えている。

【 0 0 7 8 】

撮像レンズ 1 0 a 1 , 1 0 b は、左視点方向の光線 L L を、撮像レンズ 1 0 a 2 , 1 0 b は、右視点方向の光線 L R をそれぞれ取得するためのレンズ群である。撮像レンズ 1 0 a 1 , 1 0 b 間にはシャッター 1 1 a、撮像レンズ 1 0 a 2 , 1 0 b 間にはシャッター 1 1 b がそれぞれ配設されている。尚、シャッター 1 1 a , 1 1 b の配置は特に限定されるものではないが、理想的には撮像レンズ群の瞳面あるいは図示しない絞りの位置に配置されることが望ましい。
20

【 0 0 7 9 】

これらの撮像レンズ 1 0 a 1 , 1 0 b（撮像レンズ 1 0 a 2 , 1 0 b）は、全体として例えばズームレンズとして機能するものである。撮像レンズ 1 0 a 1 , 1 0 b（撮像レンズ 1 0 a 2 , 1 0 b）では、レンズ駆動部 1 4 によってレンズ間隔等が調整されることにより、焦点距離を可変となっている。また、各レンズ群はそれぞれ 1 または複数枚のレンズによって構成されている。そのような撮像レンズ 1 0 a 1 とシャッター 1 1 a との間にはミラー 1 1 0、撮像レンズ 1 0 a 2 とシャッター 1 1 b との間にはミラー 1 1 1、シャッター 1 1 a , 1 1 b 間にはミラー 1 1 2 がそれぞれ配置されている。これらのミラー 1 1 0 ~ 1 1 2 によって、光線 L L , L R はそれぞれ、シャッター 1 1 a , 1 1 b を通過した後、撮像レンズ 1 0 b へ入射するようになっている。
30

【 0 0 8 0 】

シャッター 1 1 a , 1 1 b は、左右の各光路における透過および遮断を切り替えるためのものであり、シャッター 1 1 a , 1 1 b 毎に開状態（透光状態）および閉状態（遮光状態）が切り替え制御されるようになっている。シャッター 1 1 a , 1 1 b としては、上記のような光路切り替えが可能なものであれば、機械式のシャッターであってもよいし、例えば液晶シャッターのような電気式のシャッターであってもよい。

【 0 0 8 1 】

レンズ駆動部 1 8 は、撮像レンズ 1 0 a 1 , 1 0 b（または撮像レンズ 1 0 a 2 , 1 0 b）における所定のレンズを光軸に沿ってシフトさせるアクチュエータである。
40

【 0 0 8 2 】

シャッター駆動部 1 9 は、シャッター 1 1 a , 1 1 b の開閉切り替え駆動を行うものである。具体的には、シャッター 1 1 a が開状態のときには、シャッター 1 1 b が閉状態となるように、シャッター 1 1 a が閉状態のときには、シャッター 1 1 b が開状態となるようにそれぞれ駆動する。また、動画として各視点画像を取得する際には、シャッター 1 1 a , 1 1 b 毎に開状態および閉状態が時分割で交互に入れ替わるようになっている。

【 0 0 8 3 】

[撮像装置 2 の作用、効果]

上記のような撮像装置 2 では、制御部 1 7 の制御に基づき、レンズ駆動部 1 8 が撮像レ
50

レンズ10a1, 10bを駆動すると共に、シャッター駆動部19がシャッター11aを開状態、シャッター11bを閉状態にそれぞれ切り替える。また、これらの各動作に同期して、イメージセンサ駆動部16がイメージセンサ12を受光駆動させる。これにより、左視点方向に対応する左光路に切り替えられ、イメージセンサ12では、被写体側からの入射光線のうち光線LLに基づく受光がなされ、左視点画像データD0Lが取得される。

【0084】

続いて、レンズ駆動部18が撮像レンズ10a2, 10bを駆動すると共に、シャッター駆動部19がシャッター11bを開状態、シャッター11aを閉状態にそれぞれ切り替える。また、これらの各動作に同期して、イメージセンサ駆動部16がイメージセンサ12を受光駆動させる。これにより、右視点方向に対応する右光路に切り替えられ、イメー 10
ジセンサ12では、被写体側からの入射光線のうち光線LRに基づく受光がなされ、右視点画像データD0Rが取得される。上記のような撮像レンズ10a1, 10a2およびシャッター11a, 11bの切り替え駆動を時分割で交互に行うことにより、左視点画像、右視点画像に対応する撮像データが時系列に沿って交互に取得され、それら左右の視点画像の組が順次画像処理部13へ入力される。

【0085】

このとき、上記実施の形態と同様、各撮像フレームにおいて、シャッター11a, 11bにおける各領域の開閉切り替えを、イメージセンサ12における1ライン目の露出開始から所定の期間遅延して行う。これにより、上記実施の形態と同様、例えば図14(C), 図15(A)に示したような視差分布を有する視点画像を生成可能となる。 20

【0086】

そして、画像処理部13が、上記のようにして取得された左視点画像データD0L, 右視点画像データD0Rに基づく撮像画像に対し、上記実施の形態で説明したような視差量補正処理を含む所定の画像処理を施し、例えば立体視用の左右の視点画像を生成する。生成された視点画像は画像処理部13内に記録されるか、あるいは外部へ出力される。

【0087】

上述のように、本発明は、撮像レンズを左右の光路毎に配置してなる2眼式カメラにも適用可能である。

【0088】

以上、実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態等に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態等では、視差量補正処理における視差制御手法として、ステレオマッチングによるディスパリティマップを用いた手法、または空間周波数に応じて画像シフトする手法を例に挙げて説明したが、本発明の視差量補正処理は、上述した視差制御手法以外の手法を用いることによっても実現可能である。 30

【0089】

また、上記実施の形態等では、左右2つの光路を切り替えて左右2つの視点画像に対して所定の画像処理を施す場合を例に挙げて説明したが、視点方向は左右(水平方向)に限らず上下(垂直方向)であってもよい。

【0090】

更に、光路を3つ以上に切り替え可能とし、3つ以上の多視点画像が取得されるようにしてもよい。この場合、例えば、上記実施の形態における撮像装置1のように、シャッターを複数の領域に分割してもよいし、あるいは上記変形例4における撮像装置2のように、複数のシャッターを光路毎に設けてもよい。 40

【0091】

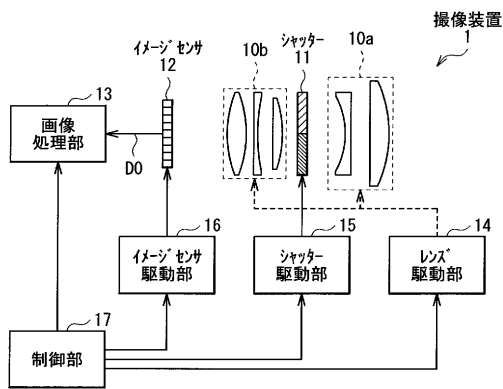
加えて、上記実施の形態等では、不均一な視差分布を有する視点画像として、CMOSセンサを用いた撮像装置により、シャッターの開閉タイミングを、露出期間の1/2の期間遅延させて撮影した画像を使用した。シャッターの開閉タイミングは必ずしもこれに限定されない。補正対象となる視点画像が、その画像面内において不均一な視差分布を有していれば、本発明の目的を達成することができる。 50

【符号の説明】

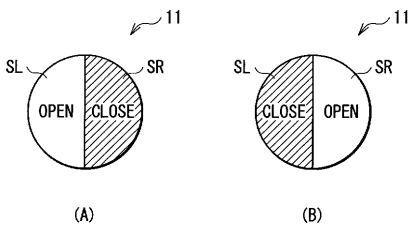
【0092】

1, 2 ... 撮像装置、10a, 10a1, 10a2, 10b ... 撮像レンズ、11, 11a, 11b ... シャッター、12 ... イメージセンサ、13, 13A ... 画像処理部、14, 18 ... レンズ駆動部、15, 19 ... シャッター駆動部、16 ... イメージセンサ駆動部、17 ... 制御部、130, 132 ... 画像補正処理部、131, 131a ... 視差量補正部、133 ... ディスパリティマップ生成部、133a ... 視差制御処理部、L1 ... 左視点画像、R1 ... 右視点画像。

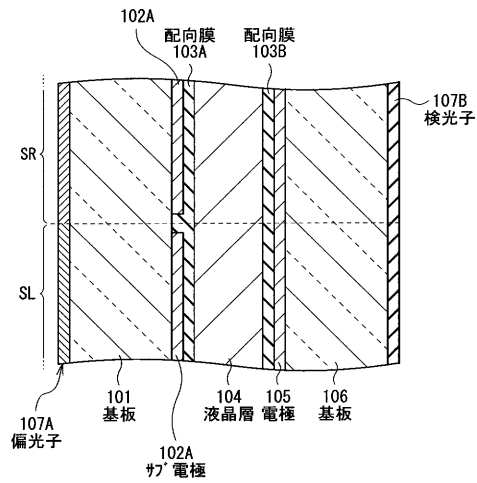
【図1】



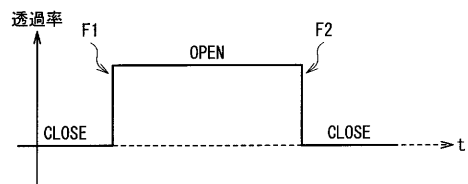
【図2】



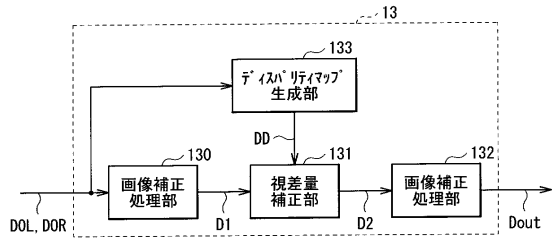
【図3】



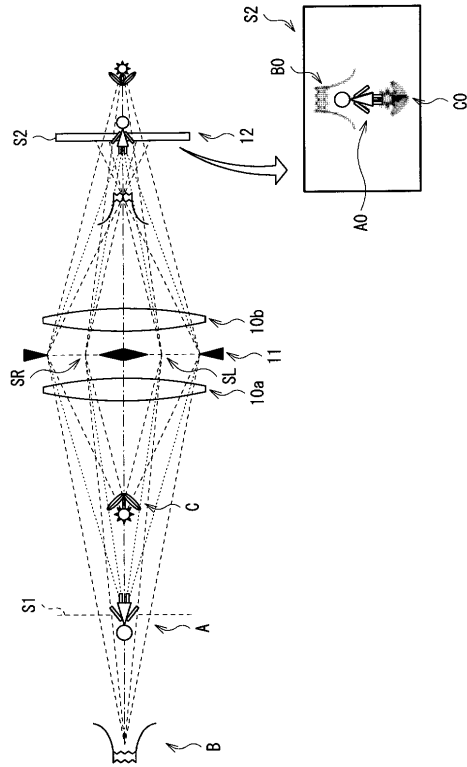
【図4】



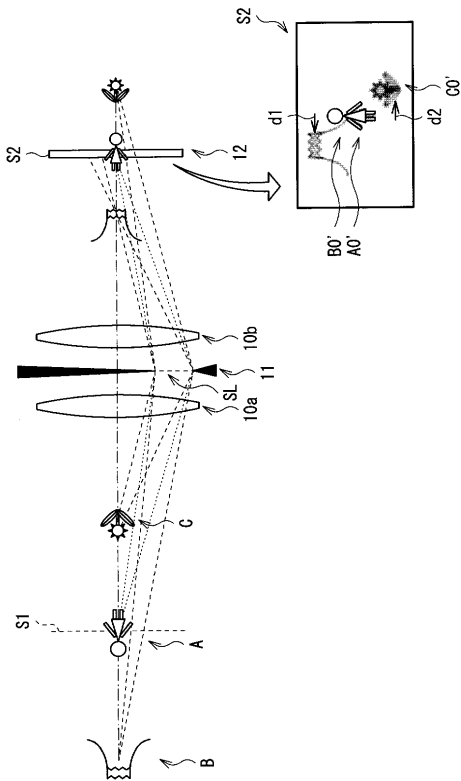
【図5】



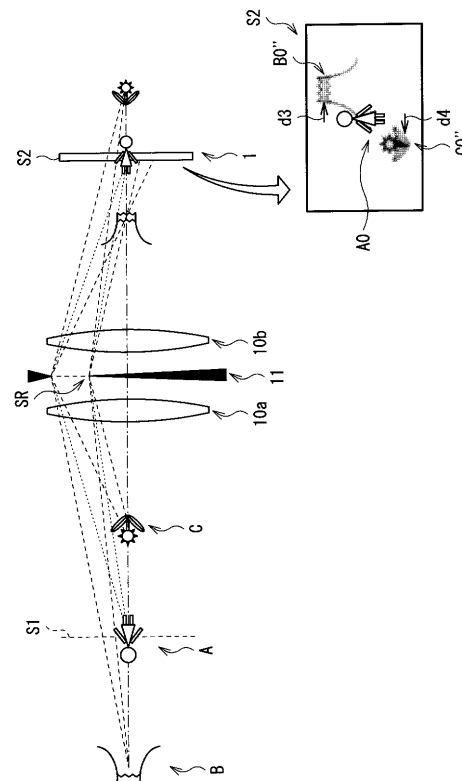
【図6】



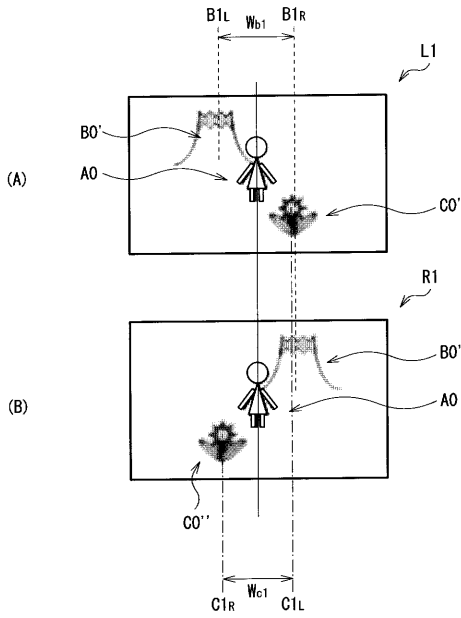
【図7】



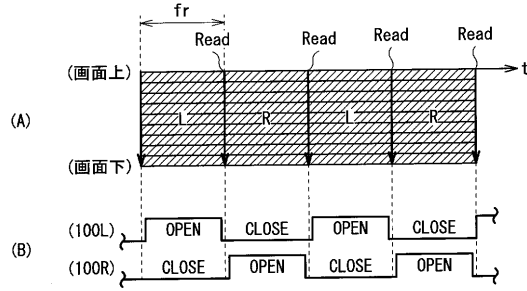
【図8】



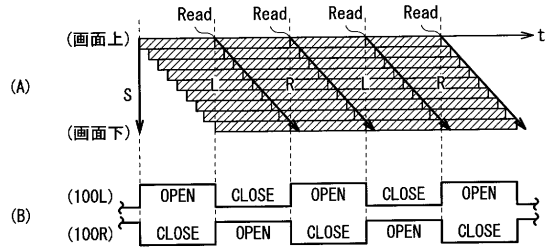
【図9】



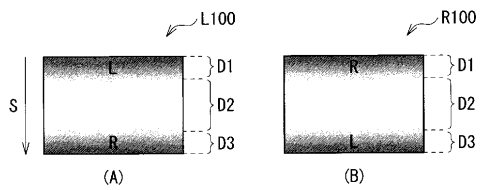
【図10】



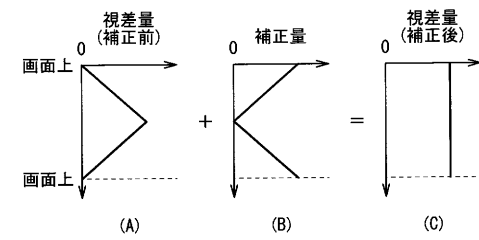
【図11】



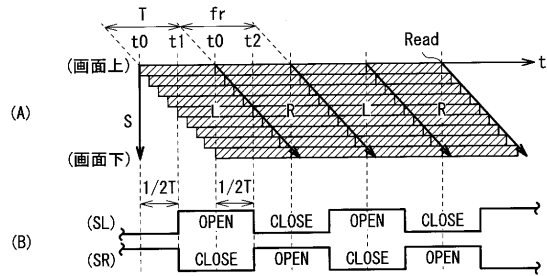
【図12】



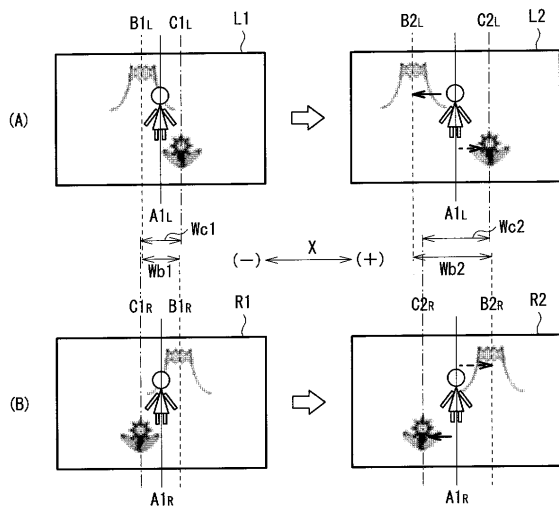
【図15】



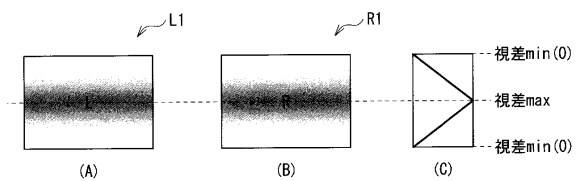
【図13】



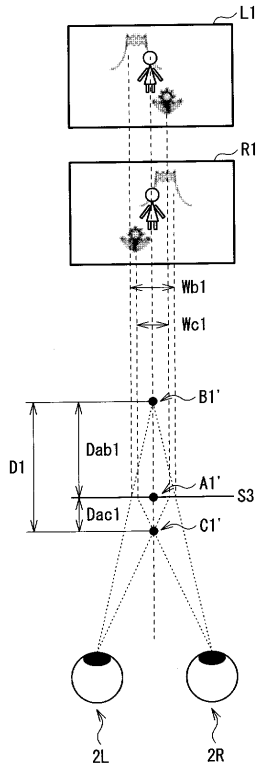
【図16】



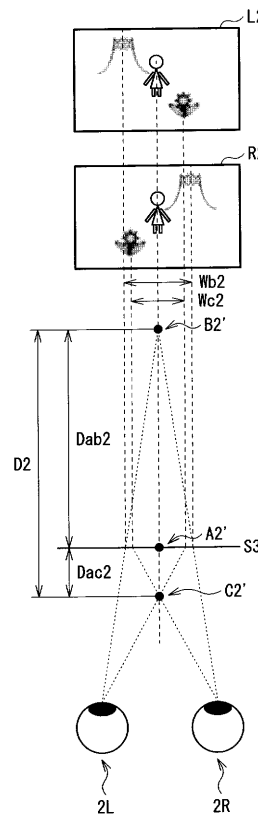
【図14】



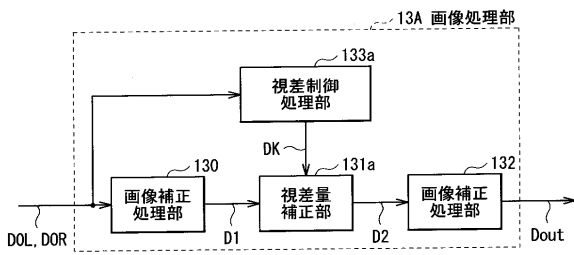
【図17】



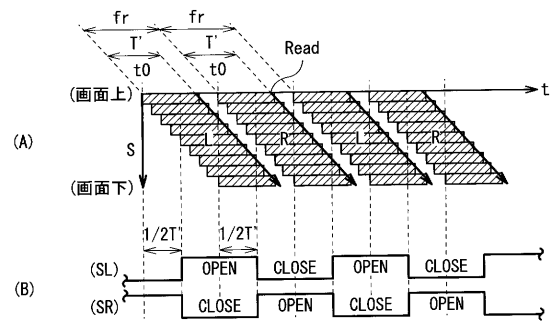
【図18】



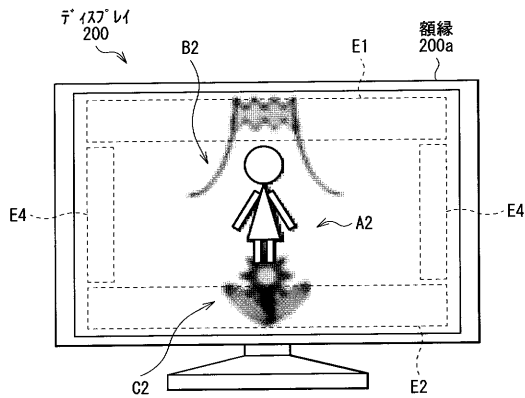
【図19】



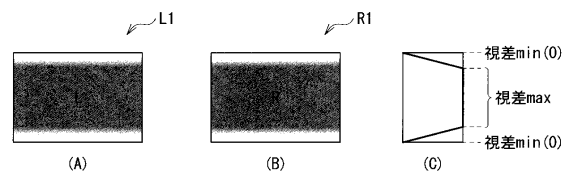
【図21】



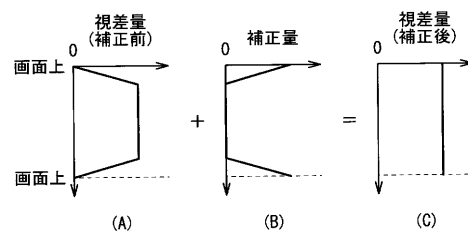
【図20】



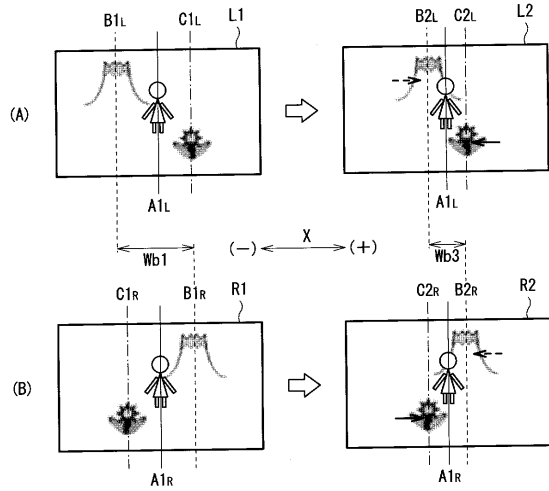
【図22】



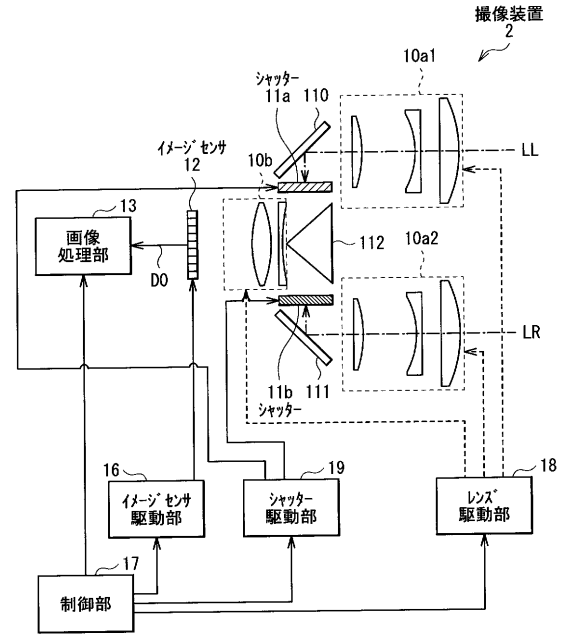
【図23】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

審査官 益戸 宏

- (56)参考文献 特開2002-027499(JP,A)
特開2007-143118(JP,A)
特開2004-295859(JP,A)
特開2005-033696(JP,A)
特開2004-007395(JP,A)
特開2011-191556(JP,A)
特開2012-015863(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 13/00 - 15/00
H04N 5/225
G03B 35/00