

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-231192

(P2010-231192A)

(43) 公開日 平成22年10月14日(2010.10.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO3B 35/08 (2006.01)	GO3B 35/08	2H002
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 Z	2H054
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232 H	2H059
GO3B 19/07 (2006.01)	GO3B 19/07	5C122
GO3B 7/00 (2006.01)	GO3B 7/00 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-40377 (P2010-40377)
 (22) 出願日 平成22年2月25日 (2010.2.25)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-53419 (P2009-53419)
 (32) 優先日 平成21年3月6日 (2009.3.6)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (74) 代理人 100078189
 弁理士 渡辺 隆男
 (72) 発明者 桑田 知由己
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内
 Fターム(参考) 2H002 GA19 GA20
 2H054 BB07
 2H059 AA07 AA12
 5C122 DA04 FA04 FB03 FB05 FC04
 FD01 FD06 FH07 FH22 HA86
 HA88

(54) 【発明の名称】 ステレオ撮像装置

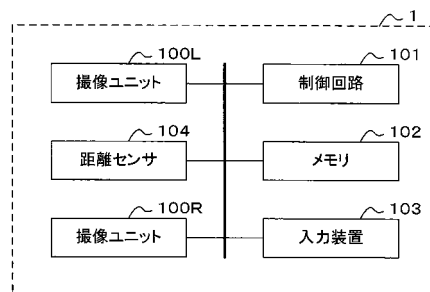
(57) 【要約】

【課題】被写界深度が深いステレオ画像を、被写体からの光量を減らすことなく作成することが可能なステレオ撮像装置を提供する。

【解決手段】パンフォーカス処理回路18Rは、演算処理回路15Rから、少しずつ位置をずらした多数の像面の合成画像データを取得する。そして、これら複数の合成画像データのそれぞれについて、注目画素とその近傍の画素との輝度値の差を演算し、合成画像データに含まれる各画素のコントラストを算出する。そして、複数の合成画像データ間で同じ位置に存在する各画素のコントラストを比較し、コントラストが最大になる画素を取り出すことで、パンフォーカス画像データを作成する。制御回路101は2つのパンフォーカス画像データに基づき、視差を有する一対の画像データを作成する。

【選択図】 図1

【図1】



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体の画像信号を出力する少なくとも 2 つの撮像ユニットと、
前記 2 つの撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成する第 1 の画像作成手段と、
を有するステレオ撮像装置であって、

前記 2 つの撮像ユニットのうち少なくとも 1 つは、結像光学系と、前記結像光学系の所定の結像面近傍に二次元状に配置された複数の正レンズと、前記複数の正レンズの各々の後側に二次元状に配置され、前記結像光学系の射出瞳の異なる領域からの光束をそれぞれ受光する光電変換機能を有する複数の画素を含む撮像素子と、前記撮像素子の出力に基づきパンフォーカスな画像信号を出力できる出力手段と、を有するパンフォーカス撮像ユニットであることを特徴とするステレオ撮像装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のステレオ撮像装置において、

前記 2 つの撮像ユニットはいずれも前記パンフォーカス撮像ユニットであることを特徴とするステレオ撮像装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のステレオ撮像装置において、

被写体までの距離を検出する測距手段と、

前記パンフォーカス撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成する第 2 の画像作成手段と、
を更に有し、

20

前記測距手段が検出した距離が所定値以上の場合には前記第 1 の画像作成手段により視差を有する一对の画像を作成し、前記測距手段が検出した距離が所定値未満の場合には前記第 2 の画像作成手段により視差を有する一对の画像を作成することを特徴とするステレオ撮像装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のステレオ撮像装置において、

被写体と前記ステレオ撮像装置との間の距離を検出する測距手段と、

前記 2 つの画像合成可能な撮像ユニットのうち、いずれか一方が出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成する第 3 の画像作成手段と、
を更に有し、

30

前記測距手段が検出した距離が所定値以上の場合と所定値未満の場合とで、前記第 1 の画像作成手段と前記第 3 の画像作成手段とを切り替えて動作することを特徴とするステレオ撮像装置。

【請求項 5】

請求項 1 または 3 に記載のステレオ撮像装置において、

前記 2 つの撮像ユニットの一方は前記パンフォーカス撮像ユニットであり、他方は、第 2 結像光学系と、前記第 2 結像光学系の所定の結像面近傍に二次元状に配置された光電変換機能を有する複数の画素を含む第 2 撮像素子と、前記第 2 撮像素子の出力に基づき前記パンフォーカス撮像ユニットが出力する画像信号よりも画素数の多い画像信号を出力する第 2 出力手段と、を有する標準撮像ユニットであり、

40

前記パンフォーカス撮像ユニットから出力された画像信号に所定の拡大処理を施し、前記標準撮像ユニットから出力された画像信号と画素数を同一にする拡大手段と、

前記拡大手段により前記拡大処理が施された画像信号に対して所定のぼかし処理を施すぼかし手段とを更に有し、

前記第 1 の画像作成手段は、前記ぼかし手段によりぼかし処理が施された画像信号と、前記標準撮像ユニットが出力した画像信号とに基づいて、視差を有する一对の画像であって前記パンフォーカス撮像ユニットが出力した画像信号よりも画素数の多い一对の画像を作成することを特徴とするステレオ撮像装置。

50

【請求項 6】

被写体の画像信号を出力する少なくとも 2 つの撮像ユニットと、

前記被写体までの距離を検出する測距手段と、

前記 2 つの撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成する第 1 の画像作成手段と、

前記 2 つの撮像ユニットのうちいずれか一方の撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成する第 2 の画像作成手段と、

を有するステレオ撮像装置であって、

前記 2 つの撮像ユニットのうち少なくとも 1 つは、結像光学系と、前記結像光学系の所定の結像面近傍に二次元状に配置された複数の正レンズと、前記複数の正レンズの各々の後側に二次元状に配置され、前記結像光学系の射出瞳の異なる領域からの光束をそれぞれ受光する光電変換機能を有する複数の画素を含み、前記複数の画素の出力を画像信号として出力する撮像素子とを有する撮像ユニットであり、

前記第 2 の画像作成手段は、前記合成撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成し、

前記測距手段が検出した距離が所定値以上の場合には前記第 1 の画像作成手段により視差を有する一对の画像を作成し、前記測距手段が検出した距離が所定値未満の場合には前記第 2 の画像作成手段により視差を有する一对の画像を作成することを特徴とするステレオ撮像装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ステレオ撮像装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

2 つの撮像光学系を用いて、右目用の画像と、左目用の画像と、から成るステレオ画像を撮像するステレオ撮像装置が知られている（例えば、特許文献 1）。このようなステレオ撮像装置は、2 つの撮像光学系を所定の間隔で配置することにより、同一の被写体を撮像して得られる 2 つの画像に視差を生じさせる。

【0003】

ステレオ画像は被写界深度が深いことが望ましい。これは、遠近いずれの被写体とも鮮鋭であった方が、そうでない場合よりも立体感をはっきりと感じられる事が多いためである。例えば、撮像光学系の絞り径を小さくすることにより、ステレオ画像の被写界深度を深くすることが可能である。

【0004】

他方、特許文献 2 には、任意の像面における像の画像データを合成する撮像装置が記載されている。この撮像装置は、マイクロレンズアレイを構成する各々のマイクロレンズの後方に配置された画素配列から、所定の光電変換素子の出力を取り出すことにより、任意の撮影距離に位置する被写体に焦点が合った画像データを合成する機能を有する。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開平 8 - 47001 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 4471 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

ステレオ画像の被写界深度を深くするために撮像光学系の絞り径を小さくした場合、被写体からの光量が少なくなり、画像のノイズが増加してしまうという問題があった。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

請求項 1 に係る発明は、被写体の画像信号を出力する少なくとも 2 つの撮像ユニットと、前記 2 つの撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成する第 1 の画像作成手段と、を有するステレオ撮像装置であって、前記 2 つの撮像ユニットのうち少なくとも 1 つは、結像光学系と、前記結像光学系の所定の結像面近傍に二次元状に配置された複数の正レンズと、前記複数の正レンズの各々の後側に二次元状に配置され、前記結像光学系の射出瞳の異なる領域からの光束をそれぞれ受光する光電変換機能を有する複数の画素を含む撮像素子と、前記撮像素子の出力に基づきパンフォーカスな画像信号を出力できる出力手段と、を有するパンフォーカス撮像ユニットであることを特徴とするステレオ撮像装置である。

10

請求項 6 に係る発明は、被写体の画像信号を出力する少なくとも 2 つの撮像ユニットと、被写体までの距離を検出する測距手段と、2 つの撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成する第 1 の画像作成手段と、2 つの撮像ユニットのうちいずれか一方の撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成する第 2 の画像作成手段と、を有するステレオ撮像装置であって、2 つの撮像ユニットのうち少なくとも 1 つは、結像光学系と、結像光学系の所定の結像面近傍に二次元状に配置された複数の正レンズと、複数の正レンズの各々の後側に二次元状に配置され、結像光学系の射出瞳の異なる領域からの光束をそれぞれ受光する光電変換機能を有する複数の画素を含み、複数の画素の出力を画像信号として出力する撮像素子とを有する撮像ユニットであり、第 2 の画像作成手段は、合成撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、視差を有する一对の画像を作成し、測距手段が検出した距離が所定値以上の場合には第 1 の画像作成手段により視差を有する一对の画像を作成し、測距手段が検出した距離が所定値未満の場合には第 2 の画像作成手段により視差を有する一对の画像を作成することを特徴とするステレオ撮像装置である。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、パンフォーカス撮像ユニットを用いてステレオ画像を得ることができ

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

30

【 図 1 】 第 1 の実施の形態によるステレオ撮像装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 撮像ユニット 1 0 0 L , 1 0 0 R の構成を示す図である。

【 図 3 】 演算処理回路 1 5 L の画像合成機能の一例を示す図である。

【 図 4 】 像面 Z 1 の合成画像データと像面 Z 2 の合成画像データを示す図である。

【 図 5 】 パンフォーカスな画像データを作成する過程を示す図である。

【 図 6 】 撮像ユニット 1 0 0 L のみを用いてステレオ画像データを作成する原理を示す図である。

【 図 7 】 画素配列 1 3 0 と、制御回路 1 0 1 により作成される一对の画像データ 1 2 4 R , 1 2 4 L との関係を示す図である。

【 図 8 】 光電変換素子の出力から画像データの画素値を演算する処理を示す図である。

40

【 図 9 】 2 つの撮像ユニットを用いてレンチキュラー式立体画像を得る処理を示す図である。

【 図 1 0 】 1 つの撮像ユニットを用いてレンチキュラー式立体画像を得る処理を示す図である。

【 図 1 1 】 第 3 の実施の形態によるステレオ撮像装置の構成を示す図である。

【 図 1 2 】 撮像ユニット 1 0 0 L , 2 0 0 R の構成を示す図である。

【 図 1 3 】 輻輳角の調整機能の概要を説明する図である。

【 図 1 4 】 図 1 3 におけるマイクロレンズアレイ 1 2 L および撮像素子 1 3 L の拡大図である。

【 図 1 5 】 輻輳角の変化を示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0010】

第1の実施の形態

図1は、第1の実施の形態によるステレオ撮像装置の構成を示す図である。ステレオ撮像装置1は、撮像ユニット100L, 100R, 制御回路101, メモリ102, 入力装置103, 距離センサ104を備える。

【0011】

撮像ユニット100L, 100Rは共に、撮影光学系を所定の撮影距離に位置する被写体に焦点調節した状態での一度の撮影で、至近距離から無限遠までの全ての被写体にピントが合った画像データを作成することが可能な撮像ユニットである(以下、このような撮像ユニットを合成撮像ユニットと呼ぶ)。この画像データは、奥行きのある被写体の近景から遠景まで焦点のあった画像データであるので、パンフォーカス画像データと呼ぶ。制御回路101は撮像ユニット100L, 100Rがそれぞれ作成したパンフォーカス画像データに基づき、視差を有する一对の画像データを作成する。以下の説明では、この一对の画像データをステレオ画像データと呼称する。制御回路101は、入力装置103を介してユーザから入力された指示に従って上記のステレオ画像データを作成し、メモリ102に記憶する。距離センサ104は、被写体までの距離を測定した結果を制御回路101へ出力する。

10

【0012】

図2は、撮像ユニット100L, 100Rの構成を示す図である。撮像ユニット100Lは、撮影レンズ11L, 多数のマイクロレンズMLが二次元状に配列されたマイクロレンズアレイ12L, 撮像素子13L, 駆動回路14L, 演算処理回路15L, メモリ16L, 制御回路17L, パンフォーカス処理回路18L, 出力回路19Lを備える。

20

【0013】

撮像素子13Lは、マイクロレンズアレイ12Lを構成する各マイクロレンズMLの焦点面近傍に配置される。撮像素子13Lは、撮影レンズ11Lの射出瞳とほぼ共役になっている。なお、これらの位置関係は正確である必要はなく、撮像素子13Lの出力の演算過程において補正を行うことが可能である。撮影レンズ11Lの焦点面近傍に入射した結像光束は、撮像素子13Lにおいて電気信号に変換される。この撮像素子13Lは駆動回路14Lによって駆動され、撮像素子13Lが出力する画像信号は、この駆動回路14Lを介して演算処理回路15Lに取り込まれるか、あるいは出力回路19Lへ出力される。演算処理回路15Lは、上記の画像信号に基づき合成画像データを合成する。合成画像データはパンフォーカス処理回路18Lへ出力される。

30

【0014】

パンフォーカス処理回路18Lは、演算処理回路15Lが出力した合成画像データに基づいて、パンフォーカス画像データを作成する。作成されたパンフォーカス画像データは、メモリ16Lに格納される。出力回路19Lは、メモリ16Lに格納されているパンフォーカス画像データや駆動回路14Lが出力する画像信号を、撮像ユニット100Lの外部へ画像信号として出力する。駆動回路14L, 演算処理回路15L, メモリ16L, パンフォーカス処理回路18L, 出力回路19Lは、すべて制御回路17Lによって制御される。制御回路17Lは、撮像ユニット100Lの外部から入力される制御信号に従って各回路の制御を行う。

40

【0015】

マイクロレンズアレイ12Lは、二次元状に配列された複数のマイクロレンズMLにより構成される。撮像素子13Lには、上記の各マイクロレンズMLを通過した光を受光する画素配列130が、マイクロレンズMLに対応した配置パターンで配置されている。各々の画素配列130は、二次元状に配列された複数の光電変換素子により構成される。

【0016】

なお、撮像ユニット100Rの構成は、上述した撮像ユニット100Lと同一のため説明を省略する。また、演算処理回路15L, 15Rが任意の面に形成された像の画像デー

50

タを合成する原理については、特許文献 2 に記載された内容と同一であるため説明を省略する。

【0017】

撮像ユニット 100L, 100R は、撮影レンズ 11L, 11R の間隔が約 65mm となるように設置される。これは、人間の平均的な目の間隔とほぼ同じ長さである。

【0018】

次に、パンフォーカス処理回路 18L, 18R の処理内容を説明する。パンフォーカス処理回路 18L, 18R は、演算処理回路 15L, 15R が合成した合成画像データを利用して、パンフォーカス画像データを作成する。以下、パンフォーカス処理回路 18L により実行される、パンフォーカス画像データの作成処理について説明する。

10

【0019】

図 3 は、演算処理回路 15L の画像合成機能の一例を示す図である。図 3 は、撮像ユニット 100L により、光軸 Z 上の異なる位置に存在する小さな三角形の被写体 111 と、大きな四角形の被写体 112 とを撮像する様子を表している。以降の説明では、位置 Zp1 にある被写体 111 の被写体像が結像する像面を Z1、位置 Zp2 にある被写体 112 の被写体像が結像する像面を Z2 という。

【0020】

演算処理回路 15R は特許文献 2 に記載された原理により、一度の撮像で得られた画像信号に基づいて、任意の像面の画像データを合成することができる。パンフォーカス処理回路 18R は、演算処理回路 15R から、少しずつ位置をずらした多数の像面の合成画像データを取得する。すなわち、至近距離から無限遠までの間に位置するどの被写体についても、その被写体にピントが合っている合成画像データが存在することになる。なお今回は説明を簡単にするため、被写体 111 の被写体像が結像する像面 Z1 の合成画像データと、被写体 112 の被写体像が結像する像面 Z2 の合成画像データと、のみを取得したものとす。

20

【0021】

図 4 は、像面 Z1 の合成画像データと像面 Z2 の合成画像データを示す図である。図 4 (a) に示す合成画像データ 121 が像面 Z1 に、図 4 (b) に示す合成画像データ 122 が像面 Z2 にそれぞれ対応する。図 4 において、実線で描画された被写体の輪郭は、その被写体にピントが合っていることを表す。同様に、破線で描画された被写体の輪郭は、その被写体にピントが合っておらず、被写体像がボケ像となっていることを表す。

30

【0022】

図 5 は、パンフォーカス画像データを作成する過程を示す図である。パンフォーカス処理回路 18L は、演算処理回路 15L から取得した複数の合成画像データのそれぞれについて、合成画像データに含まれる各画素のコントラストを算出する。コントラストは、注目画素とその近傍の画素との輝度値の差を演算することにより算出される。図 5 では、像面 Z1 の合成画像データ 121 について、画素 P1 のコントラストは C1 である。同様に、像面 Z2 の画像データ 122 について、画素 P1 と同じ位置に存在する画素 P2 のコントラストは C2 である。

40

【0023】

制御回路 18L は、全ての合成画像データの各画素についてコントラストを算出した後、各合成画像データ間で、同じ位置に存在する各画素のコントラストを比較する。そして、これらの画素のうち、コントラストが最大になる画素を取り出す。例えば図 5 において、像面 Z1 では被写体 112 にピントが合っていないので、被写体 112 の輪郭を構成する画素 P1 のコントラスト C1 は、被写体 112 にピントが合っている像面 Z2 における同一位置の画素 P2 のコントラスト C2 よりも小さくなる。従って、パンフォーカス処理回路 18L は、画素 P1 ではなく画素 P2 を取り出す。

【0024】

パンフォーカス処理回路 18L は上述の処理により取り出された画素を集めることで、パンフォーカス画像データを作成する。例えば図 5 では、上述の処理により作成されたパ

50

ンフォーカス画像データ123は、像面Z1に被写体像が結像する被写体と、像面Z2に被写体像が結像する被写体とのどちらにもピントが合っている、被写界深度が深い画像データとなる。少しずつ位置が異なる多数の像面の画像データに対してこの処理を行えば、至近距離に位置する被写体から、無限遠に位置する被写体まで、全ての被写体にピントが合ったパンフォーカス画像データが得られる。なお、パンフォーカス処理回路18Rも以上の説明と同様の処理を行う。

【0025】

次に、図1に示した制御回路101が実行する処理について説明する。制御回路101は、距離センサ104が出力する被写体までの距離を表す距離信号に基づき、被写体が至近距離に位置する場合とそれ以外の場合とで実行する処理を切り替える。以下、まず被写体

10

【0026】

被写体が至近距離付近よりも遠方に位置する場合、制御回路101は、撮像ユニット100L, 100Rへ、パンフォーカス画像データを作成する指示を出力する。その結果、撮像ユニット100L, 100Rのそれぞれから、パンフォーカス画像データが画像信号として出力される。制御回路101はこれら2つの撮像ユニットが出力した画像信号に基づいて、2つのパンフォーカス画像データを作成する。そして、この一対のパンフォーカス画像データをステレオ画像データとしてメモリ102に記憶する。

20

【0027】

次に、被写体が至近距離付近に位置する場合に制御回路101が実行する処理を説明する。被写体が至近距離に位置する場合、撮像ユニット100Lと撮像ユニット100Rとで被写体の撮像範囲が著しく異なる。その結果、ステレオ画像の観察者がステレオ画像から被写体を立体像として認識し難くなったり、被写体が一方の撮像ユニットにしか写らなくなったりする。そこで制御回路101は、距離センサ104が出力する被写体までの距離が所定の長さに満たない場合、以下で説明するように、撮像ユニット100Lのみを用いてステレオ画像データを作成する。

【0028】

図6は、撮像ユニット100Lのみを用いてステレオ画像データを作成する原理を示す図である。図6には、撮像ユニット100Lを上方から見た様子が記載されている。なお、画素配列130は実際には二次元状になっているが、ここでは説明を簡単にするため上下方向の配列のみを考える。

30

【0029】

図6において、光電変換素子a1に対応するマイクロレンズMLによる、撮影レンズ11Lの瞳面への投影像が占める領域が、撮影レンズ11Lの瞳上の部分領域A1である。この投影像は実際にはボケ像となるが、ボケ像であっても近似的にはボケのない場合と同様のことが成り立つため、以下の説明ではボケを無視して説明する。部分領域A1と同様に、部分領域A2, A3, ...は、光電変換素子a2, a3, ...に対応する。撮影レンズ11Lの瞳上の部分領域A1, A2, A3, ...を透過した光束はそれぞれ、マイクロレンズを透過して光電変換素子a1, a2, a3, ...に入射する。部分領域E1, E2, E3, ...についても同様に、光電変換素子e1, e2, e3, ...に対応する。

40

【0030】

制御回路101は、光電変換素子a1, a2, a3, ...の出力に基づいて右目用の画像データを作成し、同様に光電変換素子e1, e2, e3, ...の出力に基づいて、左目用の画像データを作成する。これらの画像データの作成方法については後に詳述する。これらの光電変換素子の出力は、駆動回路14Lと出力回路19Lとを介して制御回路101へ出力される。これら2つの画像データは、撮影レンズ11Lの左右で被写体像を瞳分割した画像データとなる。すなわち、これら2つの画像データは、領域A1とE1との間隔Lを基線長とした視差を有する一対の画像データである。

【0031】

50

部分領域 A 1 , E 1 は撮影レンズ 1 1 L の瞳内に収まっているため、基線長 L は人間の平均的な目の間隔に比べて短くなる。基線長が短いと、ステレオ画像データを鑑賞する際に得られる遠近感が小さくなってしまふ。しかしながら、被写体が至近距離にある場合、一对の画像データに人間の平均的な目の間隔の視差を持たせると、左右の画像の差が大きくなりすぎて立体像として認識しづらくなってしまふ。また、立体像として認識できた場合であっても遠近感が過剰に感じられる場合が多い。従って、基線長 L が人間の平均的な目の間隔に比べて短いことは、至近距離に位置する被写体のステレオ画像データを作成するにあたって都合がよい。

【 0 0 3 2 】

図 7 および図 8 を用いて、至近距離の被写体を撮影した場合の画像データの作成方法について詳述する。図 7 は、画素配列 1 3 0 と、制御回路 1 0 1 により作成される一对の画像データ 1 2 4 R , 1 2 4 L との関係を示す図である。制御回路 1 0 1 は、各々の画素配列 1 3 0 について、画素配列中の右端に位置する光電変換素子 e 1 , e 2 , e 3 , ... の出力を左目用画像データ 1 2 4 L の画素 1 つ 1 つに対応させる。同様に、画素配列中の左端に位置する光電変換素子 a 1 , a 2 , a 3 , ... の出力を右目用画像データ 1 2 4 R の画素 1 つ 1 つに対応させる。

10

【 0 0 3 3 】

図 8 は、光電変換素子の出力に基づき画像データの画素値を演算する処理を示す図である。本実施形態では、二次元状に光電変換素子が配列された画素配列 1 3 0 において、図中に斜線で示した最右列中央 3 つの光電変換素子 a 1 の出力に基づいた演算を行い、左目用画像データ 1 2 4 L の 1 画素の輝度値を算出する。具体的には、これら 3 つの光電変換素子の出力値を加算し、図中に示した画素 L 1 の輝度値とする。a 2 , a 3 , ... , e 1 , e 2 , e 3 , ... についても同様である。

20

【 0 0 3 4 】

画素配列と画像データにおける 1 画素との対応関係は、撮像素子 1 3 R 上における画素配列の位置に基づいている。図 8 では、左目用画像データ 1 2 4 L の全画素のうち、左から 3 つ目、上から 3 つ目の画素の輝度値を、左から 3 列目、上から 3 行目に位置する画素配列の光電変換素子 a 1 の出力から演算している。

【 0 0 3 5 】

上述した第 1 の実施の形態によるステレオ撮像装置によれば、次の作用効果が得られる。

30

(1) 制御回路 1 0 1 は、パンフォーカス処理回路 1 8 L , 1 8 R が出力するパンフォーカス画像データに基づいて、視差を有する一对のパンフォーカス画像データを作成する。これにより、通常の撮像により得られるステレオ画像データに比べて、広い範囲の距離に存在する被写体が全て鮮明に写っている、よりステレオ画像として望ましい状態のステレオ画像データが得られる。

【 0 0 3 6 】

(2) 制御回路 1 0 1 は、距離センサ 1 0 4 が検出した被写体までの距離が所定値未満であった場合に、撮像ユニット 1 0 0 L が出力する画像データのみに基づいて、視差を有する一对の画像データを作成する。これにより、至近距離に位置する被写体からも、十分な立体効果を得ることができる。

40

【 0 0 3 7 】

(3) パンフォーカス処理回路 1 8 L , 1 8 R は、パンフォーカスな画像データを、少しずつ位置をずらした多数の像面に焦点が合った画像データに基づいて作成する。これにより、レンズの絞り径を小さくする方法に比べて、ノイズの少ないパンフォーカスな画像データを得ることができる。

【 0 0 3 8 】

以上の説明では、右目用の画像と左目用の画像とから成るステレオ画像について述べてきた。このようなステレオ画像は、公知の各種方法により鑑賞することができる。他方、レンチキュラー式立体画像として、左右二視点の画像だけではなく 3 つ以上の視点の画像

50

を用いて立体効果を得る方式が知られている。以下に詳述する第2の実施形態では、このような方式のための多数視点画像を作成することができる。

【0039】

第2の実施の形態

図9は、2つの撮像ユニットを用いてレンチキュラー式立体画像を得る処理を示す図である。図9に示すように、各々の画素配列130から出力を取り出す光電変換素子の相対位置を変えることにより、被写体を異なる視点から撮像した場合と同様の画像データ221R~230Lを得ることができる。図9では、この方法により撮像ユニット1つあたり5つの異なる視点に対応する画像データを取得している。これは、10台のカメラを並べて被写体を撮像する場合に相当する。このようにして得られた10個の画像データ221R~230Lを公知の方法により縦のストライプ状に配列することにより、レンチキュラー式立体画像を作成することができる。

10

【0040】

なお上記の処理により得られた10個の画像データ221R~230Lは視差が一定にならない。具体的には、画像データ225Rと画像データ226Lとの間の視差だけが、その他の画像データ間の視差に比べて大きくなる。しかしながら、画像データ226L~230Lのいずれかを左目で、画像データ221R~225Rのいずれかを右目で見られる位置にレンチキュラー式立体画像の鑑賞者がいるのであれば、通常のレンチキュラー式立体画像と同様の立体効果を得ることができる。

【0041】

図10は、1つの撮像ユニットを用いてレンチキュラー式立体画像を得る処理を示す図である。図9に示した2つの撮像ユニットを用いる場合と同様に、画像データの作成に用いる光電変換素子の相対位置を変えることにより、異なる視点の画像データを取得することができる。図10では、5つの異なる視点に対応する画像データ221R~225Rを取得している。なお、第1の実施形態と同様に、1つの撮像ユニットのみを用いて作成されたレンチキュラー式立体画像よりも、2つの撮像ユニットを用いて作成されたレンチキュラー式立体画像の方が、より大きな立体感が得られる。これは、左右の目が捕らえる画像の視差は、後者の方が大きくなるためである。

20

【0042】

上述した第2の実施の形態による撮像装置によれば、次の作用効果が得られる。

30

(1) 撮像装置は、2つの撮像ユニットを用いて、3つ以上の異なる視点に対応する画像データを作成する。これにより、多数の撮像ユニットを用意する必要が無く、撮像装置の大型化を回避することができる。

【0043】

第3の実施の形態

図11は、第3の実施の形態によるステレオ撮像装置の構成を示す図である。本実施形態のステレオ撮像装置2は、撮像ユニット100L, 200R, 制御回路201, メモリ102, 入力装置103, 距離センサ104, および表示装置205を備える。すなわち、ステレオ撮像装置2は、新たに表示装置205を備えると共に、第1の実施の形態における撮像ユニット100Rに代えて撮像ユニット200Rを備える。表示装置205はスキャンバックライト方式の表示装置であり、1つの画像データに基づいて平面的に画像を表示する機能と、ステレオ画像データに基づいて立体視可能な画像を表示する機能とを有する。撮像ユニット200Rの構成については後に詳述する。

40

【0044】

図12は、撮像ユニット100L, 200Rの構成を示す図である。撮像ユニット100Lの構成は第1の実施の形態と同様であるので説明を省略する。撮像ユニット200Rは、撮像ユニット100Lや撮像ユニット100Rとは異なり、パンフォーカス画像を合成する機能を有さない。すなわち、撮像ユニット200Rは合成撮像ユニットではない。具体的には、撮影レンズ11Rの焦点面近傍にマイクロレンズアレイが配置されず、撮像素子213Rのみが配置される。なお、各々の光電変換素子に対し、当該光電変換素子へ

50

の集光率を高めるためのマイクロレンズを配置してもよい。このマイクロレンズは集光率を高めるためのものであり、パンフォーカス画像を合成する目的に利用するものではない。

【0045】

撮像素子213Rは、撮像ユニット100Lの撮像素子13Lと同様に、駆動回路14Rによって駆動される。撮像素子213Rが出力する画像信号は駆動回路14Rを介して画像処理回路215Rに取り込まれるか、あるいは出力回路19Rに出力される。画像処理回路215Rは、上記の画像信号に対し公知の画像処理を適用して画像データを作成する。画像処理回路215Rは、この画像データをメモリ16Rに格納する。

【0046】

撮像ユニット100Lにより作成されるパンフォーカス画像データの画素数は、撮像ユニット200Rにより作成される画像データの画素数よりも少ない。これは、撮像ユニット100Lが1つのマイクロレンズMLについて1つの画素を出力するためである。すなわち、パンフォーカス画像データの画素数は、マイクロレンズアレイ12Lに含まれるマイクロレンズMLの個数による制限を受ける。

【0047】

なお、本実施形態において、表示装置205の表示画面に表示可能な画素数は、パンフォーカス画像データの画素数よりも多く、撮像ユニット200Rにより作成される画像データの画素数よりも少ない。

【0048】

制御回路201(図11)は、撮像ユニット100Lが作成したパンフォーカス画像データと、撮像ユニット200Rが作成した画像データとに基づき、ステレオ画像データを作成する。制御回路201は任意の画素数のステレオ画像データを作成することが可能に構成されている。ただし、撮像ユニット200Rが作成する画像データの画素数を、ステレオ画像データの画素数の上限とする。以下、撮像ユニット100Lが作成するパンフォーカス画像データの画素数を左側画素数、撮像ユニット200Rが作成する画像データの画素数を右側画素数、ステレオ画像データの画素数を目標画素数と呼ぶ。

【0049】

前述の通り、撮像ユニット100Lが作成するパンフォーカス画像データと、撮像ユニット200Rが作成する画像データとは画素数が異なる。すなわち、左側画素数と右側画素数とが異なっている。そこで、制御回路201はこれら2つの画像データに対して所定の拡大処理または縮小処理を実行することにより、2つの画像データの画素数を目標画素数に一致させ、ステレオ画像データとする。なお、制御回路201が実行する縮小処理は公知の画像縮小処理であるため、説明を省略する。

【0050】

前述の通り、目標画素数が右側画素数を上回ることはない。従って、撮像ユニット200Rが作成する画像データに対して拡大処理が実行されることはない。他方、撮像ユニット100Lが作成するパンフォーカス画像データには拡大処理が実行されることがある。制御回路201は、拡大処理を実行する際、公知の画像拡大処理を実行した後で当該画像データにぼかし処理を実行する。これは、単純に拡大しただけでは描画の荒いモザイク状の画像になってしまうためである。

【0051】

制御回路201は、作成したステレオ画像データをメモリ102に記憶する。その後、制御回路201は例えば不図示の記憶媒体にステレオ画像データを記憶させたり、あるいは表示装置205にステレオ画像データを表示させたりする。ステレオ画像データを不図示の記憶媒体に記憶させる際、ユーザは入力装置103を介して制御回路101に目標解像度を指定することができる。

【0052】

ステレオ画像データを表示させる際、制御回路201は表示装置205に表示可能な画素数を目標画素数としてステレオ画像データを作成する。ステレオ画像データが表示され

10

20

30

40

50

ているとき、ユーザは入力装置 103 を介して制御回路 201 にステレオ画像データの拡大指示を送信することができる。制御回路 201 は当該指示を受けると、目標画素数を拡大指示に応じて大きくすると共に、作成されたステレオ画像データから表示可能な画素数分の領域を切り出して新たなステレオ画像データとする。表示装置 205 には、この新たなステレオ画像データが表示される。

【0053】

以上のように、パンフォーカス画像データに拡大処理やぼかし処理を適用すると、パンフォーカス画像データはこれらの処理を適用する前に比べてやや不鮮明な画像となる。しかしながら、ステレオ画像データを構成する一方の画像データが不鮮明な画像であっても、他方の画像データが鮮明であれば、十分に鑑賞に堪えるステレオ画像データとなる。なお、他方の鮮明な画像データに基づいて一方の不鮮明な画像データを補間処理することにより、より鮮明な画像を作り出すことができることは勿論である。

10

【0054】

次に、輻輳角の調節機能について説明する。本実施形態の制御回路 201 は、撮影レンズ 11L の射出瞳の領域を選択する選択機能を有する。ステレオ撮像装置 2 を用いて撮像を行う際、ユーザは入力装置 103 により、撮影レンズ 11L の射出瞳の領域を指定することが可能である。制御回路 201 はこの指定が行われると、上記の選択機能により指定された領域を選択する。そして、撮像ユニット 100L に、パンフォーカス画像データではなく、上記の選択機能により選択された領域からの光束のみを用いて合成された画像データを作成させる。

20

【0055】

図 13 は、輻輳角の調整機能の概要を説明する図である。図 13 には図 6 と同様に、撮像ユニット 100L、200R を上方から見た様子が記載されている。輻輳角の調整機能を利用しない場合、制御回路 201 により作成されるステレオ画像データの基線長 L_s は、撮影レンズ 11R の光軸と撮影レンズ 11L の光軸との間の距離になる。

【0056】

他方、制御回路 201 の選択機能により、撮影レンズ 11L の入射瞳のうち撮影レンズ 11R から遠い領域である図 13 に示す領域 208 が選択された場合、撮像ユニット 100L はこの領域 208 から撮像素子 13L に入射する光束のみを用いて画像データを合成する。これにより、制御回路 201 により作成されるステレオ画像データの基線長は、 L_s より長い基線長 L となる。つまり、この選択機能を用いることにより、作成されるステレオ画像データの基線長を通常よりも長くすることが可能である。逆に領域 209 を選択すれば、基線長は短くすることができる。

30

【0057】

図 14 は、図 13 におけるマイクロレンズアレイ 12L および撮像素子 13L の拡大図である。図 13 に示す領域 208 からの光束のみを用いて画像データを合成する場合、演算処理回路 15L は各々の画素配列 130 のうち、撮影レンズ 11R 寄りの画素の出力のみを用いて画像データを合成する。すなわち、図 14 に示す画素 e_1 , e_2 , e_3 , e_4 , ... の出力のみを用いて画像データを合成する。

【0058】

図 15 は、輻輳角の変化を示す図である。被写体 210 に対し、輻輳角の調整機能を用いずにステレオ画像データの撮像を行った場合、被写体 210 に対する輻輳角は、図 15 に示す角度 s となる。他方、図 13 に示す領域 208 からの光束のみを用いて画像データを合成する場合、被写体 210 に対する輻輳角は、図 15 に示す角度 t となる。このように、画像データの合成に用いる撮影レンズ 11L の射出瞳の領域を選択することにより、撮像ユニット 100L が作成する画像データは、同一被写体に対する視差が通常とは異なる視差となる。その結果、制御回路 201 により作成されるステレオ画像データは、同一被写体に対する輻輳角が通常とは異なる輻輳角となる。

40

【0059】

上述した第 3 の実施の形態による撮像装置によれば、次の作用効果が得られる。

50

(1) 撮像ユニット200Rは、撮影レンズ11Rと、撮影レンズ11Rの結像面近傍に二次元状に配置された光電変換機能を有する複数の画素を含む撮像素子213Rと、撮像素子213Rの出力に基づき撮像ユニット100Lよりも画素数の多い画像データを作成する画像処理回路215Rとを有する。制御回路201は、撮像ユニット100Lが作成したパンフォーカス画像データに所定の拡大処理を施し、撮像ユニット200Rが作成した画像データと画素数を同一にする。その後、所定のぼかし処理を施し、ステレオ画像データを作成する。このようにしたので、撮像ユニット100Lが作成する画像データよりも画素数の多いステレオ画像データを得ることができる。

【0060】

(2) 制御回路201は、撮影レンズ11Lの射出瞳の領域を選択する選択機能を有する。撮像ユニット100Lは、選択機能により選択された射出瞳の領域からの光束を受光する複数の画素の出力に基づいて、パンフォーカス画像データに代わり、同一被写体に対する視差がパンフォーカス画像データとは異なる画像データを作成する。このようにしたので、撮像ユニット100L、200Rの間隔を通常のスレオ撮像装置とは異なる長さにした場合であっても、通常のスレオ撮像装置並みの視差を得ることができる。

10

【0061】

次のような変形も本発明の範囲内であり、変形例の一つ、もしくは複数を上述の実施形態と組み合わせることも可能である。

(1) 第1の実施形態において、パンフォーカス画像データを、焦点検出を行った結果に基づいて作成してもよい。すなわち、少しずつ位置をずらした多数の像面の画像データを用いるのではなく、公知の方法で焦点検出を行い、被写体像が結像することが検出された像面の画像データのみを用いてもよい。

20

【0062】

(2) 第1の実施形態において、被写体が十分明るい場合であれば、各画素配列130から同一の相対位置にある1つの光電変換素子の出力のみを取り出して集めることにより、パンフォーカス画像データを作成してもよい。

【0063】

(3) 図8に示した画像データの画素値を、光電変換素子の出力を加算する以外の演算により算出してもよい。例えば、光電変換素子の出力を平均した値を画像データの画素値としてもよい。また、光電変換素子の選択パターンを、図8に斜線で示したパターンとは異なるものにしてもよい。

30

【0064】

(4) 2つの撮像ユニットの光学特性は、完全に同一でなくてもよい。また、2つの撮像ユニットのうち一方は、撮影光学系の状態を固定したままの一度の撮影で、至近距離から無限遠までの全ての被写体にピントが合った画像データを作成することが可能な撮像ユニットでなくてもよい。

【0065】

(5) 撮影レンズの射出瞳面と撮像素子とは共役であってもよいし、ずれが存在していてもよい。

【0066】

(6) 撮像ユニットを3つ以上用意し、それらのうち任意の2つからステレオ画像データを作成できるようにしてもよい。また、至近距離に存在する被写体を撮像する際に使用する撮像ユニットは、それらの撮像ユニットのいずれであってもよい。例えば、予め決められた1つの撮像ユニットのみを使用するようにしてもよいし、被写体の位置に応じて最適な撮像ユニットを選択するようにしてもよい。

40

【0067】

(7) 距離センサとして、従来のカメラ等に用いられてきた各種原理の距離検出装置を用いることができる。また、特開2007-316521号公報等で公知の技術を用いて撮像ユニット100Lまたは100Rのいずれかの出力により焦点検出を行い、求めた結像位置と撮影レンズのフォーカスレンズ位置とから被写体の距離を算出してもよい。このよ

50

うにすることで、撮影レンズのフォーカスレンズ位置の検出手段は要するものの、他に被写体の距離検出のための機構を備える必要が無く、全体の構造が簡単になりコストを低減できる。

【0068】

(8) 第1の実施形態によるステレオ撮像装置1では、パンフォーカス画像データを作成することを必ずしも要しない。すなわち、撮像ユニット100R, 100Lを近距離ではいずれか一方を、遠距離では両方を用いて、パンフォーカス画像データと所望の位置に焦点のあった画像データとの両方またはいずれか一方を作成することができる。ステレオ撮像装置としては、いずれか一方の画像データに基づきステレオ画像データを出力することができる。

10

【0069】

(9) 第3の実施の形態に記載した輻輳角の調整機能は、第1の実施の形態のように2つの撮像ユニットが共にパンフォーカス撮像ユニットである場合にも適用することが可能である。この場合、2つの撮像ユニットの両方において輻輳角の調整を行うことができるので、第3の実施の形態に示すステレオ撮像装置2よりも調整の幅が広がる。

【0070】

(10) 第3の実施の形態において、検出された各種情報に基づいて制御回路201が作成するステレオ画像データの画素数を自動的に変更するようにしてもよい。例えば、動画撮影の場合に静止画撮影の場合よりも画素数を少なくするようにしてもよいし、記憶媒体の空き容量が所定量以下になった場合に画素数を少なくするようにしてもよい。

20

【0071】

本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

【符号の説明】

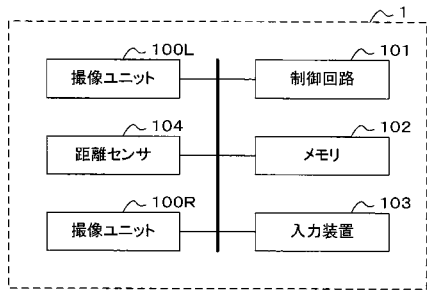
【0072】

1, 2 ステレオ撮像装置
 18L, 18R パンフォーカス処理回路
 100L, 100R, 200R 撮像ユニット
 101 制御回路
 130 画素配列
 ML マイクロレンズ

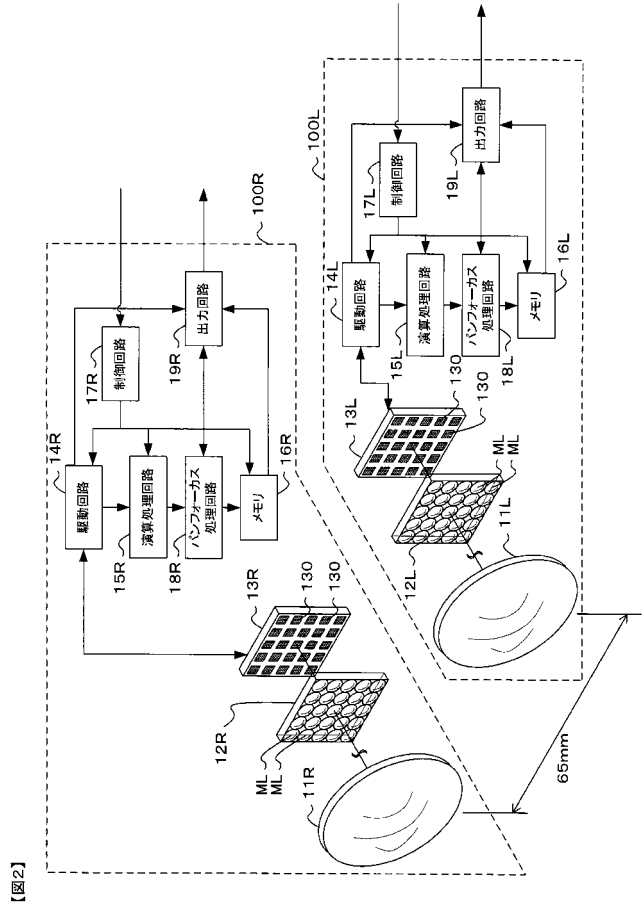
30

【 図 1 】

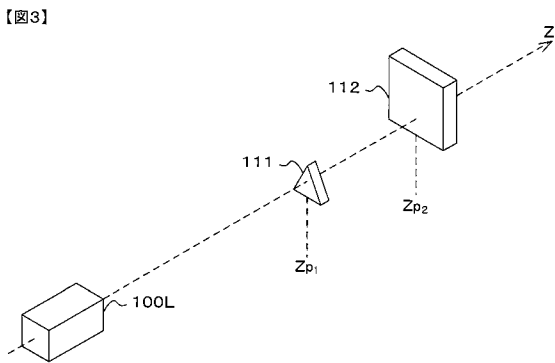
【 図1】



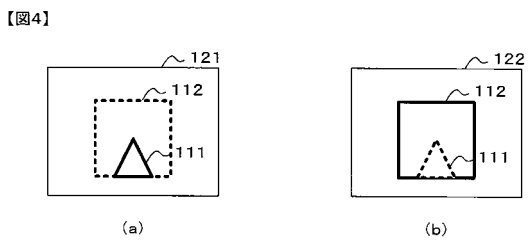
【 図 2 】



【 図 3 】

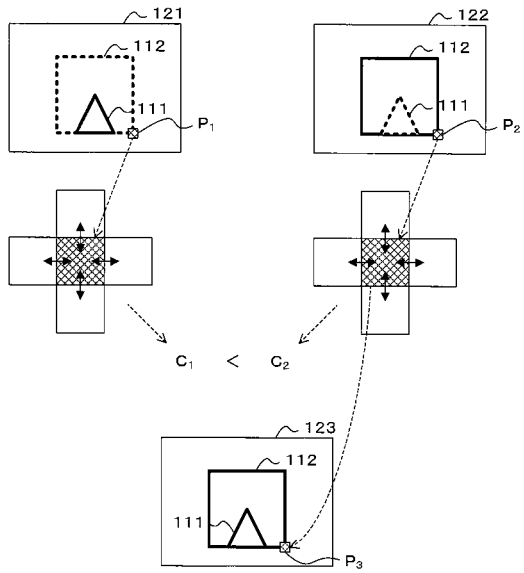


【 図 4 】



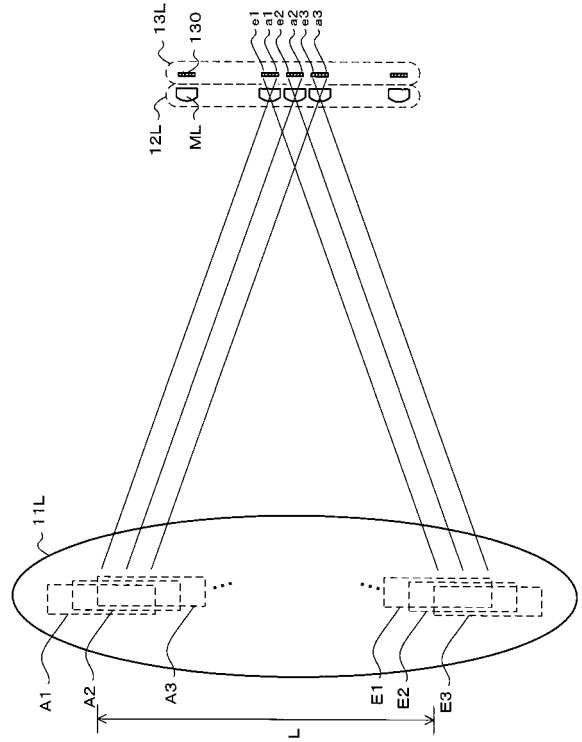
【 図 5 】

【 図 5 】



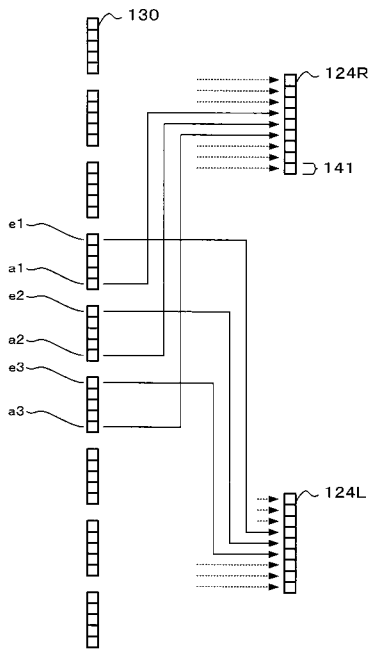
【 図 6 】

【 図 6 】



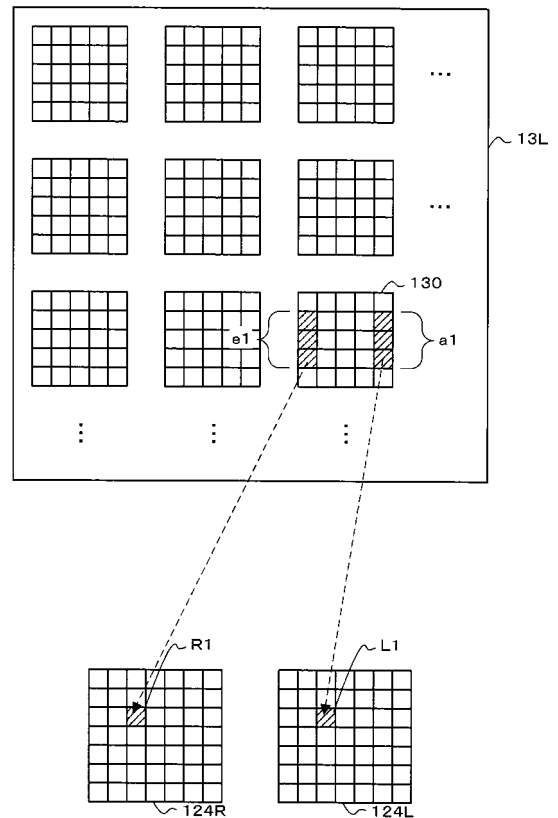
【 図 7 】

【 図 7 】



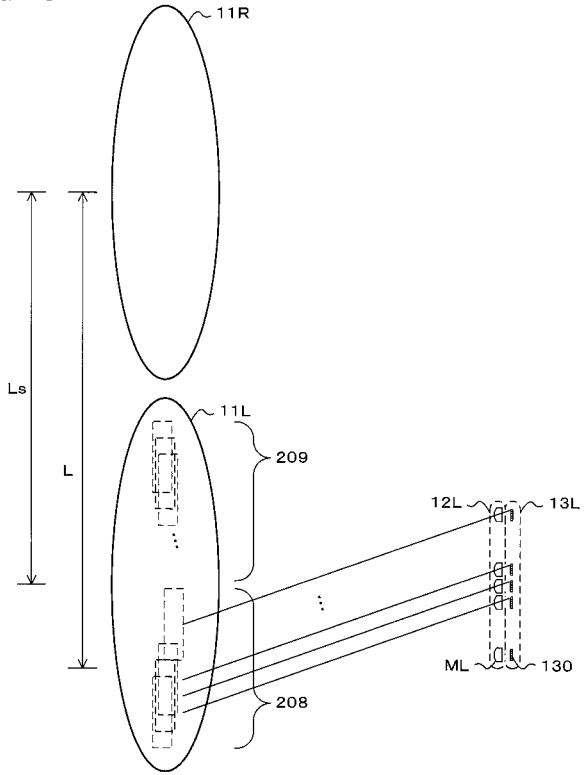
【 図 8 】

【 図 8 】



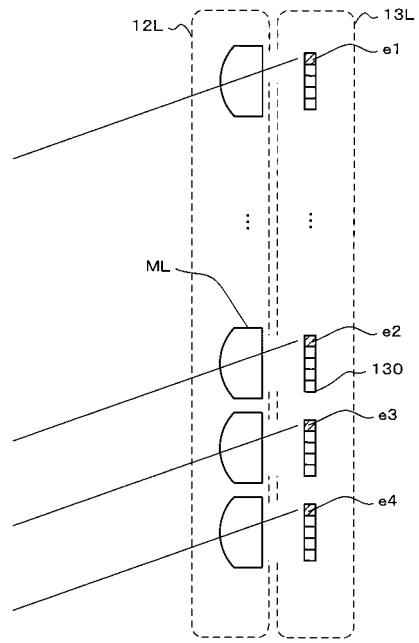
【図13】

【図13】



【図14】

【図14】



【図15】

【図15】

