

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5584270号
(P5584270)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int.Cl.	F I		
HO4N 5/369 (2011.01)	HO4N	5/335	690
GO3B 35/08 (2006.01)	GO3B	35/08	
GO2B 3/00 (2006.01)	GO2B	3/00	A
GO2B 3/06 (2006.01)	GO2B	3/06	
HO4N 13/02 (2006.01)	HO4N	13/02	

請求項の数 8 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-246651 (P2012-246651)
 (22) 出願日 平成24年11月8日(2012.11.8)
 (65) 公開番号 特開2014-96683 (P2014-96683A)
 (43) 公開日 平成26年5月22日(2014.5.22)
 審査請求日 平成26年5月27日(2014.5.27)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100147485
 弁理士 杉村 憲司
 (74) 代理人 100147692
 弁理士 下地 健一
 (72) 発明者 村山 和章
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 オリンパス株式会社内
 審査官 藤原 敬利

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次元状に規則的に配列した複数のマイクロレンズを有するマイクロレンズアレイと、被写体からの光を前記マイクロレンズアレイに結像させる撮像レンズと、前記マイクロレンズごとにそれぞれ複数ずつ配置された受光部であって、各マイクロレンズに対応する複数の前記受光部の少なくとも2つは、前記マイクロレンズに結像された前記被写体からの光を受光し光電変換する前記受光部とを備え、

前記撮像レンズの瞳と前記受光部の受光面とは、共役関係から外れるように配置されることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

前記マイクロレンズの焦点距離を f_L 、前記マイクロレンズのピッチを p 、同一の前記マイクロレンズに対応する前記受光部の間に位置する不感帯の幅を S 、前記受光部の前記受光面と前記撮像レンズの瞳の共役位置とのずれ量を Z_d とするとき、

$$0.02 < \left| \frac{Z_d}{f_L} - \frac{S}{p} \right| < 0.1$$

($Z_d > 0$)

が成り立つことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】

それぞれの前記マイクロレンズに対応して、前記受光部が前記被写体の像の水平方向に2つずつ配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項4】

前記マイクロレンズは、シリンドリカルレンズであることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項5】

それぞれの前記マイクロレンズに対応する複数の前記受光部は、前記被写体の像の水平方向に2つずつ配置されているものと、前記被写体の像の垂直方向に2つずつ配置されているものを含むことを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項6】

それぞれの前記マイクロレンズに対応して、前記受光部が前記被写体の像の水平方向および垂直方向に各2列ずつ配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項7】

それぞれ水平方向および垂直方向に配置された複数の前記受光部から得られる画素信号に基づいて、水平方向および垂直方向の視差画像を生成し、該視差画像から立体画像を生成する請求項5または6の何れか一項に記載の撮像装置。

【請求項8】

前記複数の受光部から得られる画素信号に基づき互いに視差をもつ複数の視差画像と、前記複数の受光部から得られる画素信号の対応するものを加算した2次元画像の、少なくとも一方を生成する請求項1に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学系の瞳を分割し視差情報を含む画像情報を取得する撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

二次元状に規則的に配列された複数のマイクロレンズ、および、マイクロレンズごとにそれぞれ複数設けられた受光部を有する撮像素子を用いて、撮像レンズによりマイクロレンズに結像される光の瞳を分割し、分割された瞳ごとに異なる受光部により受光することにより、視差情報を得る撮像装置が知られている。例えば、引用文献1および2によれば、2次元的に配列されたマイクロシリンドリカルレンズの下部に、各シリンドリカルレンズの鉛直方向に延びる中心線に沿って左右に対称的に受光素子を配置することによって、それぞれの受光部で右側視野の画素（右画素）の信号と左側視野の画素（左画素）の信号とを検出している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特表2011-515045号公報

【特許文献2】特表2003-523646号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このような撮像装置の出力信号から右側視野の画像および左側視野の画像（視差画像）を生成し、専用のモニターで立体画像として表示することができる。また、右側視野の画素信号と左側視野の画素信号とを加算することにより2次元画像として表示することも可能になる。このように、一つのマイクロレンズに複数の受光部を組み合わせた撮像素子と撮像レンズとを有する撮像装置では、撮像レンズの瞳と受光部の受光面とは共役関係に位

10

20

30

40

50

置付けられる。そうすることによって、右側視野の画像と左側視野の画像とが、受光素子の受光面上でより明確に分離されるからである。

【0005】

しかし、右側画素と左側画素との間には、通常光が検出されない不感帯が存在する。このため、マイクロレンズの光軸方向（0度方向）を中心に光が検出されない領域が存在する。受光部の受光面と撮像レンズの瞳面とは共役であるから、このことは、撮像レンズの瞳位置に、光軸付近で鉛直方向に延びる光を遮光する領域があるのと等価である。

【0006】

したがって、撮像レンズに光軸方向に近い角度で入射する背景からの光は、受光素子により検出されない。このため、右側視野の画素信号と左側視野の画素信号とを加算して、2次元画像を生成する場合、画像の一部の光量が低下し、情報が欠落するため背景などのボケがきれいなボケにならず、二重線が発生するという問題点がある。

10

【0007】

したがって、これらの点に着目してなされた本発明の目的は、3次元画像を生成するための視差画像を撮像できるとともに、2次元画像を作成する場合にはより自然な画像が得られる撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成する撮像装置の発明は、
 二次元状に規則的に配列した複数のマイクロレンズを有するマイクロレンズアレイと、
 被写体からの光を前記マイクロレンズアレイに結像させる撮像レンズと、
 前記マイクロレンズごとにそれぞれ複数ずつ配置された受光部であって、各マイクロレンズに対応する複数の前記受光部の少なくとも2つは、前記マイクロレンズに結像された前記被写体からの光を受光し光電変換するそれぞれ前記撮像レンズの瞳の一部の領域を透過し且つ対応する前記マイクロレンズを透過した前記被写体からの光を光電変換する前記受光部と
 を備え、

20

前記撮像レンズの前記瞳と前記受光部の受光面とは、共役関係から外れるように配置されることを特徴とするものである。

【0009】

前記マイクロレンズの焦点距離を f_L 、前記マイクロレンズのピッチを p 、同一の前記マイクロレンズに対応する前記受光素子の間に位置する不感帯の幅を S 、前記受光素子の前記受光面の前記撮像レンズの前記瞳の共役位置からのずれ量を Z_d とするとき、

30

$$0.02 < \left| \frac{Z_d}{f_L} - \frac{S}{p} \right| < 0.1$$

($Z_d \neq 0$)

が成り立つことが好ましい。

【0010】

一実施の形態において、それぞれの前記マイクロレンズに対応して、前記受光部が前記被写体の像の水平方向に2つずつ配置される。

40

【0011】

他の実施の形態において、前記マイクロレンズは、シリンダリカルレンズとしても良い。

【0012】

さらに他の実施形態において、それぞれの前記マイクロレンズに対応する複数の前記受光部は、前記被写体の像の水平方向に2つずつ配置されているものと、前記被写体の像の垂直方向に2つずつ配置されているものを含むように構成される。

【0013】

50

さらに他の実施形態において、それぞれの前記マイクロレンズに対応して、前記受光部が前記被写体の像の水平方向および垂直方向に各2列ずつ配置される。

【0014】

さらに、それぞれ水平方向および垂直方向に配置された複数の前記受光素子から得られる画素信号に基づいて、水平方向および垂直方向の視差画像を生成し、該視差画像から立体画像を生成するようにしても良い。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、撮像レンズの瞳と受光部の受光面とは、共役関係から外れるように配置したので、3次元画像を生成するために視差画像を撮像できるとともに、2次元画像を生成する場合にはより自然な画像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施の形態に係る撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】撮像素子の要部の構成を説明する図である。

【図3】撮像素子の水平方向の断面図である。

【図4】撮像レンズ、マイクロレンズおよび受光部の配置を説明する図である。

【図5】撮像レンズ、マイクロレンズおよび受光部の配置を説明する図である。

【図6】受光部への入射角度と信号光強度との関係を示す図であり、図6(a)は、第一実施の形態の場合、図6(b)は撮像レンズの瞳面と受光部の受光面とが共役関係にある場合を示す。

【図7】撮像素子の各パラメータを説明する図である。

【図8】クロストークが発生する場合の光軸における光強度を説明する図である。

【図9】第2実施の形態に係る撮像素子の構成を説明する平面図である。

【図10】第2実施の形態に係る撮像素子の構成を説明する斜視図である。

【図11】第3実施の形態に係る撮像素子の構成を説明する図である。

【図12】第4実施の形態に係る撮像素子の構成を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0018】

(第1実施の形態)

図1は、本実施形態における撮像装置の概略構成を示すブロック図である。この撮像装置1は、被写体からの被写体光100に基づき、立体撮像画像を表示するための視差画像を撮像する。撮像装置1は、撮像レンズ11、撮像素子10、画像処理部12、制御部14、記憶部16、及び表示部18を有する。撮像素子10、画像処理部12、制御部14、記憶部16、及び表示部18は、バス19に接続され、各種信号を互いに送受信可能に構成される。

【0019】

撮像素子10は、被写体光100が撮像レンズ11を介して入射されると、被写体光100に基づき視差を有する左側視野の撮像画像と右側視野の撮像画像とを撮像し、各撮像画像を構成する画素信号を出力する。各撮像画像は、2次元状に配列された画素からなる。1フレームの撮像画像を構成する画素数は、たとえば、640×480画素～4000×3000画素であるが、この範囲に限られなくてもよい。撮像素子10は、各画素に対応して配設置された受光素子を有するCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)やCCD(Charge Coupled Device)であり、受光素子により画素信号を生成して出力する。画素信号は、たとえば、1フレームごとに生成して出力される。画素信号は、画素ごとのたとえばR(Red)、G(Green)、B(Blue)の色の階調値を示す信号である。また、画素信号は、受光素子からの出力信号がたとえばA/D変換されたデジタル信号である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

画像処理部 1 2 は、1 フレーム分の画素信号を含む撮像画像データに対し、色や輝度補正、歪み補正等の所定の画像処理や、データの圧縮・伸張を行う。画像処理部 1 2 は、たとえば、1 フレームごとの撮像画像データに対し画像処理を行う。画像処理部 1 2 は、たとえば D S P (Digital Signal Processor) や A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等のプロセッサである。

【 0 0 2 1 】

記憶部 1 6 は、画像処理前及び/または画像処理後の撮像画像データを記憶するフレームメモリである。記憶部 1 6 は、たとえば、S R A M (Static Random Access Memory) や D R A M (Dynamic RAM) である。または、記憶部 1 6 は、ハードディスクや可搬型フラッシュメモリを含む各種記憶メディアへのデータ読み込み・書き込み装置を含んでもよい。

10

【 0 0 2 2 】

表示部 1 8 は、左側視野および右側視野の撮像画像データに基づき立体撮像画像を表示する。表示部 1 8 は、たとえば左右の眼の視差に対応する偏光フィルタを備えた L C D (Liquid Crystal Display) とその制御回路を有する。表示部 1 8 は、視差を有する左右の撮像画像データを表示して、ユーザが立体感を知覚できるような立体撮像画像を表示する。

【 0 0 2 3 】

制御部 1 4 は、撮像素子 1 0、画像処理部 1 2、記憶部 1 6、及び表示部 1 8 に制御信号を送り、撮像装置 1 の動作を統合的に制御する。制御部 1 4 は、たとえばマイクロコンピュータである。

20

【 0 0 2 4 】

図 2 は、撮像素子 1 0 の要部の構成を説明するための図である。

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、撮像素子 1 0 は、二次元状に配列された球面状のマイクロレンズ 2 0 からなるマイクロレンズアレイ 2 を有する。マイクロレンズ 2 0 は、視差画像を撮像する際の右側視野および左側視野のそれぞれの画像の一画素に対応して配設される。ここでは、X 軸方向が撮像画像の左右方向に、Y 軸方向が撮像画像の上下方向に対応する。また、Z 軸方向が光軸方向に対応する。

【 0 0 2 6 】

また、撮像素子 1 0 は、マイクロレンズ 2 0 ごとに配置された 2 つの受光部対 2 2 を有する。受光部対 2 2 の受光部 2 2 L、2 2 R は、たとえば、C M O S や C C D に含まれるフォトダイオードである。各受光部 2 2 L、2 2 R は、左側視野の撮像画像を構成する画素(左画素)の信号を生成して出力する左側受光素子 2 2 L と、右側視野の撮像画像を構成する画素(右画素)の信号を生成して出力する右側受光素子 2 2 R とからなる。受光部 2 2 L、2 2 R は、X 軸方向に、すなわち左右方向に隣接して配置される。各受光部 2 2 L、2 2 R は立体撮像画像を表示するための撮像画像対それぞれの画素に対応する。

30

【 0 0 2 7 】

図 3 は撮像素子の X Z 平面(水平断面)による断面図である。図 3 に示すように、各マイクロレンズ 2 0 は、一組の左右の受光部 2 2 L および 2 2 R の前面に配置されたオンチップレンズとして形成されている。また、一つのマイクロレンズ 2 0 に対応する一組の受光部 2 2 L、2 2 R と他のマイクロレンズ 2 0 に対応する一組の受光部 2 2 L、2 2 R との間には、各受光部 2 2 L、2 2 R を駆動および制御し、または信号を伝達するための配線層 2 3 が設けられている。配線層 2 3 は、例えば銅やアルミニウムなどの金属製で、光を反射または散乱するが透過はせず遮光層として機能する。さらに、一つのマイクロレンズ 2 0 に対応する 2 つの受光部 2 2 L および 2 2 R の間には、幅 S の不感帯がある。

40

【 0 0 2 8 】

図 4 は、撮像レンズ並びに撮像素子のマイクロレンズおよび受光部の配置を説明する図である。撮像レンズ 1 1 は一つのレンズにより、または、複数のレンズを組み合わせて構成され、絞り 3 2 を有する。撮像レンズ 1 1 の光軸 3 0 は、各マイクロレンズ 2 0 の光軸

50

と平行に配置される。受光素子 2 2 L および 2 2 R は、受光面 3 4 がマイクロレンズ 2 0 の後側焦点から所定の距離ずれた後側焦点近傍に配置される。近年のデジタルカメラ向けの撮像レンズの多くは、射出瞳の位置が無遠慮付近となるように設計されている。したがって、撮像レンズの射出瞳の像はマイクロレンズ 2 0 を通して受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 の近傍の瞳共役面 3 6 に結像する。

【 0 0 2 9 】

図 4 では、受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 は、撮像レンズ 1 1 の瞳と共役に位置する像側の瞳共役面 3 6 よりも物体側に位置する。また、図 5 は、撮像レンズ並びに撮像素子のマイクロレンズおよび受光部の他の配置を説明する図である。受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 は、撮像レンズ 1 1 の瞳と共役位置に位置する像側の瞳共役面 3 6 よりも像側に位置する。

10

【 0 0 3 0 】

図 4 および図 5 に示した何れの配置の場合も、被写体光 1 0 0 は、絞り 3 2 により絞られ、マイクロレンズアレイ 2 0 上に集光され、マイクロレンズ 2 0 と受光部 2 2 L、2 2 R との間に配置された R、G、B のカラーフィルタ（図示せず）を介して、受光部 2 2 L、2 2 R によって検出される。受光部 2 2 L、2 2 R 上には、R、G、B いずれかの色の光が入射されて被写体像が結像される。

【 0 0 3 1 】

左側受光部 2 2 L には、主に瞳の左側領域を透過した光（左側光束）が入射し、左側視野の撮像画像を構成する左画素信号を生成する。また、受光部 2 2 R には、主に瞳の右側領域を透過した光（右側光束）が入射し、右側視野の撮像画像を構成する右画素信号を生成する。しかし、撮像レンズ 1 1 の瞳と受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 とは共役関係から外れているため、左眼用の受光部 2 2 L と右眼用の受光部 2 2 R とに入射する被写体光 1 0 0 の間にクロストークが発生する。

20

【 0 0 3 2 】

図 6 は、撮像素子への被写体光の入射角度と左画素信号および右画素信号の信号光強度との関係を示す図であり、図 6 (a) は、本実施の形態の場合、図 6 (b) は撮像レンズの瞳面と受光素子の受光面とを共役関係にした場合を示す。本実施の形態では、図 6 (a) に示すように、左側受光部 2 2 L と右側受光部 2 2 R との間のクロストークによって、入射角度が 0 度であっても、受光素子 2 2 L、2 2 R にある程度の強度の光が検出される。これに対して、撮像レンズ 1 1 の瞳面と受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 とが共役関係にある場合は、図 6 (b) に示すように、左側受光部 2 2 L と右側受光部 2 2 R との分離がなされているものの、角度が 0 度付近で左側受光部 2 2 L および右側受光部 2 2 R のいずれも、ほぼ光を検出しない角度範囲が存在する。図 6 (a) のように撮像レンズ 1 1 の瞳と受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 とが共役関係から外れた場合、左画素と右画素とで異なる視野の信号が得られ、3 次元画像情報の取得に適用でき、各マイクロレンズ 2 0 に対応した左画素信号および右画素信号をそれぞれ加算して 2 次元画像を生成する場合、二重線が現れない自然な画像を生成することができる。

30

【 0 0 3 3 】

次に、左側受光部 2 2 L および右側受光部 2 2 R を用い、3 次元画像生成のための視差画像が得られるとともに、これらの出力信号を加算して自然な 2 次元画像が生成できるための条件について、図 7 を参照して説明する。

40

【 0 0 3 4 】

まず、マイクロレンズ 2 0 の曲率半径を r 、マイクロレンズ 2 0 から受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 までの媒質の平均屈折率を n_{av} とすると、マイクロレンズ 2 0 の焦点距離 f_L は、

【 数 1 】

$$f_L = \frac{r}{n_{av} - 1} \quad (1)$$

50

で表される。

【0035】

左側受光部 22L には左側光束の大部分に加え右側光束の一部が入射し、右側受光部 22R には右側光束の大部分に加え左側光束の一部が入射する。それぞれの受光部 22L, 22R に入射する反対側の光束の光量は、それぞれの光束の光量の 2% から 10% までが望ましい。つまり、マイクロレンズ 20 のピッチを p とすると、受光部 22L、22R の受光面 34 上でのボケの幅 s_b は、

$$0.02p < s_b < 0.1p \quad (2)$$

であることが望ましい。

【0036】

また、左右の受光部 22L, 22R の間に不感帯がある場合、その幅を S とすると、受光面 34 上でのボケの幅 s_b は、

$$0.02p + S < s_b < 0.1p + S \quad (3)$$

が望ましい。

【0037】

式(3)が充足される条件を以下に検討する。

【0038】

まず、図7に示すように受光部 22L、22R の一方のボケの幅を h とする。このとき

$$s_b = 2h \quad (4)$$

となる。

式(4)に式(3)を代入すると、

$$0.02p + S < 2h < 0.1p + S \quad (5)$$

となる。

【0039】

ここで、前述のように、マイクロレンズ 20 の焦点受光面 34 とのずれ量を z_d とする。 h とずれ量 z_d の関係は、図7から、

【数2】

$$f_L h = \frac{p}{2} z_d \quad (6)$$

となる。これを变形すると、

【数3】

$$h = \frac{p z_d}{2 f_L} \quad (7)$$

となる。

【0040】

さらに、式(5)に式(7)を代入して、变形すると、

【数4】

$$0.02 < \frac{z_d}{f_L} - \frac{S}{p} < 0.1 \quad (8)$$

が得られる。

【0041】

図4に示した後ろ側の焦点ずれと、図5に示した前側の焦点ずれとは、対称的であるため、絶対値を付して

10

20

30

40

$$0.02 < \left| \frac{z_d}{f_L} - \frac{S}{p} \right| < 0.1$$

(Z_d ≠ 0)

(9)

となる。これが望ましい条件である。

【0042】

ここで、受光素子22L、22Rに入射する反対側の光束の光量が、それぞれの光束の光量の2%から10%までが望ましいことの根拠を説明する。

【0043】

図8は、クロストークが発生する場合の光軸における光強度を説明する図である。図8の破線は、ずれ量がほぼ0の場合の被写体光100の入射角度に対する右側受光部22Rおよび左側受光部22Lで受光される光の強度(すなわち、右画素信号および左画素信号)を示している。光強度は、光束の光強度の最大値を100%としてこれに対する比率で示している。ずれ量が0の場合、右側光束および左側光束はともに入射角度0度付近で0に近い値となる。

10

【0044】

一方、図8の実線は、受光面34をマイクロレンズ20の焦点からずらした場合を示している。この場合、左側光束が右側受光素子22Lによって受光されるクロストークの部分を網掛けで示している。本願発明者らによるシミュレーションの結果、クロストークの量が片側の光束の全体の光量の2%であっても、入射角度0度における光強度は、20~30%程度にもなる。したがって、2次元画像を生成するため、右側受光部22Rと左側受光部22Lとの信号を加算した場合、入射角度0度から入射した光による信号も他の入射角度からの信号と比べ40~60%の強度の信号が得られる。このため、この程度の強度の信号が得られるのであれば、入射角度0度付近の信号を得ることができないことによる、二重線の発生などを抑制し自然な画像を得ることができる。よって、左右一方の側の光束が他方の受光部22L、22Rに入射する光の量は2%以上であることが好ましい。

20

【0045】

一方、3次元画像の奥行き精度の面では、クロストークは少ない方が好ましい。奥行き精度は、視差量、画素ピッチなどで決定される。そして、瞳分割方式で3次元画像情報(奥行き情報)を取得する場合の視差量は、瞳径/2により定義される。仮にクロストークの量が10%とすると、瞳径は20%減少するので奥行き分解能は20%減少する。

30

【0046】

例えば、焦点距離を35mm、F値を3.5とするとき、瞳径は10mmである。また、クロストークや光量ロスが無い場合、計算上の視差量は5mmである。撮像素子10のピッチを5μmとすると、光学系から物体までの距離(物体距離)が5mの位置で奥行き分解能は620mmとなる。これに対して、同じ条件で片側の受光部22Lまたは22Rへのクロストークが10%ある場合、瞳径が20%減少するので、視差量は4mmとなり、奥行き分解能は745mmとなる。分解能が2割以上減少することは好ましくないので、左右一方の側の光束が他方の受光素子22L、22Rに入射する光の量は10%以下であることが好ましい。

40

【0047】

(実施例)

マイクロレンズ20のピッチを10μm、焦点距離を12.5μm、不感帯の幅を0.2μm、ずれ量を1μmとする場合、

【数5】

$$\left| \frac{z_d}{f_L} - \frac{S}{p} \right| = 0.08$$

となり、式(9)の条件が満たされ、適切な奥行き分解能で3次元画像生成のための視差

50

画像が検出できるとともに、左側および右側受光部 2 2 L , 2 2 R からの信号を加算して、自然な 2 次元画像が得られる。

【 0 0 4 8 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、撮像レンズ 1 1 の瞳と受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 とを共役関係から外れるように配置したので、3 次元画像を生成するための視差画像が得られるとともに、2 次元画像を作成する場合には左眼用および右眼用の受光素子 2 2 L、2 2 R からの検出信号を加算してより自然な画像が得られる。

【 0 0 4 9 】

さらに、式 (9) に示す条件を満たすことにより、奥行き分解能を確保した 3 次元画像が生成できると共に、2 次元画像を表示する際には入射角度 0 度近傍の信号を含む二重線の現れないより自然な画像が得られる。

10

【 0 0 5 0 】

(第 2 実施の形態)

図 9 は、第 2 実施の形態に係る撮像素子の構成を説明する平面図であり、図 1 0 は、第 2 実施の形態に係る撮像素子の構成を説明する斜視図である。本実施の形態では、第 1 実施の形態と同様に、左側および右側受光部 2 2 L、2 2 R が交互に並んで配列されている。各受光部 2 2 L、2 2 R の間には配線層 2 3 が設けられている。さらに、受光部の上方 (Z 軸方向) には Y 軸方向に軸を有するシリンドリカルレンズ 4 1 が X 軸方向に並べられて配置され、各左側および右側受光部 2 2 L、2 2 R の組は同一のシリンドリカルレンズ 4 1 の下方に配置されている。また、一つのシリンドリカルレンズ 4 1 の下方には、左側

20

【 0 0 5 1 】

本実施の形態によれば、第 1 実施の形態と同様に、被写体光 1 0 0 の、撮像レンズ 1 1 の瞳の左側を通る左側光束と右側を通る右側光束とを、シリンドリカルレンズ 4 1 を透過させ、それぞれ異なる左側受光部 2 2 L および右側受光部 2 2 R に入射させて検出することができる。さらに、受光部 2 2 L、2 2 R の受光面 3 4 は、撮像レンズ 1 1 の瞳と共役

30

【 0 0 5 2 】

(第 3 実施の形態)

図 1 1 は、第 3 実施の形態に係る撮像素子の構成を説明する図である。本実施の形態では、1 つのマイクロレンズ 2 0 に対して、各 2 つの受光素子が配置されている。受光部としては、被写体像の結像される水平方向に左側受光部 5 1 L および右側受光部 5 1 R が配置されるものと、垂直方向に上側受光部 5 1 U および下側受光部 5 1 D が配置されるものの 2 種類がある。これら受光素子 5 1 L、5 1 R、5 1 U、5 1 D の受光面 3 4 は、撮像レンズ 1 1 の瞳と共役関係から外れた位置に配置される。その他の構成は、第 1 実施の形態と同様であるので、同一または対応する構成要素には同一参照符号を付して説明を省略する。

40

【 0 0 5 3 】

本実施の形態によれば、水平方向に配置された受光部 5 1 L、5 1 R を用いて、第 1 実施の形態と同様に 3 次元画像を生成するための視差画像を撮像することができるとともに、2 次元画像を作成する場合には左右の受光部 5 1 L、5 1 R からの画素信号を加算してより自然な画像が得られる。さらに、垂直方向に配置された受光部 5 1 U および 5 1 D が

50

らの信号に基づいて、垂直方向の視差情報から奥行き情報を得ることもできる。また、垂直方向に配置された受光部 5 1 U および 5 1 D の信号を加算して、水平方向に配置された受光部 5 1 L および 5 1 R を加算した信号とともに、2次元画像の作成に用いることができる。

【 0 0 5 4 】

(第4実施の形態)

図 1 2 は、第 3 実施の形態に係る撮像素子 1 0 の構成を説明する図である。本実施の形態では、1つのマイクロレンズ 2 0 に対して、水平方向および垂直方向に各 2 列の合計 4 つの受光部 6 1 D L、6 1 D R、6 1 U L、6 1 U R が配置されている。ここで、各受光部 6 1 D L、6 1 D R、6 1 U L、6 1 U R は、撮像レンズ 1 1 の瞳を水平な直線および鉛直な直線で 4 分割した場合の順に左下側、右下側、左上側、右上側の分割された瞳に対応するものである。これら受光部 6 1 D L、6 1 D R、6 1 U L、6 1 U R の受光面 3 4 は、撮像レンズ 1 1 の瞳と共役関係から外れた位置に配置される。その他の構成は、第 1 実施の形態と同様であるので、同一または対応する構成要素には同一参照符号を付して説明を省略する。

10

【 0 0 5 5 】

本実施の形態によれば、撮像素子 1 0 の左右の画素対、すなわち受光部 6 1 D L と 6 1 D R および / または 6 1 U L と 6 1 U R から出力される画素信号に基づいて、第 1 実施の形態と同様に立体画像を生成でき、1つのマイクロレンズ 2 0 に対応する受光部 6 1 D L、6 1 D R、6 1 U L および 6 1 U R の信号を加算することによって 2 次元画像の画素信号とし、2次元画像を生成することができる。これによって、第 1 実施の形態と同様の効果が得られる。さらに、撮像素子 1 0 の上下の画素対、すなわち受光部 6 1 D L と 6 1 U L および / または 6 1 U R と 6 1 U R から出力される画素信号に基づいて、垂直方向の視差情報も得ることができる。したがって、同じ撮像素子を用いながら、上下および左右の視差情報を得ることができる。

20

【 0 0 5 6 】

なお、本発明は、上記実施の形態にのみ限定されるものではなく、幾多の変形または変更が可能である。たとえば、1つのマイクロレンズに対する受光部の数は、2個または4個に限られない。また、受光素子の配列の方向も左右および上下に限られない。例えば、斜め方向に配列された受光素子対を有していても良い。また、表示部は必ずしも撮像装置と一体である必要は無く、3次元画像を表示するために別体のハードウェアとして設けられていても良い。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

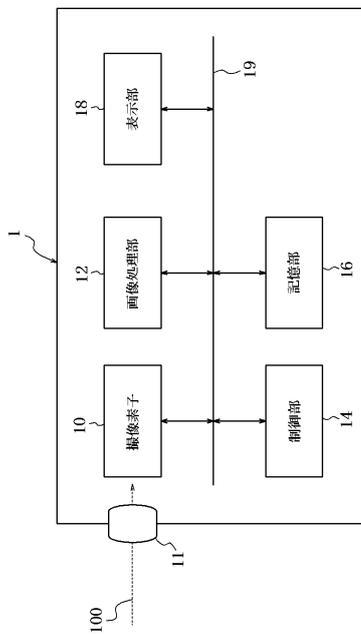
- 1 撮像装置
- 2 マイクロレンズアレイ
- 1 0 撮像部
- 1 1 撮像レンズ
- 1 2 画像処理部
- 1 4 制御部
- 1 6 記憶部
- 1 8 表示部
- 1 9 バス
- 2 0 マイクロレンズ
- 2 2 受光素子対
- 2 2 L、2 2 R 受光部
- 2 3 配線層
- 3 0 光軸
- 3 2 絞り
- 3 4 受光面

40

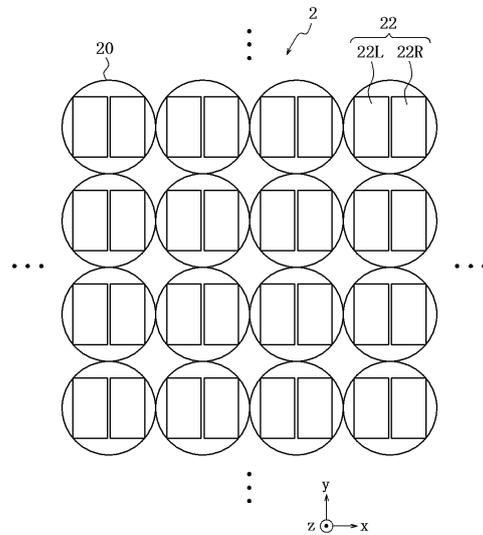
50

- 3 6 瞳共役面
- 4 1 シリンドリカルレンズ
- 5 1 L , 5 1 R , 5 1 U , 5 1 D 受光部
- 6 1 D L , 6 1 D R , 6 1 U L , 6 1 U R 受光部
- 1 0 0 被写体光

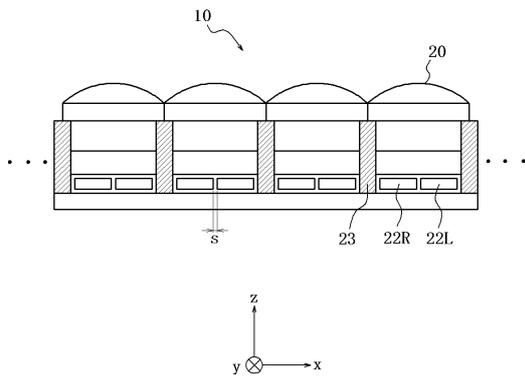
【 図 1 】



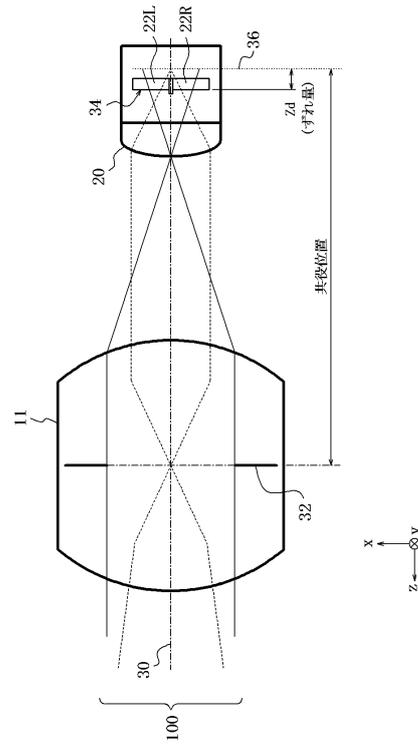
【 図 2 】



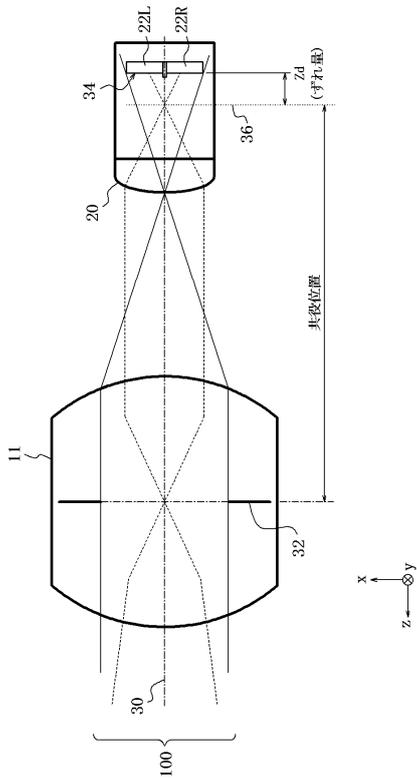
【 図 3 】



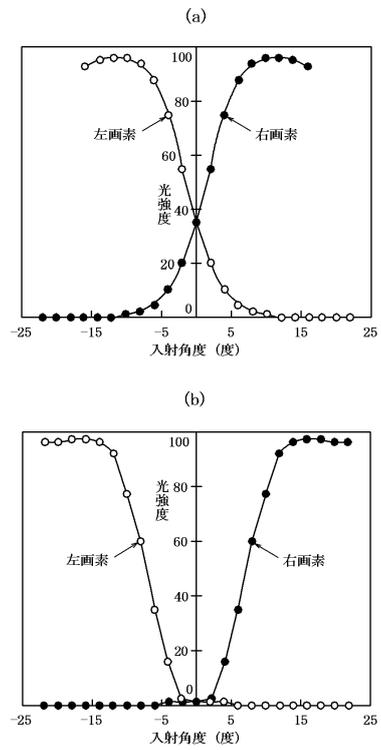
【 図 4 】



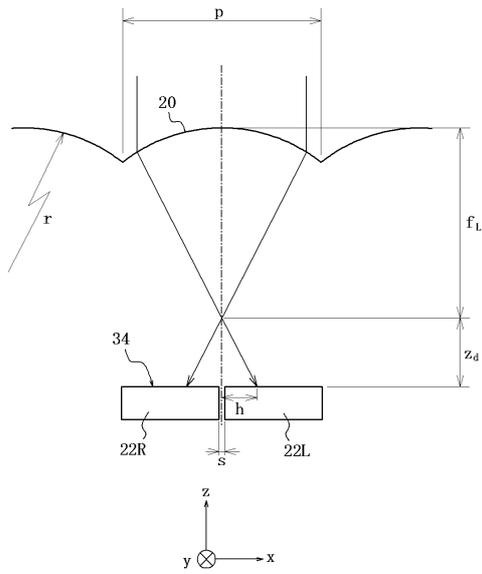
【 図 5 】



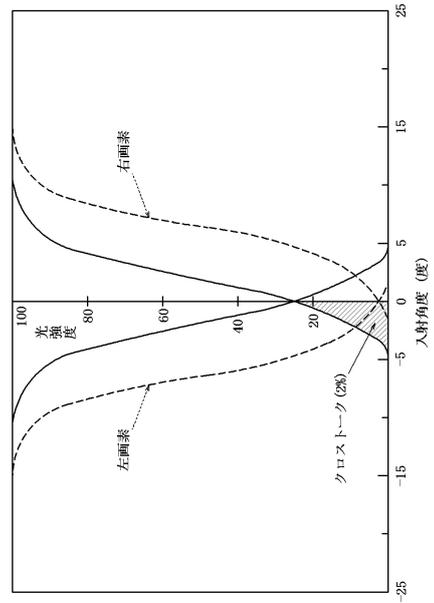
【 図 6 】



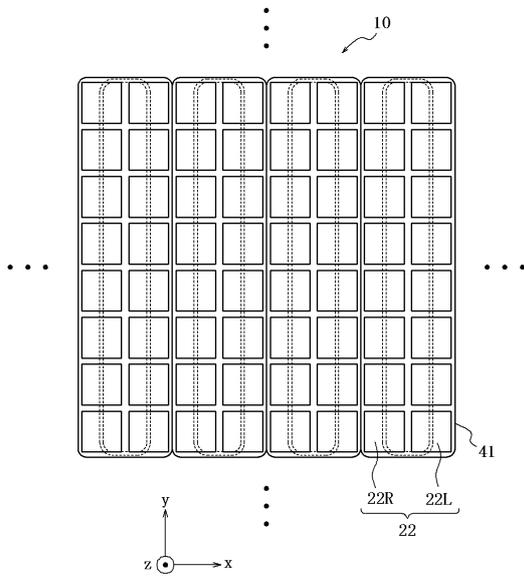
【図7】



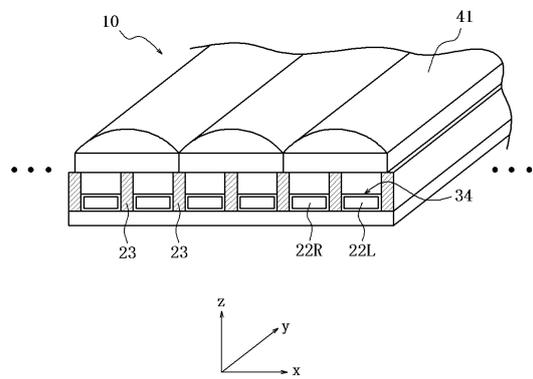
【図8】



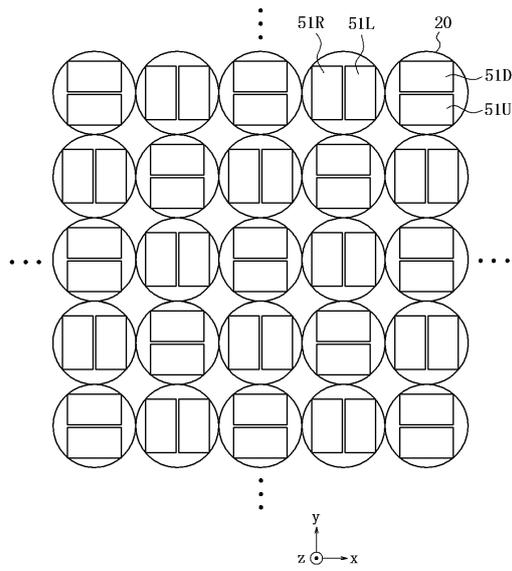
【図9】



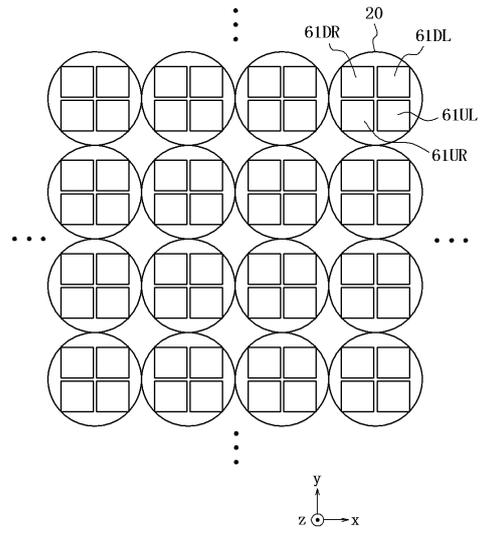
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/225 (2006.01) H 0 4 N 5/225 D

(56) 参考文献 特開 2 0 1 0 - 1 0 2 2 3 0 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 1 5 2 1 5 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B 1 / 0 0 - 1 / 0 8
G 0 2 B 3 / 0 0 - 3 / 1 4
G 0 3 B 3 5 / 0 0 - 3 7 / 0 6
H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7
H 0 4 N 5 / 3 0 - 5 / 3 7 8
H 0 4 N 1 3 / 0 0 - 1 7 / 0 6