

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5488221号
(P5488221)

(45) 発行日 平成26年5月14日(2014.5.14)

(24) 登録日 平成26年3月7日(2014.3.7)

| (51) Int. Cl. | | | F I | | |
|---------------|--------------|------------------|------|-------|-----|
| HO4N | 5/225 | (2006.01) | HO4N | 5/225 | D |
| GO6T | 3/00 | (2006.01) | GO6T | 3/00 | 300 |
| HO4N | 5/232 | (2006.01) | HO4N | 5/232 | A |
| GO3B | 19/07 | (2006.01) | GO3B | 19/07 | |
| GO3B | 19/06 | (2006.01) | GO3B | 19/06 | |

請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2010-132018 (P2010-132018) | (73) 特許権者 | 000004112 株式会社ニコン |
| (22) 出願日 | 平成22年6月9日(2010.6.9) | | 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 |
| (65) 公開番号 | 特開2011-259218 (P2011-259218A) | (74) 代理人 | 100084412 弁理士 永井 冬紀 |
| (43) 公開日 | 平成23年12月22日(2011.12.22) | (74) 代理人 | 100078189 弁理士 渡辺 隆男 |
| 審査請求日 | 平成25年4月19日(2013.4.19) | (72) 発明者 | 岩根 透 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内 |
| | | 審査官 | 榎 一 |

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】

2次元状に配置され、被写体像を所定の視差を持ってそれぞれ形成する複数の撮影光学系と、

前記撮影光学系各々の背後に配置される複数のマイクロレンズと、

前記マイクロレンズ各々の背後に配置される複数の受光素子と、

前記受光素子の出力から、前記撮影光学系毎に画像合成を行う第1の合成手段と、

前記第1の合成手段によって前記画像合成された画像を、前記撮影光学系相互の視差を考慮して合成する第2の合成手段と、を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

請求項1に記載の撮像装置において、

前記マイクロレンズと前記マイクロレンズに対応する前記受光素子との間隔は、前記マイクロレンズの焦点距離にほぼ等しく、

前記撮影光学系の焦点距離は前記マイクロレンズの焦点距離に比べて十分に大きいことを特徴する撮像装置。

【請求項3】

請求項1または2に記載の撮像装置において、

前記撮影光学系の各々はレンズを含み、

前記撮影光学系の前記レンズと前記複数のマイクロレンズとは、単一のガラス媒体に形成され、

10

20

前記単一のガラス媒体は、前面に前記レンズとして作用する複数の凸面を有し、後面に前記マイクロレンズとして作用する複数の凸面を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれかに 1 項に記載の撮像装置において、

前記複数の撮影光学系によって前記所定の視差を持って形成される前記被写体像を、前記マイクロレンズを介して受光する前記受光素子の出力に基づき、前記被写体の相対的なずれ量を算出し、前記ずれ量に基づき被写体距離を算出する被写体距離算出手段を更に備えることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の撮像画素出力の合成により 1 枚の画像を出力する撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の撮像装置は、主要被写体にピントを合わせるために焦点調節を必要とする。ユーザ入力により主要被写体を特定すると自動的に焦点調節を行う撮像装置もある。いずれの撮像装置においても、主要被写体までの距離が変化するたびに焦点調節が必要である。他方、一回の撮影で任意の被写体にピントの合った画像を合成できる撮像装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】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】

【0004】

特許文献 1 に開示された撮像装置を小型化しようとした場合、撮像素子のサイズが小さくなるとともに、撮影レンズの焦点距離も短くなる。そのため、焦点深度が深くなり、撮像装置のごく近い距離から無限遠までの範囲に位置するほとんどの被写体にピントの合う、いわゆるパンフォーカスの画像になってしまう。そのため、主要被写体にピントが合う一方、前景、背景のぼけた、いわゆる焦点深度の浅い画像を合成することができないという問題がある。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項 1 に記載の撮像装置は、2 次元状に配置され、複数の被写体像を所定の視差を持ってそれぞれ形成する複数の撮影光学系と、撮影光学系の各々の所定の結像面付近に配置され、撮影光学系の各々に対応する複数のマイクロレンズと、複数のマイクロレンズの各々の背後に配置され、マイクロレンズの各々に対応する複数の受光素子と、撮影光学系の各々による被写体像を形成する被写体光束が複数のマイクロレンズを透過して受光素子に入射した場合に、当該受光素子の出力を合成する第 1 の合成手段と、複数の撮影光学系によって所定の視差を持って形成される複数の被写体像を、マイクロレンズを介して受光する受光素子の出力を合成する第 2 の合成手段とを備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、焦点深度の浅い画像を合成することができる小型の撮像装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本実施の形態の撮像装置の機能構成を例示するブロック図である。

50

【図 2】複数の撮像素子で構成される撮像素子、複数のマイクロレンズで構成されるマイクロレンズアレイおよび複数の撮影レンズで構成される撮影レンズアレイの位置関係を示す断面図である。

【図 3】撮影レンズアレイの平面図である。

【図 4】マイクロレンズアレイの平面図である。

【図 5】矩形の撮影レンズに外接する円形の撮影レンズを仮定した例を示す図である。

【図 6】被写体光によって撮像素子上に投影される 1 つのマイクロレンズの円形の影と、円形の影の領域を分割する 6 つの撮影レンズ 1 4 1 0 の矩形の影との関係を示す図である。

【図 7】撮影レンズ毎の画像合成処理に対応する撮像素子を示す断面図である。

10

【図 8】被写体光束の入射側から撮像素子を観察した場合の平面図である。

【図 9】撮影レンズアレイにより被写体を撮影する際に、互いに隣接する撮影レンズ間の視差を示す断面図である。

【図 10】複数の撮影レンズ個々による画像合成処理を説明する図である。

【図 11】撮影レンズ単位の合成画像のうちの隣接する 2 枚の合成画像を示した図である。

【図 12】本発明による撮像装置の制御装置の行う処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図 1 ~ 12 を参照して、本発明による撮像装置の一実施の形態を説明する。図 1 は、本実施の形態の撮像装置 10 の機能構成を例示するブロック図である。制御装置 110 は、撮像装置 10 を構成する各機能ブロックを制御するとともに、後述する画像合成処理を行う。撮像素子 120、記憶装置 150、入力装置 160 および表示装置 170 の各々は、制御装置 110 とバス接続されている。被写体光は、撮影レンズアレイ 140 およびマイクロレンズアレイ 130 を透過して撮像素子 120 に入射する。図 1 においては、被写体光に含まれる被写体光線 50 が例示されている。

20

【0009】

撮像素子 120 が被写体光を受光する受光面上には、受光信号を電気信号に変換する光電変換素子を含む撮像素子が所定の配列に従って配置されている。撮像素子 120、マイクロレンズアレイ 130 および撮影レンズアレイ 140 の構成および位置関係については、図 2 を用いて後述する。各撮像素子が出力する電気信号は、撮像素子 120 全体の撮像素子データとして、制御装置 110 によって撮像素子 120 から読み出される。

30

【0010】

記憶装置 150 は、制御装置 110 によって撮像素子 120 から読み出された撮像素子データを記憶するとともに、後述するように、制御装置 110 による撮影処理を通じて生成される結像位置データ、視差データおよび合成画像データを記憶する。記憶装置 150 は、後述するように、撮影レンズと撮像素子との対応関係を予め記憶する。記憶装置 150 は、撮影レンズおよびマイクロレンズアレイ 130 を構成するマイクロレンズの焦点距離およびレンズ配置間隔等のレンズ特性を予め記憶する。

【0011】

40

入力装置 160 は、主要被写体を決定する際のユーザ入力、シャッターリリースを行う際のユーザ入力およびその他のユーザ入力を受け付ける入力装置であり、たとえば、押ボタン式スイッチあるいはタッチパネルである。

【0012】

表示装置 170 は、入力装置 160 を介して主要被写体を決定することをユーザに促すメッセージ、およびシャッターリリースをユーザに促すメッセージ等の各種メッセージを画面に表示するとともに、撮影画像を表示する。

【0013】

図 2 は、複数の撮像素子 1210 で構成される撮像素子 120、複数のマイクロレンズ 1310 で構成されるマイクロレンズアレイ 130 および複数の撮影レンズ 1410 で構

50

成される撮影レンズアレイ 140 の位置関係を示す断面図である。図 2 (a) において、撮像素子 120、マイクロレンズアレイ 130 および撮影レンズアレイ 140 は略平行に配置される。撮像素子 120 は 2 次的に配列された複数の撮像素素 1210 を含み、マイクロレンズアレイ 130 は 2 次的に配列された複数のマイクロレンズ 1310 を含む。撮影レンズアレイ 140 は 2 次的に配列された複数の撮影レンズ 1410 を含む。

【 0014 】

図 2 (a) において、1つのマイクロレンズ 1310 の背後の距離 g の略焦点位置には複数の撮像素素 1210 があり、1つのマイクロレンズ 1310 による撮像素素領域 125 を構成する。

【 0015 】

図 2 (a) において、各撮影レンズ 1410 が覆う複数のマイクロレンズ 1310 を部分マイクロレンズアレイ 135 として表している。撮影レンズアレイ 140 とマイクロレンズアレイ 130 との間の距離 f は、各撮影レンズ 1410 の焦点距離と略等しい。距離 f は距離 g よりも極めて大きい。したがって、撮像素子 120 の位置に対して、撮影レンズアレイ 140 の位置は略無限遠の位置とみなすことができる。その結果、撮像素子 120 と撮影レンズアレイ 140 とは、マイクロレンズアレイ 130 に関して光学的にほぼ共役な位置関係を有している、とみなすことができる。

【 0016 】

なお、マイクロレンズアレイ 130 および撮影レンズアレイ 140 は、図 2 (a) に示すようにディスクリットな素子として構成してもよいが、図 2 (b) に示すように単一の透明部材で構成することもできる。この場合、撮影レンズアレイ 140 は、透明部材の前面、すなわち被写体光の入射側の面に、1つ1つが撮影レンズ 1410 として作用する複数の凸面を設けることにより形成される。マイクロレンズアレイ 130 は、透明部材の後面、すなわち撮影レンズアレイ 140 の形成される面の裏面に、1つ1つがマイクロレンズ 1310 として作用する複数の凸面を設けることにより形成される。透明部材は、ガラス、プラスチック等で形成できる。

【 0017 】

図 3 は、図 2 において矢印 200 の方向から撮影レンズアレイ 140 を観察した場合の平面図を示す。撮影レンズアレイ 140 は矩形の撮影レンズ 1410 を二次元状に密に配置して構成される。図 3 (a) では、簡単のために、撮影レンズ 1410 を 4×4 の 16 個のみ図示した。図 3 (b) に示す撮影レンズ 1410 各々の背後には、図 3 (c) に示すように、部分マイクロレンズアレイ 135 を構成する複数のマイクロレンズ 1310 が位置している。図 3 (c) では、1つの撮影レンズ 1410 が、 24×32 の 768 個のマイクロレンズを覆っている。

【 0018 】

図 4 は、図 2 において矢印 200 の方向からマイクロレンズアレイ 130 を観察した場合の平面図を示す。マイクロレンズアレイ 130 に含まれる各々のマイクロレンズ 1310 の形状は、図 4 に示すように、たとえば円形である。勿論、矩形、六角形等、他の形状であっても良い。図 4 に示すように、各マイクロレンズ 1310 の背後には、撮像素素 1210 を含む撮像素素領域 125 が位置している。図 4 に示すように、マイクロレンズ 1310 は撮像素素 1210 よりも大きい。

【 0019 】

図 4 (a) は、マイクロレンズアレイ 130 の一部の領域を示している。マイクロレンズアレイ 130 を構成する1つのマイクロレンズ 1310 を拡大して図 4 (b) に示す。マイクロレンズ 1310 の背後にある撮像素素領域 125 を構成する撮像素素 1210 を図 4 (c) に示した。マイクロレンズ 1310 が覆う撮像素素 1210 の数は、図 4 (c) に示すように、 24×24 の 576 個である。

【 0020 】

図 5 は、矩形の撮影レンズ 1410 に外接する円形の撮影レンズ 1420 を仮定した例を示す図である。この仮定した撮影レンズ 1420 の絞り値とマイクロレンズ 1310 の

10

20

30

40

50

絞り値とが略等しくなるように、撮影レンズ1410とマイクロレンズ1310とが設けられる。これにより、ある撮影レンズ1410を透過し、かつあるマイクロレンズ1310を透過した被写体光と、他の撮影レンズ1410を透過し、かつ他のマイクロレンズ1310を透過した被写体光とを、同一の撮像素子1210が混合して受光することを防止できる。

【0021】

次に、撮影レンズ毎の画像合成処理について説明する。この撮影レンズ毎の画像合成処理には、特開2007-4471号公報に開示された画像合成方法を適用する。図6は、被写体光によって撮像素子120上に投影される1つのマイクロレンズ1310の円形の影1310aと、円形の影1310aの領域を分割する6つの撮影レンズ1410の矩形の影1410a、1410b、1410c、1410d、1410eおよび1410fとの関係を示す図である。複数の撮影レンズ1410、すなわち図6に示す例では6個の撮影レンズ1410a~1410fを通った光束が、円形の影1310aに対応する1つのマイクロレンズを通り、撮像素子120上に達することを示している。勿論、図6は一例を示すものであって、マイクロレンズと撮影レンズと撮像素子との位置関係および被写体距離によって、受光素子120上で受光される光束がいずれの撮影レンズを通過したのかは、すなわち経路は異なる。円形の影1310aの領域分割により、たとえば円形の影1310aと矩形の影1410aとの共通領域に配列されている複数の撮像素子1210は、矩形の影1410aに対応する撮影レンズ1410に対応付けられる。撮像素子1210と撮影レンズの1410との間のごうした対応関係は、撮像装置10の製造時に一意に定まるため、その対応関係を各マイクロレンズ1310毎に予め記憶装置150に記憶させておく。撮影レンズ毎の画像合成処理においては、その撮影レンズ1410に対応付けられた撮像素子1210の出力する電気信号が用いられる。図6は一例を示したに過ぎず、影1310aの領域を分割する6つの撮影レンズ1410の影の個数は6つとは限らない。

【0022】

図7は、撮影レンズ1410毎の画像合成処理に対応する撮像素子1210を示す断面図である。上述したように、撮影レンズ1410を含む撮影レンズアレイ140とマイクロレンズアレイ130との間においては距離fの間隔が設けられ、マイクロレンズアレイ130と撮像素子120との間においては距離gの間隔が設けられている。被写体光束700は、撮影レンズ1410の左方に位置する不図示の被写体のうちの1点から到来している。上述したように、撮影レンズ1410の焦点は必ずしもマイクロレンズアレイ130の位置に等しいとは限らない。図7において、被写体光束700は、焦点面710上に位置する焦点 F_p で1点に集まり、その先の3枚のマイクロレンズ1310 x_1 、1310 x_2 および1310 x_3 を透過し、撮像素子120表面の受光領域 x_1 、 x_2 および x_3 に配置された複数の撮像素子1210に入射している。

【0023】

図8は、図7において被写体光束700の入射側から撮像素子120を観察した場合の平面図を示している。図示することを省略したが、上述したように、撮像素子120上には複数の撮像素子1210が2次的に配列されている。図7は断面図のため、3つのマイクロレンズ1310 x_1 、1310 x_2 および1310 x_3 を示したが、図8においては、9つのマイクロレンズ1310の影1310a $_1$ 、1310a $_2$ 、1310a $_3$ 、1310a $_4$ 、1310a $_5$ 、1310a $_6$ 、1310a $_7$ 、1310a $_8$ および1310a $_9$ を、9つの破線の円で示している。同様に、図8においては、9つの受光領域 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 、 x_8 および x_9 を示している。この9つの受光領域 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 、 x_8 および x_9 に配置された複数の撮像素子1210が出力する電気信号を、上述した画像合成方法の適用により積算すると、図7の焦点 F_p に結像される被写体像の画像上の1画素の画素データが得られる。同様にして、図7の焦点面710上の各点に対応する各画素の画素データが得られる結果として、図7の焦点面710上に結像される被写体像全体の画像データが撮影レンズ単位で合成さ

10

20

30

40

50

れる。

【 0 0 2 4 】

次に、撮影レンズが複数ある場合の撮影レンズアレイ 1 4 0 による撮影画像の画像合成処理について説明する。図 9 は、撮影レンズアレイ 1 4 0 により被写体 9 1 0 を撮影する際に、互いに隣接する撮影レンズ 1 4 1 0 間の視差 を示す断面図である。被写体 9 1 0 からの光束に含まれる光線 9 2 0 の一部が 5 つの撮影レンズ 1 4 1 0 各々の頂部を透過し、さらにマイクロレンズアレイ 1 3 0 を透過して撮像素子 1 2 0 上に入射する。被写体 9 1 0 と撮影レンズアレイ 1 4 0 との間の距離を被写体距離 d とする。通常、被写体距離 d に比して、マイクロレンズアレイ 1 3 0 を構成するマイクロレンズ 1 3 1 0 の焦点距離と略等しい距離 g は極めて小さいため、撮影レンズアレイ 1 4 0 と撮像素子 1 2 0 との間の距離を、撮影レンズアレイ 1 4 0 を構成する撮影レンズ 1 4 1 0 の焦点距離と略等しい、すなわち距離 f に略等しいと考えることができる。

10

【 0 0 2 5 】

光線 9 2 0 の一部のうち、中央の光線 $9 2 0 \times_1$ は、撮影レンズ $1 4 1 0 \times_1$ の頂部を透過し、撮像素子 1 2 0 上の受光点 c_1 に入射している。撮影レンズ $1 4 1 0 \times_1$ に隣接する撮影レンズ $1 4 1 0 \times_2$ の頂部を透過する光線 $9 2 0 \times_2$ は、撮像素子 1 2 0 上の受光点 c_2 に入射している。視差 は、受光点 c_1 と受光点 c_2 との間の距離から撮影レンズ 1 4 1 0 のレンズ配置間隔 L を差し引いた値に等しく、式 (1) により算出される。

【 数 1 】

$$\Delta = \frac{L \cdot f}{d} \quad (1)$$

20

【 0 0 2 6 】

したがって、上述した撮影レンズ単位で合成された画像データを、隣接する撮影レンズ $1 4 1 0 \times_1$ および撮影レンズ $1 4 1 0 \times_2$ の各々について生成し、得られた 2 枚の合成画像データを重ね合わせると、被写体像が視差 だけずれることとなる。視差 は、式 (1) に示されるように、被写体距離 d に応じて変化する。したがって、主要被写体の被写体距離 d_1 と背景の被写体距離 d_2 とが異なる値の場合、各々に対応する視差 Δ_1 と Δ_2 とは異なる値となる。

【 0 0 2 7 】

図 1 0 は、複数の撮影レンズ個々による画像合成処理を説明する図である。図 1 0 (a) は、図 9 に示した 5 つの撮影レンズ $1 4 1 0$ の各々について得られた合成画像データに基づく合成画像 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 および P_5 を、被写体像 9 1 0 a を基準として重ね合わせた様子を示している。隣接する撮影レンズ毎の各合成画像 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 および P_5 が、互いに、水平方向および垂直方向に相対的ずれ量 Δ_0 だけずれている。相対的ずれ量 Δ_0 は、図 9 における視差 を画像上の画素数に換算して得られる。

30

【 0 0 2 8 】

図 1 0 (a) に示した 5 枚の合成画像 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 および P_5 を、相対的ずれ量 Δ_0 ずつずらして重ね合わせて得られる、複数の撮影レンズによる合成画像 1 0 1 0 を図 1 0 (b) に示す。上述したように、式 (1) に示される視差 は、主要被写体と背景とで異なるため、図 1 0 (b) に示す複数の撮影レンズによる合成画像 1 0 1 0 は主要被写体の被写体像 9 1 0 a にピントが合っている一方で、背景はぼけることとなる。

40

【 0 0 2 9 】

視差 Δ に対応する相対的ずれ量 Δ_0 を求める際、上述したように画像上の画素数へ換算されるため、画像上の画素単位に量子化されてしまうと、相対的ずれ量 Δ_0 が画素単位の端数のずれ量の場合、撮影レンズ個々による合成画像を重ね合わせても主要被写体のピントが合わなくなることが考えられる。そこで、量子化前の相対的ずれ量 Δ_0 がたとえば 2 . 2 画素分である場合、撮影レンズ単位の合成画像に基づき、内挿により相対的ずれ量 Δ_0 が 2 画素に対応する撮影レンズ単位の合成画像を生成し、2 画素ずらして重ね合わせるようにしても良い。内挿に用いる内挿演算アルゴリズムは、単純比例内挿の他、バイキュー

50

ーピック法などの公知の手法によるものを用いて良い。

【0030】

上述した内挿演算アルゴリズムを用いて、たとえば相対的ずれ量 δ_0 を0.5画素単位とする撮影レンズ単位の合成画像を生成し、量子化単位を0.5画素単位とすることにより、解像度を2倍に向上することもできる。上述した5枚に限らず多くの撮影レンズ単位の合成画像 P_1, P_2, \dots, P_n を考慮することにより、解像度をさらに高く向上することもできる。

【0031】

次に、複数の撮影レンズによる合成画像生成の際の、図9に示した視差 δ を算出する方法、および撮影レンズ単位の合成画像生成の際の、図7に示した焦点面710の位置を算出する方法を説明する。

10

【0032】

図11は、撮影レンズ単位の合成画像 P_1, P_2, \dots, P_n のうちの隣接する2枚の合成画像 P_x および P_{x+1} を示した図である。合成画像 P_x および P_{x+1} には被写体像910aが相対的ずれ量 δ_0 だけずれて位置している。相対的ずれ量 δ_0 が求めれば、視差 δ に換算できる。制御装置110は、この換算により得られた視差 δ と、記憶装置150から読み出した撮影レンズ1410の焦点距離 f およびレンズ配置間隔 L とを、式(1)に代入することにより被写体距離 d を求めることができる。上述した量子化前の相対的ずれ量 δ_0 が求めれば、被写体距離 d の精度が高まる。

【0033】

20

量子化前の相対的ずれ量 δ_0 は、以下のようにして求められる。ユーザによる入力装置160を介した主要被写体の被写体像を決定する処理は、具体的には、図11の合成画像 P_x および P_{x+1} における等しい位置の検出画素列1110が選択されることにより行われる。選択された合成画像 P_x および P_{x+1} における検出画素列1110を、各々A列 $\{a_i\}$ およびB列 $\{b_i\}$ ($1 \leq i \leq m$) とする。A列 $\{a_i\}$ およびB列 $\{b_i\}$ の位相を互いに整数 k ($-m \leq k \leq m$) ずつずらして積算した相関値 $S(k)$ は、式(2)で示される。

【数2】

$$S(k) = \sum_i |a_{i+k} - b_i| \quad (2)$$

30

【0034】

整数 k の変化に応じて変化する $S(k)$ は離散値となるが、式(2)において、 $S(k)$ の最小値を与える $k = j$ を求め、 $S(j-1)$ 、 $S(j)$ および $S(j+1)$ による3点内挿により、離散値 $S(k)$ を結んで連続関数 $S(x)$ を求めた場合の $S(x)$ の最小値を与える $x = x_0$ を得ることができる。すなわち、量子化前の相対的ずれ量 $\delta_0 = x_0$ である。

【0035】

このようにして求められた量子化前の相対的ずれ量 δ_0 を換算して図9に示した視差 δ を算出することにより、上述した複数の撮影レンズによる画像合成処理が可能となる。さらに、量子化前の相対的ずれ量 δ_0 に基づき、上述したように被写体距離 d が得られるので、記憶装置150に予め記憶されたレンズ特性を読み出すことにより、図7に示した焦点面710の位置を算出することができる。

40

【0036】

図12は、本発明による撮像装置10の制御装置110が行う処理を示すフローチャートである。本処理が開始されると、制御装置110は、ステップS1211において、撮像素子120からの撮像画素データの周期読み出しを開始する。ステップS1213において、初期設定に基づくスルー画像を合成して表示装置170の画面に表示する。主要被写体が決定していないので、表示されるスルー画像は、初期設定に基づいて合成された暫定的なものである。

【0037】

50

ステップS 1 2 1 5において、主要被写体が決定される。表示装置1 7 0の画面に主要被写体を決定することをユーザに促すメッセージを表示し、上述したように、ユーザにより入力装置1 6 0を介して主要被写体が決定されたか否かを判定する。否定判定の場合は、肯定判定が得られるまで処理を待機する。肯定判定が得られると、量子化前の相対的ずれ量 δ_0 が求まるので、ステップS 1 2 1 7において、視差 δ を算出する。ステップS 1 2 1 9において、主要被写体までの被写体距離 d を算出する。この被写体距離 d に基づき、ステップS 1 2 2 1において、主要被写体の被写体像が結像される焦点面位置を算出する。算出された焦点面位置に基づき、ステップS 1 2 2 3において、主要被写体位置に応じたスルー画像を合成して表示装置1 7 0の画面に表示する。

【0 0 3 8】

10

ステップS 1 2 2 5において、シャッターリリースをユーザに促すメッセージを表示装置1 7 0の画面に表示し、ユーザによって入力装置1 6 0を介してシャッターリリースがされたか否かを判定する。否定判定の場合は、肯定判定が得られるまで処理を待機する。肯定判定が得られると、記録用画像を合成するために、ステップS 1 2 2 7において、撮像素子1 2 0から撮像画素データを読み出す。ステップS 1 2 2 9において、上述した撮影レンズ1 4 1 0毎の画像合成処理を行う。ステップS 1 2 3 1において、上述した複数の撮影レンズ、すなわち撮影レンズアレイ1 4 0による画像を生成する画像合成処理を行う。ステップS 1 2 3 3において、生成した合成画像を表示装置1 7 0に表示するとともに記憶装置1 5 0に記録すると、本処理は終了する。

【0 0 3 9】

20

本実施の形態の撮像装置1 0においては、撮影レンズ1 4 1 0毎の画像合成処理による複数の合成画像の視差を考慮して、複数の撮影レンズによる画像を合成するようにした。これにより、主要被写体にピントが合い、かつ背景が適度にぼけた画像を合成することができるので、小型の画像合成撮像装置を実現できる。

【0 0 4 0】

上述した実施の形態の撮像装置1 0においては、撮影レンズ1 4 1 0が単玉であるので、球面収差を画像処理により補正することが好ましい。したがって変形例としては、撮影レンズ1 4 1 0毎の画像合成処理に際しては、像高に応じた像面湾曲の曲面に基づく画像合成処理を行っても良い。さらに色収差を補正するためには、R G Bの色毎に像面湾曲の曲面に基づく画像合成処理を行っても良い。

30

【0 0 4 1】

また、撮影レンズ1 4 0、マイクロレンズアレイ1 3 0、および撮像素子1 2 0の間隔に関して、距離 f はマイクロレンズアレイ1 3 0を構成するマイクロレンズ1 3 1 0の焦点距離、距離 g は撮影レンズアレイ1 4 0を構成する撮影レンズ1 4 1 0の焦点距離に夫々厳密に設定しなくてもよい。厳密に設定しないことによるずれは、個別に画像処理で補正することができる。さらに、光軸と垂直な方向でのずれも画像処理により個別に補正できる。

【0 0 4 2】

上述した実施の形態および変形例を組み合わせてもよい。

【符号の説明】

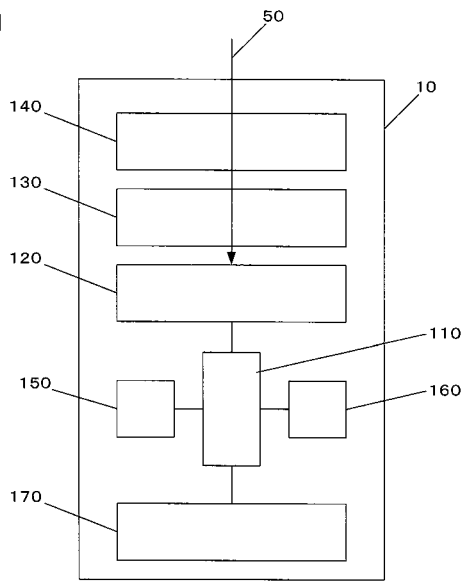
40

【0 0 4 3】

1 0 撮像装置、5 0、9 2 0 光線、1 1 0 制御装置、
 1 2 0 撮像素子、1 2 5 撮像画素領域、
 1 3 0 マイクロレンズアレイ、1 3 5 部分マイクロレンズアレイ、
 1 4 0 撮影レンズアレイ、
 1 5 0 記憶装置、1 6 0 入力装置、1 7 0 表示装置、2 0 0 矢印、
 7 0 0 被写体光束、7 1 0 焦点面、1 0 1 0 合成画像、1 1 1 0 検出画素列、
 1 2 1 0 撮像画素、1 3 1 0 マイクロレンズ、1 4 1 0、1 4 2 0 撮影レンズ

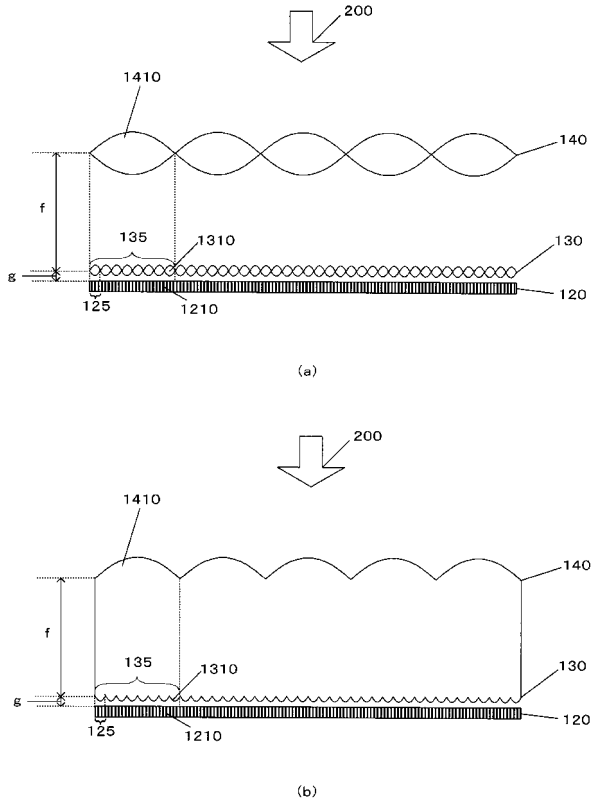
【 図 1 】

【 図 1 】



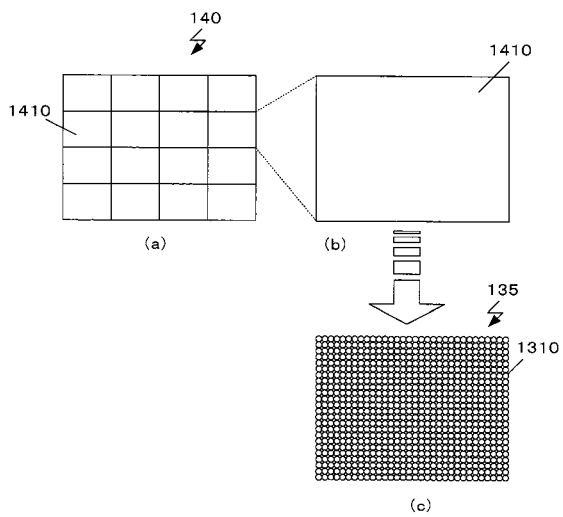
【 図 2 】

【 図 2 】



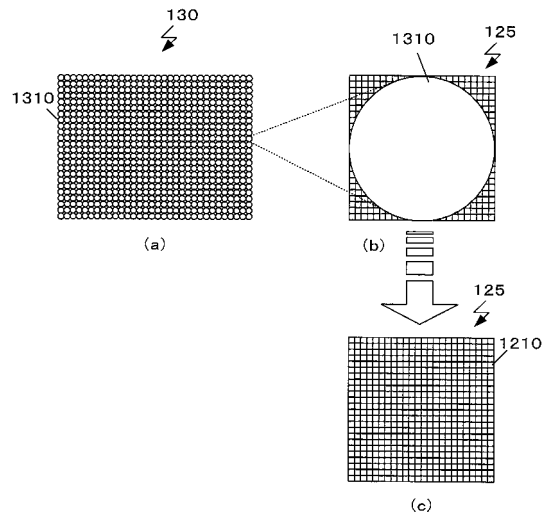
【 図 3 】

【 図 3 】



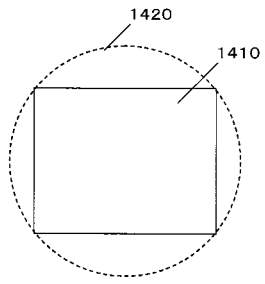
【 図 4 】

【 図 4 】



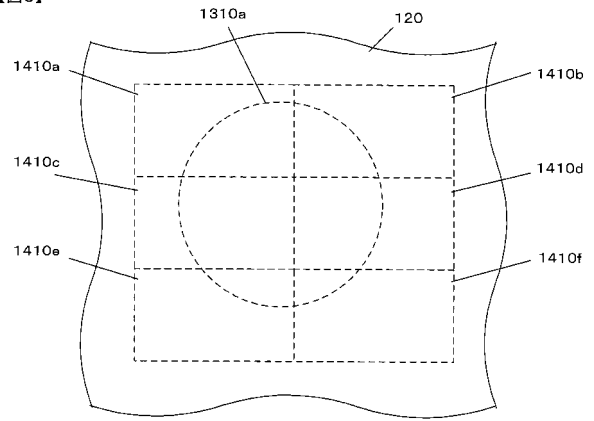
【図5】

【図5】



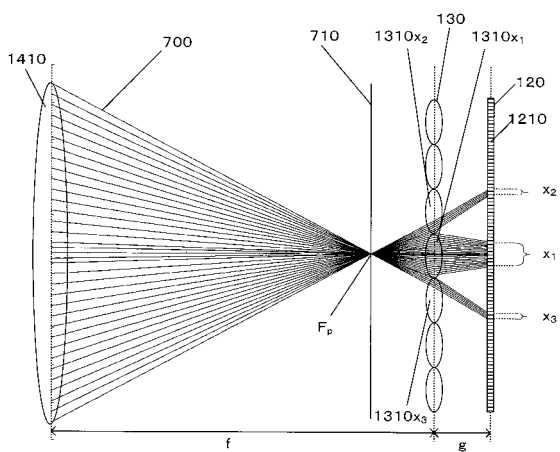
【図6】

【図6】



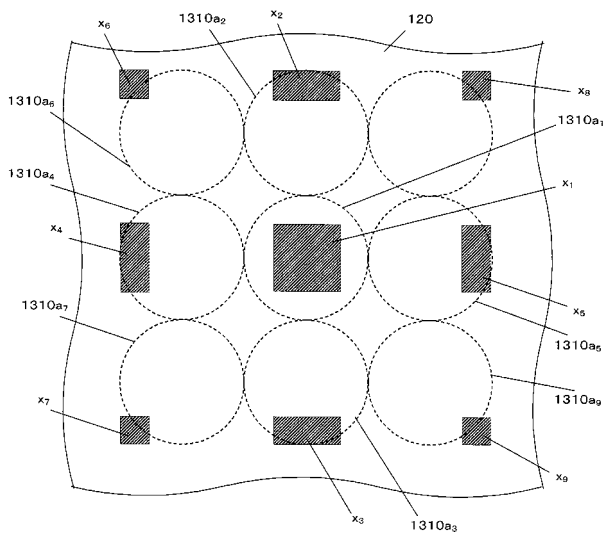
【図7】

【図7】



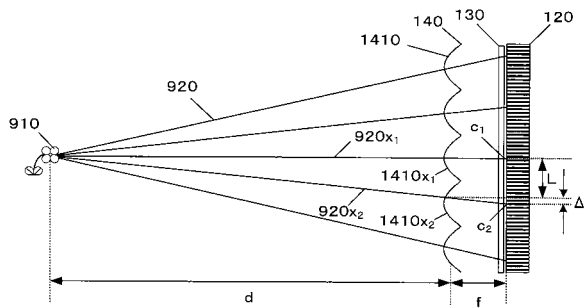
【図8】

【図8】



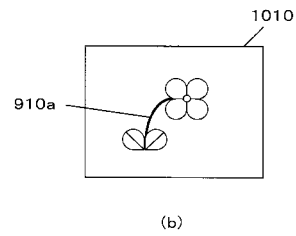
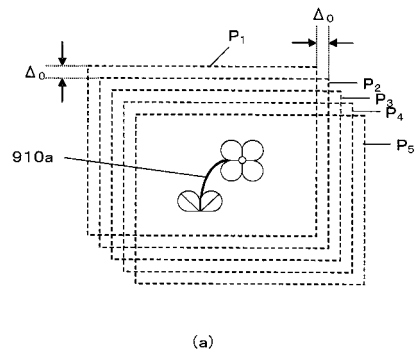
【図9】

【図9】



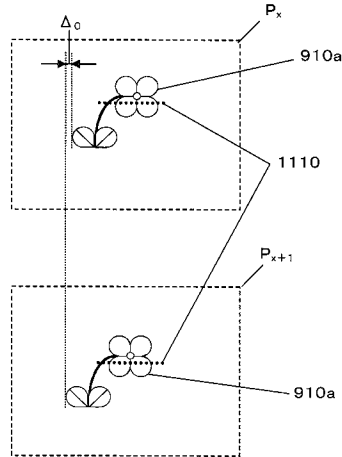
【図10】

【図10】



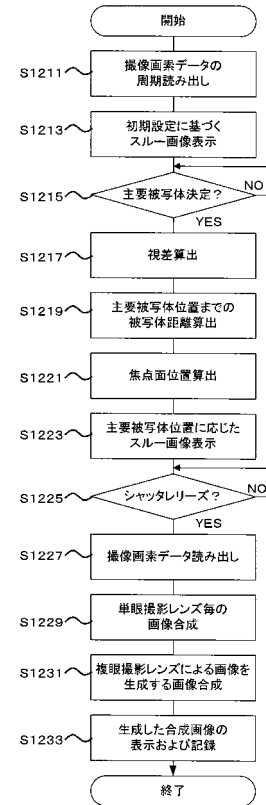
【図11】

【図11】



【図12】

【図12】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
G 0 6 T 1/00 (2006.01) G 0 6 T 1/00 4 2 0 C

(56) 参考文献 特開2009-258610(JP, A)
特開平09-181913(JP, A)
欧州特許出願公開第02157801(EP, A1)
特開2010-049152(JP, A)
特開2010-109921(JP, A)
特開2007-004471(JP, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N 5 / 2 2 2 ~ 2 5 7
G 0 3 B 1 9 / 0 6
G 0 3 B 1 9 / 0 7
G 0 6 T 1 / 0 0
G 0 6 T 3 / 0 0