

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4673202号  
(P4673202)

(45) 発行日 平成23年4月20日 (2011.4.20)

(24) 登録日 平成23年1月28日 (2011.1.28)

|                      |            |   |
|----------------------|------------|---|
| (51) Int. Cl.        | F I        |   |
| HO4N 5/225 (2006.01) | HO4N 5/225 | D |
| HO4N 5/232 (2006.01) | HO4N 5/232 | A |
| HO1L 27/14 (2006.01) | HO1L 27/14 | D |
| GO2B 3/00 (2006.01)  | GO2B 3/00  | A |
| GO2B 3/14 (2006.01)  | GO2B 3/14  |   |

請求項の数 20 (全 13 頁) 最終頁に続く

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2005-352364 (P2005-352364)  | (73) 特許権者 | 000006747           |
| (22) 出願日  | 平成17年12月6日 (2005.12.6)        |           | 株式会社リコー             |
| (65) 公開番号 | 特開2007-158825 (P2007-158825A) |           | 東京都大田区中馬込1丁目3番6号    |
| (43) 公開日  | 平成19年6月21日 (2007.6.21)        | (74) 代理人  | 100090103           |
| 審査請求日     | 平成20年11月20日 (2008.11.20)      |           | 弁理士 本多 章悟           |
|           |                               | (74) 代理人  | 100067873           |
|           |                               |           | 弁理士 樺山 亨            |
|           |                               | (72) 発明者  | 山中 祐治               |
|           |                               |           | 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  | 森田 展弘               |
|           |                               |           | 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式 |
|           |                               |           | 会社リコー内              |
|           |                               | 審査官       | 榎 一                 |
|           |                               |           | 最終頁に続く              |

(54) 【発明の名称】 画像入力装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2個以上のレンズから構成されたレンズアレイと、該レンズアレイを構成するレンズ間での光線のクロストークを防止するための遮光手段と、前記レンズアレイにより結像された像を撮像するための撮像手段と、該撮像手段により撮像された複眼像から単一像を再構成するための第1の演算器と、を有する画像入力装置において、前記レンズアレイがエレクトロウェットングレンズからなり、少なくとも複数の被写体距離に対して合焦できる機能を有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項2】

請求項1に記載の画像入力装置において、さらに被写体距離を検出する距離検出手段を有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項3】

請求項2に記載の画像入力装置において、前記距離検出手段は、複眼像の視差情報に基づき被写体距離を求める第2の演算器であることを特徴とする画像入力装置。

【請求項4】

請求項3に記載の画像入力装置において、前記第2の演算器によって前記複眼像の視差を検出するための演算は、複眼像の相互相関演算であることを特徴とする画像入力装置。

【請求項5】

請求項2ないし4のいずれか1つに記載の画像入力装置において、前記被写体距離検出手段の出力をエレクトロウェットングレンズの形状にフィードバックして合焦距離を変

化させる手段をさらに有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の画像入力装置において、前記レンズアレイは、同一の合焦距離を有する複数のレンズを 1 つのレンズセットとし、合焦距離の異なる複数のレンズセットから構成されたエレクトロウエッティングレンズの集合体であることを特徴とする画像入力装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の画像入力装置において、前記複数のレンズセットによる被写界深度は少なくとも互いに連続することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 8】

請求項 6 または 7 に記載の画像入力装置において、前記複数のレンズセット毎に、前記複眼像から、前記単一像の再構成を行うための個眼像の選択をする個眼像選択手段をさらに有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 9】

請求項 5 または 8 に記載の画像入力装置において、合焦距離の異なるレンズ毎に再構成された複数の単一像から合焦部分抽出手段により、ピントが合った合焦部分を抽出して合成する演算器をさらに有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の画像入力装置において、前記合焦部分抽出手段は、コントラストの高い部分を合焦部分として抽出する演算器であることを特徴とする画像入力装置。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 つに記載の画像入力装置において、前記エレクトロウエッティングレンズ同士の接触を防止するための封止部材をさらに有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 12】

2 個以上のレンズから構成されたレンズアレイと、該レンズアレイを構成するレンズ間での光線のクロストークを防止するための遮光手段と、前記レンズアレイにより結像された像を撮像するための撮像手段と、該撮像手段により撮像された複眼像から単一像を再構成するための第 1 の演算器と、を有する画像入力装置において、前記レンズアレイは、同一の厚みを有することにより同一の合焦距離を有する複数のレンズを 1 つのレンズセットとし、合焦距離の異なる複数のレンズセットから構成され、少なくとも複数の被写体距離に対して合焦できる機能を有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 13】

2 個以上のレンズから構成されたレンズアレイと、該レンズアレイを構成するレンズ間での光線のクロストークを防止するための遮光手段と、前記レンズアレイにより結像された像を撮像するための撮像手段と、該撮像手段により撮像された複眼像から単一像を再構成するための第 1 の演算器と、を有する画像入力装置において、前記レンズアレイは、同一の曲率半径を有することにより同一の合焦距離を有する複数のレンズを 1 つのレンズセットとし、合焦距離の異なる複数のレンズセットから構成され、少なくとも複数の被写体距離に対して合焦できる機能を有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 14】

請求項 12 または 13 に記載の画像入力装置において、前記複数のレンズセットによる被写界深度は少なくとも互いに連続することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 15】

請求項 12 ないし 14 のいずれか 1 つに記載の画像入力装置において、さらに被写体距離を検出する距離検出手段を有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の画像入力装置において、前記距離検出手段は、複眼像の視差情報に基づき被写体距離を求める第 2 の演算器であることを特徴とする画像入力装置。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

請求項 16 に記載の画像入力装置において、第 2 の演算器によって前記複眼像の視差を検出するための演算は、複眼像の相互相関演算であることを特徴とする画像入力装置。

【請求項 18】

請求項 15 ないし 17 のいずれか 1 つに記載の画像入力装置において、前記距離検出手段の出力をもとに、前記複眼像から、前記単一像の再構成を行うための個眼像の選択をする個眼像選択手段をさらに有することを特徴とする画像入力装置。

【請求項 19】

請求項 12 ないし 18 のいずれか 1 つに記載の画像入力装置において、前記複数のレンズセット毎に再構成された複数の単一像から、合焦部分抽出手段により、ピントが合った合焦部分を抽出して合成する演算器をさらに有することを特徴とする画像入力装置。

10

【請求項 20】

請求項 19 に記載の画像入力装置において、前記合焦部分抽出手段は、コントラストの高い部分を合焦部分として抽出する演算器であることを特徴とする画像入力装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像読取装置、虹彩認証や顔認証などの画像認識装置、デジタルカメラ、監視カメラなど光学系と撮像素子を用いる画像入力装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の薄型化を図った画像入力装置として、レンズアレイを用いた装置が知られているが、レンズアレイと撮像素子の距離が固定されているため、焦点調節ができない（例えば、特許文献 1、2 参照。）。過焦点距離に合焦させたパンフォーカスならば、レンズに焦点調節機能が無くても、レンズの被写界深度を利用して過焦点距離の半分の距離から無限遠までピントが合ったような画像を撮影できるが、過焦点距離の半分の距離よりも近い被写体を撮影する場合、被写体距離が近くなるに従いデフォーカス収差が増大し、ピントずれした画像となってしまふ。また、レンズ径を小さくすれば、被写界深度が広がり近接した被写体にもピントが合ったような画像を得ることができるが、ひとつのレンズで撮像される個眼像を構成する撮像素子の画素数が少なくなり、複眼像を再構成して得られる単一像の解像度が低下してしまふ。

20

前記複数の被写体距離に合焦する手段を有するマイクロレンズアレイが具備されていても、合焦すべき被写体距離を知ることができなければその機能を有効に利用することはできない。様々な被写体距離に合焦させて、ピントが合う位置を探し当てても良いが、そのための時間が必要であり、使用者の主観でピントが合っているかを判断しなければならないので不正確になる恐れがある。

30

【0003】

焦点調節機能を有するレンズアレイの従来技術がある（例えば、非特許文献 1 参照。）が、レンズの変形に使用する流体を制御するための外部装置が必要であり、各レンズが流体の流路でつながっているためそれぞれのレンズ形状すなわち焦点距離を別個に制御することはできないという問題点があった。

40

また、焦点調節機能を有するエレクトロウエッティングレンズというものがあるが、エレクトロウエッティングレンズは、原理的に大径化が困難なため、明るい光学系への適用ができないという欠点があった。エレクトロウエッティングレンズでは、電圧の印加による導電性液体と誘電体のぬれ性の変化を利用して液体形状を変化させることで焦点調節機能を実現している。大径化すると体積に対する表面積の割合は減少するので、液体形状を支配する因子におけるぬれ性の影響は小さくなり、液体の重さなどの体積に関する物理量が支配的になってくる。こうした理由で、エレクトロウエッティングレンズの明るい光学系への適用は困難である。しかしながら、レンズアレイを構成する各レンズは、従来のカメラなどの画像入力装置に用いられているレンズと比べて著しく小さい。そのため、焦点調節が可能であるというエレクトロウエッティングレンズの利点を十分に活かすことが

50

できる。

【0004】

【特許文献1】特開2001-061109号公報

【特許文献2】特開2003-141529号公報

【特許文献3】特表2001-519539号公報

【非特許文献1】Nikolas Chronisら, "Tunable liquid-filled microlens array integrated with microfluidic network". OPTICS EXPRESS Vol. 11, No. 19, pp2370

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

薄型かつ近接した被写体から無限遠にある被写体にまでピントが合った画像を取得できる画像入力装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1に記載の発明では、2個以上のレンズから構成されたレンズアレイと、該レンズアレイを構成するレンズ間での光線のクロストークを防止するための遮光手段と、前記レンズアレイにより結像された像を撮像するための撮像手段と、該撮像手段により撮像された複眼像から単一像を再構成するための第1の演算器と、を有する画像入力装置において、前記レンズアレイがエレクトロウエッティングレンズからなり、少なくとも複数の被写体距離に対して合焦できる機能を有することを特徴とする。

請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の画像入力装置において、さらに被写体距離を検出する距離検出手段を有することを特徴とする。

請求項3に記載の発明では、請求項2に記載の画像入力装置において、前記距離検出手段は、複眼像の視差情報に基づき被写体距離を求める第2の演算器であることを特徴とする。

【0007】

請求項4に記載の発明では、請求項3に記載の画像入力装置において、前記第2の演算器によって前記複眼像の視差を検出するための演算は、複眼像の相互相関演算であることを特徴とする。

請求項5に記載の発明では、請求項2ないし4のいずれか1つに記載の画像入力装置において、前記被写体距離検出手段の出力をエレクトロウエッティングレンズの形状にフィードバックして合焦距離を変化させる手段をさらに有することを特徴とする。

請求項6に記載の発明では、請求項1ないし4のいずれか1つに記載の画像入力装置において、前記レンズアレイは、同一の合焦距離を有する複数のレンズを1つのレンズセットとし、合焦距離の異なる複数のレンズセットから構成されたエレクトロウエッティングレンズの集合体であることを特徴とする。

請求項7に記載の発明では、請求項6に記載の画像入力装置において、前記複数のレンズセットによる被写界深度は少なくとも互いに連続することを特徴とする。

請求項8に記載の発明では、請求項6または7に記載の画像入力装置において、前記複数のレンズセット毎に、前記複眼像から、前記単一像の再構成を行うための個眼像の選択をする個眼像選択手段をさらに有することを特徴とする。

【0008】

請求項9に記載の発明では、請求項5または8に記載の画像入力装置において、合焦距離の異なるレンズ毎に再構成された複数の単一像から合焦部分抽出手段により、ピントが合った合焦部分を抽出して合成する演算器をさらに有することを特徴とする。

請求項10に記載の発明では、請求項9に記載の画像入力装置において、前記合焦部分抽出手段は、コントラストの高い部分を合焦部分として抽出する演算器であることを特徴とする。

請求項11に記載の発明では、請求項1ないし10のいずれか1つに記載の画像入力装置において、前記エレクトロウエッティングレンズ同士の接触を防止するための封止部材

10

20

30

40

50

をさらに有することを特徴とする。

請求項 1 2 に記載の発明では、2 個以上のレンズから構成されたレンズアレイと、該レンズアレイを構成するレンズ間での光線のクロストークを防止するための遮光手段と、前記レンズアレイにより結像された像を撮像するための撮像手段と、該撮像手段により撮像された複眼像から単一像を再構成するための第 1 の演算器と、を有する画像入力装置において、前記レンズアレイは、同一の厚みを有することにより同一の合焦距離を有する複数のレンズを 1 つのレンズセットとし、合焦距離の異なる複数のレンズセットから構成され、少なくとも複数の被写体距離に対して合焦できる機能を有することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 1 3 に記載の発明では、2 個以上のレンズから構成されたレンズアレイと、該レンズアレイを構成するレンズ間での光線のクロストークを防止するための遮光手段と、前記レンズアレイにより結像された像を撮像するための撮像手段と、該撮像手段により撮像された複眼像から単一像を再構成するための第 1 の演算器と、を有する画像入力装置において、前記レンズアレイは、同一の曲率半径を有することにより同一の合焦距離を有する複数のレンズを 1 つのレンズセットとし、合焦距離の異なる複数のレンズセットから構成され、少なくとも複数の被写体距離に対して合焦できる機能を有することを特徴とする。

請求項 1 4 に記載の発明では、請求項 1 2 または 1 3 に記載の画像入力装置において、前記複数のレンズセットによる被写界深度は少なくとも互いに連続することを特徴とする。

請求項 1 5 に記載の発明では、請求項 1 2 ないし 1 4 のいずれか 1 つに記載の画像入力装置において、さらに被写体距離を検出する距離検出手段を有することを特徴とする。

請求項 1 6 に記載の発明では、請求項 1 5 に記載の画像入力装置において、前記距離検出手段は、複眼像の視差情報に基づき被写体距離を求める第 2 の演算器であることを特徴とする。

請求項 1 7 に記載の発明では、請求項 1 6 に記載の画像入力装置において、第 2 の演算器によって前記複眼像の視差を検出するための演算は、複眼像の相互相関演算であることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 1 8 に記載の発明では、請求項 1 5 ないし 1 7 のいずれか 1 つに記載の画像入力装置において、前記距離検出手段の出力をもとに、前記複眼像から、前記単一像の再構成を行うための個眼像の選択をする個眼像選択手段をさらに有することを特徴とする。

請求項 1 9 に記載の発明では、請求項 1 2 ないし 1 8 のいずれか 1 つに記載の画像入力装置において、前記複数のレンズセット毎に再構成された複数の単一像から、合焦部分抽出手段により、ピントが合った合焦部分を抽出して合成する演算器をさらに有することを特徴とする。

請求項 2 0 に記載の発明では、請求項 1 9 に記載の画像入力装置において、前記合焦部分抽出手段は、コントラストの高い部分を合焦部分として抽出する演算器であることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、複数の被写体距離に合焦する手段をレンズアレイに付与しているため、薄型かつ近接した被写体から無限遠にある被写体までピントが合った画像を取得可能な画像入力装置を提供できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

図 1 は本発明の構成を説明するための模式図である。同図 ( a ) はレンズの合焦距離が遠い場合、同図 ( b ) はレンズの合焦距離が近い場合をそれぞれ示す図である。

同図において符号 1 はレンズアレイ、2 は封止部材、3 は撮像素子、4 は遮光部材、5 は情報処理回路、6 は被写体、7 はレンズ焦点調節用の制御回路をそれぞれ示す。

レンズアレイ 1 は略平面上に並べられた 2 個以上のエレクトロウェットングレンズか

10

20

30

40

50

ら構成されている。封止部材 2 はエレクトロウエットングレンズ同士の接触を防止するために設けられた部材である。撮像素子 3 はレンズアレイによって形成される複眼像の略結像位置に設置されている。遮光部材 4 はレンズアレイを構成するレンズ間での光線のクロストークを防止するために設けられる。情報処理回路 5 のうち、5 a は前記複眼像の視差情報を検出する演算器、5 b は距離検出手段であって、前記視差情報を利用して画像入力装置から被写体までの距離を検出する演算器（第 2 の演算器）、5 c は前記複眼像から単一像を再構成する演算器（第 1 の演算器）である。

被写体 6 は一般的には奥行きを有しているので、同図（a）ではエレクトロウエットングレンズが初期状態にあるとき被写界深度内にある被写体 6 a と、被写界深度を外れて近い側にある被写体 6 b の 2 つの平面で代表している。ただし、両者を表す破線は、その被写体が存在する位置を表すものであって、被写体 6 b が被写体 6 a を遮っていることを表すものではない。

#### 【0013】

初期状態で設定されたレンズ 1 a の被写界深度内に存在する被写体 6 a は、レンズアレイを構成するそれぞれのエレクトロウエットングレンズ 1 a により結像され、撮像素子 3 により撮像される。遮光部材 4 により各レンズを通過する光線の撮像素子位置におけるクロストークが抑制される。こうして、撮像素子 3 により撮像された画像は、各レンズにより撮像された個眼像が並んだ複眼像となる。複眼像を構成する個眼像は一見同じ画像に見えるが、レンズと被写体との相対的な位置関係に起因した視差が存在するため、それぞれの個眼像は、少しずつシフトした画像となる。本明細書内で用いる「視差」は、収録した複眼像の中で、基準とする個眼像に対する各個眼像の画像のシフト量（単位は長さ）を表すことにする。個眼像のみを画像入力装置による収録像として用いると、個眼像における 1 つの画素より小さい被写体の構造を撮像することはできないが、個眼像間での視差を利用すると、個眼像における 1 つの画素に埋もれた被写体の構造を再現することができる。すなわち、視差を伴う複眼画像から単一画像を再構成することにより、個眼像に対して解像力を向上させた再構成像を得ることができる（特許文献 1 参照。）。

#### 【0014】

レンズ焦点調節回路 7 は、エレクトロウエットングレンズの電極に所定の電圧を加えることによって、各レンズを所望の曲率半径になるよう変化させ、特定の合焦距離に設定する。電圧を他の値に変えることによって、他の合焦距離を選ぶことができる。ここで、合焦距離とは、レンズ諸元と撮像距離が定まっているとき、その撮像面に正しくピントが合う被写体距離のことである。

図 1（a）において、初期状態で設定されたレンズ 1 a の被写界深度からはずれて近い側にある被写体 6 b に対しては、破線の光路で示すように、1 点から出た光が撮像素子 3 上において 1 点に収束せず、いわゆるピントがぼけた像になる。したがって、図 1（b）に示すレンズ 1 b のように、レンズ面の曲率半径を変化させて合焦距離を小さくしなければ被写体 6 b に対してピントを合わせることができない。合焦距離をどのように変化させるべきかは、上記の視差を知ることで算出することができる。

#### 【0015】

図 2 は相互相関関数の例を示す図である。

演算器 5 a は、収録した複眼像における各個眼像間の視差を求めるためのもので、上述のように、複眼像から単一画像の再構成の際に個眼像に対して解像力を上げるために作用すると同時に、以下に示すように、視差から被写体までの距離を求めるためにも作用する。

複眼像から各個眼像の視差を求めるために、複眼像の中からふたつの個眼像を抜き出し、それらの相互相関関数を求める。この相互相関関数は 2 変数関数であり、ある座標においてピークを示す。視差がゼロの場合、ピーク座標位置は中央になり、視差が大きくなるにつれてピーク座標は中央から離れていく。このピーク座標と中央との距離および方向を用いて、2 つの個眼像の相対的位置すなわち視差情報を定量的に検出することができる。

#### 【0016】

図3は複眼像の1例を示す図である。

複眼像はマイクロレンズの個数に等しい数だけ被写体の縮小像が形成されたものである。後述の図6において示すように、レンズ個々の焦点距離に比べて被写体距離ははるかに大きいので、被写体に奥行きがあって、複数の被写体距離の物体あるいは人物からなっていたとしても、各レンズの視野は互いにほぼ同じであり、一見しただけでは相互の違いは分からない。しかし、厳密に言えば、異なる位置にあるレンズがそれぞれわずかに異なる被写体領域を見ているので、見ている位置の違い、いわゆる視差によって、形成される個眼像はわずかにずれた画像となる。ほぼ同一な2つの画像のずれ量を知る方法として、上記のように相互相関関数を求める方法が知られている。

【0017】

複眼像を構成する個眼像のうち、基準となるもの(例えば、同図の50)を設定し、基準となる個眼像と他の個眼像の相互相関関数を求め、同様に、基準個眼像以外の全個眼像に対して、基準個眼像との相互相関をとることで、基準個眼像に対する全ての個眼像の画像シフト量を、撮像素子の画素を単位として求めることができ、画像シフト量(単位ピクセル)に撮像素子1画素あたりの長さを乗じることにより視差を算出できる。視差を求めるためにはピントずれした画像を用いることも可能だが、できればピントずれの程度は小さいほうが望ましい。そのために、エレクトロウェットティングレンズの初期状態は、可能な限り深い被写界深度に対してピントが合っているような状態、すなわちパンフォーカスになるような合焦距離に設定するのが望ましい。あるいは、そのほかに、パンフォーカスよりも短い合焦距離を有するエレクトロウェットティングレンズを複数存在させることで、過焦点距離の半分の距離よりも近接した被写体に対してもピントが合ったような複数の個眼像を取得することができ、視差の検出が容易になる。この場合、短いほうの合焦距離のレンズによる被写界深度は比較的浅くなるのが普通であるが、もう一方のレンズの合焦距離による被写界深度(パンフォーカスの範囲)と重複しても良いから、少なくとも連続するように合焦距離を設定するのが望ましい。

【0018】

図4は三角測距法を説明するための図である。

同図において符号11はレンズ、dはレンズ中心間隔、Lは被写体距離、Oはレンズ光軸と撮像素子の交点、Pは特定被写体、P'は特定被写体の結像点、 $\theta$ は視差をそれぞれ示す。

図5は複眼画像から単一画像を得る流れを示す図である。

同図において符号Sは流れのステップを示す、

演算器5bは、視差情報を利用して画像入力装置から被写体までの距離を検出するためのものである。被写体距離を求める方法として、例えば三角測量の原理を用いた三角測距法が知られている。同図を用いて三角測量による被写体距離の求め方について述べる。レンズ11aの光軸と被写体6の交わる点Pから発した光のうち、レンズ11aを通過した光はレンズ11aの光軸と撮像素子3の交わる点Oaに結像する。一方レンズ11bを通過した光は撮像素子上の点P'に結像する。レンズ11bの光軸と撮像素子3の交わる点をObとすると視差はP'Obである。光学系設計時に既知となるレンズ中心間隔dとレンズアレイ-撮像素子間距離(レンズ焦点距離)f、並びに演算器5aにより求めた視差

$$L = f \times d / \theta \quad \dots (1)$$

本発明では、この $\theta$ を上述の相互相関関数を用いて算出する。

【0019】

複眼画像を得たら(S1)、図3にて示したように、基準個眼像50を設定する(S2)。この基準個眼像に対する各個眼像の視差 $\theta$ を検出する(S3)。この視差から被写体距離Lを算出する(S4)。

この被写体距離Lを距離検出手段5bからエレクトロウェットティングレンズ1の制御回路7にフィードバックし(図1(b)参照)、エレクトロウェットティングレンズ1の形状を変化させることにより、被写体に合焦させることができる。これらの視差の検出(S3)

10

20

30

40

50

)からレンズ形状の変化(S5)までを自動的に行うことでオートフォーカス機能を付加することができる。例えば、被写体6aに合焦している図1(a)の状態から、よりレンズに近接した図1(b)の被写体6bに合焦する場合、視差をもとに算出した被写体距離に基づいて1bのようにエレクトロウエッティングレンズ形状を変化させてレンズの焦点距離を短くし、被写体6bにピントが合った複眼像を撮像することができる(S6)。この複眼像を演算器5cにより単一像に再構成する(S7)ことで、近接した被写体6bに合焦した高解像な画像を得ることができる。

本方式によれば、余分な構成部品を必要とせず、被写体距離検出のための簡略な構成を提供することができる。

#### 【0020】

図6は本発明の他の実施形態を示す図である。

同図において、被写体距離がレンズ焦点距離に比べて非常に大きいことを示すため、破線で区切って、被写体側の距離を縮めて示した。以下の図においても同様である。

図7は図6の構成に対応する単一像を得るための流れを示す図である。

図6に示すように、あるレンズ1aは離れた位置にある被写体6aに、別のレンズ1bはレンズに近接した被写体6bにそれぞれ合焦するように形状を制御して各エレクトロウエッティングレンズの合焦距離を異ならしめることにより、近接した被写体から遠い位置にある被写体にまで合焦した画像をワンショットで撮像することができる。レンズ1a、レンズ1bをそれぞれ複数用いるときは、同一の合焦距離を有する各レンズの群をレンズセットと呼ぶ。この例では、レンズ1aからなるレンズセットと、レンズ1bからなるレンズセットの2組が存在する。

例えば、エレクトロウエッティングレンズを4×4の格子状に並べたレンズアレイを用いた画像入力装置において、半分の8個を近接した被写体に合わせた合焦距離とし、残り半分の8個をパンフォーカスに制御して撮像することで、近接した被写体に合焦し得る8個の個眼像から構成される複眼像と、パンフォーカスの8個の個眼像から構成される複眼像の2通りの複眼像が得られる。これらの複眼像について、それぞれ視差を利用した再構成を演算器5cで行うことにより、近接した被写体に合焦した高解像な単一像とパンフォーカスの高解像な単一像をワンショットで得ることができる。必要に応じてそれぞれの単一像を保存するためのメモリ等は備えておくものとする。

前述と同様に、このときの2つのレンズセットのそれぞれの被写界深度が少なくとも連続するように、それぞれの合焦距離を設定するのが望ましい。

この構成においても、視差をもとに算出した被写体距離に基づいて、どちらか一方のレンズセットの合焦距離を変化させてもよい。その場合は、より高解像な単一像を再構成することができる。

#### 【0021】

以上の処理フローを、図7に示す。レンズアレイを構成する全てのエレクトロウエッティングレンズの焦点距離が同じ場合に比べて、焦点距離が異なるように制御したエレクトロウエッティングレンズで構成されたレンズアレイを用いて撮影すると、再構成された単一像の解像度は低下してしまう。ただし、画素サイズが小さな撮像素子を用いてレンズひとつあたりの画素数を多くすることで、高解像な単一像を得ることは可能である。

なお、2組のレンズセットは互いに領域を分けて配置することもできるが、被写体距離検出の精度を上げるためより大きな視差が得られるように、各レンズセットの個別のレンズが交互に並ぶようにし、それぞれのレンズセットのレンズが撮像領域全体にほぼ均等に分散するように配置するのが好ましい。この考え方はレンズセットの数が増えても同様に適用できる。

#### 【0022】

図8は本発明のさらに他の実施形態を示す図である。

同図において符号10は多焦点型のレンズアレイ、20は被写体を示す。

図9は図8の構成に対応する単一像を得るための流れを示す図である。

本実施形態は、レンズアレイが複数の被写体距離に対して合焦できる機能として、レン

10

20

30

40

50

ズアレイが厚みの異なるレンズから構成されている画像入力装置である。

図 8 を用いて、レンズアレイが複数の被写体距離に対して合焦する方法を述べる。同図のように厚みの異なる平凸レンズを並べて構成したレンズアレイ 10 を用いると、各レンズの凸面の曲率が同じならば厚みが高いほど焦点距離は短い。同じ焦点距離のレンズをまとめて言うときレンズのセットと呼ぶ。同図においては 3 つのレンズセットが存在する。

レンズと撮像素子間距離が固定の場合には、10 a、10 b、10 c の各レンズがそれぞれ 20 a、20 b、20 c の被写体に合焦するというように、レンズの厚みが高いレンズほど近接した被写体に合焦できる。このような構成の画像入力装置で撮像した複眼像は、異なる被写体距離に部分的に合焦した個眼像から構成されたものとなる。

10

演算器 5 b により被写体距離を算出したら、演算器 5 d により、その被写体距離に最も近い合焦距離を有するレンズのセットを決定する。決定したレンズに対応する個眼像のセットを選択し、それらから視差を利用して演算器 5 c により再構成することで、自動的に被写体にピントがあった高解像な単一像を得ることができる。

前述と同様に、3 つのレンズセットによるそれぞれの被写界深度が少なくとも連続することが望ましい。

#### 【0023】

図 10 は他の単一像の求め方を示す流れ図である。

先にも述べたように、被写体が単一の距離にあるとは限らない。すなわち、被写体に奥行きがある場合、各個眼像を微視的に見れば、ピントのあっている部分と合っていない部分

20

が混在する。したがって、ある合焦距離を有するレンズに対応する個眼像のセットのみを選択して再構成するのではなく、同じ合焦距離を有するレンズに対応する個眼像のセットからそれぞれ単一像を取得し、それら複数の単一像からピントが合っている部分を抽出し、合成することで全焦点画像を得ることができる。合成する際、合焦距離が異なることにより生じる倍率の違いを調整して、それぞれの部分を合成することがより望ましい。また、単一像において、ピントが合っている部分を抽出する手段として、コントラストを利用した合焦部分検知方法を用いても良い。すなわち、合焦部分抽出手段を設け、コントラストの高い部分を合焦部分として抽出する演算器を持たせる。

この方法は、図 8 の実施形態のみならず、図 6 に示した実施形態にも適用できる。図 1 の構成において、被写体 6 a の距離に焦点を合わせて得た単一像と、被写体 6 b の距離に焦点を合わせて得た単一像の双方から、ピントが合っている部分を抽出し、合成することで全焦点画像を得ることも可能である。さらに、以下に示す実施形態にも適用可能である。

30

#### 【0024】

図 11 は本発明のさらに他の実施形態を示す図である。

同図において符号 30 はレンズ、40 は被写体をそれぞれ示す。

同図に示す曲率の異なる平凸レンズを並べて構成したレンズアレイの場合にも、図 8 で示した厚みの異なるレンズから構成されたレンズアレイを用いた場合と同様の効果がある。凸面の曲率半径が小さいほど、焦点距離は短い。よって、厚みの異なるレンズから構成されたレンズアレイの場合と同様に、レンズと撮像素子間距離が一定の場合には、30 a、30 b、30 c の各レンズセットがそれぞれ 40 a、40 b、40 c の被写体に合焦するというように、レンズの曲率半径が小さいレンズほど近接した被写体に合焦できる。以下、高解像な単一像を得る手順は図 8 と同様である。

40

前述と同様に、3 つのレンズセットによるそれぞれの被写界深度が少なくとも連続することが望ましい。

本実施形態、および図 8 に示した実施形態においては、レンズアレイに屈折型のレンズを用いたもので説明したが、フレネルレンズのような回折型のレンズアレイを用いても、同等の効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 5 】

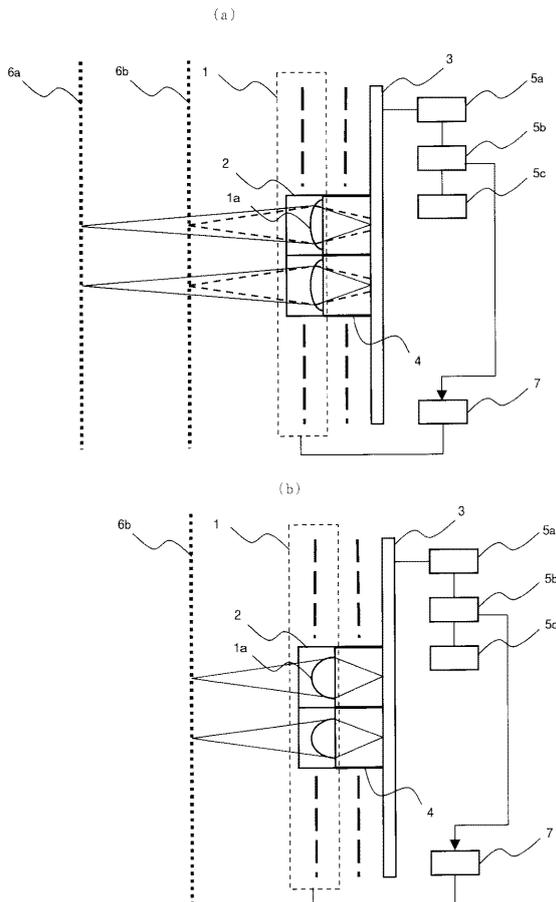
- 【図 1】本発明の構成を説明するための図である。
- 【図 2】相互相関関数の例を示す図である。
- 【図 3】複眼像の 1 例を示す図である。
- 【図 4】三角測距法を説明するための図である。
- 【図 5】複眼画像から単一画像を得る流れを示す図である。
- 【図 6】本発明の他の実施形態を示す図である。
- 【図 7】図 6 の構成に対応する単一像を得るための流れを示す図である。
- 【図 8】本発明のさらに他の実施形態を示す図である。
- 【図 9】図 8 の構成に対応する単一像を得るための流れを示す図である。
- 【図 1 0】他の単一像の求め方を示す流れ図である。
- 【図 1 1】本発明のさらに他の実施形態を示す図である。

【符号の説明】

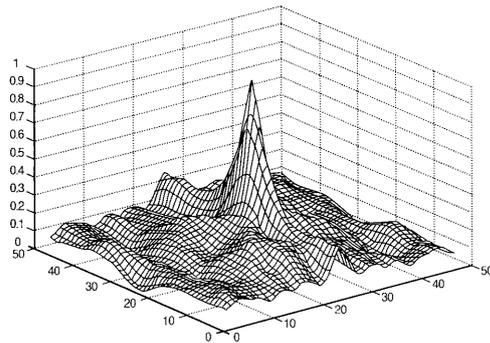
【 0 0 2 6 】

- 1        レンズアレイ
- 3        撮像素子
- 5        情報処理回路
- 6        被写体
- 7        制御回路

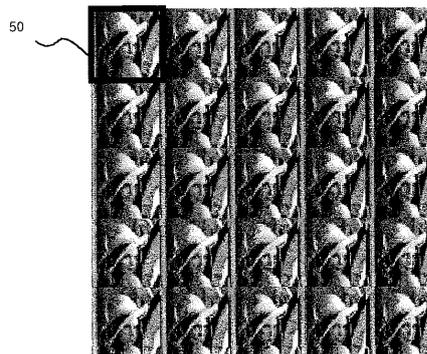
【 図 1 】



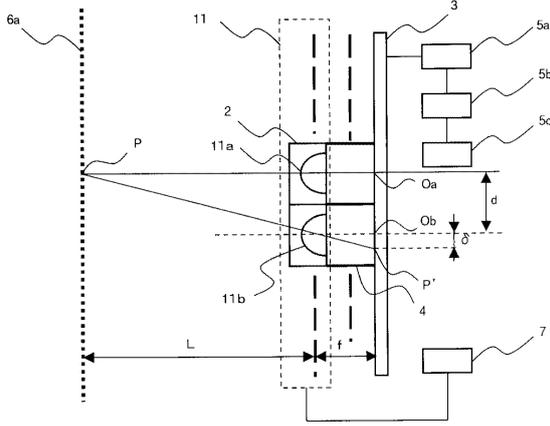
【 図 2 】



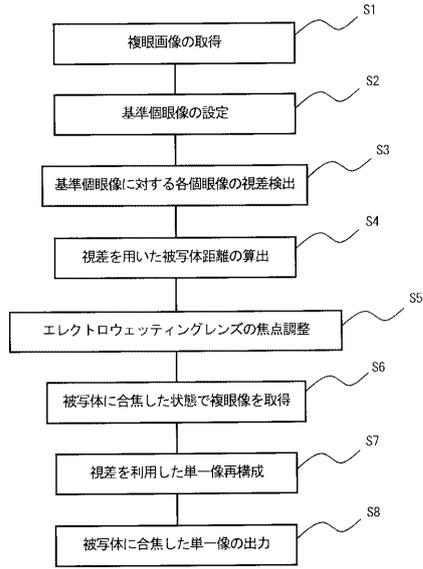
【 図 3 】



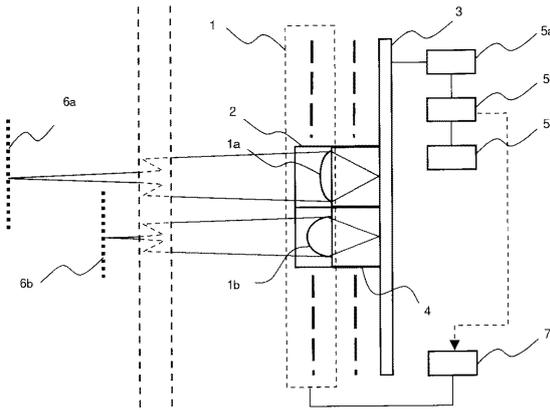
【図4】



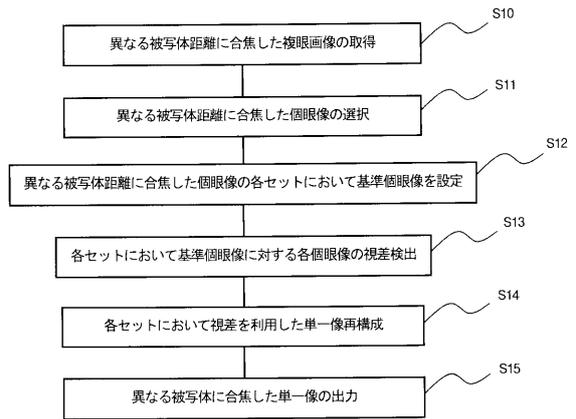
【図5】



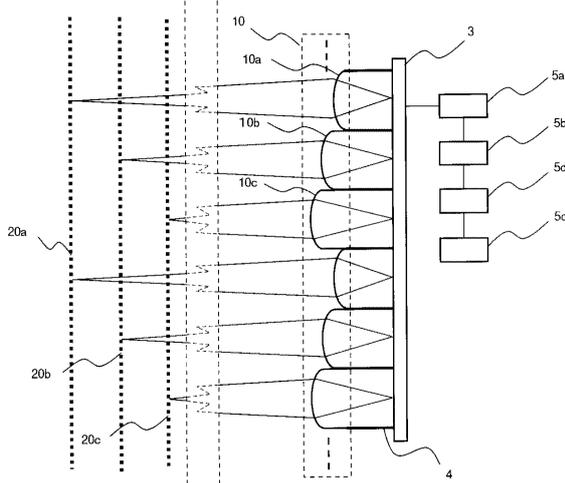
【図6】



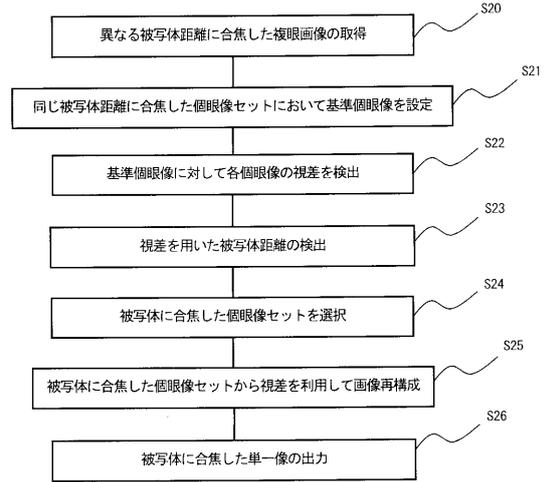
【図7】



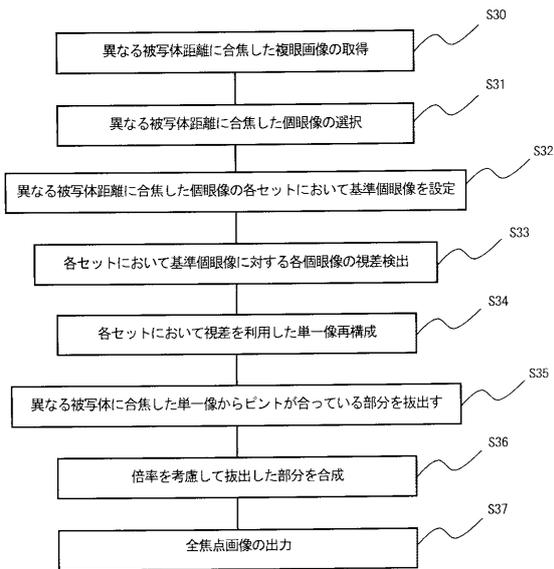
【図8】



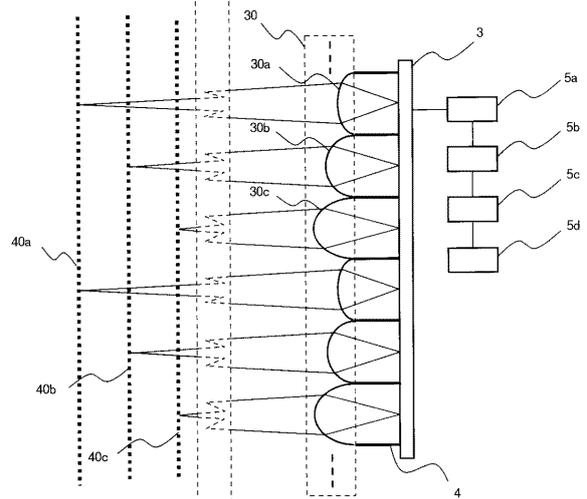
【図9】



【図10】



【図11】



## フロントページの続き

| (51) Int.Cl.                   | F I     |       |  |  |   |
|--------------------------------|---------|-------|--|--|---|
| <b>G 0 2 B 7/28 (2006.01)</b>  | G 0 2 B | 7/11  |  |  | N |
| <b>G 0 2 B 7/30 (2006.01)</b>  | G 0 2 B | 7/11  |  |  | A |
| <b>G 0 3 B 13/36 (2006.01)</b> | G 0 3 B | 3/00  |  |  | A |
| <b>G 0 3 B 15/00 (2006.01)</b> | G 0 3 B | 15/00 |  |  | B |

(56)参考文献 特開2003-143459(JP,A)  
 特開2003-141529(JP,A)  
 特開2005-167484(JP,A)  
 特開2006-217131(JP,A)  
 特開2004-311666(JP,A)  
 特表2007-500874(JP,A)  
 特表2005-506778(JP,A)  
 特表2007-520166(JP,A)  
 特開2000-004871(JP,A)  
 特開2005-303694(JP,A)  
 特開2005-109622(JP,A)  
 特開2000-032354(JP,A)  
 特開2000-152281(JP,A)  
 特開2005-268995(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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