

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6138222号
(P6138222)

(45) 発行日 平成29年5月31日 (2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日 (2017.5.12)

(51) Int. Cl.	F I
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232 Z
G03B 15/00 (2006.01)	G03B 15/00 B
G06T 5/50 (2006.01)	G06T 5/50
H04N 5/225 (2006.01)	H04N 5/225 F
H04N 5/91 (2006.01)	H04N 5/225 Z
請求項の数 43 (全 21 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2015-240473 (P2015-240473)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年12月9日 (2015.12.9)		キヤノン株式会社
(62) 分割の表示	特願2012-288561 (P2012-288561) の分割		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
原出願日	平成24年12月28日 (2012.12.28)	(74) 代理人	100076428
(65) 公開番号	特開2016-96556 (P2016-96556A)		弁理士 大塚 康德
(43) 公開日	平成28年5月26日 (2016.5.26)	(74) 代理人	100115071
審査請求日	平成28年1月8日 (2016.1.8)		弁理士 大塚 康弘
(31) 優先権主張番号	特願2012-34537 (P2012-34537)	(74) 代理人	100112508
(32) 優先日	平成24年2月20日 (2012.2.20)		弁理士 高柳 司郎
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置、制御方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像手段によって撮像された、異なる視点に係る複数の信号を取得する取得手段と、
前記取得手段により取得された前記複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する前記複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、

前記生成手段により生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を前記複数の信号に関連付けて出力する出力手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記取得手段により取得された前記複数の信号に、クランプ処理、A/D変換処理、及び基準レベルのずれ補正処理の少なくともいずれかの信号処理を適用する信号処理手段をさらに有し、

前記生成手段は、前記信号処理手段により信号処理が適用された前記複数の信号を用いて再構成画像を生成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記取得手段により取得された前記複数の信号に、色変換処理、ホワイトバランス処理、及びガンマ補正の少なくともいずれかの画像処理を適用する画像処理手段をさらに有す

ることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記出力手段は、前記複数の異なる焦点面について生成された再構成画像を、焦点面に対応する被写体の前記撮像手段からの距離の順に含む前記動画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記生成手段により生成された再構成画像について、特定の被写体を検出する検出手段をさらに有し、

前記出力手段は、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る再構成画像に対応する焦点面を前記検出手段による検出結果に基づいて制御する

10

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記生成手段により生成された再構成画像について、特定の被写体を検出する検出手段をさらに有し、

前記出力手段は、前記複数の異なる焦点面についてそれぞれ生成された再構成画像のうち、前記検出手段により前記特定の被写体が検出された再構成画像については、該画像を複数フレーム連続させて前記動画像を生成する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記出力手段は、前記動画像の各フレームのうち、前記検出手段により前記特定の被写体が検出されたフレームについて、被写体が検出されたことが示されるよう前記動画像を生成することを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 8】

前記出力手段は、前記動画像を予め定められた符号化方式で符号化して出力することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記出力手段は、前記動画像を規格に従って符号化して出力することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記規格は、MPEG規格であることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 11】

前記規格は、HEVC規格またはH. 265規格であることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記動画像をファイル形式で記録媒体に記録する記録手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

前記設定手段は、ユーザ操作に応じて前記焦点面を設定することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 14】

40

前記出力手段は、各フレームの再構成画像が前記設定手段により設定可能な範囲のうちの一部の範囲内の焦点面に関連付けられた前記動画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 15】

前記動画像の各フレームが、前記設定手段の設定可能な範囲のうちの一部の範囲内の焦点面に関連付けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 16】

前記設定手段は、前記設定手段の設定可能な範囲のうちの、ユーザ操作に基づき特定される一部の範囲の焦点面を設定し、

50

前記出力手段は、前記一部の範囲で焦点面が変化する前記動画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 7】

前記出力手段は、フレーム間における、焦点面が変化する光軸上の幅の大きさを変更して前記動画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】

前記動画像は、フレーム間における焦点面が変化する光軸上の幅の大きさが異なる区間を有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 9】

前記出力手段は、同一の焦点面を合焦面とする再構成画像を連続するフレームとして含むように前記動画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 0】

表示媒体を用いて、前記複数の信号に対応する表示として、前記動画像を再生する表示手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 1】

表示媒体を用いて、前記撮像手段により撮像された他の信号に対応する表示と共に、前記複数の信号から生成された前記動画像を再生する表示手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 2】

前記複数の信号は、前記撮像手段による 1 回の撮像により得られた信号であることを特徴とする請求項 1 乃至 2 1 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 3】

前記複数の信号は、ライトフィールドデータに対応していることを特徴とする請求項 1 乃至 2 2 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 4】

前記複数の信号は、画素の各々が撮像光学系において通過した瞳領域及び入射方向の組み合わせが異なる光束に対応する撮像手段により出力された信号であることを特徴とする請求項 1 乃至 2 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 5】

前記複数の信号は、各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段により出力された信号であることを特徴とする請求項 1 乃至 2 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 6】

前記複数の信号は、2 次元平面上に配置された複数の撮像手段により出力された信号であることを特徴とする請求項 1 乃至 2 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 7】

各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段により出力されたデジタル信号を取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された前記デジタル信号から生成される、ある焦点面に合焦する画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された焦点面の画像を、該焦点面における各画素に対応する前記デジタル信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、

前記生成手段により生成された複数の異なる焦点面の画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を前記デジタル信号に関連付けて出力する出力手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2 8】

撮像手段によって撮像された、異なる視点に係る複数の信号を取得する取得手段と、

10

20

30

40

50

前記取得手段により取得された前記複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する前記複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、

前記生成手段により生成された再構成画像について、特定の被写体を検出する検出手段と、

前記生成手段により生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含む動画像を生成して出力する出力手段と、を有し、

前記出力手段は、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る再構成画像に対応する焦点面を前記検出手段による検出結果に基づいて制御することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 29】

各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段により出力されたデジタル信号を取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された前記デジタル信号から生成される、ある焦点面に合焦する画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された焦点面の画像を、該焦点面における各画素に対応する前記デジタル信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、

前記生成手段により生成された焦点面の画像について、特定の被写体を検出する検出手段と、

20

前記生成手段により生成された複数の異なる焦点面の画像をフレームとして含む動画像を生成して出力する出力手段と、を有し、

前記出力手段は、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る画像に対応する焦点面を前記検出手段による検出結果に基づいて制御することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 30】

異なる視点に係る複数の信号を撮像して出力する撮像手段と、

前記撮像手段により出力された前記複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する前記複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、

30

前記生成手段により生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を前記複数の信号に関連付けて記録する記録手段と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 31】

各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段であって、撮像により得られたデジタル信号を出力する撮像手段と、

前記撮像手段により出力された前記デジタル信号から生成される、ある焦点面に合焦する画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された焦点面の画像を、該焦点面における各画素に対応する前記デジタル信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、

40

前記生成手段により生成された複数の異なる焦点面の画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を前記デジタル信号に関連付けて記録する記録手段と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 32】

異なる視点に係る複数の信号を撮像して出力する撮像手段と、

前記撮像手段により出力された前記複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する前記複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、

50

前記生成手段により生成された再構成画像について、特定の被写体を検出する検出手段と、

前記生成手段により生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含む動画像を生成して記録する記録手段と、を有し、

前記記録手段は、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る再構成画像に対応する焦点面を前記検出手段による検出結果に基づいて制御することを特徴とする撮像装置。

【請求項 3 3】

各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段であって、撮像により得られたデジタル信号を出力する撮像手段と、

前記撮像手段により出力された前記デジタル信号から生成される、ある焦点面に合焦する画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された焦点面の画像を、該焦点面における各画素に対応する前記デジタル信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、

前記生成手段により生成された焦点面の画像について、特定の被写体を検出する検出手段と、

前記生成手段により生成された複数の異なる焦点面の画像をフレームとして含む動画像を生成して記録する記録手段と、を有し、

前記記録手段は、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る画像に対応する焦点面を前記検出手段による検出結果に基づいて制御することを特徴とする撮像装置。

【請求項 3 4】

撮像手段によって撮像された、異なる視点に係る複数の信号を取得する取得工程と、

前記取得工程において取得された前記複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定工程と、

前記設定工程において設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する前記複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を前記複数の信号に関連付けて出力する出力工程と、を有する

ことを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 3 5】

各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段により出力されたデジタル信号を取得する取得工程と、

前記取得工程において取得された前記デジタル信号から生成される、ある焦点面に合焦する画像について、当該焦点面を設定する設定工程と、

前記設定工程において設定された焦点面の画像を、該焦点面における各画素に対応する前記デジタル信号の画素値を合成することにより生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された複数の異なる焦点面の画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を前記デジタル信号に関連付けて出力する出力工程と、を有する

【請求項 3 6】

撮像手段によって撮像された、異なる視点に係る複数の信号を取得する取得工程と、

前記取得工程において取得された前記複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定工程と、

前記設定工程において設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する前記複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された再構成画像について、特定の被写体を検出する検出工程と、

前記生成工程において生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含

10

20

30

40

50

む動画像を生成して出力する出力工程と、を有し、

前記出力工程において、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る再構成画像に対応する焦点面が、前記検出工程における検出結果に基づいて制御されることを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 37】

各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段により出力されたデジタル信号を取得する取得工程と、

前記取得工程において取得された前記デジタル信号から生成される、ある焦点面に合焦する画像について、当該焦点面を設定する設定工程と、

前記設定工程において設定された焦点面の画像を、該焦点面における各画素に対応する前記デジタル信号の画素値を合成することにより生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された焦点面の画像について、特定の被写体を検出する検出工程と、

前記生成工程において生成された複数の異なる焦点面の画像をフレームとして含む動画像を生成して出力する出力工程と、を有し、

前記出力工程において、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る画像に対応する焦点面が、前記検出工程における検出結果に基づいて制御されることを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 38】

異なる視点に係る複数の信号を撮像して出力する撮像工程と、

前記撮像工程において出力された前記複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定工程と、

前記設定工程において設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する前記複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を前記複数の信号に関連付けて記録する記録工程と、を有する

ことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 39】

各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段により撮像されて得られたデジタル信号を出力する撮像工程と、

前記撮像工程において出力された前記デジタル信号から生成される、ある焦点面に合焦する画像について、当該焦点面を設定する設定工程と、

前記設定工程において設定された焦点面の画像を、該焦点面における各画素に対応する前記デジタル信号の画素値を合成することにより生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された複数の異なる焦点面の画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を前記デジタル信号に関連付けて記録する記録工程と、を有する

ことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 40】

異なる視点に係る複数の信号を撮像して出力する撮像工程と、

前記撮像工程において出力された前記複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定工程と、

前記設定工程において設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する前記複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された再構成画像について、特定の被写体を検出する検出工程と、

前記生成工程において生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含む動画像を生成して記録する記録工程と、を有し、

前記記録工程において、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る再構成画像に対応する焦点面が、前記検出工程における検出結果に基づいて制御される

10

20

30

40

50

ことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 4 1】

各マイクロレンズに複数の光電変換素子に対応付けられた撮像手段により撮像されて得られたデジタル信号を出力する撮像工程と、

前記撮像工程において出力された前記デジタル信号から生成される、ある焦点面に合焦する画像について、当該焦点面を設定する設定工程と、

前記設定工程において設定された焦点面の画像を、該焦点面における各画素に対応する前記デジタル信号の画素値を合成することにより生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された焦点面の画像について、特定の被写体を検出する検出工程と、

前記生成工程において生成された複数の異なる焦点面の画像をフレームとして含む動画像を生成して記録する記録工程と、を有し、

前記記録工程において、前記動画像のフレーム間において、各フレームに係る画像に対応する焦点面が、前記検出工程における検出結果に基づいて制御される

ことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 4 2】

コンピュータを、請求項 1 乃至 2 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 4 3】

コンピュータに、請求項 3 8 乃至 4 1 のいずれか 1 項に記載の撮像装置の制御方法の各工程を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、撮像装置、制御方法、及びプログラムに関し、特に撮影後に画像信号から任意の焦点面に合焦した画像を生成する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラ等の撮像装置において、撮影時に光の強度分布との進行方向とを出力データとして記録することで、記録後に該出力データから任意の焦点面に合焦した画像を生成する技術が提案されている。

【0003】

非特許文献 1 では、マイクロレンズアレイを介して撮像素子の各画素（光電変換素子）に撮像レンズの異なる瞳領域を通過した光束を結像させることにより、様々な方向から入射した光を分離して記録する方法（Light Field Photography）が開示されている。このようにして得られた L F データ（Light Field Data）は、隣り合う画素が異なる方向から入射した光束を記録しており、各マイクロレンズに対応付けられた画素から、同一の方向の光束を抽出することで、該方向から撮影した画像を生成することができる。また、任意の被写体距離を設定し、該被写体距離の焦点面における 1 点を通過した光束を記録している画素の出力を加算することで、撮影後に特定の焦点面に合焦した画像のピクセルを擬似的に生成（再構成）することができる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】Ren.Ng、外 7 名、「Light Field Photography with a Hand-Held Plenoptic Camera」、Stanford University Computer Science Tech Report CTSR 2005-02

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

非特許文献 1 の方法を用いて記録された L F データは、上述したように焦点面を設定し

10

20

30

40

50

た上で該焦点面に合焦した再構成画像を生成するまでは、被写体の内容を把握できる状態で閲覧することができない。このため、例えば各L Fデータについて、1つの焦点面に合焦するように生成されたサムネイル画像を表示することで、ユーザに所望のシーンを撮影したL Fデータを選択させることが想定される。

【0006】

しかしながら、このようなL Fデータから生成した、1つの焦点面に合焦したサムネイル画像では、該焦点面とは異なる焦点面で合焦する被写体の像がぼやけるため、ユーザは被写体を認識できない。即ち、ユーザは所望の被写体が含まれるシーンを撮影したL Fデータを特定することができなかった。

【0007】

本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、画像信号を記録したシーンに含まれる被写体を特定可能な情報表示を行う画像処理装置、撮像装置、制御方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前述の目的を達成するために、本発明の画像処理装置は、以下の構成を備える。

【0009】

撮像手段によって撮像された、異なる視点に係る複数の信号を取得する取得手段と、取得手段により取得された複数の信号から生成される、ある焦点面の再構成画像について、当該焦点面を設定する設定手段と、設定手段により設定された焦点面の再構成画像を、該焦点面における各画素に対応する複数の信号の画素値を合成することにより生成する生成手段と、生成手段により生成された複数の異なる焦点面の再構成画像をフレームとして含む動画像を生成し、該動画像を複数の信号に関連付けて出力する出力手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

このような構成により本発明によれば、画像信号を記録したシーンに含まれる被写体を特定可能な情報表示を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態に係るデジタルカメラ100の機能構成を示したブロック図

【図2】本発明の実施形態に係るマイクロレンズアレイ105と撮像素子の光電変換素子との関係を説明するための図

【図3】本発明の実施形態に係るマイクロレンズアレイ105と撮像素子の光電変換素子との関係を説明するための別の図

【図4】本発明の実施形態に係る撮像レンズの瞳領域と、1つのマイクロレンズに対応する光電変換素子との関係を説明するための図

【図5】本発明の実施形態に係る撮影処理を例示したフローチャート

【図6】本発明の実施形態に係る撮像素子の各光電変換素子に入射する光束の光路を説明するための図

【図7】本発明の実施形態に係るリフォーカス画像の生成方法を説明するための図

【図8】本発明の実施形態に係る、L Fデータから生成される動画像を説明するための図

【図9】本発明の実施形態に係る一覧表示処理を例示したフローチャート

【図10】本発明の実施形態に係る一覧表示画面を例示した図

【図11】本発明の変形例に係る撮影処理を例示したフローチャート

【図12】本発明の変形例に係る、L Fデータから生成される動画像を説明するための図

【図13】本発明の変形例に係る光学系を例示した図

【発明を実施するための形態】

【0012】

[実施形態]

以下、本発明の例示的な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下に説明する一実施形態は、画像処理装置の一例としての、撮影後に焦点面を変更した再構成画像を生成可能なＬＦデータを記録するデジタルカメラに、本発明を適用した例を説明する。しかし、本発明は、撮影後に任意の焦点面に合焦した再構成画像を生成可能なＬＦデータを生成すること、あるいは該ＬＦデータから任意の焦点面に合焦した再構成画像を生成することが可能な任意の機器に適用可能である。

【００１３】

また、本明細書において「ＬＦデータ」とは、後述するように各マイクロレンズに対して撮像素子の複数の光電変換素子が割り当てられているマイクロレンズアレイを用いた撮影により得られた画像データを示す。１つのマイクロレンズに対して割り当てられた複数の光電変換素子の各々は、撮像光学系の射出瞳の異なる領域を通過した光束を受光する。即ち、ＬＦデータにおいて、１つのマイクロレンズに対して割り当てられた光電変換素子の出力に対応する画素は、隣り合う画素で像が連続しないことになる。このため本実施形態のＬＦデータは、撮影後に所定の焦点面に合焦した画像を生成する処理が実行されることで、隣り合う画素で像が連続する画像に変換される。本明細書では、このように撮影後に焦点面を決定し、ＬＦデータから該焦点面に合焦した画像を生成することを「リフォーカス」あるいは「再構成」と表現するものとする。

【００１４】

<デジタルカメラ１００の構成>

図１は、本発明の実施形態に係るデジタルカメラ１００の機能構成を示すブロック図である。

【００１５】

制御部１０１は、例えばＣＰＵであり、デジタルカメラ１００が有する各ブロックの動作を制御する。具体的には制御部１０１は、ＲＯＭ１０２に記憶されている、後述する撮影処理や一覧表示処理の動作プログラムを読み出し、ＲＡＭ１０３に展開して実行することにより、各ブロックの動作を制御する。

【００１６】

ＲＯＭ１０２は、例えば書き換え可能な不揮発性メモリであり、デジタルカメラ１００が有する各ブロックの動作プログラムに加え、各ブロックの動作に必要なパラメータ等を記憶する。

【００１７】

ＲＡＭ１０３は、揮発性メモリである。ＲＡＭ１０３は、デジタルカメラ１００が有する各ブロックの動作プログラムの展開領域としてだけでなく、各ブロックの動作において出力された中間データ等を記憶する格納領域としても用いられる。

【００１８】

撮像部１０６は、例えばＣＣＤやＣＭＯＳセンサ等の撮像素子である。撮像部１０６は、制御部１０１の指示によりＴＧ１０７から出力されるタイミング信号を受けて、撮像光学系１０４により撮像素子の光電変換素子面に結像された光学像を光電変換し、アナログ画像信号を出力する。なお、撮像光学系１０４は例えば対物レンズ、フォーカスレンズ、絞り等を含む。また、本実施形態のデジタルカメラ１００は、撮像素子の各光電変換素子に設けられているマイクロレンズとは別に、光軸上の撮像光学系１０４と撮像素子との間にマイクロレンズアレイ１０５を有する。

【００１９】

(マイクロレンズと光電変換素子との関係)

ここで、本実施形態のデジタルカメラ１００において、光軸上の撮像光学系１０４と撮像素子との間に設けられたマイクロレンズアレイ１０５について、図を用いて説明する。

【００２０】

図２に示すように、本実施形態のマイクロレンズアレイ１０５は複数のマイクロレンズ２０１で構成される。図では、撮像光学系１０４の光軸をｚ軸とし、デジタルカメラ１０

10

20

30

40

50

0の横位置における水平方向をx軸、鉛直方向をy軸としている。なお、図2の例では簡単のため、マイクロレンズアレイ105は5行5列に並んだマイクロレンズ201で構成されるものとして説明するが、マイクロレンズアレイ105の構成はこれに限られるものではない。

【0021】

また図2では、撮像部106を構成する撮像素子の光電変換素子202が格子で示されている。各マイクロレンズ201には、所定数の光電変換素子202が対応付けられており、図2の例では1つのマイクロレンズ201に対して $6 \times 6 = 36$ 画素の光電変換素子202が対応づけられている。1つのマイクロレンズ201を通過した光束は、入射した方向に応じて分離され、対応する光電変換素子202に結像される。

10

【0022】

図3は、1つのマイクロレンズ201に対応する光電変換素子202 p_1 乃至 p_6 に入射する光束を図示している。図は、デジタルカメラ100の横位置における鉛直方向から見た、各光電変換素子202に入射する光束の光路を例示している。図示されるように、水平方向に並んだ光電変換素子202 p_1 乃至 p_6 には、1つのマイクロレンズ201を介して、撮像光学系104の射出瞳301を水平方向に6分割した領域 a_1 乃至 a_6 を通過した光束がそれぞれ入射する。なお、各領域に付された数字は、通過した光束が入射する光電変換素子202との対応関係を示している。

【0023】

なお、図3の例では鉛直方向から見た、各光電変換素子202に入射する光束の光路を示したが、光束の分離は水平方向に限らず、撮像光学系104の光軸のy軸においても同様に行われる。即ち、撮像光学系104の射出瞳を撮像素子側から見て図4(a)のような領域に分類した場合、各領域を通過した光束は、図4(b)に示されるような光電変換素子202のうち、同一の識別数字が付された光電変換素子に入射する。なお、ここでは、撮像光学系104とマイクロレンズアレイ105の各マイクロレンズのFナンバー(F値)は略一致しているものとする。

20

【0024】

A F E 1 0 8 及び D F E 1 0 9 は、撮像部106により生成された画像信号に対する補正処理等を行う。具体的にはA F E 1 0 8 は、撮像部106から出力されたアナログ画像信号に対して、基準レベルの調整(クランプ処理)やA/D変換処理を行い、デジタル画像信号(L F データ)をD F E 1 0 9 に出力する。D F E 1 0 9 は、入力されたL F データに対して微少な基準レベルのずれ等を補正する。

30

【0025】

画像処理部110は、D F E 1 0 9 による補正処理が適用されたL F データに対して、色変換、ホワイトバランス調整、 γ 補正処理等の各種画像処理を適用する。各種画像処理は、例えばデジタルカメラ100に設定されている撮影モードに応じて異なるものであってもよい。また本実施形態では画像処理部110は、L F データから任意の焦点面に合焦する再構成画像(リフォーカス画像)の生成する処理も行う。任意の焦点面に合焦する画像の生成は、例えば上述した非特許文献1に示されるような「Light Field Photography」の手法を用いればよい。

40

【0026】

表示部111は、例えば小型L C D 等のデジタルカメラ100が有する表示装置である。表示部111は、画像処理部110により生成された、任意の焦点面に合焦した画像を表示する。上述したように、本実施形態の撮像部106から出力されるアナログ画像信号をA/D変換して得られるL F データは、隣り合う画素において像が連結しない。このため表示部111には、該L F データではなく画像処理部110により生成された再構成画像が表示される。

【0027】

記録媒体112は、例えばデジタルカメラ100が有する内蔵メモリや、メモリカードやH D D 等のデジタルカメラ100に着脱可能に接続される記録装置である。記録媒体1

50

12には、LFデータ、及び各LFデータに関連付けられる、該LFデータから生成された被写体確認用の動画画が記録される。

【0028】

操作入力部113は、例えば電源ボタンやシャッターボタン等の、デジタルカメラ100が有するユーザインタフェースである。操作入力部113は、ユーザによりユーザインタフェースが操作されたことを検出すると、該操作に対応する制御信号を制御部101に出力する。

【0029】

＜撮影処理＞

このような構成をもつ本実施形態のデジタルカメラ100の撮影処理について、図5のフローチャートを用いて具体的な処理を説明する。該フローチャートに対応する処理は、制御部101が、例えばROM102に記憶されている対応する処理プログラムを読み出し、RAM103に展開して実行することにより実現することができる。なお、本撮影処理は、例えばデジタルカメラ100が起動された際に開始されるものとして説明する。

【0030】

S501で、制御部101は、撮影指示がなされたか否かを判断する。具体的には制御部101は、ユーザによって不図示のシャッターボタンが操作されたことを示す制御信号を、操作入力部113から受信したか否かにより、撮影指示の有無を判断する。制御部101は、撮影指示がなされたと判断した場合は処理をS502に移し、なされていないと判断した場合は本ステップの処理を繰り返す。

【0031】

S502で、制御部101は撮影処理を実行し、撮像部106により出力された画像信号に係るLFデータを取得する。具体的には制御部101は、AFE108によりA/D変換され、DFE109による補正処理が適用されたLFデータを取得し、RAM103に格納する。

【0032】

S503で、制御部101は、リフォーカス画像を生成する目標被写体距離を、最も短い被写体距離、即ち最も近景の被写体に対応する被写体距離に設定する。

【0033】

S504で、制御部101は、設定された目標被写体距離に合焦するリフォーカス画像を画像処理部110に生成させる。即ち、画像処理部110は、撮像光学系104の撮像レンズとマイクロレンズアレイ105との間の、設定された目標被写体距離に応じて決定されるリフォーカス面（焦点面）において形成される画像を擬似的に生成（再構成）する。

【0034】

ここで、リフォーカス面において形成される画像の各画素について、該画素を通過する光束が出射される撮像レンズの瞳領域と、該光束が入射するマイクロレンズの対応関係について、図を用いて説明する。

【0035】

本実施形態のデジタルカメラ100では、上述したように1つのマイクロレンズに割り当てられた複数の画素の各々は、撮像レンズの射出瞳の異なる領域を通過した光束を受光する。これは、マイクロレンズアレイ105の全マイクロレンズについて同様であり、また各マイクロレンズには異なる方向から撮像レンズを通過した光束が入射するため、撮像素子の全ての画素は、各々通過した瞳領域及び入射方向の組み合わせが異なる光束を受光することになる。

【0036】

このため、本実施形態のデジタルカメラ100では、撮影により得られたLFデータの各画素に入射した光束の光路を、図6に示すように射出瞳内の通過した瞳領域の座標（ u ， v ）と、対応するマイクロレンズの位置座標（ x' ， y' ）とで規定している。リフォーカス画像の生成では、リフォーカス面上の画素（ x ， y ）について、該点を通過する光

10

20

30

40

50

路を有する光束を積分（合算）することで画素値を得ることができる。

【0037】

図7ではデジタルカメラ100の横位置における鉛直方向から見た水平面（xz平面）における光束の光路が示されている。以下ではxz平面における、リフォーカス面の各画素を通過する光束の光路について説明するが、yz平面についても同様である。

【0038】

瞳領域の座標（u，v）、リフォーカス面上の画素座標を（x，y）とすると、この瞳分割領域とリフォーカス面上の画素を通過する光束が入射するマイクロレンズアレイ105上のマイクロレンズの位置座標（x'，y'）は、

$$(x', y') = \left(u + \frac{x-u}{\alpha}, v + \frac{y-v}{\alpha} \right)$$

10

で表される。なお、Fは撮像レンズからマイクロレンズアレイまでの距離、αFは撮影レンズからリフォーカス面までの距離（αはリフォーカス係数：リフォーカス面までの距離を決定するための可変係数）である。

【0039】

また該光束が受光される光電変換素子の出力をL（x'，y'，u，v）とすると、リフォーカス面上に形成される画像の座標（x，y）の画素出力E（x，y）は、L（x'，y'，u，v）を撮影レンズの瞳領域に関して積分したものであり、

$$E(x, y) = \frac{1}{\alpha^2 F^2} \iint L \left(u + \frac{x-u}{\alpha}, v + \frac{y-v}{\alpha}, u, v \right) du dv$$

20

で表される。なお、（u，v）を瞳領域の代表座標とすることで、該式は単純加算により計算できる。

【0040】

このように全ての画素について上記積分式を行うことで、画像処理部110は目標被写体距離に合焦する静止画像を生成できる。制御部101は、生成された静止画像をRAM103に格納する。

【0041】

S505で、制御部101は、設定されている目標被写体距離が、リフォーカス範囲のうちの最も長い被写体距離、即ち最も遠景の被写体に対応する被写体距離であるか否かを判断する。制御部101は、目標被写体距離がリフォーカス範囲のうちの最も長い被写体距離であると判断した場合は処理をS507に移し、最も長い被写体距離ではないと判断した場合は処理をS506に移す。

30

【0042】

S506で、制御部101は、リフォーカス画像を生成する目標被写体距離を、現在設定されている被写体距離よりも長い被写体距離に設定し、処理をS504に戻す。なお、新たに設定される目標被写体距離は、現在設定されている被写体距離に予め定められた距離を加算した被写体距離であってよい。

【0043】

S507で、制御部101は、異なる複数の焦点面に対して生成された複数のリフォーカス画像を連結した、LFデータに対応する動画像を画像処理部110に生成させる。本実施形態では画像処理部110は、図8に示されるように、リフォーカス範囲に含まれる焦点面を順に設定しながら生成したN枚のリフォーカス画像を、合焦する被写体距離の短い順に連結した、Nフレームの動画像を生成する。即ち、生成される動画像は、取得したLFデータについて設定可能な焦点面の範囲に含まれる、全ての被写体に対して順に合焦するフレームで構成されている。

40

【0044】

さらに、生成される動画像は、画像処理部110により予め定められた符号化方式、例えばMPEG規格、H.264規格、H.265規格、HEVC規格（High Efficiency

50

Video Coding：高効率動画画像圧縮符号化）等の規格に従って符号化され、汎用的な動画画像データとして生成される。

【0045】

S508で、制御部101は、S502において取得したLFデータとS507において生成した動画画像とを関連付けて記録媒体112に記録し、本撮影処理を完了する。なお、LFデータと動画画像とは、例えば別々のファイルとして記録し、LFデータのヘッダ情報に動画画像の格納先情報を含めるものであってもよい。また動画画像は、例えばLFデータのヘッダ情報にサムネイル画像として記録されてもよい。

【0046】

＜一覧表示処理＞

10

次に、記録媒体112に記録されているLFデータを一覧表示する際に実行される、本実施形態のデジタルカメラ100の一覧表示処理について、図9のフローチャートを用いて具体的な処理を説明する。該フローチャートに対応する処理は、制御部101が、例えばROM102に記憶されている対応する処理プログラムを読み出し、RAM103に展開して実行することにより実現することができる。なお、本一覧表示処理は、例えばデジタルカメラ100が再生モードに設定されて起動された際に開始されるものとして説明する。

【0047】

S901で、制御部101は、記録媒体112に記録されているLFデータのうち、表示部111に一覧表示するLFデータを設定する。本実施形態では図10に示されるように、表示部111には記録媒体112に記録されているLFデータのうちの、6つのデータ1001、1002、1003、1004、1005、及び1006が一覧画面に表示されるものとする。

20

【0048】

S902で、制御部101は、一覧表示するLFデータの各々について、関連付けられて記録されている動画画像を記録媒体112からRAM103に読み出す。

【0049】

S903で、制御部101は、RAM103に読み出した各動画画像について、一覧画面に表示する再生フレームを設定する。具体的には制御部101は、初めてフレームの設定を行う場合は先頭フレームを、既にフレームが設定されていた場合は次のフレームを再生フレームとして設定する。なお、既に設定されていたフレームがその動画画像の最終フレームであった場合は、制御部101は例えば該動画画像の先頭フレームを再生フレームに設定すればよい。

30

【0050】

S904で、制御部101は、RAM103に読み出した各動画画像に対し復号処理を適用し、S903において設定された再生フレームの画像を取得する。

【0051】

S905で、制御部101は、各動画画像の再生フレームの画像を画像処理部110に縮小処理させ、表示部111に一覧画面として表示させる。

【0052】

40

S906で、制御部101は、一覧表示するLFデータの切り替え指示がなされたか否かを判断する。具体的には制御部101は、例えばユーザによってページ送り指示に対応するボタンが操作されたことを示す制御信号を操作入力部113から受信したか否かによって、切り替え指示の有無を判断する。制御部101は、一覧表示するLFデータの切り替え指示がなされたと判断した場合は処理をS901に戻し、なされていないと判断した場合は処理をS903に戻す。

【0053】

なお、本一覧表示処理は、デジタルカメラ100のモードが再生モードから変更された際、あるいは1つのLFデータの選択指示がなされた際に終了するものとする。

【0054】

50

以上説明したように、本実施形態の画像処理装置は、L F データを記録したシーンに含まれる被写体を特定可能な情報表示を行うことができる。具体的には画像処理装置は、撮像装置により撮影された画像信号であって、画素の各々が前記撮像装置の撮像光学系において通過した瞳領域及び入射方向の組み合わせが異なる光束に対応する画像信号を取得する。画像処理装置は、合焦する被写体に対応する焦点面を設定し、設定された焦点面の被写体に合焦した再構成画像を画像信号生成する。そして画像処理装置は、複数の異なる焦点面について生成された複数の再構成画像を連結させて動画像を生成し、画像信号に関連付けて出力する。このため、ユーザはL F データについて焦点面を変更しながら再構成画像を生成することなく、所望の被写体が含まれるL F データを容易に特定できる。

【0055】

10

〔変形例〕

上述した実施形態では、L F データについて、合焦する焦点面が設定可能な焦点面の範囲内で連続的に切り替わる動画像を生成するものとして説明したが、本発明の実施はこれに限られるものではない。本変形例では、L F データについて、該出力データを記録したシーンに含まれる特定の被写体を、ユーザに対して認識しやすくした動画像を生成する方法について以下に説明する。

【0056】

＜デジタルカメラ100の構成＞

本変形例のデジタルカメラ100の構成は、以下の顔検出部114をさらに有する以外は上述の実施形態と同様であるため、他のブロックについての説明は省略する。

20

【0057】

顔検出部114は、L F データから生成されたリフォーカス画像に対して、特定の被写体である人物の顔を検出する顔検出処理を行う。顔検出部114は、予め記憶されている人物の顔検出用の顔パターンを用い、リフォーカス画像に人物の顔が含まれるか否かを判断する。なお、本変形例では人物の顔を検出するものとして説明するが、特定の被写体はこれに限らず、例えば人体や、予め登録された被写体を検出するものであってもよい。

【0058】

＜撮影処理＞

以下、本変形例のデジタルカメラ100の撮影処理について、図11のフローチャートを用いて具体的な処理を説明する。該フローチャートに対応する処理は、制御部101が、例えばROM102に記憶されている対応する処理プログラムを読み出し、RAM103に展開して実行することにより実現することができる。なお、本撮影処理は、例えばデジタルカメラ100が起動された際に開始されるものとして説明する。また、本変形例の撮影処理において、上述した実施形態の撮影処理と同様の処理を行うステップについては同一の参照符号を付すことにより説明を省略し、以下では本変形例の撮影処理において特徴的な処理を行うステップについてのみ説明するものとする。

30

【0059】

S504において目標被写体距離に合焦するリフォーカス画像が生成されると、制御部101はS1101で、生成されたリフォーカス画像について顔検出部114に人物の顔を検出する顔検出処理を実行させ、人物の顔が含まれているか否かを判断する。制御部101は、リフォーカス画像に人物の顔が含まれていると判断した場合は処理をS1102に移し、含まれていないと判断した場合は処理をS505に移す。

40

【0060】

S1102で、制御部101は、生成されたリフォーカス画像の識別情報（例えば最近景から何番目に設定された被写体距離であることを示す情報等）を、RAM103に記憶されている人物の顔が検出されたリフォーカス画像のリストに追加する。なお、本変形例では人物の顔が検出されたリフォーカス画像のリストに識別情報を追加することで、顔検出結果を保持するものとして説明するが、人物の顔が検出されたか否かの情報を格納する方法はこれに限られるものではない。即ち、リフォーカス画像について人物の顔が検出されたか否かの情報は、例えばリフォーカス画像に顔が検出されたことを示す情報を関連付け

50

られてもよいことは容易に想像されよう。

【0061】

このように目標被写体距離を順に選択してリフォーカス範囲の全体についてのリフォーカス画像の生成が完了した後、制御部101は処理をS1103に移す。

【0062】

S1103で、制御部101は、異なる複数の焦点面に対して生成された複数のリフォーカス画像を連結した、LFデータに対応する動画像を画像処理部110に生成させる。このとき画像処理部110は、RAM103に記憶されている人物の顔が検出されたリフォーカス画像のリストを参照し、顔が検出されたリフォーカス画像については該画像を複数フレーム連続させて動画像を生成するものとする。即ち、例えば図12に示すように、画像処理部110は60FPSの再生フレームレートの動画像を生成する際に、顔が検出されたリフォーカス画像については、該画像を4フレーム連続させる。つまり、このようにして生成された動画像は、特定の被写体である人物の顔が含まれる焦点位置のリフォーカス画像については再生フレームレートが15FPSであるように見せることができる。

【0063】

このようにすることで本変形例のデジタルカメラ100は、LFデータについて、該出力データを記録したシーンに含まれる特定の被写体をユーザが認識しやすい動画像を生成することができる。

【0064】

なお、上述した実施形態及び変形例では、LFデータに対して生成する動画像は、合焦する被写体距離の短い順に遷移する動画像であるものとして説明したが、これに限られるものではない。動画像は、例えば合焦する被写体距離の長い順に遷移するものであってもよい。また動画像は、例えば人物が検出された範囲のみ等、設定可能な焦点面の範囲の一部の範囲についてのみ、合焦する被写体が被写体距離に応じて遷移するものであってもよい。このような場合、動画像を生成する焦点面の範囲や、焦点面を遷移する順番は、ユーザにより設定可能であってもよい。

【0065】

図13を用いて本実施例に適用可能な別の光学系の例について説明する。図13は物体（被写体）からの光線が撮像素子106上に結像する状態を模式的に示した図である。同図において、図1及び図3と同じ部分は同じ符号を付して示す。

【0066】

図13（a）乃至（c）は図3で説明した光学系と対応している。ただし、撮像素子106において、マイクロレンズアレイ105内の1つのマイクロレンズに割り当てられる画素数は5×5の25個となっており、射出瞳301は垂直方向に5つの瞳領域（b1、b2、b3、b4、b5）で表現している。撮影光学系104の結像面近傍にマイクロレンズアレイ105を配置した例である。図13（b）は撮影光学系104の結像面よりも物体寄りにマイクロレンズアレイ105を配置した例である。図13（c）は撮影光学系104の結像面よりも物体から遠い側にマイクロレンズアレイ105を配置した例である。

【0067】

図13において、106は撮像素子を、105はマイクロレンズアレイを、b1、b2、b3、b4、b5は瞳領域を、1301は物体平面を、1301a、1301bは物体上の適当な点を、1302は撮影光学系の瞳平面を示す。また、201e、201f、201g、201h、201i、201j、201k、201l、201mはマイクロレンズアレイ105上の特定のマイクロレンズをそれぞれ示している。図13（b）及び（c）に示した106aは仮想的な撮像素子を、105aは仮想的なマイクロレンズアレイを示している。これらは、図13（a）との対応関係を明確にするために参考を示した。また、物体上の点1301aから出て瞳平面上の領域b1およびb3を通過する光束を実線で、物体上の点1301bから出て瞳平面上の領域b1およびb3を通過する光束を破線で図示した。

【0068】

図13(a)の例では、撮影光学系104の結像面近傍にマイクロレンズアレイ105を配置することで、撮像素子106と撮影光学系の瞳平面1302が共役の関係にある。さらに、物体平面1301とマイクロレンズアレイ105が共役の関係にある。このため物体上の点1301aから出た光束はマイクロレンズ201eに、1301bを出た光束はマイクロレンズ201fに到達し、領域b1からb5それぞれを通過した光束はマイクロレンズ下に設けられたそれぞれ対応する画素に到達する。

【0069】

図13(b)の例では、マイクロレンズアレイ105で撮影光学系104からの光束を結像させ、その結像面に撮像素子106を設ける。このように配置することで、物体平面1301と撮像素子106は共役の関係にある。物体上の点1301aから出で瞳平面上の領域b1を通過した光束はマイクロレンズ201gに到達し、物体上の点1301aから出で瞳平面上の領域b3を通過した光束はマイクロレンズ201hに到達する。物体上の点1301bから出で瞳平面上の領域b1を通過した光束はマイクロレンズ201hに到達し、物体上の点1301bから出で瞳平面上の領域b3を通過した光束はマイクロレンズ201iに到達する。各マイクロレンズを通過した光束は、マイクロレンズ下に設けられたそれぞれ対応する画素に到達する。このように物体上の点と、瞳平面上の通過領域によって、異なる位置にそれぞれ結像する。これらを、仮想的な撮像面106a上の位置に並べなおせば、図13(a)と同様の情報(再構成画像)を得ることができる。すなわち、通過した瞳領域(入射角度)と撮像素子上の位置の情報を得ることができる。

【0070】

図13(c)の例では、マイクロレンズアレイ105で撮影光学系104からの光束を再結像させ(一度結像した光束が拡散する状態にあるものを結像させるので再結像と呼んでいる)、その結像面に撮像素子106を設ける。このように配置することで、物体平面1301と撮像素子106は共役の関係にある。物体上の点1301aから出で瞳平面上の領域b1を通過した光束はマイクロレンズ201lに到達し、物体上の点1301aから出で瞳平面上の領域b3を通過した光束はマイクロレンズ201jに到達する。物体上の点1301bから出で瞳平面上の領域b1を通過した光束はマイクロレンズ201mに到達し、物体上の点1301bから出で瞳平面上の領域b3を通過した光束はマイクロレンズ201lに到達する。各マイクロレンズを通過した光束は、マイクロレンズ下に設けられたそれぞれ対応する画素に到達する。図13(b)と同様に、仮想的な撮像面6a上の位置に並べなおせば、図13(a)と同様の情報を得ることができる。すなわち、通過した瞳領域(入射角度)と撮像素子上の位置の情報を得ることができる。

【0071】

なお、図13ではマイクロレンズアレイ(位相変調素子)を瞳分割手段として用いて、位置情報と角度情報を取得可能な例を示したが、位置情報と角度情報(瞳の通過領域を制限することと等価)を取得可能なものであれば他の光学構成も利用可能である。例えば、適当なパターンを施したマスク(ゲイン変調素子)を撮影光学系の光路中に挿入する方法も利用できる。

【0072】

また、LFデータから任意の焦点面の画像を取得する方法としては、例えば特開2011-22796号公報に開示されているような方法も適用できる。すなわち、複数のカメラを2次元平面上に格子状に配置したいわゆる多眼カメラによって、少なくとも2つの異なる視点から撮像した画像を取得し、それら複数の画像を処理して任意の焦点面の画像を取得する。

【0073】

[その他の実施形態]

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(または

10

20

30

40

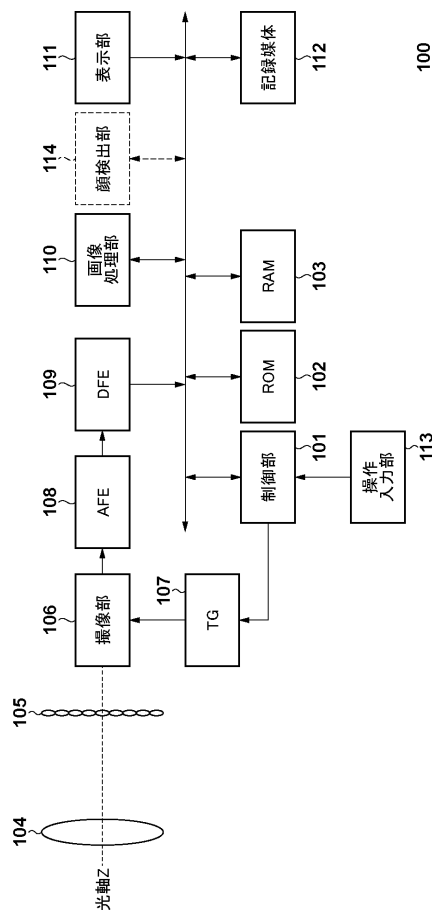
50

CPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

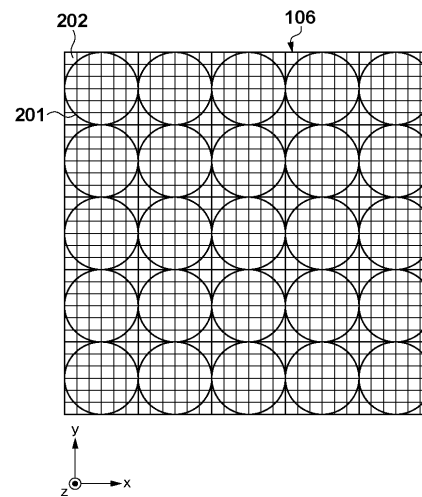
【0074】

100：デジタルカメラ、101：制御部、104：撮像光学系、105：マイクロレンズアレイ、106：撮像部、110：画像処理部、111：表示部、112：記録媒体、113：操作入力部、114：顔検出部

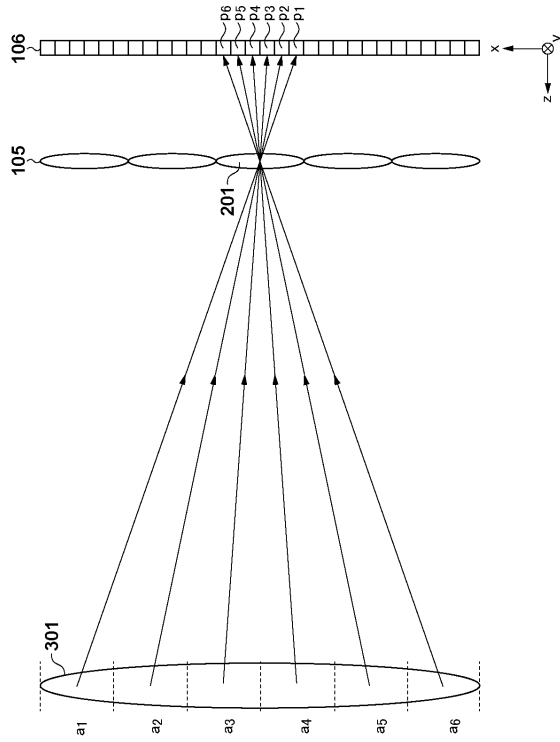
【図1】



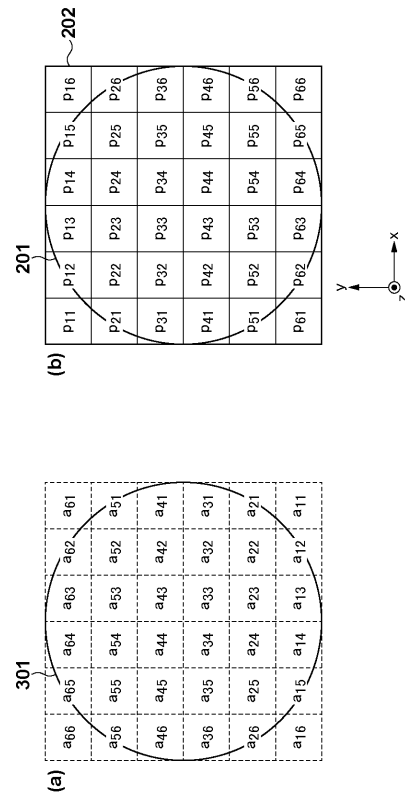
【図2】



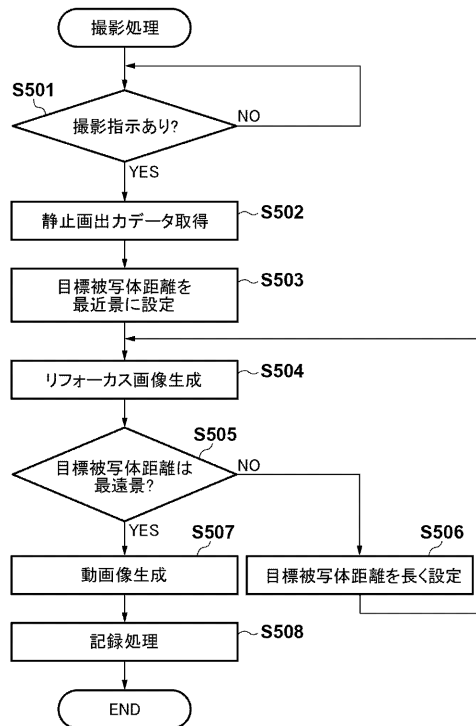
【図 3】



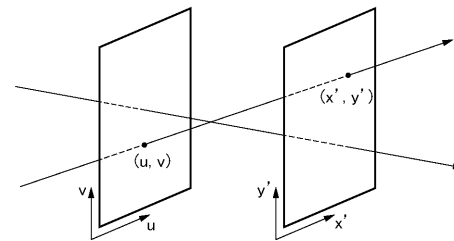
【図 4】



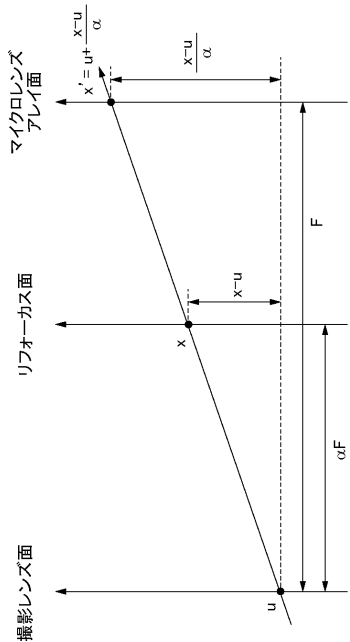
【図 5】



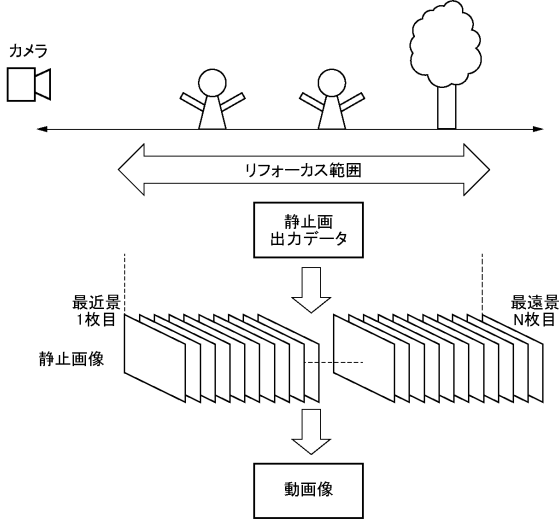
【図 6】



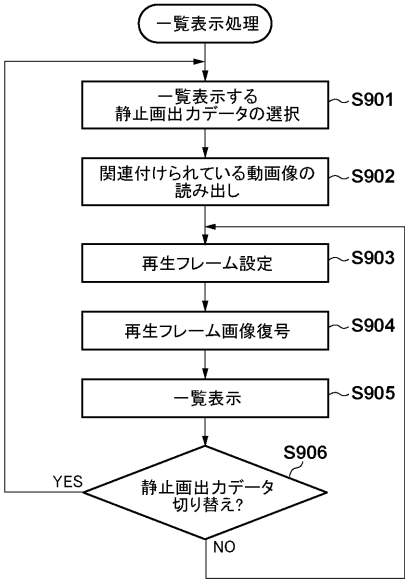
【図 7】



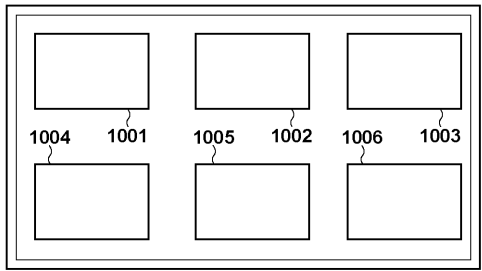
【図 8】



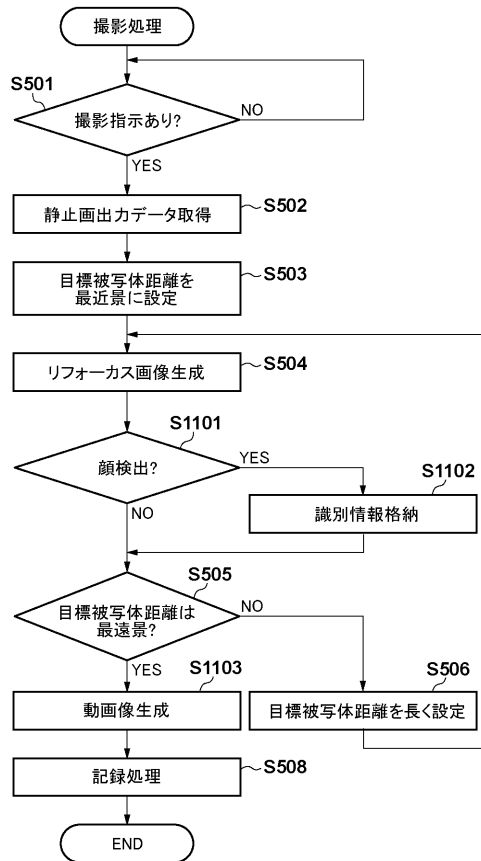
【図 9】



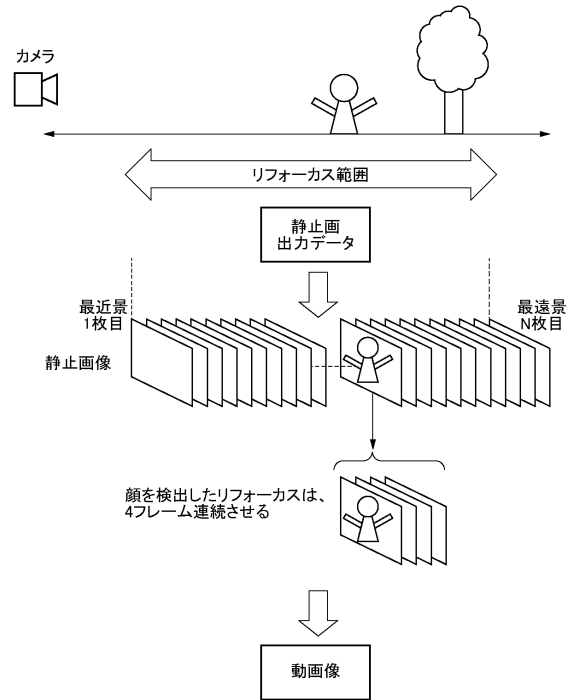
【図 10】



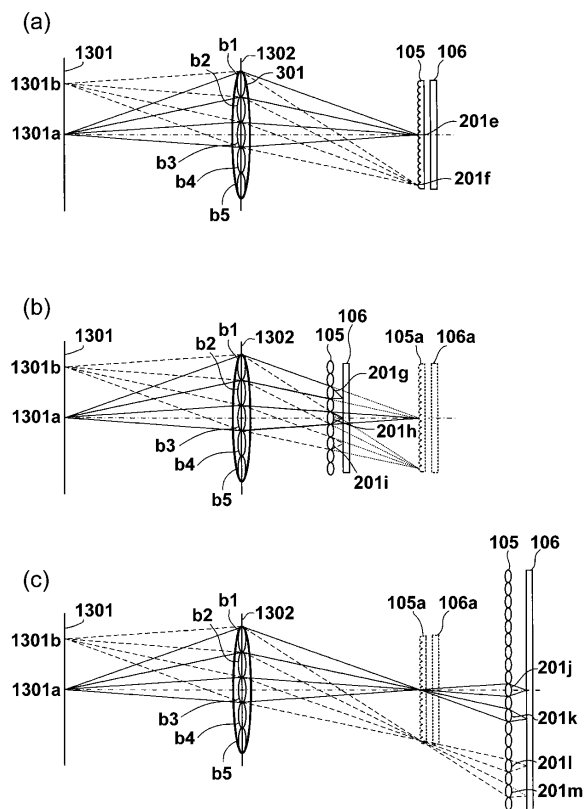
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/91 Z

(72)発明者 中島 啓文
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 佐藤 直樹

(56)参考文献 特開2002-290831 (JP, A)
特開2008-294741 (JP, A)
特開2011-022796 (JP, A)
特開2010-286752 (JP, A)
特開2013-110556 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 4 N 5/232
G 0 3 B 15/00
G 0 6 T 5/50
H 0 4 N 5/225
H 0 4 N 5/91