

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6071374号
(P6071374)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl.	F 1		
HO4N 5/232	(2006.01)	HO4N 5/232	Z
GO2B 7/34	(2006.01)	GO2B 7/34	
GO2B 7/28	(2006.01)	GO2B 7/28	
GO3B 13/36	(2006.01)	GO3B 13/36	
HO4N 13/02	(2006.01)	HO4N 13/02	170

請求項の数 20 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-208871 (P2012-208871)
(22) 出願日	平成24年9月21日 (2012.9.21)
(65) 公開番号	特開2014-64213 (P2014-64213A)
(43) 公開日	平成26年4月10日 (2014.4.10)
審査請求日	平成27年9月4日 (2015.9.4)

(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(74) 代理人	100096943 弁理士 白井 伸一
(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(74) 代理人	100107401 弁理士 高橋 誠一郎
(74) 代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司
(74) 代理人	100128668 弁理士 斎藤 正巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法およびプログラムならびに画像処理装置を備えた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の副画素からなる単位画素を複数配列した撮像素子により取得される副画素の撮像信号を処理して前記撮像素子により撮影される撮影画像の画像データを生成する画像処理装置であって、

第1の領域と、前記第1の領域とは異なる第2の領域とを、前記撮影画像上に設定する設定手段と、

前記第1の領域に対応する前記撮影画像の画像データが、前記第2の領域に対応する前記撮影画像の画像データに比べて単位画素当たりの副画素の撮像信号が多くなるように、前記撮像素子より取得される副画素の撮像信号の一部を加算して前記撮影画像の画像データを生成する画像処理手段と、

前記撮影画像の画像データを所定の記録フォーマットで記録媒体に記録する記録手段と

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記撮影画像の合焦情報を取得する取得手段をさらに有し、

前記設定手段は、前記取得手段により取得される前記合焦情報を基づいて、前記第1の領域と前記第2の領域とを設定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】

前記撮影画像の異なる瞳部分領域に対応する副画素間の像ずれ量を取得する取得手段を

さらに有し、

前記設定手段は、前記取得手段により取得される前記像ずれ量に基づいて、前記第1の領域と前記第2の領域とを設定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4】

前記合焦情報は、前記撮影画像上の所定の領域のデフォーカス量の大きさであることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項5】

前記画像処理手段は、前記第1の領域を、所定値よりもデフォーカス量の大きさが小さい領域として設定し、前記第2の領域を、前記所定値よりもデフォーカス量の大きさが大きい領域として設定することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

10

【請求項6】

前記画像処理手段は、前記第1の領域を、所定値よりも像ずれ量が大きい領域として設定し、前記第2の領域を、前記所定値よりも像ずれ量の小さい領域として設定することを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項7】

前記撮影画像の画像データを前記記録手段から読み出し、前記撮影画像の画像データ内の前記第1の領域に対応する副画素の撮像信号を加算して前記第1の領域に対応するリフオーカス画像データを生成し、生成された前記リフオーカス画像データと前記第2の領域に対応する前記撮影画像の画像データとを合成して前記撮影画像のリフオーカス画像を生成するリフオーカス画像生成手段をさらに有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の画像処理装置。

20

【請求項8】

前記画像処理手段は、前記撮影画像の画像データを前記記録手段から読み出し、前記第1の領域に対応する前記撮影画像の画像データから視差画像データを生成し、生成された視差画像データの各々と前記第2の領域に対応する前記撮影画像の画像データとを合成して前記撮影画像の複数の視差画像を生成することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記画像処理手段は、前記設定手段を制御し、焦点検出領域を前記撮影画像に設定し、前記焦点検出領域を含むように前記第1の領域を設定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。

30

【請求項10】

結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の副画素からなる単位画素を複数配列した撮像素子と、

請求項1乃至9のいずれか1項に記載の画像処理装置と、
を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項11】

結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の副画素からなる単位画素を複数配列した撮像素子と、

請求項7に記載の画像処理装置と、

40

表示手段と、を備え、

前記表示手段は、前記画像処理手段で前記撮影画像について生成される前記リフオーカス画像を表示することを特徴とする撮像装置。

【請求項12】

結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の副画素からなる単位画素を複数配列した撮像素子と、

請求項8に記載の画像処理装置と、

表示手段と、を備え、

前記表示手段は、前記画像処理手段で前記撮影画像について生成される前記複数の視差画像を表示することを特徴とする撮像装置。

50

【請求項 1 3】

結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の副画素からなる単位画素を複数配列した撮像素子と、

請求項 2 に記載の画像処理装置と、

前記撮影画像の所定の領域の副画素の撮像信号に基づいて前記合焦点情報を算出する算出手段と、

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 1 4】

前記算出手段は、前記撮影画像の所定の領域の視差画像間の像ずれ量を相関演算により算出して前記合焦点情報を算出することを特徴とする請求項 1 3 に記載の撮像装置。

10

【請求項 1 5】

前記算出手段は、前記撮影画像の副画素の撮像信号に基づいて生成される複数のリフオーカス画像のコントラスト評価値に基づいて前記合焦点情報を算出することを特徴とする請求項 1 3 に記載の撮像装置。

【請求項 1 6】

結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の副画素からなる単位画素を複数配列した撮像素子により取得される副画素の撮像信号を処理して前記撮像素子により撮影される撮影画像の画像データを生成する画像処理方法であって、

前記撮影画像の合焦点情報を取得する取得手段と、

前記取得手段により取得される前記合焦点情報を基づいて、第 1 の領域と、前記第 1 の領域とは異なる第 2 の領域とを、前記撮影画像上に設定する設定手段と、

20

前記第 1 の領域に対応する前記撮影画像の画像データが、前記第 2 の領域に対応する前記撮影画像の画像データに比べて単位画素当たりの副画素の撮像信号が多くなるように、前記撮像素子より取得される副画素の撮像信号の一部を加算して前記撮影画像の画像データを生成する画像処理手段と、

前記撮影画像の画像データを所定の記録フォーマットで記録媒体に記録する記録手段と、

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 7】

コンピュータを、

30

結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の副画素からなる単位画素を複数配列した撮像素子により取得される副画素の撮像信号を処理して前記撮像素子により撮影される撮影画像の画像データを生成する画像処理装置における、

前記撮影画像の合焦点情報を取得する取得手段と、

前記取得手段により取得される前記合焦点情報を基づいて、第 1 の領域と、前記第 1 の領域とは異なる第 2 の領域とを、前記撮影画像上に設定する設定手段と、

前記第 1 の領域に対応する前記撮影画像の画像データが、前記第 2 の領域に対応する前記撮影画像の画像データに比べて単位画素当たりの副画素の撮像信号が多くなるように、前記撮像素子より取得される副画素の撮像信号の一部を加算して前記撮影画像の画像データを生成する画像処理手段と、

40

前記撮影画像の画像データを所定の記録フォーマットで記録媒体に記録する記録手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載のプログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 9】

コンピュータを、請求項 1 乃至 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 2 0】

コンピュータを、請求項 1 乃至 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を格納した記録媒体。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、画像処理装置、画像処理方法およびプログラムならびに画像処理装置を備えた撮像装置に関し、特に視差画像またはリフォーカス用の画像データを処理する画像処理装置、画像処理方法およびプログラムならびに画像処理装置を備えた撮像装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

撮影レンズの射出瞳を複数の領域に瞳分割し、分割された瞳領域に応じた複数の視差画像を同時に撮影することができる撮像装置が提案されている。

10

【0003】

特許文献1では、1つのマイクロレンズに1つの画素が対応し、当該画素が複数に分割された光電変換部が形成されている2次元撮像素子を備えた撮像装置が開示されている。分割された光電変換部は、1つのマイクロレンズを介して撮影レンズの射出瞳の異なる瞳部分領域を受光するように構成され、瞳分割を行っている。これらの分割された光電変換部それぞれで受光した被写体光を光電変換して生成された画像信号から、分割された瞳部分領域に応じた複数の視差画像を生成することができる。特許文献2では、分割された光電変換部から出力された画像信号を、画素ごとに全て加算することにより撮像画像を生成することが開示されている。

【0004】

20

撮影された複数の視差画像は、光強度の空間分布および角度分布情報であるLight Field (LF) データと等価である。非特許文献1では、取得されたLFデータを用いて撮像面とは異なる仮想結像面における画像を合成することで、撮影後に撮像画像の合焦位置を変更するリフォーカス技術が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】米国特許第4410804号明細書

【特許文献2】特開2001-083407号公報

【非特許文献】

30

【0006】

【非特許文献1】Stanford Tech Report CTSR 2005-02, 1 (2005)

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかしながら、LFデータは、複数の視差画像から構成され、光強度の空間分布情報に加え、各画素の角度分布情報を含むため、データ量が多くなるという課題がある。

【0008】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、必要な情報を保持し、かつLFデータのデータ量を抑制することが可能な画像処理装置および方法の提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明の一観点によれば、結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の副画素からなる単位画素を複数配列した撮像素子により取得される副画素の撮像信号を処理して前記撮像素子により撮影される撮影画像の画像データを生成する画像処理装置であって、第1の領域と、前記第1の領域とは異なる第2の領域とを、前記撮影画像上に設定する設定手段と、前記第1の領域に対応する前記撮影画像の画像データが、前記第2の領域に対応する前記撮影画像の画像データに比べて単位画素当たりの副画素の撮像信号が多くなるように、前記撮像素子より取得される副画素の撮像信号の一部を加算して前記撮

50

影画像の画像データを生成する画像処理手段と、前記撮影画像の画像データを所定の記録フォーマットで記録媒体に記録する記録手段と、を有することを特徴とする画像処理装置が提供される。

【発明の効果】

【0010】

本発明の画像処理装置により、必要な情報を保持しながらLFデータのデータ量を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態に係わる画像処理を適用する撮像装置のプロック図 10

【図2】本発明の実施形態に係わる撮像素子における画素配列を模式的に示す図

【図3】本発明の実施形態に係わる撮像素子の画素構造を示す図

【図4】本発明の実施形態に係わる撮像素子における画素構造と光学的に概ね等価な画素構造を示す図

【図5】本発明の実施形態に係わる撮像素子における画素と瞳分割の関係を概念的に示す図

【図6】本発明の実施形態に係わる撮像素子と瞳分割の関係を概念的に示す図

【図7】本発明の実施形態に係わる撮像素子における視差画像間の像ずれ量とデフォーカス量を概念的に示す図

【図8】本発明の実施形態に係わる撮像素子における副画素と取得できる角度情報の関係を概念的に示す図 20

【図9】本発明の実施形態に係わる撮像素子におけるリフォーカス処理を概念的に示す図

【図10】本発明の実施形態に係わる撮像素子におけるリフォーカス可能範囲を概念的に示す図

【図11】本発明の第1の実施例に係わる画像処理動作の流れを模式的に示す図

【図12】本発明の実施形態に係わる撮像素子の読み出し回路を示す図

【図13】本発明の第1の実施例に係わる記録データの構成を示す図

【図14】本発明の第1の実施例における第1の領域と第2の領域の他の設定例を示す図

【図15】本発明の第2の実施例に係わる画像処理動作の流れを模式的に示す図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の例示的な実施の形態を、図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例1】

【0013】

図1は本発明に係わる画像処理装置および方法を適用した撮像装置であるカメラの構成を示すプロック図である。本撮像装置は、後述するように、LFデータを取得できる撮像素子を備える。

同図において、101は結像光学系の先端に配置された第1レンズ群で、光軸方向に進退可能に保持される。102は絞り兼用シャッタで、その開口径を調節することで撮影時の光量調節を行なうほか、静止画撮影時には露光秒時調節用シャッタとしての機能も備える。103は第2レンズ群である。前記絞り兼用シャッタ102及び第2レンズ群103は一体となって光軸方向に進退し、前記第1レンズ群101の進退動作との連動により、変倍作用（ズーム機能）を実現する。

【0014】

105は第3レンズ群で、光軸方向の進退により、焦点調節を行なう。106は光学的ローパスフィルタで、撮影画像の偽色やモアレを軽減するための光学素子である。107は2次元CMOSフォトセンサーと周辺回路からなる撮像素子であり、結像光学系の結像面に配置される。

【0015】

111はズームアクチュエータで、変倍操作を行なために、不図示のカム筒を回動する

30

40

50

ことで、第1レンズ群111ないし第3レンズ群103を光軸方向に進退駆動する。112は絞りシャッターアクチュエータで、撮影光量を調節するために絞り兼用シャッタ102の開口径を制御すると共に、静止画撮影時の露光時間制御を行なう。114はフォーカスアクチュエータで、焦点調節を行なうために、第3レンズ群105を光軸方向に進退駆動する。

【0016】

115は撮影時の被写体照明用電子フラッシュで、キセノン管を用いた閃光照明装置が好適だが、連続発光するLEDを備えた照明装置を用いても良い。116はAF補助光手段で、所定の開口パターンを有したマスクの像を、投光レンズを介して被写界に投影し、暗い被写体あるいは低コントラスト被写体に対する焦点検出能力を向上させる。

10

【0017】

121はCPUで、カメラ本体の種々の制御を司るカメラ内CPUであり、演算部、ROM、RAM、A/Dコンバータ、D/Aコンバータ、通信インターフェイス回路等を有する。当該CPU121は、ROMに記憶された所定のプログラムをロードして実行することで、カメラが有する各種回路を駆動、制御し、AF、撮影、画像処理と記録等の一連の動作を実現する。従って、CPU121は本発明に係わる画像処理装置を構成する手段であり、当該装置において画像処理制御を司る。

【0018】

122は電子フラッシュ制御回路で、撮影動作に同期して照明手段115を点灯制御する。123は補助光駆動回路で、焦点検出動作に同期してAF補助光手段116を点灯制御する。124は撮像素子駆動回路で、撮像素子107の撮影動作を制御するとともに、取得した撮影信号をA/D変換してCPU121に送信する。125は画像処理回路で、撮像素子107が取得した画像信号の変換、カラー補間、JPEG圧縮等の処理を行う。

20

【0019】

126はフォーカス駆動回路で、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ114を駆動制御し、焦点調節を行なうために第3レンズ群105を光軸方向に進退駆動する。128は絞りシャッタ駆動回路で、絞りシャッターアクチュエータ112を駆動制御して絞り兼用シャッタ102の開口を制御する。129はズーム駆動回路で、撮影者のズーム操作に応じてズームアクチュエータ111を駆動する。

30

【0020】

131はLCD等の表示装置で、カメラの撮影モードに関する情報、撮影前のプレビュー画像と撮影後の確認用画像、焦点検出時の合焦状態表示画像等を表示する。132は操作スイッチ群で、電源スイッチ、リリーズ(撮影トリガ)スイッチ、ズーム操作スイッチ、撮影モード選択スイッチ等で構成される。133は着脱可能なフラッシュメモリで、所定の記録フォーマットで記録回路134により撮影済み画像が記録される。

【0021】

次に、上記撮像装置が有する撮像素子107について説明する。

本実施例に係わる撮像素子107の画素配列と副画素配列を模式的に図2に示す。

図2は、本実施例に係わる2次元CMOSセンサー(撮像素子)の画素配列を4行×4列の範囲で示している。本実施例に係わる撮像素子の各画素は4×4の副画素に分割されているので、図2は、副画素配列についてみれば、16行×16列の副画素の範囲を示している。実際の撮像素子は、図2に示す4行×4列の画素配列(16行×16列副画素配列)に止まらず、多数の画素を受光面上に配置して被写体像の撮像を可能としている。本実施例では、画素周期Xが9.2μm、有効画素数N_{LF}が横3900列×縦2600行=1014万画素(副画素周期Xが2.3μm、有効副画素数Nが横15600列×縦10400行=約16200万画素)の撮像素子として説明を行う。

40

【0022】

本実施例において、図2に示した2行×2列の画素群200は、R(赤)の分光感度を有する画素200Rが左上に、G(緑)の分光感度を有する画素200Gが右上と左下に

50

、B(青)の分光感度を有する画素200Bが右下に配置されている。さらに、各画素は、N×N(4行×4列)の副画素201から216が2次元配列されている。

【0023】

図2に示す撮像素子の1つの画素200Gを、撮像素子の受光面側(+z側)から見た平面図を図3(a)に示し、図3(a)のa-a断面を-y側から見た断面図を図3(b)に示す。

【0024】

図3に示すように、本実施例の画素200Gでは、入射光を各画素の受光面に集光するためのマイクロレンズ350が形成され、x方向にN分割(4分割)、y方向にN分割(4分割)された光電変換部301-316が形成されている。光電変換部301-316が、それぞれ、副画素201から216に対応する。

【0025】

光電変換部301-316は、p型層とn型層の間にイントリンシック層を挟んだpinn構造フォトダイオードとしても良いし、必要に応じて、イントリンシック層を省略し、p-n接合フォトダイオードとしても良い。

【0026】

各画素には、マイクロレンズ350と光電変換部301-316との間に、カラーフィルター360が形成される。また、必要に応じて、副画素毎にカラーフィルターの分光透過率を変えて良いし、カラーフィルターを省略しても良い。

【0027】

図3に示した画素200Gに入射した光は、マイクロレンズ350により集光され、カラーフィルター360で分光されたのち、光電変換部301-316で受光される。

【0028】

光電変換部301-316では、受光量に応じて電子とホールが対生成し、空乏層で分離された後、負電荷の電子はn型層(不図示)に蓄積され、一方、ホールは定電圧源(不図示)に接続されたp型層を通じて撮像素子の外部に排出される。

【0029】

本実施例では、図3に示すように、2つの光電変換部ごとに、その左右に静電容量部(FD:フローティングディフュージョン)320と転送ゲート330が形成される。静電容量部(FD)320のマイクロレンズ350側の上方に、配線層340が形成される。

【0030】

光電変換部301-316のn型層(不図示)に蓄積された電子は、転送ゲート330を介して、静電容量部(FD)320に転送され、電圧信号に変換され、光電変換信号として出力される。

【0031】

本実施例では、図3に示すように、マイクロレンズ350は、N個(4個)のサブマイクロレンズ351から354を、各サブマイクロレンズの光軸(頂点)を異なる方向に偏心させ、隣接するサブマイクロレンズが線接触した形状に形成される。図3の破線で、サブマイクロレンズの光軸(頂点)を示している。また、光電変換部がN×N分割(4×4分割)され、光電変換部301-316に隣接して、静電容量部(FD)320が配置されている。さらに、マイクロレンズ305とFD320との間に、遮光層を兼ねた配線層340が形成される。FD320は、マイクロレンズにより集光された光が入射しない領域に、光電変換部301-316に隣接して配置されている。

【0032】

図4(a)に、図3に示した、光軸(頂点)が偏心した複数のサブマイクロレンズから成るマイクロレンズ350と、分割された複数の光電変換部301-306から構成される本実施例の画素の概略断面図と概略平面図を示す。また、図4(b)に、本実施例の画素の構造と光学的に概ね等価な画素構造の概略断面図と概略平面図を示す。図4(a)に示した本実施例の画素構造を、マイクロレンズを構成する各サブマイクロレンズの光軸(頂点)が全て重なり合うように再構成すると、図4(b)に示した光学的に概ね等価な画

10

20

30

40

50

素構造となる。画素中央部の光電変換部 306、307、310、311 間の分離帯や FD 320、遮光層を兼ねた配線層 340 の領域の影響を、光学的に抑制することができる。

【0033】

図 4 (b) に示す、本実施例の画素構造と光学的に概ね等価で、画素中央部の分離帯と配線層を無くした画素構造の光電変換部と瞳分割との光学的な対応関係を図 5 に概念的に示す。同図においては、図 4 (b) に示す本実施例の画素構造と光学的に概ね等価な画素構造の a - a 断面を +y 側から見た断面と結像光学系の射出瞳面を示す。図 5 では、射出瞳面の座標軸と対応を取るために、断面図の x 軸と y 軸を図 3、図 4 に対して反転させている。

10

【0034】

撮像素子は、撮影レンズ（結像光学系）の結像面近傍に配置され、被写体からの光束は、結像光学系の射出瞳 400 を通過して、それぞれの画素に入射する。瞳部分領域 501 - 516 は、 $N \times N$ 分割（ 4×4 分割）された光電変換部 301 - 316（副画素 201 - 216）の受光面と、マイクロレンズによって、概ね、共役関係になっており、光電変換部（副画素）毎に受光可能な瞳部分領域を表している。また、瞳領域 500 は、 $N \times N$ 分割（ 4×4 分割）された光電変換部 301 - 316（副画素 201 - 216）を全て合わせた際の画素 200G 全体での受光可能な瞳領域である。

【0035】

瞳距離が数 10 mm であるのに対し、マイクロレンズ 350 の直径は数 μm であるため、マイクロレンズ 350 の絞り値が数万となり、数 10 mm レベルの回折ボケが生じる。このため、光電変換部の受光面の像は、明瞭な瞳領域や瞳部分領域とはならず、瞳強度分布（受光率の入射角分布）となる。

20

【0036】

本実施例の撮像素子と瞳分割との対応関係を概念的に図 6 に示す。瞳部分領域 501 - 516 の異なる瞳部分領域を通過した光束は、撮像素子の各画素に、それぞれ異なる角度で入射し、 $N \times N$ 分割（ 4×4 分割）された光電変換部 301 - 316（副画素 201 - 216）で受光される。これにより、本実施例の撮像素子により、光強度の空間分布および角度分布を示す LF データ（後述の第 1 の画像データ）を取得することができる。本発明の第 1 の画像データは、結像光学系の異なる瞳部分領域を通過する光束をそれぞれ受光する複数の副画素が設けられた画素を複数配列した撮像素子により取得される。

30

【0037】

LF データ（第 1 の画像データ）から、各画素の副画素 201 - 216 の中から特定の副画素の信号を選び出すことで、結像光学系の瞳部分領域 501 - 516 の中の特定の瞳部分領域に対応した視差画像を得られる。例えば、画素毎に、副画素 209（光電変換部 309）の信号を選び出すことで、結像光学系の瞳部分領域 509 に対応した有効画素数の解像度の視差画像を得ることができる。他の副画素についても同様である。よって、本実施例では、結像光学系の異なる瞳部分領域を通過するそれぞれの光束を受光する複数の副画素が設けられた画素を複数配列した撮像素子により、異なる瞳部分領域毎の複数（瞳分割数 $N_p = N \times N$ ）の視差画像が取得される。

40

【0038】

また、画素毎に、副画素 201 - 216 の信号を全て加算することで、有効画素数の解像度を有する撮像画像を生成することができる。

【0039】

次に、本実施例に係わる撮像素子から取得される LF データ（第 1 の画像データ）のデフォーカス量と像ずれ量との関係について説明する。

【0040】

図 7 は、視差画像間の像ずれ量とデフォーカス量の関係を概念的に示す図である。撮像素子 800 に本実施例に係わる撮像素子（不図示）が配置され、図 5、図 6 と同様に、結像光学系の射出瞳 400 が、瞳部分領域 501 - 516 に N_p 分割（16 分割）される。

50

【0041】

デフォーカス量 d は、被写体の結像位置から撮像面までの距離を大きさ $|d|$ とし、被写体の結像位置が撮像面より被写体側にある前ピン状態を負 ($d < 0$)、被写体の結像位置が撮像面より被写体の反対側にある後ピン状態を正 ($d > 0$) として定義される。被写体の結像位置が撮像面にある合焦状態は $d = 0$ である。図7で、被写体801は合焦状態 ($d = 0$) の例を示しており、被写体802は前ピン状態 ($d < 0$) の例を示している。前ピン状態 ($d < 0$) と後ピン状態 ($d > 0$) を合わせて、デフォーカス状態 ($|d| > 0$) とする。

【0042】

前ピン状態 ($d < 0$) では、被写体802からの光束のうち、瞳部分領域509 (501 ~ 516) を通過した光束は、集光した後、光束の重心位置G09 (G01 ~ G16) を中心として幅09 (01 ~ 16) に広がり、撮像面800でボケた像となる。ボケた像は、撮像素子に配列された各画素を構成する副画素209 (201 ~ 216) により受光され、視差画像が生成される。よって、副画素209 (201 ~ 216) の信号から生成される視差画像には、重心位置G09 (G01 ~ G16) に、被写体802が幅09 (01 ~ 16) にボケた被写体像として記録される。被写体像のボケ幅09 (01 ~ 16) は、デフォーカス量 d の大きさ $|d|$ が増加するのに伴い、概ね、比例して増加していく。同様に、それぞれの視差画像間の被写体像の像ずれ量 p (=光束の重心位置の差: 例えば、G09 - G12など) の大きさ $|p|$ も、デフォーカス量 d の大きさ $|d|$ が増加するのに伴い、概ね、比例して増加していく。後ピン状態 ($d > 0$) でも、視差画像間の被写体像の像ずれ方向が前ピン状態と反対となるが、同様である。合焦状態 ($d = 0$) では、視差画像間の被写体像の重心位置が一致 ($p = 0$) し、像ずれは生じない。

【0043】

したがって、本発明のLFデータ(第1の画像データ)では、LFデータ(第1の画像データ)のデフォーカス量の大きさが増加するのに伴い、LFデータ(第1の画像データ)から異なる瞳部分領域毎に生成される複数の視差画像間の像ずれ量の大きさが増加する。

【0044】

本実施例では、LFデータ(第1の画像データ)のデフォーカス量の大きさが増加するのに伴い、視差画像間の像ずれ量の大きさが増加する関係性から、視差画像間の像ずれ量を相關演算により算出することで、撮像面位相差方式の焦点検出を行う。この算出は、CPU121の制御の下で、画像処理回路125で行えるが、必要に応じて、撮像素子とは別に構成した位相差方式の焦点検出装置を用いて焦点検出を行っても良い。また、LFデータ(第1の画像データ)を利用してコントラスト方式の焦点検出を行っても良い。

【0045】

次に、上述した撮像素子から得られたLFデータを用いたリフォーカス処理と、その場合のリフォーカス可能範囲について説明する。

図8に、本実施例における副画素と取得できる角度情報の関係を概念的に示す。副画素周期 \times 、1画素あたりの副画素の分割数 N_p を $N_p = N \times N$ 分割とすれば、図示のように、画素周期 $X = N \times N$ である。 N は角度分解能であり、結像光学系の射出瞳の見込み角を θ として、 $N = \theta / \Delta$ である。近軸近似を用いると、結像光学系の絞り値を F として、概ね、 $N = F / \theta$ の関係式が成り立つ。画素に入射した全光束のうち、副画素212 - 209は、それぞれ、入射角度 θ_0 から入射角度 θ_3 の光束を受光する。各副画素へは、角度分解能 Δ の幅を持った入射角度の光束が入射する。

【0046】

本実施例におけるリフォーカス処理の概念図を図9に示す。

図9では、撮像面に配置された撮像素子の各画素 X_i ($i = 0 \sim N_{LF} - 1$) を線分で模式的に表している。 i 番目の画素 X_i に、角度 θ_a ($a = 0 \sim N - 1$) で入射した光束は、各副画素で受光される。受光された副画素信号を $L_{i,a}$ ($a = 0 \sim N - 1$) と

10

20

30

40

50

する。本実施例の撮像素子では、光強度の空間分布および角度分布情報である L F データ（第 1 の画像データ）を取得することができ、上述したように、異なる瞳部分領域毎の複数の視差画像から構成されている。

【 0 0 4 7 】

撮影後に、L F データ（第 1 の画像データ）から、撮像素子が配置され副画素信号 $L_{i,a}$ が取得された撮像面とは異なる仮想結像面画像を生成（リフォーカス処理）することができる。全ての副画素信号 $L_{i,a}$ を、撮像面から仮想結像面まで、それぞれの角度 a に沿って平行移動させ、仮想結像面での各仮想画素に分配して、重み付け加算することにより、仮想結像面でのリフォーカス画像を生成することができる。ここで、重み付け加算に用いる係数は、全ての値が正で総和が 1 となる。

10

【 0 0 4 8 】

本実施例におけるリフォーカス可能範囲の概念図を図 10 に示す。許容錯乱円を δ とし、結像光学系の絞り値を F とすると、絞り値 F での被写界深度は $\pm F$ である。これに対して、 $N \times N$ 分割されて狭くなった瞳部分領域の実効絞り値 $F_{0,9}$ ($F_{0,1} \sim F_{1,6}$) は $F_{0,9} = N \cdot F$ と暗くなり、各視差画像の実効的な被写界深度は $\pm N \cdot F$ と N 倍深くなり、合焦範囲が N 倍に広がる。実効的な被写界深度 $\pm N \cdot F$ の範囲内では、各視差画像に合焦した被写体像が取得されているため、上述した角度 a に沿って各視差画像を平行移動するリフォーカス処理により、撮影後に、合焦位置を再調整（リフォーカス）することができる。実効的な被写界深度 $\pm N \cdot F$ の範囲外では、ボケた被写体像しか取得されていないため、合焦位置を再調整（リフォーカス）することができない。

20

【 0 0 4 9 】

したがって、撮影後に合焦位置を再調整（リフォーカス）できる撮像面からのデフォーカス量 d は限定されており、デフォーカス量 d のリフォーカス可能範囲は、概ね、式（1）の範囲である。

【 数 1 】

$$|d| \leq N_\theta F \delta \quad (1)$$

許容錯乱円 δ は、 $\delta = 2 \cdot X \cdot (\text{画素周期} \cdot X \cdot \text{ナイキスト周波数} 1 / (2 \cdot X) \text{の逆数})$ などで規定される。

【 0 0 5 0 】

30

次に、本実施例の撮像素子から取得された L F データ（第 1 の画像データ）から、リフォーカスに必要な情報を保持してデータ量を抑制した圧縮 L F データ（第 2 の画像データ）を生成する画像処理方法について、図 11 乃至 14 を用いて説明する。なお、図 11 を参照して説明する動作は、本発明の画像処理手段である C P U 1 2 1（プログラム）と画像処理回路 1 2 5 で実行される。なお、信号データの加算（加算処理手段）も画像処理回路 1 2 5 で行うが、撮像素子 1 0 7 での加算読み出しで少なくとも部分的に行えば処理の負荷の軽減が可能となる（分担することが可能である）。

【 0 0 5 1 】

図 11 は、本実施例の画像処理動作の流れを撮影画像を用いて模式的に示す図であり、画面上に設定される領域およびそれらが異なる画像処理に対象になることを模式的に例示している。また、図 12 は、本実施例に係わる撮像素子の画素回路の構成を示し、画素内の副画素の光電変換信号を加算または非加算で読み出すことができる構成を示す。なお、図 12 は、1 画素内の副画素読み出し回路構成のみを便宜上示しているが、実際は、受光面に配列されたすべての画素について同様の回路構成を有している。以下、図 11 に示す符号 A 乃至 F に沿って本実施例の画像処理を説明する。

40

ステップ（A）で、合焦したい焦点検出領域 9 0 0 を撮影画像内に設定する（領域設定手段）。次いで、焦点検出領域 1 1 0 0 の L F データ（第 1 の画像データ）を読み出し、撮像面位相差方式の焦点検出を行い、焦点検出領域 1 1 0 0 のデフォーカス量 d_{1100} を算出する。算出されたデフォーカス量 d_{1100} に応じてレンズ駆動を行い、焦点検出領域 1 1 0 0 の被写体像に合焦させる。なお、焦点検出領域 1 1 0 0 の焦点検出は、撮像素子

50

とは別に構成した位相差方式の焦点検出装置を用いて焦点検出を行っても良いし、また、LFデータ（第1の画像データ）を利用してコントラスト方式の焦点検出を行っても良い。

【0052】

ステップ（B）で、焦点検出領域1100を含む第1の領域1101aを設定する。設定された第1の領域1101aのLFデータを読み出し、第1の領域1101aの複数の部分領域毎に位相差方式の焦点検出を行い、デフォーカスマップ（合焦情報）を算出する。算出したデフォーカスマップに基づき、所定値 d_0 よりデフォーカス量dの大きさが小さい（ $|d| < d_0$ ）領域を含むように、第1の領域1101aを再設定する。第1の領域1101aの再設定後、撮像素子の全領域から第1の領域1101aを除いた領域を、第2の領域1102aとして設定する。所定値 d_0 は、第1の領域1101aがリフォーカス可能な領域を含むように、式（1）のリフォーカス可能範囲より、 $d_0 = N_F$ とすることが望ましい。しかし必要に応じて、デフォーカス量dの基準を撮像面から変更しても良い。

10

【0053】

また、必要に応じて、焦点検出領域1100を含まない第2の領域1102aを設定してデフォーカスマップを算出し、算出したデフォーカスマップに基づきこの第2の領域を再設定および第1の領域の設定をしてもよい。即ち、所定値 d_0 よりデフォーカス量dの大きさが大きい（ $|d| > d_0$ ）領域を含むように、第2の領域1102aを再設定し、撮像素子の全領域から第2の領域1102aを除いた領域を、第1の領域1101aとして設定しても良い。

20

【0054】

したがって、本実施例では、LFデータ（第1の画像データ）のデフォーカス量に応じて、第1の領域1101aと第2の領域1102aが選択される。

【0055】

移動する被写体の撮影で処理速度を優先する場合などは、必要に応じて、上述したデフォーカスマップの算出と第1の領域1101aの再設定を行う処理を省略しても良い。

【0056】

また、必要に応じて、ステップ（A）では焦点検出領域1100の設定のみを行い、ステップ（B）で第1の領域1101aと第2の領域1102aの設定後に、レンズ駆動を行い焦点検出領域1100の被写体像に合焦させても良い。

30

【0057】

ステップ（C）では、第2の領域1102aのLFデータは、画素毎に副画素201-216の信号データが全て加算して得られたデータとする。

【0058】

本実施例の撮像素子において、各画素内の副画素の信号データを加算して読み出す場合の蓄積動作制御について、図12を用いて説明する。同図において、P01からP16は、それぞれ、副画素201から216（光電変換部301から光電変換部316）に対応したフォトダイオード（PD）である。V_{DD}、V_{SS}は電源電圧、T1からT4はPDからFDに光電変換信号を転送するために垂直走査回路1202から供給される転送ゲート電圧である。R1、R2はPDをリセットするために垂直走査回路1202からリセット線1205に供給されるリセット電圧である。また、S1、S2は垂直走査回路1202から行選択線1206に供給される行選択電圧、Lは負荷電圧である。また、1204はPDからFDに転送された光電変換信号を水平走査回路1201で水平出力線1207に読み出すための垂直出力線である。

40

【0059】

まず、各副画素のPDをリセットするために、垂直走査回路1202は全行の転送ゲート電圧T1～T4と、リセットゲート電圧R1、R2を同時にONにする。次いで転送ゲート電圧T1～T4とリセットゲート電圧R1、R2を同時にOFFにした瞬間から蓄積動作が始まり、各副画素のPD（P01からP16）の受光量に応じて

50

、各副画素のPD(P01からP16)のn型層に信号電荷が蓄積される。

【0060】

メカシャッターと同期をとり、この信号蓄積を所定時間行う。次に、転送ゲート電圧T1～T4をONにし、再びOFFにすることで、各副画素の信号電荷がFDに転送する。P01、P02、P05、P06の信号電荷が同一のFDに転送され、4副画素が加算された信号電荷A11となる。同時にP03、P04、P07、P08の信号電荷がこれらに共通のFDに転送され、4副画素が加算された信号電荷A12となる。また、P09、P10、P13、P14の信号電荷もこれらに共通のFDに転送され、4副画素が加算された信号電荷A21となる。さらにP11、P12、P15、P16の信号電荷がこれらに共通のFDに転送され、4副画素が加算された信号電荷A22となる。

10

【0061】

次に、垂直走査回路1202により行選択電圧S1をONにして、水平走査回路1201により読み出す列(垂直出力線1206)を順に選択する。CDS(Correlated Double Sampling)回路1203を介して、加算された信号電荷A11と加算された信号電荷A12を順に読み出した後、垂直走査回路1202は行選択電圧S1をOFFに戻す。同様に、行選択電圧S2をONにして、水平走査回路1201により読み出す列を順に選択し、CDS回路1201を介して、加算された信号電荷A21と加算された信号電荷A22を順に読み出し、行選択電圧S2をOFFに戻す。垂直走査回路1202により読み出す行を順に選択し、第2の領域1102aの全画素について4副画素の加算信号A11、A12、A21、A22を読み出す。

20

【0062】

このように撮像素子から読み出された第2の領域1102aの各画素の4副画素加算信号A11、A12、A21、A22は、画像処理回路125の加算回路で加算され、副画素201-216の信号データが全て加算された撮像画像データとなる。

【0063】

ステップ(D)では、第1の領域1101aのLFデータが、画素毎に副画素201-216の信号データとして個別に読み出される。

【0064】

本実施例の撮像素子の各画素についてその副画素の信号データを個別に読み出す場合の読み出し動作制御について、図12用いて説明する。

30

【0065】

まず、各副画素のPDをリセットするために、垂直走査回路1202は、全行の転送ゲート電圧T1～T4とリセットゲート電圧R1、R2を同時にONにする。その後垂直走査回路1202が転送ゲート電圧T1～T4とリセットゲート電圧R1、

R2を同時にOFFにした瞬間から蓄積動作が始まる。蓄積動作において、各副画素のPD(P01からP16)は受光量に応じて、各副画素のPD(P01からP16)のn型層に信号電荷を蓄積する。

【0066】

この蓄積は、メカシャッターと同期をとって所定時間行われる。その後、垂直走査回路1202は、最初に転送ゲート電圧T1をONにし、再びOFFにすることで、各副画素P01、P03、P09、P11の信号電荷を、それぞれ対応するFDに転送する。次いで垂直走査回路1202が行選択電圧S1をONにし、水平走査回路1201が垂直出力線1204を順に選択すると、CDS回路1203を介して信号電荷P01と信号電荷P03が順に水平出力線1207に読み出される。その後、垂直走査回路1202は、行選択電圧S1をOFFに戻す。同様に、行選択電圧S2をONにして垂直出力線1204を順に選択することで、CDS回路1203を介して信号電荷P09と信号電荷P11を水平出力線1207に順に読み出し、行選択電圧S2をOFFに戻す。

40

次に、転送ゲート電圧T2をONにし、再びOFFにすることで、各副画素P05、P07、P13、P15の信号電荷を、それぞれ対応するFDに転送する。信号電荷の読み出し動作は、副画素P01、P03、P09、P11の読み出しと同様である。

50

次いで、転送ゲート電圧 T_3 を ON にし、再び OFF にすることで、各副画素 P_{02} 、 P_{04} 、 P_{10} 、 P_{12} の信号電荷を、それぞれ対応する FD に転送する。信号電荷の読み出し動作は、副画素 P_{01} 、 P_{03} 、 P_{09} 、 P_{11} の読み出しと同様である。

最後に、転送ゲート電圧 T_4 を ON にし、再び OFF にすることで、各副画素 P_{06} 、 P_{08} 、 P_{14} 、 P_{16} の信号電荷を、それぞれ、対応する FD に転送する。信号電荷の読み出し動作は、副画素 P_{01} 、 P_{03} 、 P_{09} 、 P_{11} の読み出しと同様である。これらの読み出し動作により、一つの画素の全ての副画素の光電変換信号を個別に読み出すことができる。

【0067】

この読み出し動作を第 1 の領域 $1101a$ の各画素に行なうことで、それらの副画素 $201 - 216$ の信号データが個別に読み出され、第 1 の領域 $1101a$ の画像データが加算されてない LF データとして生成される。 10

【0068】

本実施例では、撮像信号である LF データ（第 1 の画像データ）から、第 1 の領域では各副画素の LF データが保持された（非加算）信号が生成される。他方、第 2 の領域では副画素の LF データが全て加算された画素信号データである、圧縮 LF データ（第 2 の画像データ）が生成される。このように、第 1 領域の LF データ（第 1 の画像データ）の加算の度合いが、第 2 領域の LF データ（第 1 の画像データ）の加算の度合いより小さくなっている。 20

【0069】

即ち、本発明では、撮像画像の第 1 の領域と、第 2 の領域とで第 1 の画像データに対する加算の度合いを異ならせて第 2 の画像データを生成する。 20

【0070】

ここで、本実施例によるデータ量の抑制効果について説明する。

【0071】

有効画素数 N_{LF} の LF データは、光強度の空間分布データと共に角度分布データも有するため、各画素について瞳分割数 $N_p = N \times N$ の副画素データから構成されている。従って、有効副画素数 $N = N \times N \times N_{LF}$ のデータ量が大幅に増加してしまう。 30

【0072】

しかしながら、撮影後にリフォーカスできるデフォーカス量 d は、式（1）のリフォーカス可能範囲内に限られている。そのため、式（1）のリフォーカス可能範囲外では、データ量を増加させて LF データを取得してもリフォーカスすることができない。 30

【0073】

よって、本実施例では、デフォーカス量 d が、概ね、リフォーカス可能範囲内である領域を含む第 1 の領域では、取得された LF データをそのまま保持する。一方、それ以外の第 2 の領域では、データ量を抑制するため、画素毎に副画素の LF データを加算して撮像データにした圧縮 LF データ（第 2 の画像データ）を生成する。これにより、リフォーカスに必要な情報を保持し、かつデータ量を抑制することが可能となる。 30

【0074】

例えば、有効画素数 1014 万画素、瞳分割数 $16 = 4 \times 4$ の撮像素子の場合、LF データに必要な有効副画素数は約 16200 万画素となり、有効画素数の 16 倍もの大量のデータが必要となる。ここで、撮像素子の全領域の 25% を第 1 の領域に設定し、75% を第 2 の領域に設定して、本実施例を適応した場合、リフォーカスに必要な情報を保持したまま、取得された元の LF データのデータ量をその約 30% のデータ量に抑制することができる。 40

【0075】

図 13 は、本実施例に係わる圧縮 LF データ（第 2 の画像データ）を記録装置などに保存する際の、記録データの構成を示す。

同図を参照すると、本実施例の記録データの構成要素は、設定された領域数と、領域数分の領域データ群から構成される。各領域データ群は、設定された領域の情報（領域範囲 50

など)、領域での副画素数(瞳分割数)、領域での副画素数に応じたLFデータ(画像データ)から構成される。また、必要に応じて、設定された焦点検出領域など、他の構成要素を含めても良い。本実施例の記録データの生成、記録は、図1の撮像装置のCPU121の制御の下での画像処理回路125および記録回路134の動作によって行なわれる。

【0076】

次に、本実施例の圧縮LFデータ(第2の画像データ)からリフォーカス画像データ(第3の画像データ)を生成する画像処理について、図11を用いて説明する。本画像処理も、CPU121の制御の下での画像処理回路125の動作によって行なわれる。

【0077】

ステップ(E)で、所定のリフォーカス量を設定し、ステップ(D)で取得された第1の領域のLFデータ(第1の画像データ)から、第1の領域の所定リフォーカス量に応じたリフォーカス画像を生成する。

【0078】

ステップ(F)で、ステップ(E)で生成された第1の領域のリフォーカス画像と、ステップ(C)で生成された第2の領域の撮像画像(第2の画像データ)を合成することにより、リフォーカス画像(第3の画像データ)を生成する。

【0079】

ところで図14に示すように、LFデータ(第1の画像データ)の領域設定は、第1の領域1401bと第2の領域1402bに限定されず、副画素の加算度が第1の領域と第2の領域とは異なる第3の領域1403b、1404bを設定しても良い。図14の第3の領域1403b、1404bでは、4副画素の加算信号A11、A12、A21、A22で構成される2×2分割LFデータが生成される。また、第3の領域は1つの領域である必要はなく、図14の第3の領域1403bと1404bのように、複数の領域から構成されていても良い。第1の領域と第2の領域についても同様である。

【0080】

必要に応じて、画像処理回路125において、ダーク補正、シェーディング補正、デモザイキング処理などを、第1の画像データ、第2の画像データ、第3の画像データのいずれかもしくは複数の組み合わせに行っても良い。

【0081】

上述した画像処理動作により生成した第3の画像データに基づいて画像を表示装置131により表示する。

【0082】

本実施例は、上述した画像処理動作を行う画像処理手段を有する撮像装置の1例である。また、本実施例は、上述した画像処理動作を行う画像処理手段を有する表示装置の1例でもある。

【0083】

以上の構成により、必要な情報を保持し、かつLFデータのデータ量を大幅に抑制することが可能となる。

【実施例2】

【0084】

次に、本発明の第2の実施例を説明する。本実施例は、LFデータから視差画像データを生成する場合にデータ量の抑制を達成するための実施例である。

図15を用いて、本実施例に係わるLFデータ(第1の画像データ)から、複数の視差画像の生成に必要な情報を保持してデータ量を抑制した圧縮LFデータ(第2の画像データ)を生成する画像処理動作を説明する。

【0085】

第1の実施例の図11と同様、図15は本実施例の画像処理動作の流れを撮像画像を用いて模式的に示す図であり、画面上に設定される領域およびそれらが異なる画像処理の対象となることを模式的に例示している。同図において、図11と同じ部分は同じ符号を付して示す。また、図15を参照して説明する動作も、CPU121(プログラム)と画像

10

20

30

40

50

処理回路 125 で実行される。なお、信号データの加算（加算処理手段）も画像処理回路 125 が行うが、撮像素子 107 での撮像信号の加算読み出しとして少なくとも部分的に行なえば処理の負荷の軽減が可能となる（分担することが可能である）。

【0086】

ステップ（A）までは、第1の実施例と同様である。

【0087】

ステップ（B）で、焦点検出領域 1100 を含まない第2の領域 1502c を設定する。設定された第2の領域 1502c の LF データを読み出し、第2の領域 1502c の複数の部分領域毎に位相差方式の焦点検出を行い、像ずれ量マップを算出する。算出した像ずれ量マップに基づき、所定値 p_0 より像ずれ量 p の大きさが大きい（ $|p| > p_0$ ）領域を含むように、第2の領域 1502c を再設定する。第2の領域 1502c の設定後、撮像素子の全領域から第2の領域 1502c を除いた領域を、第1の領域 1501c として設定する。

10

【0088】

また、必要に応じて、焦点検出領域 1100 を含む第1の領域 1501c を設定して像ずれ量マップを算出し、算出した像ずれ量マップに基づきこの第1の領域の再設定および第2の領域の設定をしてもよい。即ち、所定値 p_0 より像ずれ量 p の大きさが小さい（ $|p| < p_0$ ）領域を含むように、第1の領域 1501c を再設定し、撮像素子の全領域から第1の領域 1501c を除いた領域を、第2の領域 1502c として設定しても良い。

20

【0089】

したがって、本実施例 2 では、LF データ（第1の画像データ）の像ずれ量に応じて、第1の領域と第2の領域が選択される。

【0090】

移動する被写体の撮影で処理速度を優先する場合などは、必要に応じて、上述した像ずれ量マップの算出と第2の領域 1502c の再設定を行う処理を省略しても良い。

【0091】

ステップ（C）で、第2の領域 1502c の LF データとして、各画素について副画素 201-216 の信号データを個別に読み出す。本実施例における各画素の副画素の信号データを個別に読み出す動作は、第1の実施例と同様である。

30

【0092】

第2の領域 1502c の各画素については副画素 201-216 の信号データを個別に読み出して LF データが保持された画像データを生成する。

【0093】

ステップ（D）では、第1の領域 1501c の、各画素について、副画素 201-216 の LF データを全て加算する。本実施例の各画素における副画素の LF データの加算読み出し動作は、第1の実施例と同様である。

【0094】

第1の領域 1501c の各画素については、副画素 201-216 の LF データを全て加算して撮像画像データを生成する。

【0095】

本実施例では、撮像信号である LF データ（第1の画像データ）から、第2の領域では LF データがそのまま保持された（非加算）信号が生成されている。他方、第1の領域では副画素の LF データが全て加算された画素信号データである、圧縮 LF データ（第2の画像データ）が生成される。このように、第1の領域の LF データ（第1の画像データ）の加算の度合いが、第2の領域の LF データ（第1の画像データ）の加算の度合いより大きくなっている。

40

【0096】

なお、LF データ（第1の画像データ）から複数の視差画像を生成する場合、像ずれ量 p の大きさが小さい領域内では、複数の視差画像で同一の撮像画像を用いることができる。

50

【0097】

よって、本実施例では、像ずれ量 p が所定値 p_0 より小さい領域を含む第1の領域では、データ量を抑制するため、各画素の副画素のLFデータ(第1の画像データ)を加算して圧縮LFデータ(第2の画像データ)を生成している。一方、それ以外の第2の領域では、取得されたLFデータをそのまま保持することにより、撮像データ(第1の画像データ)を生成している。したがって、本実施例の構成により、複数の視差画像の生成に必要な情報を保持してデータ量を抑制することが可能となる。

【0098】

以下、本実施例の圧縮LFデータ(第2の画像)から複数の視差画像(第3の画像)を生成する画像処理動作について、図15を用いて説明する。

10

【0099】

ステップ(E01～E16)で、ステップ(C)で取得された第2の領域のLFデータ(第1の画像データ)から、各画素の副画素201～216の中から特定の副画素の信号を選び出すことで、複数の第2の領域の視差画像を生成する。生成された複数の第2の領域の視差画像とステップ(D)で生成された第1の領域の撮像画像(第2の画像データ)を合成することで、複数の視差画像(第3の画像データ)を生成する。

第3の画像データの記録および表示は第1の実施例と同様であるので、ここでの説明は省略する。

【0100】

以上の構成により、本実施例によつても必要な情報を保持してLFデータのデータ量を大幅に抑制することが可能となる。

20

【0101】

また、上述した実施形態において図11、14及び図15に示した各処理は、各処理の機能を実現する為のプログラムをメモリから読み出してCPU121が実行することによりその機能を実現させるものである。

【0102】

尚、上述した構成に限定されるものではなく、図11、14及び図15示した各処理の全部または一部の機能を専用のハードウェアにより実現してもよい。また、上述したメモリは、光磁気ディスク装置、フラッシュメモリ等の不揮発性のメモリや、CD-ROM等の読み出しのみが可能な記録媒体、RAM以外の揮発性のメモリで構成可能である。また、それらの組合せによるコンピュータ読み取り、書き込み可能な記録媒体で構成してもよい。

30

【0103】

また、図11、14及び図15に示した各処理の機能を実現する為のプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各処理を行っても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。具体的には、まず、記憶媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれる。そして、そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含む。

40

【0104】

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。例えば、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発メモリ(RAM)である。

【0105】

50

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。

【0106】

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現する為のものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムに既に記録されているプログラムとの組合せで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

【0107】

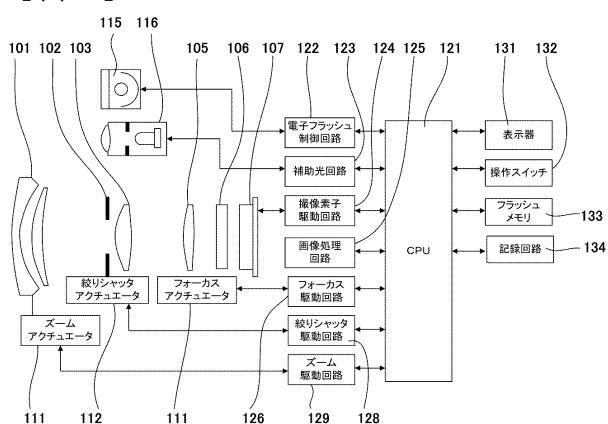
また、上記のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体等のプログラムプロダクトも本発明の実施形態として適用することができる。上記のプログラム、記録媒体、伝送媒体およびプログラムプロダクトは、本発明の範疇に含まれる。

【0108】

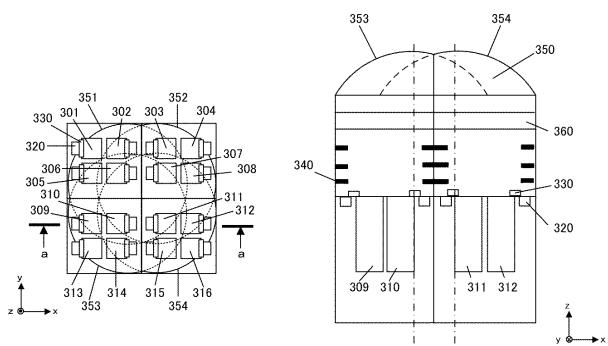
以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

10

【図1】



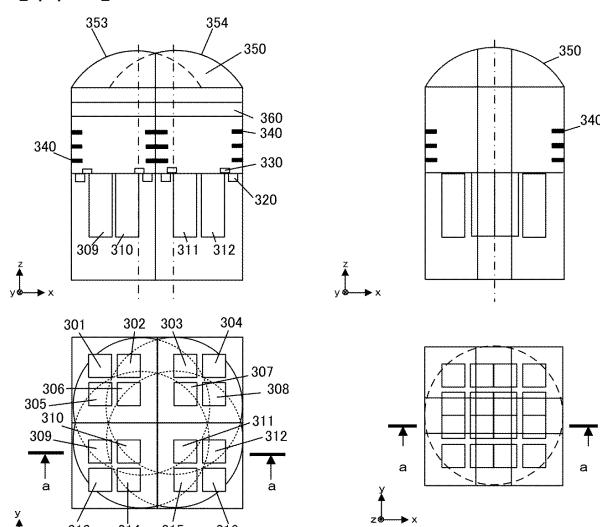
【図3】



(a)平面図

(b)a-a断面図

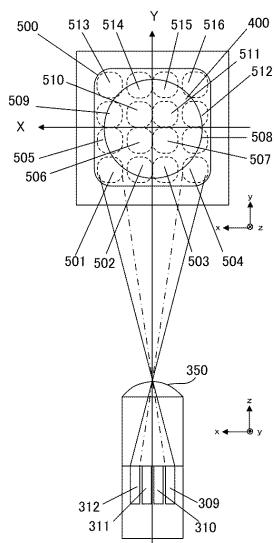
【図4】



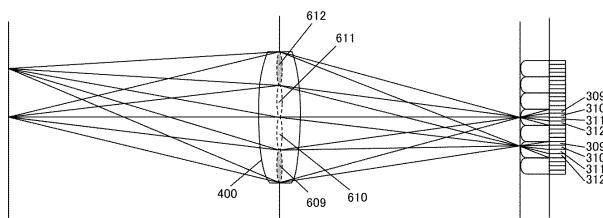
(a)

(b)

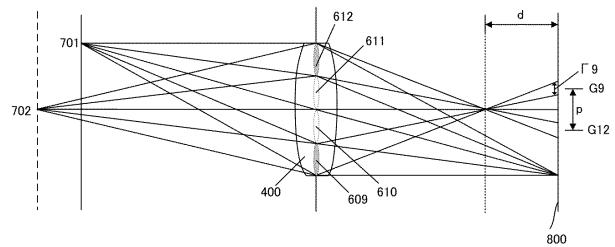
【図5】



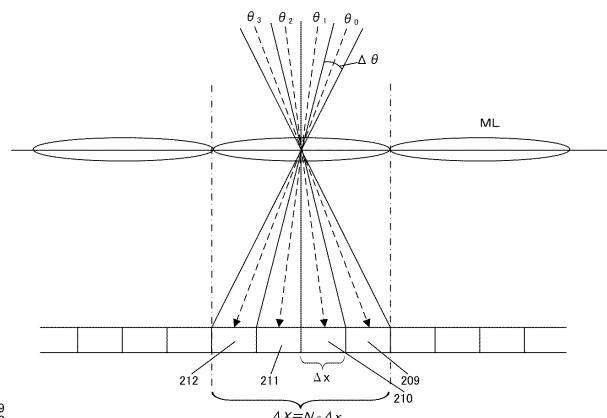
【図6】



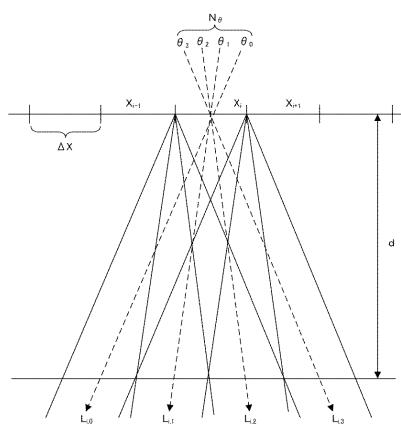
【図7】



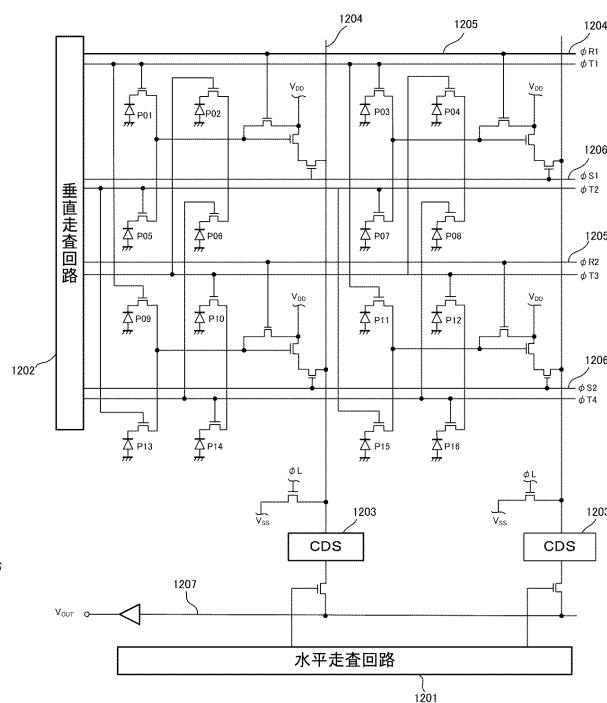
【図8】



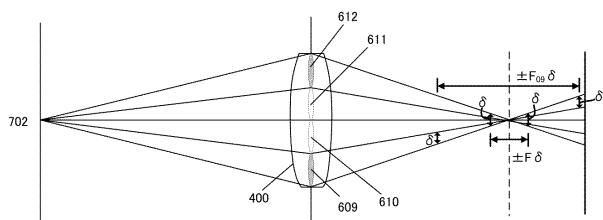
【図9】



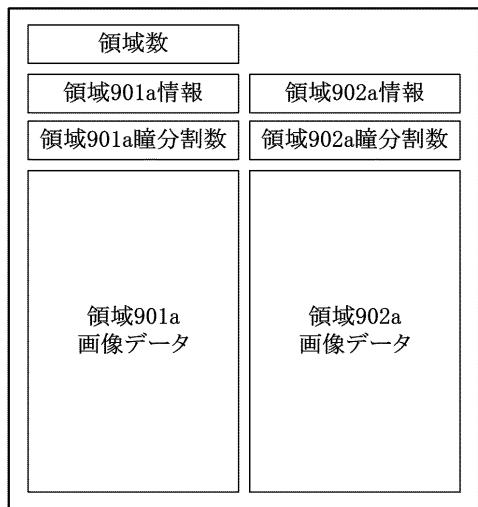
【図12】



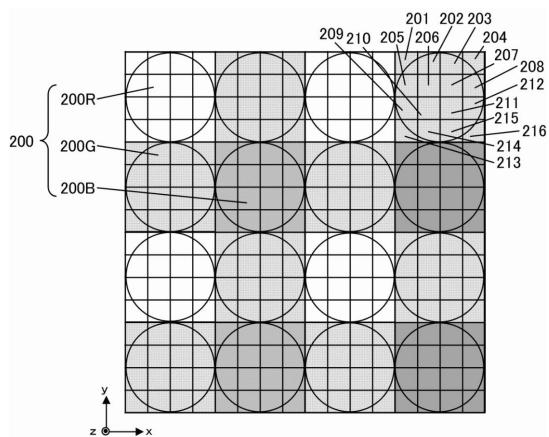
【図10】



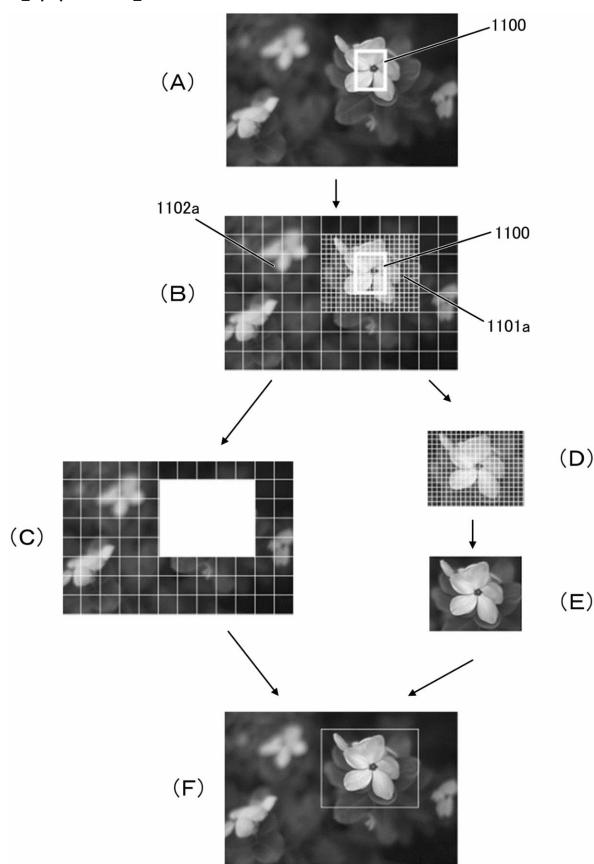
【図 1 3】



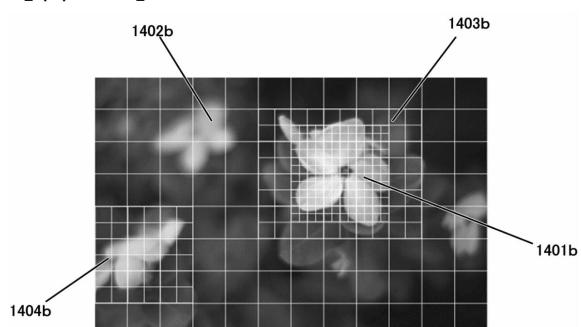
【図 2】



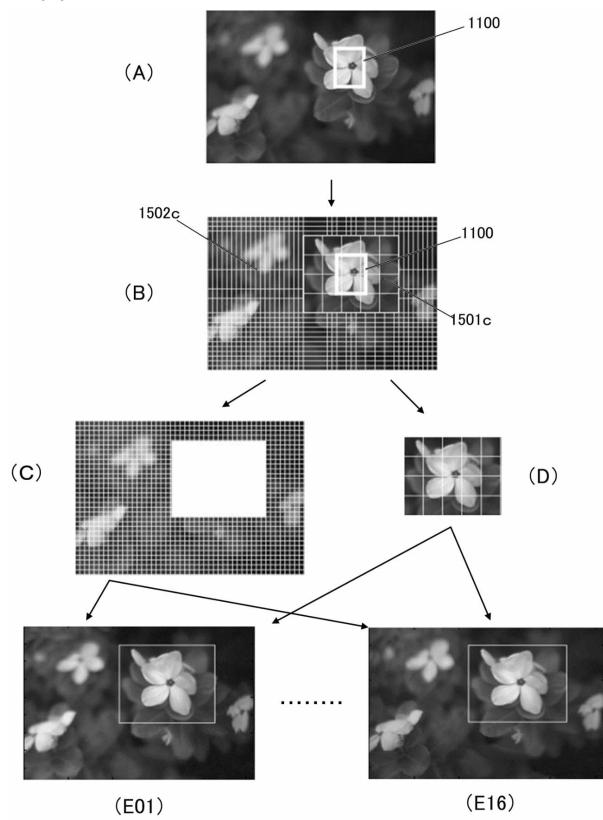
【図 1 1】



【図 1 4】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 04N 5/225 (2006.01) H 04N 5/225 Z

(74)代理人 100134393
弁理士 木村 克彦
(74)代理人 100174230
弁理士 田中 尚文
(72)発明者 福田 浩一
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 德 田 賢二

(56)参考文献 特開2010-199681 (JP, A)
特開2014-39119 (JP, A)
特開2013-247590 (JP, A)
特開2013-90059 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04N	5 / 232
G 02B	7 / 28
G 02B	7 / 34
G 03B	13 / 36
H 04N	5 / 225
H 04N	13 / 02