

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5207797号
(P5207797)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int. Cl.	F I	
G02B 7/28 (2006.01)	G02B 7/11	N
G02B 7/34 (2006.01)	G02B 7/11	C
G02B 7/36 (2006.01)	G02B 7/11	D
G03B 13/36 (2006.01)	G03B 3/00	A
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232	H
請求項の数 7 (全 43 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2008-88815 (P2008-88815)	(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
(22) 出願日	平成20年3月28日(2008.3.28)	(74) 代理人	100110412 弁理士 藤元 亮輔
(65) 公開番号	特開2009-244429 (P2009-244429A)	(74) 代理人	100104628 弁理士 水本 敦也
(43) 公開日	平成21年10月22日(2009.10.22)	(72) 発明者	中川 和男 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
審査請求日	平成23年3月28日(2011.3.28)	審査官	鉄 豊郎
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 撮像装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フォーカスレンズを含む撮影レンズの射出瞳の全域を通る光を各々が受光して撮像信号を生成する複数の撮影用画素と、各々が前記撮影レンズの前記射出瞳の一部の領域を通る光を受光する複数の焦点検出用画素と、を有する撮像素子と、

前記焦点検出用画素の出力から得られた一対の像信号に基づいて焦点ずれ量を検出する第1の検出手段と、

前記撮像信号に基づいてコントラスト検出方式の焦点検出を行う第2の検出手段と、焦点検出の対象である焦点検出領域を前記撮像素子の撮像領域中に設定する設定部と、を有し、

前記第1の検出手段は、前記設定部が設定した前記焦点検出領域に対応する前記焦点検出用画素の出力を用いて焦点ずれ量を算出するとともに、前記焦点検出領域外を含む領域の前記焦点検出用画素の出力信号をメモリに記録し、

検出された焦点ずれ量に基づく第1の合焦位置を基準として、前記第2の検出手段は、前記焦点検出領域に対応する前記撮影用画素からの撮像信号に基づいてコントラスト検出方式の焦点検出を行い、第2の合焦位置を検出することを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

前記設定部は、第1の方向に対して焦点ずれ量を検出するための第1の焦点検出領域と、前記第1の方向と異なる第2の方向に対して焦点ずれ量を検出するための第2の焦点検出領域を設定することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 の検出手段は、前記第 1 の焦点検出領域と前記第 2 の焦点検出領域のそれぞれについて焦点ずれ量を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記撮像装置は前記焦点検出用画素と異なる焦点検出センサを更に有し、ライブビューモードが設定されている場合、前記第 1 の検出手段は、前記設定部が設定した前記焦点検出領域に対応する前記焦点検出用画素の出力を用いて焦点ずれ量を算出するとともに、前記焦点検出領域外を含む領域の前記焦点検出用画素の出力信号をメモリに記録し、

ライブビューモードが設定されていない場合、前記第 1 の検出手段は、前記焦点検出センサの出力を用いて焦点ずれ量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 の検出手段は、前記焦点検出領域に応じた前記焦点検出用画素から算出された複数の焦点ずれ量の中で信頼性が最も高い値、最至近値、又は、前記複数の焦点ずれ量の平均値を選択することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記撮像装置は前記フォーカスレンズを駆動するドライバを更に有し、前記ドライバが前記フォーカスレンズを前記第 2 の合焦位置に移動した後で前記焦点検出領域が移動した場合、前記第 1 の検出手段は、移動した前記焦点検出領域に対応する前記焦点検出用画素の出力信号を前記メモリから読み出して焦点ずれ量を算出し、当該焦点ずれ量に基づく新たな第 1 の合焦位置を基準として、前記第 2 の検出手段は、移動した前記焦点検出領域に対応する前記撮影用画素からの撮像信号に基づいてコントラスト検出方式の焦点検出を行い、新たな第 2 の合焦位置を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の撮像装置。

20

【請求項 7】

フォーカスレンズを含む撮影レンズの射出瞳の全域を通る光を各々が受光して撮像信号を生成する複数の撮影用画素と、各々が前記撮影レンズの前記射出瞳の一部の領域を通る光を受光する複数の焦点検出用画素と、を有する撮像素子と、

焦点検出の対象である焦点検出領域を前記撮像素子の撮像領域中に設定する設定部と、を有する撮像装置の制御方法であって、

30

前記焦点検出用画素の出力から得られた一对の像信号に基づいて焦点ずれ量を検出する第 1 の検出ステップと、

前記撮像信号に基づいてコントラスト検出方式の焦点検出を行う第 2 の検出ステップと、を有し、

前記第 1 の検出ステップにおいて、前記設定部が設定した前記焦点検出領域に対応する前記焦点検出用画素の出力を用いて焦点ずれ量を算出するとともに、前記焦点検出領域外を含む領域の前記焦点検出用画素の出力信号をメモリに記録し、

検出された焦点ずれ量に基づく第 1 の合焦位置を基準として、前記第 2 の検出ステップにおいて、前記焦点検出領域に対応する前記撮影用画素からの撮像信号に基づいてコントラスト検出方式の焦点検出を行い、第 2 の合焦位置を検出することを特徴とする撮像装置の制御方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラのライブビューのピント合わせとしては、コントラスト検出方式を使用したオートフォーカス（以下、「コントラスト AF」又は「TV-AF」と略す）が主流

50

である。一方、デジタル一眼レフカメラには連写性能や動体追従性能が求められるため、合焦速度の速い位相差検出方式を使用したAF（以下、「位相差AF」と略す）が適しており、ライブビュー時のピント合わせにTV-AFを使用すると合焦速度が遅くなる。

【0003】

そこで、特許文献1は、ライブビュー時に位相差AFとTV-AFの2つのAF方式を利用可能にしたハイブリッドAFを提案している。特許文献1は、撮影光路を複数の光路に分割するためハーフミラーで構成された主ミラーと、分割後の光路の一方を合焦位置判断素子に他方を撮像素子に導くための光路に分割するハーフミラーで構成されたサブミラーとを備えている。主ミラーとサブミラーは撮影待機時に撮影光路内に移動して焦点検出素子と撮像素子による合焦位置検出を行い、撮影時に撮影光路外に移動して撮像素子による合焦位置検出を行う。

10

【0004】

その他の特許文献としては特許文献2がある。

【特許文献1】特開2006-251065号公報

【特許文献2】特開2005-283750号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1は、撮像領域内で位相差AF可能な場所が像検出センサの配置場所に限られてしまうし、撮影する際には主ミラーとサブミラーの移動により、リリースタイムラグが生じるおそれがある。

20

【0006】

本発明は、ライブビュー時に撮像領域内の何処でもAFが可能で合焦精度と合焦速度に優れた撮像装置を提供することを例示的な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面としての撮像装置は、フォーカスレンズを含む撮影レンズの射出瞳の全域を通る光を各々が受光して撮像信号を生成する複数の撮影用画素と、各々が前記撮影レンズの前記射出瞳の一部の領域を通る光を受光する複数の焦点検出用画素と、を有する撮像素子と、前記焦点検出用画素の出力から得られた一対の像信号に基づいて焦点ずれ量を検出する第1の検出手段と、前記撮像信号に基づいてコントラスト検出方式の焦点検出を行う第2の検出手段と、焦点検出の対象である焦点検出領域を前記撮像素子の撮像領域中に設定する設定部と、を有し、前記第1の検出手段は、前記設定部が設定した前記焦点検出領域に対応する前記焦点検出用画素の出力を用いて焦点ずれ量を算出するとともに、前記焦点検出領域外を含む領域の前記焦点検出用画素の出力信号をメモリに記録し、検出された焦点ずれ量に基づく第1の合焦位置を基準として、前記第2の検出手段は、前記焦点検出領域に対応する前記撮影用画素からの撮像信号に基づいてコントラスト検出方式の焦点検出を行い、第2の合焦位置を検出することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、ライブビュー時に撮像領域内の何処でもAFが可能で合焦精度と合焦速度に優れた撮像装置を提供することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図1及び2は本実施例のデジタル一眼レフカメラの断面図である。

【0010】

1はカメラ本体、2は後述の撮影レンズ3をカメラ本体1に着脱可能とするためのマウントであり、各種信号を通信したり、駆動電源を供給したりするためのインターフェース部を有する。3は交換可能な撮影レンズであり、内部にフォーカスレンズ群やズームレンズ群、不図示の絞り装置を有している。図1及び図2は各レンズ群を便宜上1枚のレンズ

50

で図示しており、例えば、フォーカスレンズ群をフォーカスレンズ 3 a として示している。しかし、実際には多数のレンズにより複雑なレンズ群の組み合わせで構成されている。なお、図 1 及び図 2 はフォーカスレンズ 3 a を撮影レンズ 3 の前側のレンズに限定する趣旨ではない。

【 0 0 1 1 】

4 はハーフミラーで構成された主ミラーであり、カメラの動作状態に応じて回動可能となっている。主ミラー 4 は、被写体をファインダーで観察する時は撮影光路へ斜設され、撮影レンズ 3 からの光束を折り曲げて後述のファインダー光学系へ導く（図 1）。主ミラー 4 は、撮影時やライブビュー時は撮影光路から退避して、撮影レンズ 3 からの光束を後述の撮像素子 6 へ導く（図 2）。5 は撮影レンズ 3 からの光束を後述の撮像素子 6 に入射制御するためのシャッターで、通常は閉じた状態（図 1）で、撮影時やライブビュー時に開いた状態（図 2）となる。

10

【 0 0 1 2 】

6 は CMOS イメージセンサとその周辺回路で構成された撮像素子である。撮像素子 6 は、全画素独立出力が可能のように構成されている。また一部の画素が焦点検出用画素となっており、撮像面で位相差検出方式の焦点検出（位相差 AF）が可能となっている。より具体的には、撮像素子 6 は、被写体の像を形成する撮影レンズ 3 の射出瞳（後述する EP）の全域を通る光を各々が受光して被写体の像を生成する複数の撮影用画素を有する。また、撮像素子 6 は、各々が撮影レンズ 3 の射出瞳 EP の一部の領域（後述する EP_{HA} 及び EP_{HB}）を通る光を受光する複数の焦点検出用画素を更に有する。複数の焦点検出用画素は全体として撮影レンズ 3 の射出瞳の全域を通る光を受光することができる。

20

【 0 0 1 3 】

7 は主ミラー 4 とともに回動するサブミラーであり、主ミラー 4 が撮影光路へ斜設されている時に主ミラー 4 を透過した光束を AF センサ 8 に向かって折り曲げて後述の AF センサ 8 へ導く（図 1）。サブミラー 7 は、撮影時やライブビュー時は主ミラー 4 と共に回動して撮影光路から退避する（図 2）。サブミラー 7 はハーフミラーではなく撮像素子 6 を遮光する。8 は AF センサであり、2 次結像レンズや複数の CCD 又は CMOS からなるエリアセンサ等から構成されており、位相差 AF が可能となっている。

【 0 0 1 4 】

9 は撮影レンズ 3 の一次結像面に配置されたピント板であり、入射面にはフレネルレンズ（集光レンズ）が設けられ、射出面には被写体像（ファインダー像）が結像している。10 はファインダー光路変更用のペンタプリズムであり、ピント板 9 の射出面に結像した被写体像を正立正像に補正する。11、12 は接眼レンズである。ここで、ピント板 9、ペンタプリズム 10、接眼レンズ 11、12 により構成されている光学系をファインダー光学系と称する。

30

【 0 0 1 5 】

13 は自動露光（AE）センサであり、多分割された撮像領域内の各領域に対応したフォトダイオードから構成されており、ピント板 9 の射出面に結像した被写体像の輝度を測定する。14 は撮影した画像や各種の撮影情報を表示する液晶モニタ（表示部）である。液晶モニタ 14 は、ライブビューモード時に撮像素子 6 が撮像した被写体の像（被写体像）を表示すると共に後述する AF 枠設定部としてのマルチコントローラ 33 が設定可能な AF 枠とマルチコントローラ 33 が設定した AF 枠を表示する。

40

【 0 0 1 6 】

図 3 はデジタル一眼レフカメラの制御系のブロック図である。

【 0 0 1 7 】

20 はカメラ部の制御とカメラ全体の制御を行うマイクロコンピュータ（中央処理装置；以下、「MPU」と称す）である。MPU（制御部）20 は、後述する枠設定部であるマルチコントローラ 33 が設定した AF 枠の焦点検出用画素の出力信号を演算することによって AF 枠に対して位相差 AF を行って焦点検出枠の焦点ずれ量を算出する。また、MPU 20 は、焦点ずれ量とフォーカスレンズ 3 a の現在位置から求まる撮影レンズ 3 の

50

合焦位置（後述する P s ）を基準としてコントラスト検出方式の焦点検出（コントラスト A F 又は T V - A F ）をマルチコントローラ 3 3 が設定した A F 枠に対して行う。フォーカスレンズ 3 a の現在位置は後述する位置検出部 3 5 が検出する。

【 0 0 1 8 】

2 1 は画像データの各種制御を行うメモリコントローラ、2 2 は各種制御を行うための設定、調整データ等を格納している E E P R O M である。2 3 は撮影レンズ 3 内にあるレンズ制御回路であり、マウント 2 を介して M P U 2 0 と接続されており、後述の各情報に基づいてフォーカスレンズ 3 a の焦点調節（合焦駆動）や絞り駆動を行う。

【 0 0 1 9 】

2 4 は焦点検出回路であり、A F センサ 8 のエリアセンサの蓄積制御と読み出し制御とを行って、各焦点検出点の画素情報を M P U 2 0 に出力する。M P U 2 0 は各焦点検出点の画素情報を周知の位相差 A F を行い、検出した焦点検出情報をレンズ制御回路 2 3 へ送し出してフォーカスレンズ 3 a の焦点調節を行う。この焦点検出から焦点調節までの一連の動作を A F 動作と称する。

10

【 0 0 2 0 】

2 5 は測光回路であり、A E センサ 1 3 の各領域からの輝度信号を M P U 2 0 に出力する。M P U 2 0 は、輝度信号を A / D 変換して被写体の測光情報とし、この測光情報を用いて撮影露出を演算し設定する。この測光情報を得てから撮影露出の設定までの一連の動作を A E 動作と称する。2 6 はモータ駆動回路であり、主ミラー 4 を駆動する不図示のモータやシャッター 5 のチャージを行う不図示のモータを制御する。2 7 はシャッター駆動回路であり、シャッター 5 を開閉するための不図示のコイルへの電力供給制御を行う。2 8 は電源 2 9 の電圧を各回路に必要な電圧に変換する D C / D C コンバータである。

20

【 0 0 2 1 】

3 0 はリリースボタンであり、S W 1 と S W 2 の信号を M P U 2 0 へ出力する。S W 1 は、第 1 ストローク（半押し）操作で O N し、測光（A E）、A F 動作を開始させるためのスイッチである。S W 2 は、リリースボタンの第 2 ストローク（全押し）操作で O N し、露光動作を開始させるためのスイッチである。3 1 はモードボタンであり、操作したまま後述の電子ダイヤル 3 2 を操作すると、そのカウントに応じて撮影モードが変更され、操作を止めると決定される。3 2 は電子ダイヤルであり、ダイヤルの回転クリックに応じた O N 信号が M P U 2 0 内の不図示のアップダウンカウンタに出力され、その数がカウントされる。このカウントに応じて各種の数値やデータ等の選択が行われる。

30

【 0 0 2 2 】

3 3 はマルチコントローラであり、後述するライブビュー時に液晶モニタ 1 4 に表示される A F 枠（焦点検出枠）や各種モードを選択、決定するために用いられる入力装置である。マルチコントローラ 3 3 は、上下左右、斜め右上、斜め右下、斜め左上、斜め左下の 8 方向の入力と、押し操作による入力を行うことができる。マルチコントローラ 3 3 は、ライブビューモードを設定するモード設定部として機能する。また、マルチコントローラ 3 3 は、焦点検出の対象である A F 枠を撮像素子 6 の撮像領域の任意の位置に設定する枠設定部としても機能する。3 4 は電源ボタンであり、操作するとカメラの電源が O N / O F F される。

40

【 0 0 2 3 】

3 5 はフォーカスレンズ 3 a の現在位置を検出する位置検出部である。3 6 はフォーカスレンズ 3 a を光軸方向に駆動するレンズドライバである。レンズドライ 3 6 によるフォーカスレンズ 3 a の駆動はレンズ制御回路 2 3 によって制御される。

【 0 0 2 4 】

4 0 は撮像素子 6 から出力される画像信号をサンプルホールド及び自動ゲイン調整する C D S （相関 2 重サンプリング）/ A G C （自動ゲイン調整）回路である。4 1 は C D S / A G C 回路 4 0 のアナログ出力をデジタル信号に変換する A / D 変換器である。4 2 は T G （タイミング発生）回路であり、撮像素子 6 に駆動信号を、C D S / A G C 回路 4 0 にサンプルホールド信号を、A / D 変換器 4 1 にサンプルクロック信号を供給する。こ

50

でメモリコントローラ 21 は、撮像素子 6 から出力される画像信号を CDS / AGC 回路 40、A / D 変換器 41 を経て受けて、TV - AF により被写体像の焦点検出を行うことが可能である。

【0025】

43 は A / D 変換器 41 でデジタル変換された画像等を一時的に記録するための SDRAM (メモリ) である。SDRAM 43 は、撮像素子 6 の撮像領域の全域の焦点検出用画素の出力信号を記録することができる。あるいは、SDRAM 43 は、撮像素子 6 の撮像領域の全域に対して位相差 AF を行って焦点ずれ量を算出して記録する。

【0026】

44 は画像を Y / C (輝度信号 / 色差信号) 分離、ホワイトバランス補正、補正等を行う画像処理回路である。45 は画像を JPEG 等の形式に従って圧縮したり、圧縮された画像の伸張を行う画像圧縮 / 伸張回路である。ここでメモリコントローラ 21 は、撮像素子 6 から出力される画像信号を画像処理回路 44 で画像処理することにより、被写体の測光情報を得ることが可能である。46 は SDRAM 43 や後述するメディア 48 に記録された画像を液晶モニタ 14 に表示するために、画像をアナログ信号に変換する D / A 変換器である。47 は画像を記録保存するためのメディア 48 との I / F (インターフェース) である。

【0027】

続いて、撮像素子 6 による撮像面位相差 AF について説明する。本実施形態においては、画素ピッチが $8 \mu\text{m}$ 、有効画素数が縦 3000 行 \times 横 4500 列 = 1350 万画素、撮像画面サイズが横 36 mm \times 縦 24 mm の撮像素子を一例として説明を行なう。またこの撮像素子 6 は、受光画素上にベイヤー配列の原色カラーモザイクフィルタがオンチップで形成された、2次元単板カラーセンサとなっている。

【0028】

図 4 ~ 図 6 は、撮像用画素と焦点検出用画素の構造を説明する図である。本実施形態は、2行 \times 2列の 4 画素のうち、対角 2 画素に G (緑色) の分光感度を有する画素を配置し、他の 2 画素に R (赤色) と B (青色) の分光感度を有する画素を各 1 個配置した、ベイヤー配列を採用している。そして、このベイヤー配列の間に、後述する構造の焦点検出用画素が所定の規則にて分散配置される。

【0029】

図 4 に撮像用画素の配置と構造を示す。図 4 (a) は、2行 \times 2列の撮像用画素の平面図である。周知のように、ベイヤー配列では対角方向に G 画素が、他の 2 画素に R と B の画素が配置される。そして 2行 \times 2列の構造が繰り返し配置される。図 4 (a) における A - A 断面図を図 4 (b) に示す。ML は各画素の最前面に配置されたオンチップマイクロレンズ、CF_R は R (赤色) のカラーフィルタ、CF_G は G (緑色) のカラーフィルタである。PD (Photo Diode) は CMOS イメージセンサの光電変換素子を模式的に示したものである。CL (Contact Layer) は、CMOS イメージセンサ内の各種信号を伝達する信号線を形成するための配線層である。TL (Taking Lens) は撮影レンズ 3 の撮影光学系を模式的に示したものである。

【0030】

ここで、撮像用画素のオンチップマイクロレンズ ML と光電変換素子 PD は、撮影光学系 TL を通過した光束を可能な限り有効に取り込むように構成されている。換言すると、撮影光学系 TL の射出瞳 EP (Exit Pupil) と光電変換素子 PD は、マイクロレンズ ML により共役関係にあり、かつ光電変換素子の有効面積は大面積に設計される。また、図 4 (b) では R 画素の入射光束について説明したが、G 画素及び B (青色) 画素も同一の構造となっている。従って、撮像用の RGB 各画素に対応した射出瞳 EP は大径となり、被写体からの光束 (光量子) を効率よく取り込んで画像信号の S / N を向上させている。

【0031】

図 5 は、撮影光学系の水平方向 (左右方向又は横方向) に瞳分割を行なうための焦点検

10

20

30

40

50

出用画素の配置と構造を示す。ここで水平方向とは、撮影光学系の光軸と撮像領域の長辺とが地面に平行となるように撮像装置を構えたとき、この光軸に直交し、かつ水平方向に伸びる直線に沿った方向をいう。図5(a)は、焦点検出用画素を含む2行×2列の画素の平面図である。記録又は観賞のための画像信号を得る場合、G画素で輝度情報の主成分を取得する。そして人間の画像認識特性は輝度情報に敏感であるため、G画素が欠損すると画質劣化が認知されやすい。一方でR画素又はB画素は、色情報(色差情報)を取得する画素であるが、人間の視覚特性は色情報には鈍感であるため、色情報を取得する画素は多少の欠損が生じて画質劣化は認識され難い。そこで本実施形態は、2行×2列の画素のうち、G画素は撮像用画素として残し、R画素とB画素を焦点検出用画素に置き換えている。この焦点検出用画素を図5(a)において S_{HA} 及び S_{HB} と示す。

10

【0032】

図5(a)におけるA-A断面図を図5(b)に示す。マイクロレンズMLと光電変換素子PDは図4(b)に示した撮像用画素と同一構造である。本実施形態においては、焦点検出用画素の信号は画像生成には用いないため、色分離用カラーフィルタの代わりに透明膜 CF_W (白色)が配置される。また撮像素子6で瞳分割を行なうため、配線層CLの開口部はマイクロレンズMLの中心線に対して一方向に偏倚している。具体的には、画素 S_{HA} 及び開口部 OP_{HA} は右側に偏倚して撮影光学系TLの左側の射出瞳 EP_{HA} を通過した光束を受光する。画素 S_{HB} の開口部 OP_{HB} は左側に偏倚して撮影光学系TLの右側の射出瞳 EP_{HB} を通過した光束を受光する。画素 S_{HA} を水平方向に規則的に配列し、これらの画素群で取得した被写体像をA像とする。また画素 S_{HB} も水平方向に規則的に配列し、これらの画素群で取得した被写体像をB像とする。すると、A像とB像の相対位置を検出することで被写体像のピントずれ量(デフォーカス量)が検出できる。なお、画素 S_{HA} 及び S_{HB} では、撮像領域の横方向に輝度分布を有した被写体、例えば縦線に対しては焦点検出可能だが、縦方向に輝度分布を有する横線は焦点検出不能である。そこで本実施形態では、後者についても焦点状態を検出できるように、撮影光学系の垂直方向(縦方向)にも瞳分割を行なう画素も備えるよう構成されている。

20

【0033】

図6は、撮影光学系の垂直方向(上下方向又は縦方向)に瞳分割を行なうための焦点検出用画素の配置と構造を示す。ここで垂直方向とは、撮影光学系の光軸と撮像領域の長辺とが地面に平行となるように撮像装置を構えたとき、この光軸に直交し、鉛直方向に伸びる直線に沿った方向をいう。図6(a)は、焦点検出用画素を含む2行×2列の画素の平面図であり、図5(a)と同様に、G画素は撮像用画素として残し、R画素とB画素を焦点検出用画素としている。この焦点検出用画素を図6(a)において S_{VC} 及び S_{VD} と示す。

30

【0034】

図6(a)のA-A断面図を図6(b)に示す。図5(b)の画素が横方向に瞳分離する構造であるのに対して、図6(b)の画素は瞳分離方向が縦方向になっているが、その他の画素の構造は同様である。画素 S_{VC} の開口部 OP_{VC} は下側に偏倚して撮影光学系TLの上側の射出瞳 EP_{VC} を通過した光束を受光する。同様に、画素 S_{VD} の開口部 OP_{VD} は上側に偏倚して撮影光学系TLの下側の射出瞳 EP_{VD} を通過した光束を受光する。画素 S_{VC} を垂直方向に規則的に配列し、これらの画素群で取得した被写体像をC像とする。また画素 S_{VD} も垂直方向に規則的に配列し、これらの画素群で取得した被写体像をD像とする。するとC像とD像の相対位置を検出することで、垂直方向に輝度分布を有する被写体像のピントずれ量(デフォーカス量)を検出することができる。

40

【0035】

図7~図9は、図4~図6に示した撮像用画素及び焦点検出用画素の配置規則を説明する図である。図7は撮像用画素の間に焦点検出用画素を離散的に配置する場合の最小単位の配置規則を説明するための図である。

【0036】

図7において、10行×10列=100画素の正方形領域を1つのブロックと定義する

50

。左上のブロック $BLK_H(1, 1)$ において、一番左下の R 画素と B 画素を、水平方向に瞳分割を行なう 1 組の焦点検出用画素 S_{HA} 及び S_{HB} で置き換える。その右隣りのブロック $BLK_V(1, 2)$ においては、同じく一番左下の R 画素と B 画素を、垂直方向に瞳分割を行なう 1 組の焦点検出用画素 S_{VC} 及び S_{VD} で置き換える。また最初のブロック $BLK_H(1, 1)$ の下に隣接したブロック $BLK_V(2, 1)$ の画素配列は、ブロック $BLK_V(1, 2)$ と同一とする。そしてその右隣りのブロック $BLK_H(2, 2)$ の画素配列は、先頭のブロック $BLK_H(1, 1)$ と同一とする。この配置規則を一般化すると、ブロック $BLK(i, j)$ において、 $i + j$ が偶数であれば水平瞳分割用の焦点検出用画素を配置し、 $i + j$ が奇数であれば垂直瞳分割用の焦点検出用画素を配置することになる。そして図 7 の $2 \times 2 = 4$ ブロック、即ち、 20 行 \times 20 列 = 400 画素の領域をブロックの上位の配列単位としてクラスタと定義する。

10

【0037】

図 8 はクラスタを単位とした配置規則を説明するための図である。図 8 において、 20 行 \times 20 列 = 400 画素で構成された一番左上のクラスタを $CST(u, w) = CST(1, 1)$ とする。クラスタ $CST(1, 1)$ においては、各ブロックの一番左下の R 画素と B 画素を焦点検出用画素 S_{HA} 及び S_{HB} 又は S_{VC} 及び S_{VD} で置き換える。その右隣りのクラスタ $CST(1, 2)$ においては、ブロック内における焦点検出用画素の配置を、クラスタ $CST(1, 1)$ に対して上方に 2 画素分シフトした位置に配置する。また最初のクラスタ $CST(1, 1)$ の下に隣接したクラスタ $CST(2, 1)$ においては、ブロック内における焦点検出用画素の配置を、クラスタ $CST(1, 1)$ に対して右方向に 2 画素分シフトした位置に配置する。以上の規則を適用すると図 8 に示す配置が得られる。

20

【0038】

この配置規則を一般化すると以下ようになる。なお焦点検出用画素の座標は、図 5 又は図 6 で示した G 画素を含む 4 画素を一つの単位 (ペア) とし、そのうちの左上の画素の座標で規定する。また各ブロック内の座標は左上を $(1, 1)$ とし、下方向と右方向を正とする。クラスタ $CST(u, w)$ において、各ブロック内の焦点検出用画素ペアの水平座標は $2 \times u - 1$ となり、垂直座標は $11 - 2 \times w$ となる。そして、図 8 の $5 \times 5 = 25$ クラスタ、即ち 100 行 \times 100 列 = 1 万画素の領域を、クラスタの上位の配列単位として、フィールドと定義する。

30

【0039】

図 9 はフィールドを単位とした配置規則を説明するための図である。図 9 において、 100 行 \times 100 列 = 1 万画素で構成された一番左上のフィールドを $FLD(q, r) = FLD(1, 1)$ とする。そして本実施形態では、すべてのフィールド $FLD(q, r)$ は先頭フィールド $FLD(1, 1)$ と同様の配列となっている。そこでフィールド $FLD(q, r)$ を水平方向に 45 個、垂直方向に 30 個配列すると、 3000 行 \times 4500 列 = 1350 万画素の撮像領域は 1350 個のフィールド $FLD(q, r)$ で構成される。そして撮像領域全面に亘って焦点検出用画素を均一に分布させることができる。

【0040】

次に図 10 ~ 図 13 を用いて、焦点検出時の画素のグループと信号加算方法について説明する。

40

【0041】

図 10 は撮影光学系によって形成された被写体像の横ずれ方向の焦点検出を行なう場合の画素グループ化方法を説明する図である。横ずれ方向の焦点検出とは、図 5 で説明した、撮影光学系の射出瞳を横方向 (水平方向又は左右方向) に分割するための焦点検出用画素を用いて、位相差式焦点検出を行なうことを指す。

【0042】

図 10 に示す画素配列は図 8 で説明したものであるが、焦点検出の際には、横方向に 1 ブロック、縦方向に 10 ブロックの合計 10 ブロックを 1 つのグループとし、これをセクションと定義する。そして横方向に配列されたセクション $SCTH(k)$ を複数連結して

50

1つの焦点検出領域を構成する。本実施形態では一例として1つの焦点検出領域は、セクション $SCT_H(1)$ からセクション $SCT_H(10)$ までの10個のセクションを連結して構成している。即ち、100行×100列=1万画素の領域が1つの焦点検出領域となる。これは1フィールドと同一領域であり、図9で説明したように撮像領域で1350個の固定焦点検出領域となるように設定している。もちろん設定方法は様々で、被写体に応じて撮像領域の任意位置のセクション $SCT_H(k)$ を複数連結することで撮像領域の任意位置に可変焦点検出領域を設定することも可能である。

【0043】

ここで1つのセクションには、横方向における一方の瞳分割を行なう画素 S_{HA} が5個、他方の瞳分割を行なう画素 S_{HB} も5個含まれている。そこで、本実施形態においては、5個の S_{HA} の出力を加算して1画素の信号とし、位相差演算用の一方の画像信号(A像と称する)の1AF画素を得る。同様に、5個の S_{HB} の出力を加算して1画素の信号とし、位相差演算用の他方の画像信号(B像と称する)の1AF画素を得る。

【0044】

図11は一つのセクションにおける被写体像の捕捉能力を説明するための図である。図11は図10の左端のセクション $SCT_H(1)$ を切り出したものである。そして下端に示された水平線 PRJ_H は、焦点検出用画素 S_{HA} 及び S_{HB} の瞳分割方向に延伸した第1の射影軸(Projection Line)、右端に示された垂直線 PRJ_V は、瞳分割方向と直交する方向に延伸した第2の射影軸である。ここで1つのセクション内の画素 S_{HA} はすべて加算され、 S_{HB} も加算される。そこで1つのセクションを1つのAF画素と見なした場合、1つのAF画素に含まれる受光部を瞳分割方向の射影軸 PRJ_H に射影すると、画素 S_{HA} と S_{HB} が交互に緻密に並ぶことがわかる。このときの、瞳分割方向の射影軸 PRJ_H における画素 S_{HA} の配列ピッチを $P1$ とすると、 $P1 = PH_H = 2$ (単位は画素)となる。ピッチの代わりに空間周波数 $F1$ で表わすと、 $F1 = 0.5$ (単位は画素/画素)となる。同様に射影軸 PRJ_H における画素 S_{HB} の配列ピッチも $P1 = 2$ (単位は画素)、空間周波数表記では $F1 = 0.5$ (単位は画素/画素)となる。

【0045】

一方、1つのAF画素に含まれる受光部を瞳分割方向と直交方向の射影軸 PRJ_V に射影すると、画素 S_{HA} と S_{HB} はまばらに並ぶことがわかる。このときの、射影軸 PRJ_V における画素 S_{HA} の配列ピッチを $P2$ とすると、 $P2 = PH_V = 20$ (単位は画素)となる。ピッチの代わりに空間周波数 $F2$ で表わすと、 $F2 = 0.05$ (単位は画素/画素)となる。同様に射影軸 PRJ_V における画素 S_{HB} の配列ピッチも、 $P2 = 20$ (単位は画素)、空間周波数表記では $F2 = 0.05$ (単位は画素/画素)となる。

【0046】

即ち、本実施形態におけるAF画素は、グループ化前の分散特性については、瞳分割方向とこれに直交する方向の配置上のピッチが等しい。しかしながら、グループ化する際のグループ形状を長方形とすることで、瞳分割方向のサンプリング誤差を低減している。具体的には、1セクションの瞳分割方向の最大寸法 $L1$ は10画素、瞳分割と直交する方向の最大寸法 $L2$ は100画素としている。即ち、セクション寸法を $L1 < L2$ とすることで、瞳分割方向のサンプリング周波数 $F1$ を高周波(密)に、これと直交する方向のサンプリング周波数 $F2$ を低周波(疎)としている。

【0047】

図12は撮影光学系によって形成された被写体像の縦ずれ方向の焦点検出を行なう場合の画素グループ化方法を説明する図である。縦ずれ方向の焦点検出とは、図6で説明した、撮影光学系の射出瞳を縦方向(垂直方向又は上下方向)に分割するための焦点検出用画素を用いて、位相差式焦点検出を行なうことをいう。即ち、図10を90度回転したものに相当する。

【0048】

図12に示す画素配列も図8で説明したものであるが、焦点検出の際には、横方向に10ブロック、縦方向に1ブロックの合計10ブロックを1つのグループとし、これをセク

10

20

30

40

50

ションと定義する。そして縦方向に配列されたセクション $SCT_V(k)$ を複数連結して1つの焦点検出領域を構成する。本実施形態では一例として1つの焦点検出領域は、セクション $SCT_V(1)$ からセクション $SCT_V(10)$ までの10個のセクションを連結して構成している。即ち、100行×100列=1万画素の領域が1つの焦点検出領域となる。これは1フィールドと同一領域であり、図9で説明したように撮像領域で1350個の固定焦点検出領域となるように設定している。もちろん設定方法は様々で、被写体に応じて撮像領域の任意位置のセクション $SCT_V(k)$ を複数連結することで撮像領域の任意位置に可変焦点検出領域を設定することも可能である。

【0049】

ここで1つのセクションには、縦方向における一方の瞳分割を行なう画素 S_{V_C} が5個、他方の瞳分割を行なう画素 S_{V_D} も5個含まれている。そこで本実施形態においては、5個の S_{V_C} の出力を加算して1画素の信号とし、位相差演算用の一方の画像信号(C像と称する)の1AF画素を得る。同様に、5個の S_{V_D} の出力を加算して1画素の信号とし、位相差演算用の他方の画像信号(D像と称する)の1AF画素を得る。

【0050】

図13は一つのセクションにおける被写体像の捕捉能力を説明するための図であり、図11を90度回転したものと等価である。図13は図12の上端のセクション $SCT_V(1)$ を切り出したものである。そして右端に示された垂直線 PRJ_V は、焦点検出用画素 S_{V_C} 及び S_{V_D} の瞳分割方向に延伸した第3の射影軸、下端に示された水平線 PRJ_H は、瞳分割方向と直交する方向に延伸した第4の射影軸である。図12においても、一つのセクション内の画素 S_{V_C} はすべて加算され、 S_{V_D} も加算される。そこで1セクションを1AF画素と見なした場合、1AF画素に含まれる受光部を瞳分割方向の射影軸 PRJ_V に射影すると、画素 S_{V_C} 及び S_{V_D} が交互に緻密に並ぶことがわかる。このときの瞳分割方向の射影軸 PRJ_V における画素 S_{V_C} の配列ピッチを $P1$ とすると、 $P1 = PV_V = 2$ (単位は画素)となる。ピッチの代わりに空間周波数 $F1$ で表わすと、 $F1 = 0.5$ (単位は画素/画素)となる。同様に射影軸 PRJ_V における画素 S_{V_D} の配列ピッチも $P1 = 2$ (単位は画素)、空間周波数表記では $F1 = 0.5$ (単位は画素/画素)となる。

【0051】

一方、一つのAF画素に含まれる受光部を瞳分割方向と直交方向の射影軸 PRJ_H に射影すると、画素 S_{V_C} と S_{V_D} はまばらに並ぶことがわかる。このときの射影軸 PRJ_H における画素 S_{V_C} の配列ピッチを $P2$ とすると、 $P2 = PV_H = 20$ (単位は画素)となる。ピッチの代わりに空間周波数 $F2$ で表わすと、 $F2 = 0.05$ (単位は画素/画素)となる。同様に射影軸 PRJ_V における画素 S_{V_D} の配列ピッチも、 $P2 = 20$ (単位は画素)、空間周波数表記では $F2 = 0.05$ (単位は画素/画素)となる。

【0052】

以上のように、図13におけるAF画素のサンプリング特性は、瞳分割方向を基準に考えると、図11と同様の特性、即ち、 $F1 > F2$ となっている。これは、図13のセクションにおいても、瞳分割方向のセクション寸法 $L1$ とこれと直交する方向の寸法 $L2$ が $L1 < L2$ を満足するからである。これにより、空間周波数の高い被写体に対しても瞳分割方向の輝度情報を正確に検出することができるとともに、被写体輝度が低くても複数画素の加算によって焦点検出信号の S/N 比を向上させることができる。

【0053】

図14は本実施形態における撮像素子の瞳分割機能を概念的に説明する図である。OBJは被写体、IMGは被写体像である。撮像用画素は図4で説明したように、撮影光学系TLの射出瞳全域EPを通過した光束を受光する。一方、焦点検出用画素は図5及び図6で説明したように、瞳分割機能を有している。具体的には、図5の画素 S_{H_A} は撮像面からレンズ後端を見て左側の瞳を通過した光束 L_{H_A} 、即ち、図14の瞳 EP_{H_A} を通過した光束を受光する。同様に画素 S_{H_B} 、 S_{V_C} 及び S_{V_D} はそれぞれ瞳 EP_{H_B} 、 EP_{V_C} 及び EP_{V_D} を通過した光束 L_{H_B} 、 L_{H_C} 、 L_{H_D} をそれぞれ受光する。そして焦点

10

20

30

40

50

検出用画素は、図9で説明したように撮像素子6の全領域に亘って分布しているため、撮像領域全域で焦点検出も可能となっている。

【0054】

図15は、ライブビュー時のAF動作を説明する図で、ライブビュー時に液晶モニタ14に画像が表示されている状態を示している。撮像面に形成された被写体像には、中央に人物、左下に近景の柵、右上に遠景の山が写っており、それらが画面に表示されている。また画面中央にはAF枠が表示されている。本実施形態では一例として、AF枠は横方向に6フィールド、縦方向に6フィールドの大きさに設定されている。更にAF枠はマルチコントローラ33の入力信号に従って、撮像領域内の任意位置に移動可能となっている。本実施形態では一例として、AF枠の移動は1フィールド単位となっている。もちろん移動量は様々で、1セクション単位や1画素単位でも構わない。

10

【0055】

初めに撮像面位相差AFについて説明する。焦点検出用画素は横ずれ検出用の画素ペア S_{HA} 及び S_{HB} と、縦ずれ検出用の画素ペア S_{VC} 及び S_{VD} が、図9に示したように撮像領域全域に亘って均等な密度で配置されている。そして横ずれ検出の際には、位相差演算のためのAF画素信号を図10及び図11で示したようにグループ化処理する。また、縦ずれ検出の際には、位相差演算のためのAF画素信号を図12及び図13で示したようにグループ化処理する。よって撮像領域の任意位置において、横ずれ検出及び縦ずれ検出のための焦点検出領域を設定可能である。上記の通り、本実施形態では一例として、焦点検出領域はフィールドと同一領域に設定している。

20

【0056】

図15においては画面中央に人物の顔が存在している。そこで公知の顔認識技術によって顔の存在が検出されると、顔領域と検知された部分にAF枠が表示され、AF枠内の焦点検出が行なわれる。まず横ずれ検知のために焦点検出領域を複数連結したAF枠領域 $AFAR_H(1) \sim (6)$ と、縦ずれ検知のために焦点検出領域を複数連結したAF枠領域 $AFAR_V(1) \sim (6)$ が設定される。

【0057】

横ずれ検知のためのAF枠領域 $AFAR_H(1)$ は、AF枠内の上から1行目の焦点検出領域のフィールド $FLD(13, 21)$ からフィールド $FLD(13, 26)$ までの6フィールド分を連結している。AF枠領域 $AFAR_H(2)$ は、AF枠内の上から2行目の焦点検出領域のフィールド $FLD(14, 21)$ からフィールド $FLD(14, 26)$ までを連結している。AF枠領域 $AFAR_H(3)$ は、AF枠内の上から3行目の焦点検出領域のフィールド $FLD(15, 21)$ からフィールド $FLD(15, 26)$ までを連結している。AF枠領域 $AFAR_H(4)$ は、AF枠内の上から4行目の焦点検出領域のフィールド $FLD(16, 21)$ からフィールド $FLD(16, 26)$ までを連結している。AF枠領域 $AFAR_H(5)$ は、AF枠内の上から5行目の焦点検出領域のフィールド $FLD(17, 21)$ からフィールド $FLD(17, 26)$ までを連結している。AF枠領域 $AFAR_H(6)$ は、AF枠内の上から5行目の焦点検出領域のフィールド $FLD(18, 21)$ からフィールド $FLD(18, 26)$ までを連結している。

30

【0058】

縦ずれ検知のためのAF枠領域 $AFAR_V(1)$ は、AF枠内の左から1列目の焦点検出領域のフィールド $FLD(13, 21)$ からフィールド $FLD(18, 21)$ までの6フィールド分を連結している。AF枠領域 $AFAR_V(2)$ は、AF枠内の左から2列目の焦点検出領域のフィールド $FLD(13, 22)$ からフィールド $FLD(18, 22)$ までを連結している。AF枠領域 $AFAR_V(3)$ は、AF枠内の左から1列目の焦点検出領域のフィールド $FLD(13, 23)$ からフィールド $FLD(18, 23)$ までを連結している。AF枠領域 $AFAR_V(4)$ は、AF枠内の左から1列目の焦点検出領域のフィールド $FLD(13, 24)$ からフィールド $FLD(18, 24)$ までを連結している。AF枠領域 $AFAR_V(5)$ は、AF枠内の左から5列目の焦点検出領域のフィールド $FLD(13, 25)$ からフィールド $FLD(18, 25)$ までを連結している。AF

40

50

枠領域 $AFA R_V(6)$ は、 AF 枠内の左から 6 列目の焦点検出領域のフィールド $FLD(13, 26)$ からフィールド $FLD(18, 26)$ までを連結している。

【0059】

図 15 は、横ずれ検知及び縦ずれ検知のための AF 枠領域を $AFA R_H(3)$ と $AFA R_V(5)$ として 1 領域ずつ示しており、他のそれぞれ 5 領域は図示を割愛している。 AF 枠領域 $AFA R_H(3)$ の各セクション内に含まれる 5 個の焦点検出用画素 S_{HA} を加算し、60 セクション (= 1 焦点検出領域 10 セクション \times AF 枠の幅 6 フィールド) に亘って連結した位相差検出用の A 像信号が $A F S I G_H(A3)$ である。同様に、各セクションの 5 個の焦点検出用画素 S_{HB} を加算し、これを 60 セクションに亘って連結した位相差検出用の B 像信号が $A F S I G_H(B3)$ である。 A 像信号 $A F S I G_H(A3)$ と B 像信号 $A F S I G_H(B3)$ の相対的な横ずれ量を公知の相関演算によって演算することで、被写体の焦点ずれ量 (デフォーカス量) を求める。同様に AF 枠領域 $AFA R_H(1) \sim (6)$ それぞれで被写体の焦点ずれ量を求める。

10

【0060】

AF 枠領域 $AFA R_V(5)$ についても同様である。即ち、各セクション内に含まれる 5 個の焦点検出用画素 S_{HC} を加算し、60 セクション (= 1 焦点検出領域 10 セクション \times AF 枠の高さ 6 フィールド) に亘って連結した位相差検出用の C 像信号が $A F S I G_V(C5)$ である。また、各セクションの 5 個の焦点検出用画素 S_{HD} を加算し、これを 60 セクションに亘って連結した位相差検出用の D 像信号が $A F S I G_V(D5)$ である。そして C 像信号 $A F S I G_V(C5)$ と D 像信号 $A F S I G_V(D5)$ の相対的な横ずれ量を公知の相関演算によって演算することで、被写体の焦点ずれ量 (デフォーカス量) を求める。同様に、 AF 枠領域 $AFA R_V(1) \sim (6)$ それぞれで被写体の焦点ずれ量を求める。

20

【0061】

そして横ずれ及び縦ずれの AF 枠領域で検出した計 12 の焦点ずれ量を比較し、信頼性の高い値を採用することで、 AF 枠内の焦点ずれ量を求めることができる。ここで信頼性とは、2 像の一致度を指し、2 像の一致度が良い場合は一般的に焦点検出結果の信頼性が高い。そこで複数の焦点検出領域の焦点検出結果がある場合は、信頼性の高い情報を優先的に使用する。また信頼性ではなく、計 12 の焦点ずれ量の平均値としたり、それらの中の最至近値とする等の方法で AF 枠内の焦点ずれ量を決めても構わない。

30

【0062】

上記説明においては、 AF 枠領域の全セクション (60 セクション) を連結した像信号から AF 枠領域の焦点ずれ量を求めている。しかし、 AF 枠領域を構成する 6 焦点検出領域の焦点ずれ量をそれぞれ求めて、それらの中の信頼性の高い値や最至近値としたり、平均値としたりするなどの方法で AF 枠領域内の焦点ずれ量を求めることもできる。また AF 枠領域を設定せずに AF 枠内の 36 焦点検出領域の焦点ずれ量をそれぞれ求めて、それらの中の信頼性の高い値や最至近値としたり、平均値としたりするなどの方法で AF 枠内の焦点ずれ量を求めることもできる。

【0063】

一方、画面左下の柵部分に AF 枠を移動した時は、同様に横ずれ検知及び縦ずれ検知のために AF 枠領域を再設定して被写体の焦点ずれ量を求めることができる。しかし、縦線成分が主体、即ち、横方向に輝度分布を有しているため、横ずれ検知に適した被写体と判断することができる。このため、横ずれ検知のための AF 枠領域 $AFA R_H(n)$ だけを設定して、 AF 枠領域 $AFA R_H(3)$ と同様に、 A 像信号と B 像信号から横ずれ量を演算して、被写体の焦点ずれ量を求めることもできる。

40

【0064】

ここでは AF 枠領域を設定した前提で焦点ずれ量を求める説明を行った。しかし、 AF 枠領域を設定しなくても、それぞれの焦点検出領域において A 像信号と B 像信号から横ずれ量を演算して、複数の焦点検出領域の焦点検出結果から信頼性の高い情報を基にして、被写体の焦点ずれ量を求めることも可能である。即ち、顔認識により主被写体と判断され

50

た画面中央の人物の顔部分の焦点ずれ量を求めると同時に、撮像領域内にある他の被写体（ここでは画面左下の柵）の焦点ずれ量も求めることが可能である。

【0065】

また画面右上の山部分にAF枠を移動した時も、上記同様に横ずれ検知及び縦ずれ検知のためにAF枠領域を設定して被写体の焦点ずれ量を求めることができる。しかし、横線成分が主体、即ち、縦方向に輝度分布を有しているため、縦ずれ検知に適した被写体と判断することができる。このため、縦ずれ検知のためのAF枠領域 $AFAR_V(n)$ だけを設定して、AF枠領域 $AFAR_V(5)$ と同様に、C像信号とD像信号から横ずれ量を演算して、被写体の焦点ずれ量を求めることもできる。

【0066】

ここではAF枠領域を設定した前提で焦点ずれ量を求める説明を行なった。しかし、AF枠領域を設定しなくても、それぞれの焦点検出領域においてC像信号とD像信号から横ずれ量を演算して、複数の焦点検出領域の焦点検出結果から信頼性の高い情報を基にして、被写体の焦点ずれ量を求めることも可能である。即ち、顔認識により主被写体と判断された画面中央の人物の顔部分の焦点ずれ量を求めると同時に、撮像領域内にある他の被写体（ここでは画面右上の山）の焦点ずれ量も求めることが可能である。

【0067】

以上のように本実施形態においては、横ずれ及び縦ずれ検出のための焦点検出領域が撮像素子6の全領域に設定されているため、被写体の投影位置や輝度分布の方向性が様々であっても、撮像領域全域で撮像面位相差AFによる焦点検出が可能である。

【0068】

次に、TV-AFについて説明する。本来ならば撮像面位相差AFだけでAFを行なうのが理想である。しかし実際には、撮像素子6の製造誤差によるマイクロレンズMLの偏芯や、撮影レンズ3のF値や像高による腫ケラレなどの問題により、合焦精度がTV-AFよりも劣ってしまう場合がある。そこで本実施形態では、いかなる場合においても合焦精度を高く保つために、AF枠内の画像に対して撮像面位相差AFで求めた焦点ずれ量を基にしたTV-AFも行なっている。

【0069】

図16はAF枠内の画像に対する、撮影レンズ3内のフォーカスレンズ3aの位置とコントラスト値の関係を示す図である。撮像面位相差AFで求めた被写体の焦点ずれ量とフォーカスレンズ3aの現在位置から、フォーカスレンズ3aの合焦位置 P_S を求める。そして本実施形態では一例として、その合焦位置 P_S と、前後F位置($P_S - F$ 、 $P_S + F$)の3箇所へフォーカスレンズ3aを駆動し、それぞれの位置から得た3枚の画像からTV-AFによる合焦位置 P_C を求めることができる。ここでFは撮影レンズ3の絞り値、 Δ は許容錯乱円を示している。

【0070】

TV-AFでは、コントラストのピークが何処にあるか分からないため、フォーカスレンズ3aを無限位置から至近位置まで駆動し、その間に複数の画像を取得してピーク検出をする必要があり、フォーカスレンズ3aの駆動量が多く、合焦時間がかかる。しかし本実施形態では、フォーカスレンズ3aは合焦位置 P_S とその前後への駆動でピーク検出が可能のため、駆動量が少なく合焦時間を短縮できる。

【0071】

以上のように本実施形態においては、AF枠内の画像に対して撮像面位相差AF結果に基づいたTV-AFを行うため、撮像領域内の何処でもAFが可能で、合焦精度が高く合焦時間が短いAFが可能となっている。

【0072】

続いて本実施形態のデジタル一眼レフカメラの動作を、図17～図23の制御フローを用いて説明する。図17はデジタル一眼レフカメラの基本動作を示すメインフローである。

【0073】

10

20

30

40

50

S 1 0 1では、ユーザーが電源ボタン34を操作してカメラの電源をONする。電源がONされるとMPU20はカメラ内の各アクチュエータや撮像素子6の動作確認を行う。そしてメモリ内容や実行プログラムの初期化状態を検出すると共に、撮影準備動作を実行する。S 1 0 2では、各種ボタンを操作してカメラの各種設定を行う。例えば、モードボタン31を操作して撮影モード選択したり、電子ダイヤル32を操作してシャッタースピードや絞りの設定を行ったりする。

【0074】

S 1 0 3では、マルチコントローラ33によりライブビューモードが設定されているか否かの判定を行い、ライブビューモードに設定されていればライブビューモードルーチンのS 1 1 1へ進み、設定されていなければ通常モードルーチンのS 1 0 4へ進む。

10

【0075】

まず通常モード（ユーザーがファインダーを覗いて撮影する一眼レフカメラの通常使用モード）の動作ルーチンを説明する。S 1 0 4では、リリースボタン30が半押しされてSW1がONされたか否かの判定を行い、ONされていればS 1 0 5へ進み、ONされていなければONされるまで待機する。S 1 0 5では、AFセンサ8を用いた所定のAF動作を行なう。S 1 0 6では、AEセンサ13を用いた所定のAE動作を行なう。S 1 0 7では、ファインダー内に合焦した焦点検出点が何処かを不図示の表示装置で表示する。S 1 0 8では、リリースボタン30が全押しされてSW2がONされたか否かの判定を行い、ONされていればS 1 0 9へ進み、ONされていなければONされるまで待機する。S 1 0 9では、通常撮影ルーチンを実行する。

20

【0076】

図18は通常撮影ルーチンのフローである。S 1 3 1では、モータ駆動回路26により不図示のミラー駆動用モータを制御し、主ミラー4とサブミラー7を撮影光路から退避（ミラーアップ）させる（図2）。S 1 3 2では、AE結果により演算された撮影露出に従って、レンズ制御回路23により撮影レンズ3内の不図示の絞りを駆動する。S 1 3 3では、シャッター駆動回路27によりシャッター5を開閉する。S 1 3 4では、メモリコントローラ21により撮像素子6で受光された画像を読み込んでSDRAM43に一時記録する。S 1 3 5では、メモリコントローラ21で読み出した画像信号の欠損画素補間を行なう。何故ならば、焦点検出用画素の出力は撮像のためのRGBカラー情報を有しておらず、画像を得る上では欠陥画素に相当するため、周囲の撮像用画素の情報から補間により画像信号を生成する。S 1 3 6では、画像処理回路44で画像のホワイトバランス補正、

30

補正、エッジ強調等の画像処理を行ない、画像圧縮/伸張回路45で画像をJPEG等の形式に従って圧縮する。S 1 3 7では、画像処理した撮影画像をメディア48に記録する。S 1 3 8では、モータ駆動回路26により不図示のミラー駆動用モータを制御し、撮影光路から退避している主ミラー4とサブミラー7を、撮影光束をファインダーへと反射し導く観察位置へ駆動（ミラーダウン）する（図1）。S 1 3 9では、モータ駆動回路26により不図示のチャージ用モータを通電制御し、シャッター5をチャージする。そして図17のメインルーチン内のS 1 1 0にリターンする。S 1 1 0では、ユーザーが電源ボタン34を操作して、カメラの電源がOFFされたか否かを判断し、OFFされていなければS 1 0 2へ進み次の撮影に備え、OFFされていれば一連のカメラ動作を終了する。

40

【0077】

続いてライブビューモード（ユーザーがライブビューを使用して撮影するモード）の動作ルーチンを説明する。S 1 1 1では、ライブビュー表示ルーチンを実行する。

【0078】

図19はライブビュー表示ルーチンのフローである。S 1 4 1では、モータ駆動回路26により不図示のミラー駆動用モータを制御し、主ミラー4とサブミラー7を撮影光路から退避（ミラーアップ）させる。S 1 4 2では、シャッター駆動回路27によりシャッター5を開放状態にする（図2の状態となる）。S 1 4 3では、メモリコントローラ21により撮像素子6で受光された動画の読み込みを開始する。S 1 4 4では、読み出した動画画像を液晶モニタ14に表示する。ユーザーはこのライブビュー画像を目視して撮影時の

50

構図決定を行なう。そして図17のメインルーチン内のS112にリターンする。

【0079】

図17のS112では、撮像領域内に顔が存在するか認識処理を行う。S113では、ライブビュー画像に重ねてAF枠を灰色で表示する。ここでS112において、撮像領域内に顔が存在していると認識された場合には、認識された顔領域にAF枠の表示を行なう。撮像領域内に顔が存在していないと認識された場合には、画面中央にAF枠の表示を行なう。本実施形態では図15の通り、画面中央の人物の顔が顔認識によって検知され、顔領域にAF枠が表示される。S114では、AF枠領域設定を行なう。AF枠領域設定は前述の通り、横ずれ検知のためにAF枠領域 $AFAR_H(1) \sim (6)$ と、縦ずれ検知のためにAF枠領域 $AFAR_V(1) \sim (6)$ が設定される。S115では、ユーザーによりマルチコントローラ33が操作されて、AF枠が移動されたか否かの判定を行い、移動されていればS114へ進み、移動されていなければS116へ進む。ここでのAF枠移動は例えば、顔認識がされずAF枠が画面中央に表示されたのに対して、ユーザーが画面中央以外の被写体にピントを合わせたい場合などが考えられる。S116では、リリースボタン30が半押しされてSW1がONされたか否かの判定を行い、ONされていればS117へ進み、ONされていなければ構図が変更された可能性を考慮してS112へ進む。S118では、撮像面位相差AFルーチンを実行する。

10

【0080】

図20は撮像面位相差AFルーチンのフローである。S151では、メモリコントローラ21により撮像素子6から各焦点検出領域に含まれる各焦点検出用画素を読み出す。S152では、メモリコントローラ21により図10又は図12で説明したセクション構造に基づき、各セクション内の焦点検出用画素を加算し、その加算結果により各セクションのAF画素信号を得る。S153では、AF画素信号がAF枠領域設定されている焦点検出領域の信号か否かの判定を行い、AF枠領域設定されていなければS154へ進む。S154では、AF枠領域設定されていない各焦点検出領域におけるAF画素信号をSDRAM43に一時記録する。そして図17のメインルーチン内のS118にリターンする。S155では、MPU20によりAF画素信号から相関演算用の2像の信号を生成する。本実施形態においては、図15に示した $AFSIGh(A3)$ と $AFSIGh(B3)$ 、又は $AFSIGv(C5)$ と $AFSIGv(D5)$ 等の60セクションを連結した対の信号を生成する。S156では、MPU20により得られた2像の相関演算を行ない、2像の相対的な位置ずれ量を演算する。S157では、MPU20により相関演算結果の信頼性を判定する。S158では、MPU20により信頼性の高い検出結果から焦点ずれ量を演算する。ここでAF枠内は1つの焦点ずれ量が決定記憶される。そして図17のメインルーチン内のS118にリターンする。

20

30

【0081】

撮像面位相差AFルーチンにおいては、AF枠領域設定されていない焦点検出領域については、それらの焦点検出領域における焦点ずれ量を演算していない。これは相関演算がMPU20で行なう処理の中では比較的時間が掛かるため、この時点で焦点ずれ量そのものが不必要なAF枠外の焦点検出領域については、相関演算を行なわないことで僅かでもMPU20の処理時間を短くするためである。但し、それらの焦点検出領域における焦点ずれ量が必要になった時に直ぐに演算できるように、AF画素信号の状態で一時的に記録している。もちろんMPU20の処理能力に余裕があったり、後述するコントラストAFルーチン時に同時処理するなどして各焦点検出領域における各焦点ずれ量を演算して一時的に記録しておいても構わない。

40

【0082】

図17のS118では、コントラストAFルーチンを実行する。図21はコントラストAFルーチンのフローである。S161では、MPU20により撮像面位相差AFルーチンで求められたAF枠内の焦点ずれ量と、位置検出部35が検出した撮影レンズ3内のフォーカスレンズ3aの現在位置から、フォーカスレンズの合焦位置 P_S を求める。S162では、レンズ制御回路23とレンズドライバ36によりフォーカスレンズを $P_S - F$

50

の位置まで駆動する。S 1 6 3では、メモリコントローラ 2 1により撮像素子 6で受光された画像を読み込んで S D R A M 4 3に一時記録する。S 1 6 4では、レンズ制御回路 2 3とレンズドライバ 3 6によりフォーカスレンズを P_s の位置まで駆動する。S 1 6 5では、メモリコントローラ 2 1により撮像素子 6で受光された画像を読み込んで S D R A M 4 3に一時記録する。S 1 6 6では、レンズ制御回路 2 3とレンズドライバ 3 6によりフォーカスレンズを $P_s + F$ の位置まで駆動する。S 1 6 7では、メモリコントローラ 2 1により撮像素子 6で受光された画像を読み込んで S D R A M 4 3に一時記録する。S 1 6 8では、メモリコントローラ 2 1により S D R A M 4 3に一時記録された 3 枚の画像からコントラストのピーク検出により合焦位置 P_c を求める。S 1 6 9では、レンズ制御回路 2 3とレンズドライバ 3 6によりフォーカスレンズを P_c の位置まで駆動する。そして

10

【 0 0 8 3 】

図 1 7 の S 1 1 9 では、A F 枠の色を灰色から緑色に変更して A F 枠内が合焦したことをユーザーに知らせる。

【 0 0 8 4 】

S 1 2 0 では、撮影レンズ 3 の合焦後に A F 枠が移動した場合の処理である A F 枠移動処理ルーチンを実行する。図 2 2 は A F 枠移動処理ルーチンのフローである。S 1 7 1 では、ユーザーによりマルチコントローラ 3 3 が操作されたか否かの判定を行い、操作されていれば S 1 7 2 へ進み、操作されていなければ図 1 7 のメインルーチン内の S 1 2 1 にリターンする。S 1 7 2 では、A F 枠の色を緑色から灰色に変更し、合焦表示を消去する。S 1 7 3 では、マルチコントローラ 3 3 の操作方向や操作時間に従って、A F 枠を移動させる。S 1 7 4 では、A F 枠が移動した場所において、A F 枠領域の再設定を行なう。S 1 7 5 では、再設定された A F 枠領域の撮像面位相差 A F ルーチンを行なう。

20

【 0 0 8 5 】

図 2 3 は A F 枠領域の撮像面位相差 A F ルーチンのフローである。S 1 8 1 では、再設定された A F 枠領域を構成する各焦点検出領域における A F 画素信号を S D R A M 4 3 から読み出す。このデータは図 2 0 の撮像面位相差 A F ルーチンの S 1 5 4 において S D R A M 4 3 に一時記録された、各焦点検出領域における A F 画素信号である。S 1 8 2 では、M P U 2 0 により相関演算用の 2 像の信号を生成する。図 1 5 に示した A F S I G h (A 3) と A F S I G h (B 3)、又は A F S I G v (C 5) と A F S I G v (D 5) 等の

30

【 0 0 8 6 】

A F 枠領域撮像面位相差 A F ルーチンにおいては、再設定された A F 枠領域を構成する焦点検出領域における A F 画素信号を読み出して焦点ずれ量を演算している。しかし、例えば、撮像面位相差 A F ルーチンで各焦点検出領域の焦点ずれ量を演算・記録してもよい

これにより、A F 枠移動時は A F 枠領域を構成する 6 焦点検出領域の各焦点ずれ量を読み出して、それらの中の信頼性の高い値や最至近値としたり、平均値としたりする方法で A F 枠領域内の焦点ずれ量を求めることができる。また、A F 枠領域を設定せずに、A F 枠内の 3 6 焦点検出領域の各焦点ずれ量を読み出して、それらの中の信頼性の高い値や最至近値としたり、平均値としたりする方法で移動された A F 枠内の焦点ずれ量を求めても構わない。

40

【 0 0 8 7 】

S 1 7 6 では、コントラスト A F ルーチンを実行する。このルーチンは S 1 1 8 のコントラスト A F ルーチンと同一のため説明は割愛する。S 1 7 7 では、A F 枠の色を灰色から緑色に変更して A F 枠内が合焦したことをユーザーに知らせる。そして図 1 7 のメイン

50

ルーチン内のS121にリターンする。

【0088】

A F 枠移動処理ルーチンにおいては、ユーザーによるA F 枠の移動が停止した後でA F 枠領域設定を行い、撮像面位相差A F 及びT V - A F によりフォーカスレンズを合焦させている。この場合は、例えば一旦合焦動作させた被写体に対して比較的合焦位置に近い被写体は、液晶モニタ14の表示上はほぼ合焦しているように見えるため、A F 枠を移動して再合焦動作を行なっても、ライブビュー表示の見え方に変化はない。

【0089】

ところが、合焦位置が大きく異なる被写体は液晶モニタ14の表示上はボケて見える。このため、その状態でA F 枠の位置を合わせて再合焦動作により被写体が合焦した状態で表示されると、A F 枠の位置がズレたり、合焦位置が変わることにより液晶モニタ14の表示の雰囲気急に変化することがある。そこで、A F 枠移動に追従してレンズドライバ36がフォーカスレンズ3aを合焦させたり、A F 枠移動中のA F 枠内の焦点ずれ量を演算し、その焦点ずれ量に応じて（焦点ずれ量が所定値よりも大きい場合等）フォーカスレンズ3aを合焦させたりする。これにより、A F 枠移動し易くしたり、ライブビュー表示が見易くしたりすることができる。

10

【0090】

図17のS121では、リリースボタン30が全押しされてSW2がONされたか否かの判定を行い、ONされていればS122へ進み、ONされていないならば更にA F 枠が移動された可能性を考慮してS120へ進む。

20

【0091】

S122では、ライブビュー撮影ルーチンを実行する。図24はライブビュー撮影ルーチンのフローである。S191では、メモリコントローラ21により撮像素子6から画像信号を読み込み、合焦している主被写体及びその周りの測光情報を得る、所謂、撮像面A E 動作を行なう。S192では、撮像面A E 結果により演算された撮影露出に従って、レンズ制御回路23により撮影レンズ3内の不図示の絞りを駆動する。S193では、メモリコントローラ21により撮像素子6に受光されている画像をリセットして撮像素子6の受光状態を初期状態、即ち何も撮像されていない状態に戻す。S194では、再びメモリコントローラ21により撮像素子6の受光を行い、画像を読み込んでSDRAM43に一時記録する。S195では、メモリコントローラ21で読み出した画像信号の欠損画素補間を行なう。S196では、画像処理回路44で画像のホワイトバランス補正、補正、エッジ強調等の画像処理を行ない、画像圧縮/伸張回路45で画像をJ P E G 等の形式に従って圧縮する。S197では、画像処理した撮影画像をメディア48に記録する。S198では、シャッター駆動回路27によりシャッター5を閉じる。S199では、モータ駆動回路26により不図示のミラー駆動用モータを制御し、主ミラー4とサブミラー7をミラーダウンする（図1の状態となる）。S200では、モータ駆動回路26により不図示のチャージ用モータを通電制御し、シャッター5をチャージする。そして図17のメインルーチン内のS110にリターンする。

30

【0092】

以上説明したように、本実施形態によれば、A F 枠内の画像に対して撮像面位相差A F 結果に基づいたT V - A F を行なっているため、ライブビュー時に撮像領域内の何処でもA F が可能で、合焦精度が高く、合焦時間が速いA F を行なうことが実現できる。また撮像素子6の撮像領域の全域に横ずれ検出用画素と縦ずれ検出用画素を市松状に実質上等間隔かつ等密度で配置することより、横方向に輝度分布を有する被写体と、縦方向に輝度分布を有する被写体の、いずれに対しても撮像面位相差A F が可能である。このため、A F 枠が顔認識やユーザーにより撮像領域内の任意位置に移動されても、何処でも撮像面位相差A F 結果が得られる。しかも焦点検出用画素は離散的に配置されているため、撮像用画素の欠損が少なく撮影画像の劣化も回避できる。

40

【0093】

本発明は、デジタル一眼レフカメラだけでなく、デジタルコンパクトカメラ、デジタル

50

ビデオカメラ、各種検査デジタルカメラ、監視デジタルカメラ、内視鏡デジタルカメラ、ロボット用デジタルカメラ等に適用可能である。また本実施形態に記載された構成要素の配置や数値等は例示的なものであり、本発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】マルチビュー及び撮影時の実施例のデジタルカメラの断面図である。

【図2】ファインダー観察時の実施例のデジタルカメラの断面図である。

【図3】図1に示すデジタルカメラの制御系のブロック図である。

【図4】図1に示す撮像素子に使用される撮像用画素と焦点検出用画素の構造を説明する図である。 10

【図5】図1に示す撮像素子に使用される撮像用画素と焦点検出用画素の構造を説明する図である。

【図6】図1に示す撮像素子に使用される撮像用画素と焦点検出用画素の構造を説明する図である。

【図7】図1に示す撮像素子の最小単位の画素配列説明図である。

【図8】図1に示す撮像素子の上位単位の画素配列説明図である。

【図9】図1に示す撮像素子の全領域における画素配列説明図である。

【図10】横ずれ焦点検出時の画素グループ化方法説明図である。

【図11】横ずれ焦点検出時の画像サンプリング特性説明図である。 20

【図12】縦ずれ焦点検出時の画素グループ化方法説明図である。

【図13】縦ずれ焦点検出時の画像サンプリング特性説明図である。

【図14】図1に示す撮像素子の瞳分割状況を説明する概念図である。

【図15】ライブビュー時のAF動作説明図である。

【図16】AF枠内の画像に対するフォーカスレンズ位置とコントラスト値の関係図である。

【図17】図1に示すデジタルカメラの動作を示すフローチャートである。

【図18】図17に示す通常撮影ルーチンS109の詳細を説明するフローチャートである。

【図19】図17に示すライブビュー表示ルーチンS111の詳細を説明するフローチャートである。 30

【図20】図17に示す撮像面位相差AFルーチンS117の詳細を説明するフローチャートである。

【図21】図17に示すコントラストAFルーチンS118の詳細を説明するフローチャートである。

【図22】図17に示すAF枠移動処理ルーチンS120の詳細を説明するフローチャートである。

【図23】図22に示すAF枠領域撮像面位相差AFルーチンS175の詳細を説明するフローチャートである。

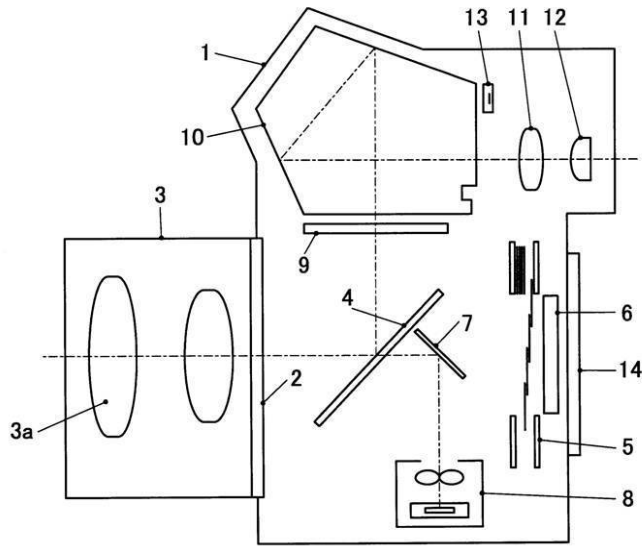
【図24】図17に示すライブビュー撮影ルーチンS122の詳細を説明するフローチャートである。 40

【符号の説明】

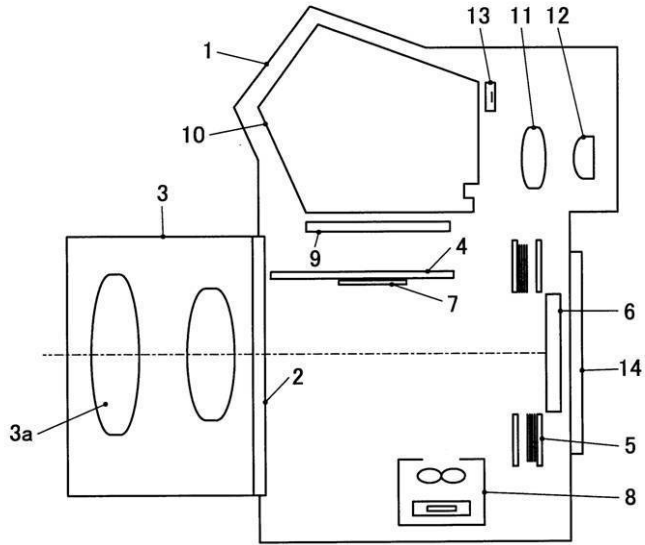
【0095】

- 3 撮影レンズ
- 6 撮像素子
- 14 液晶モニタ(表示部)
- 20 MPU(制御部)
- 33 マルチコントローラ(モード設定部、枠設定部)
- 43 SDRAM

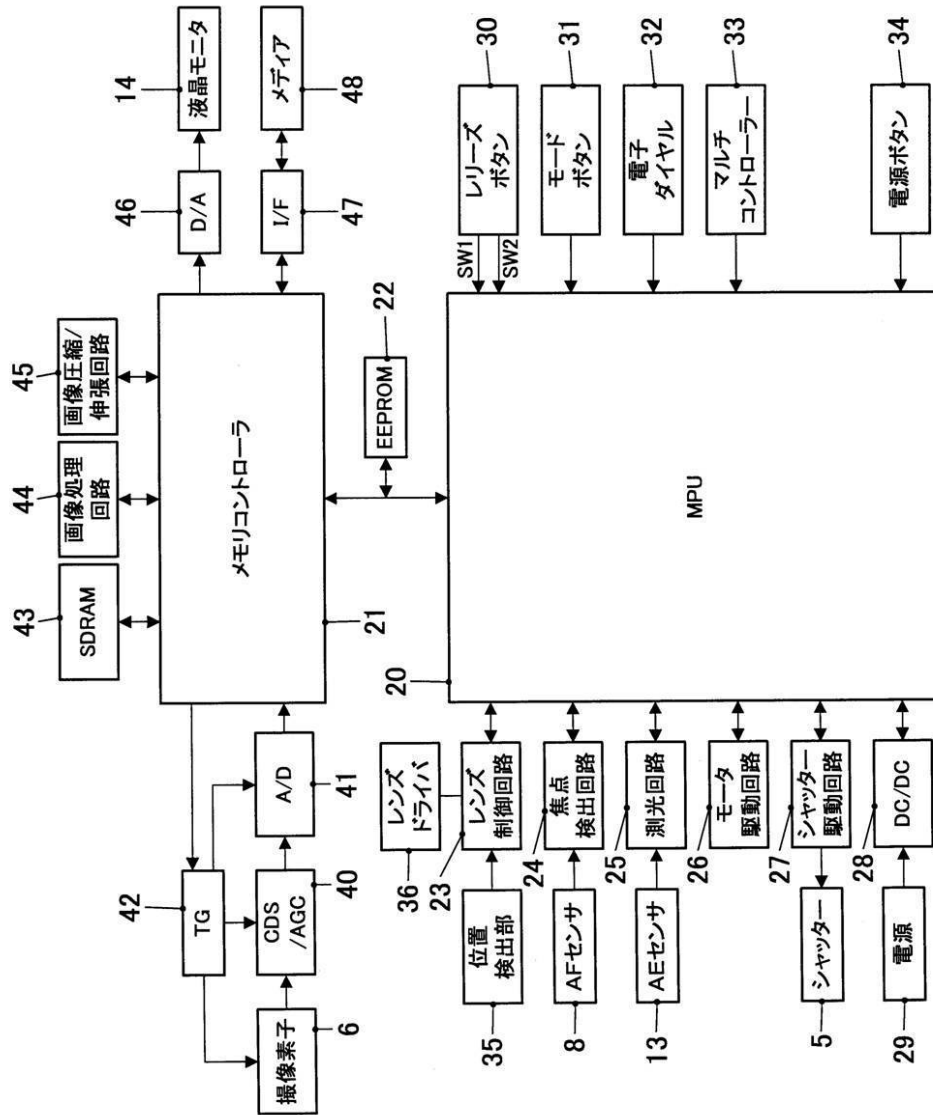
【図1】



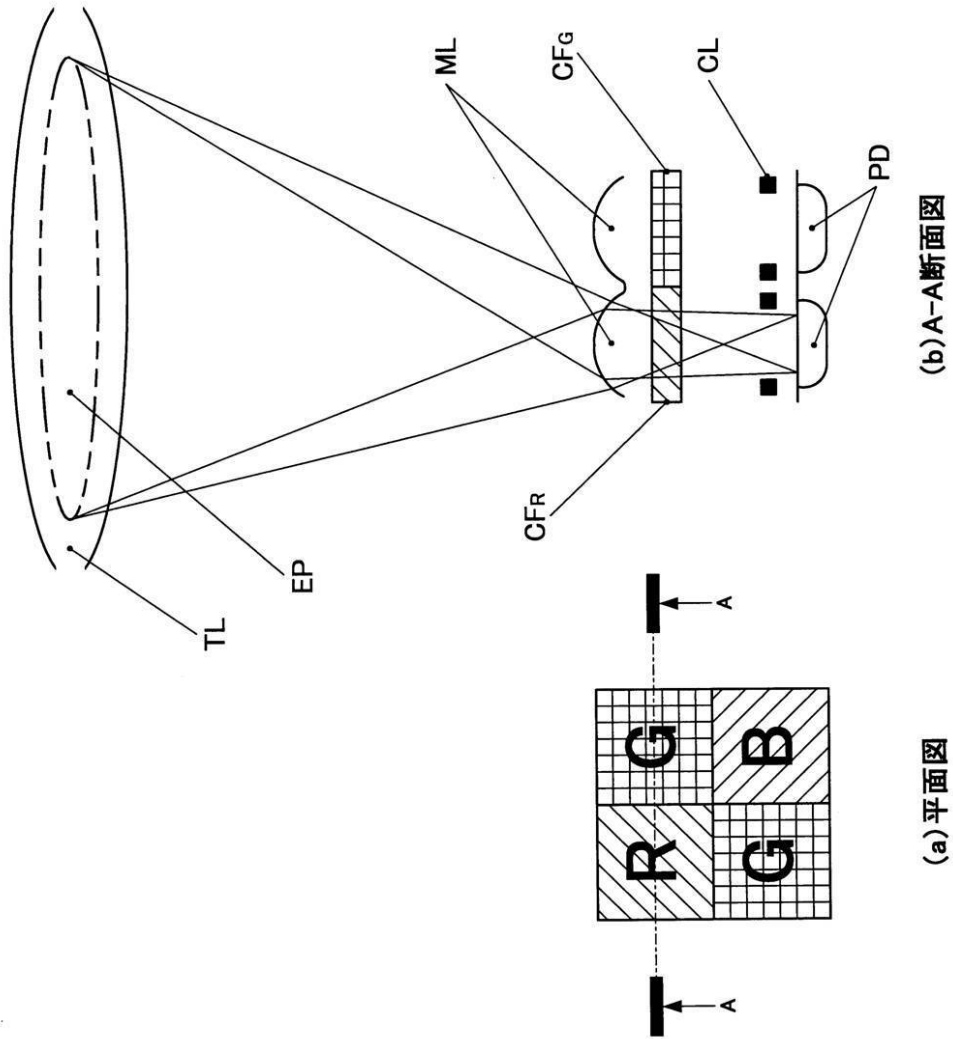
【 図 2 】



【図3】



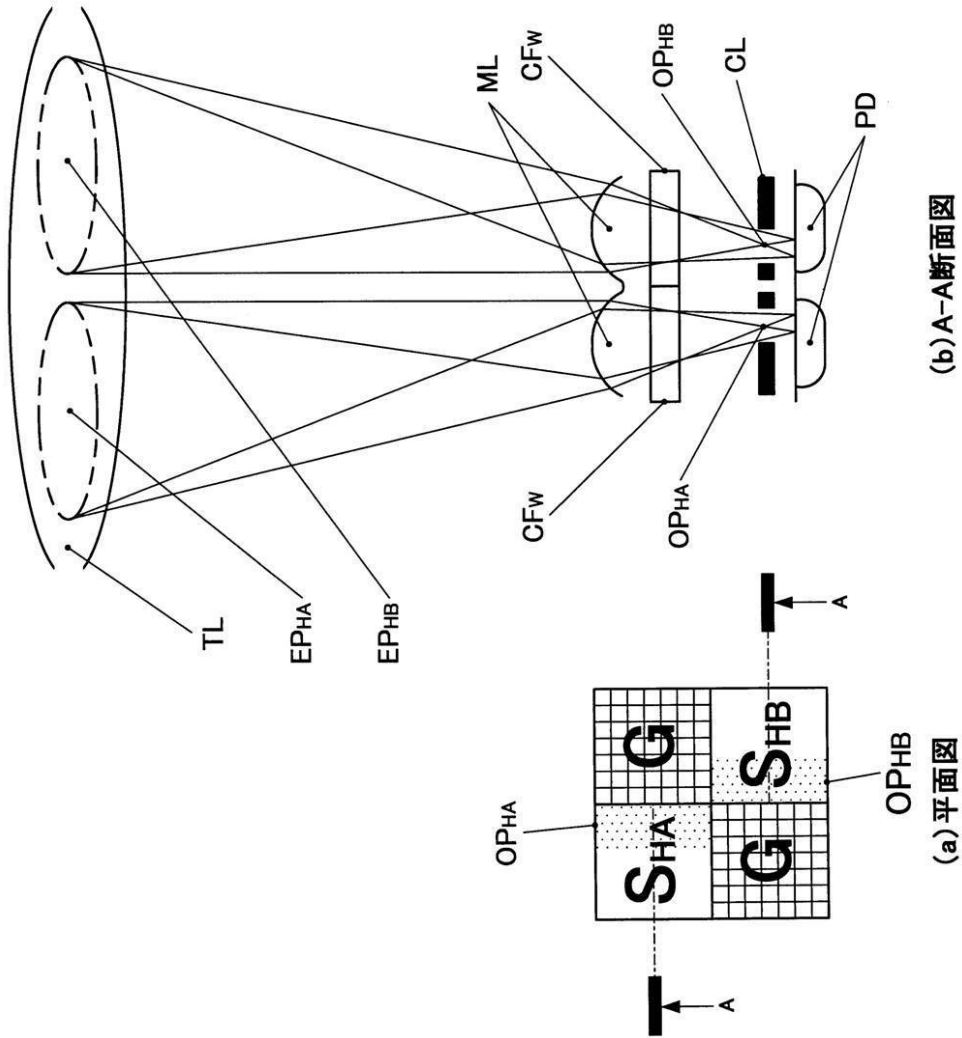
【 図 4 】



(b) A-A断面图

(a) 平面图

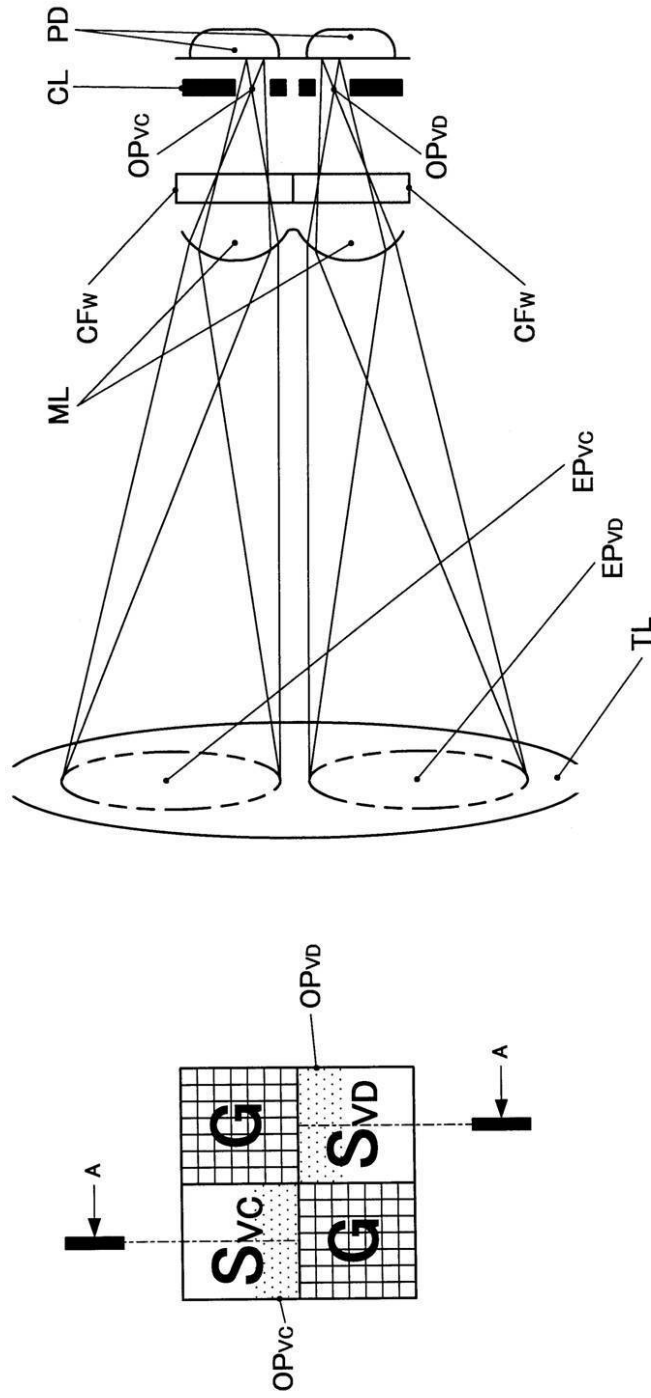
【 図 5 】



(b) A-A断面図

(a) 平面図

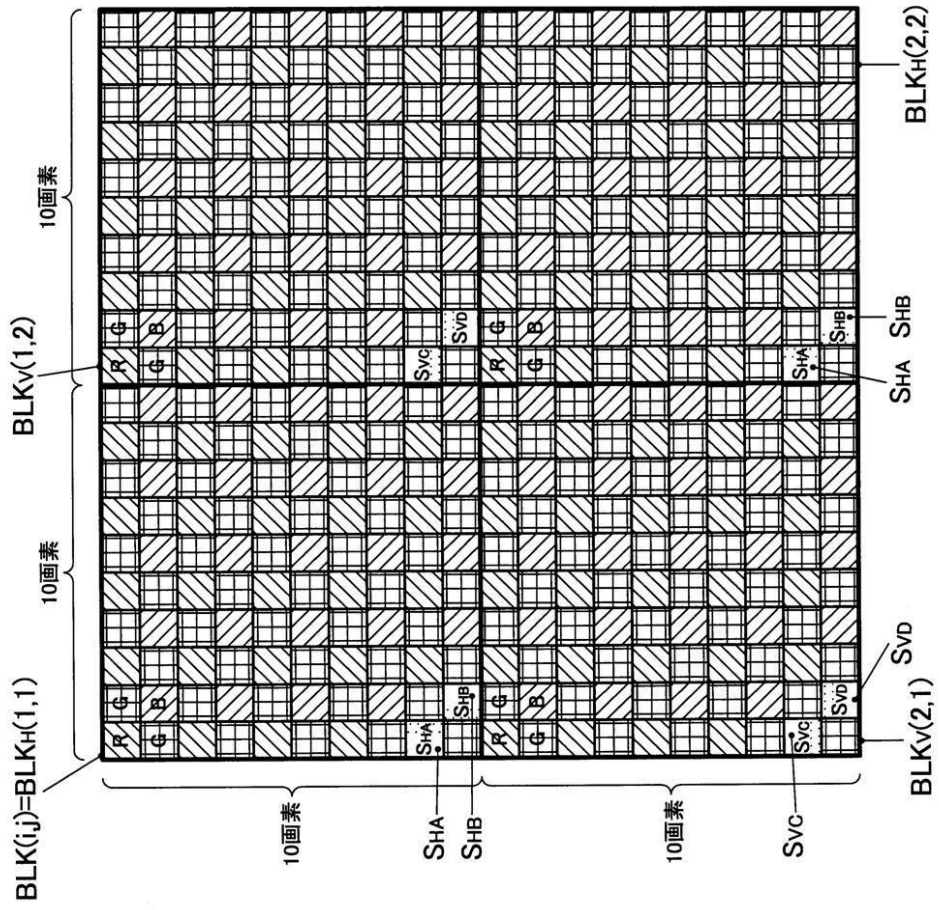
【 図 6 】



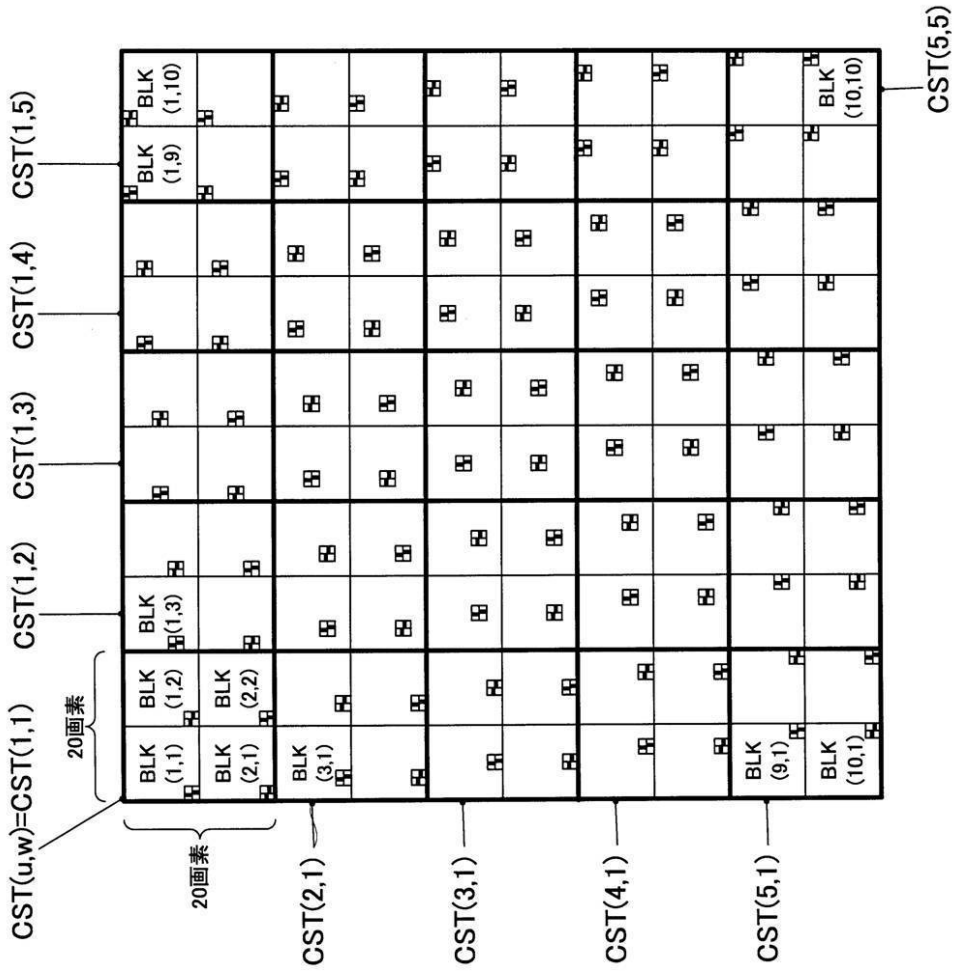
(b) A-A断面図

(a) 平面図

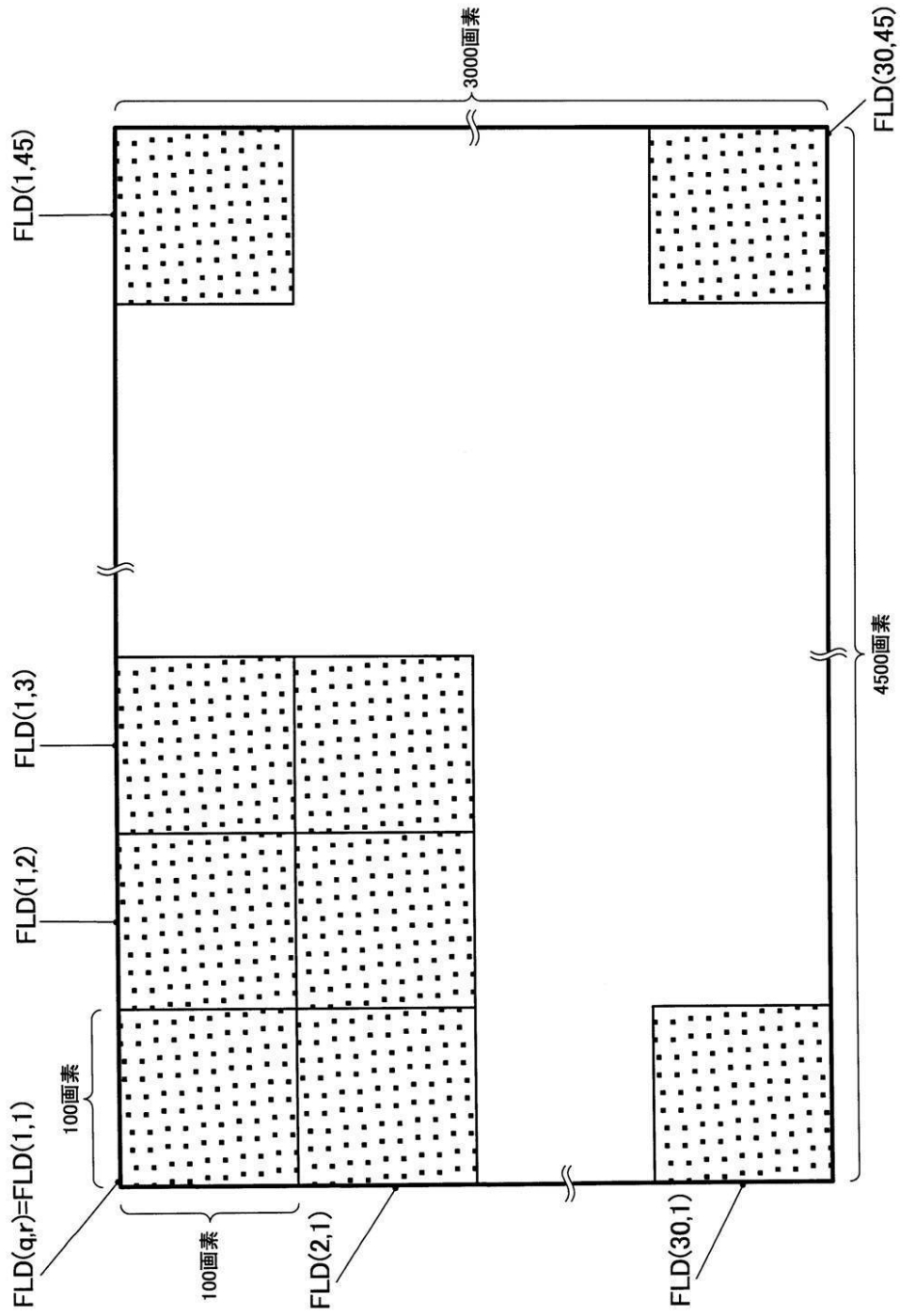
【 図 7 】



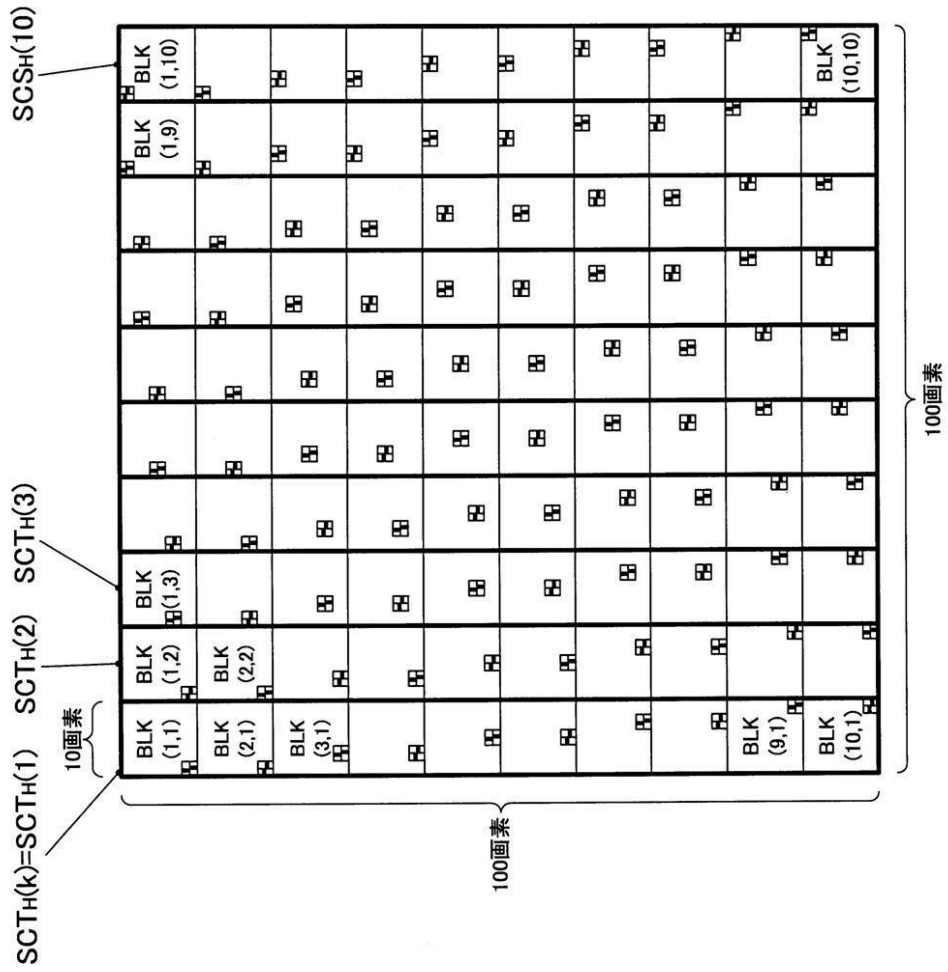
【 図 8 】



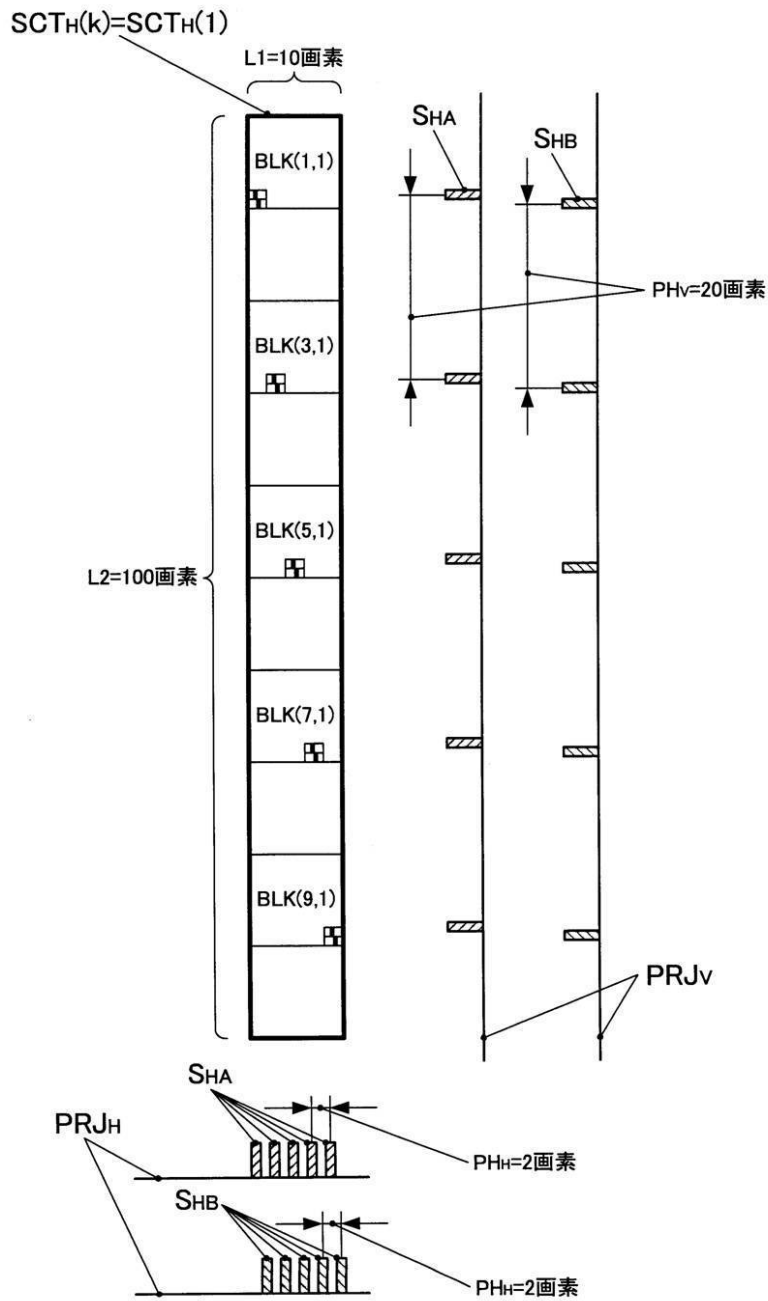
【 図 9 】



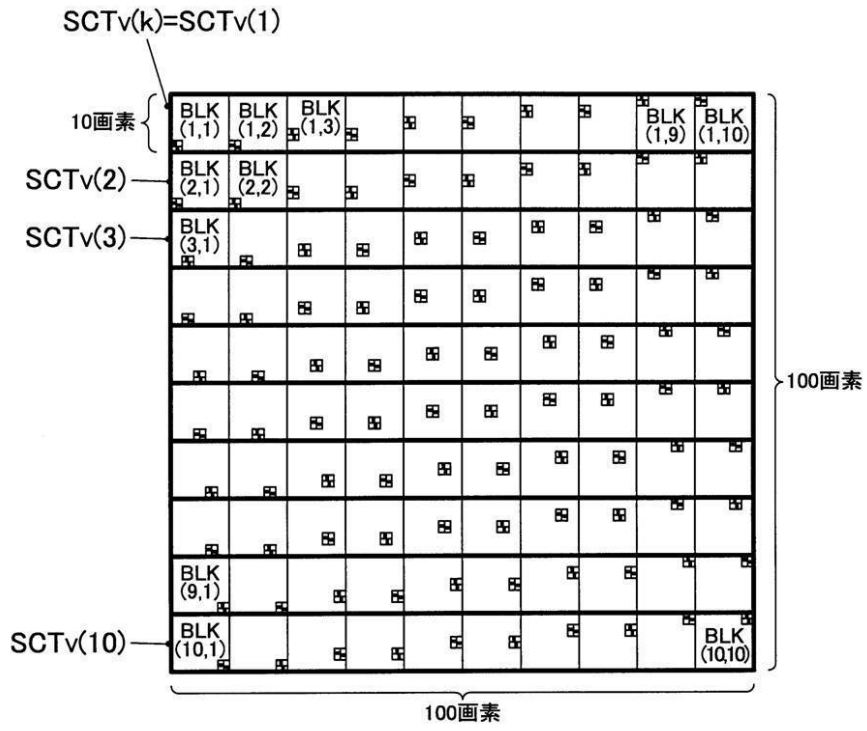
【 図 1 0 】



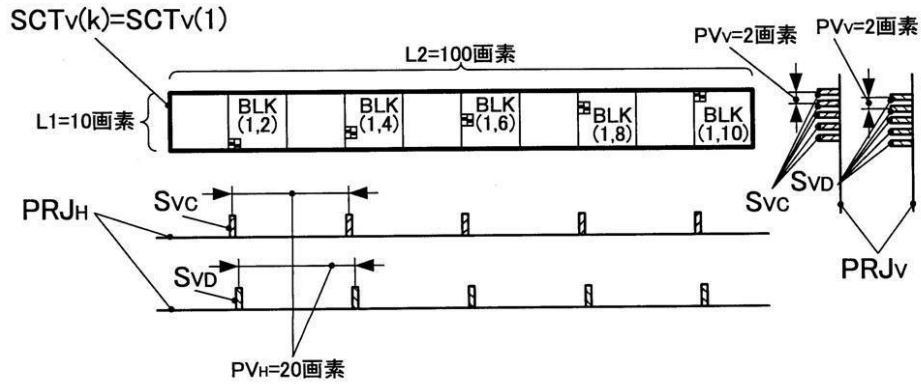
【 図 1 1 】



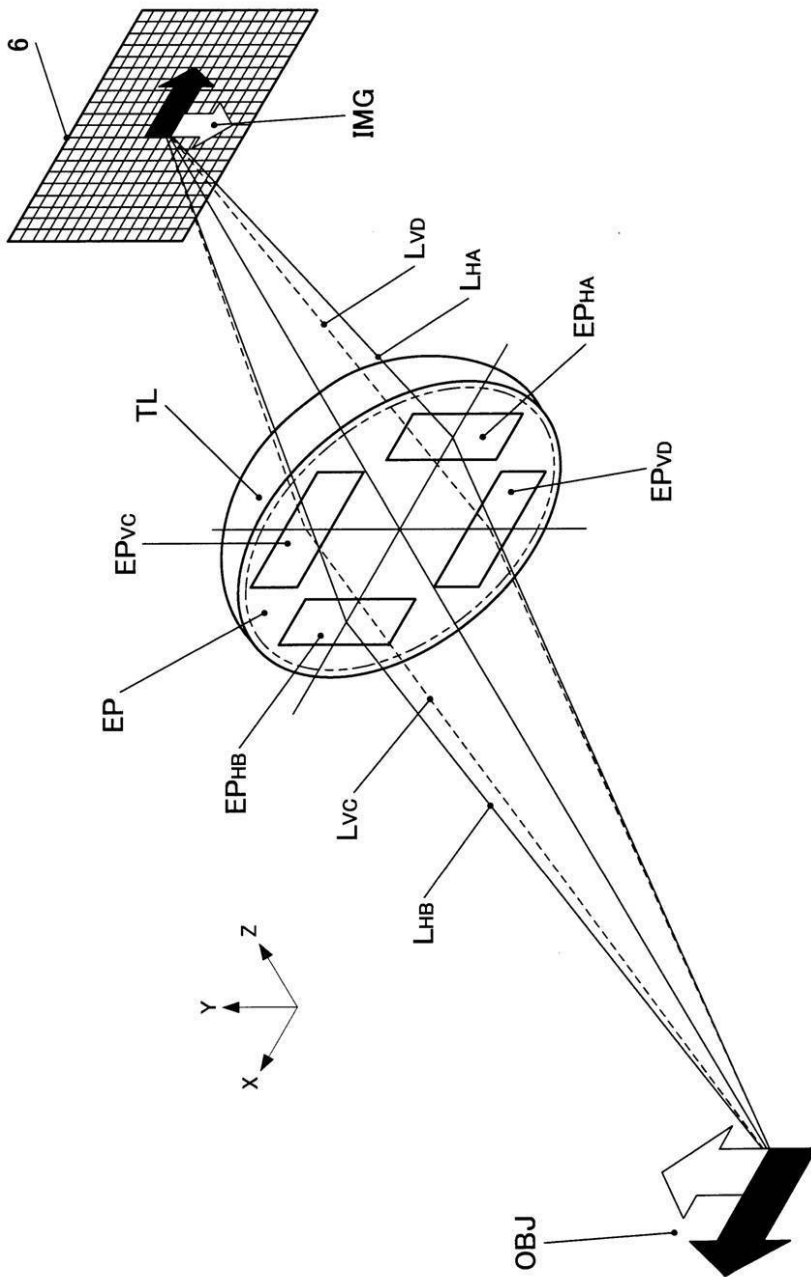
【図12】



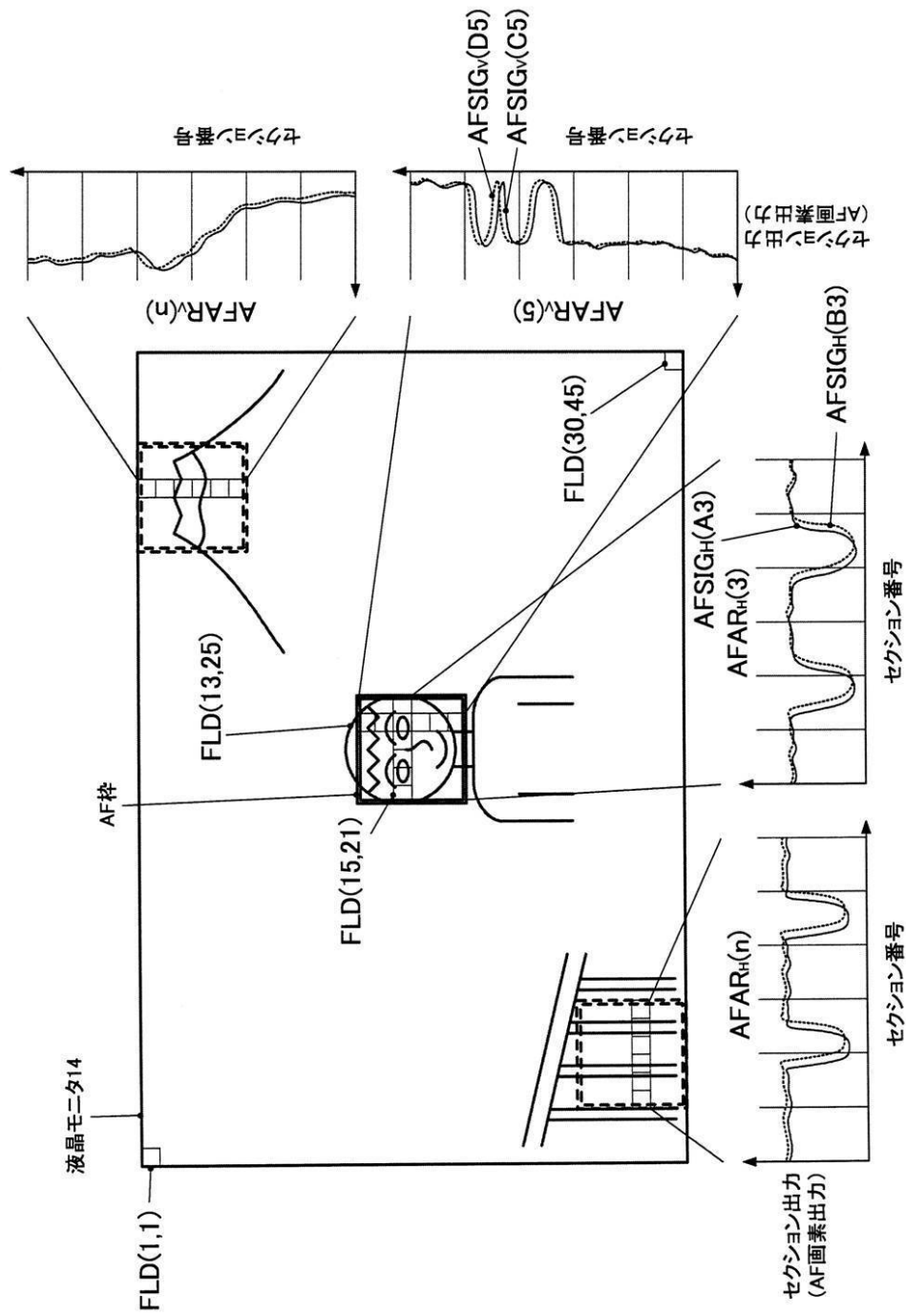
【図13】



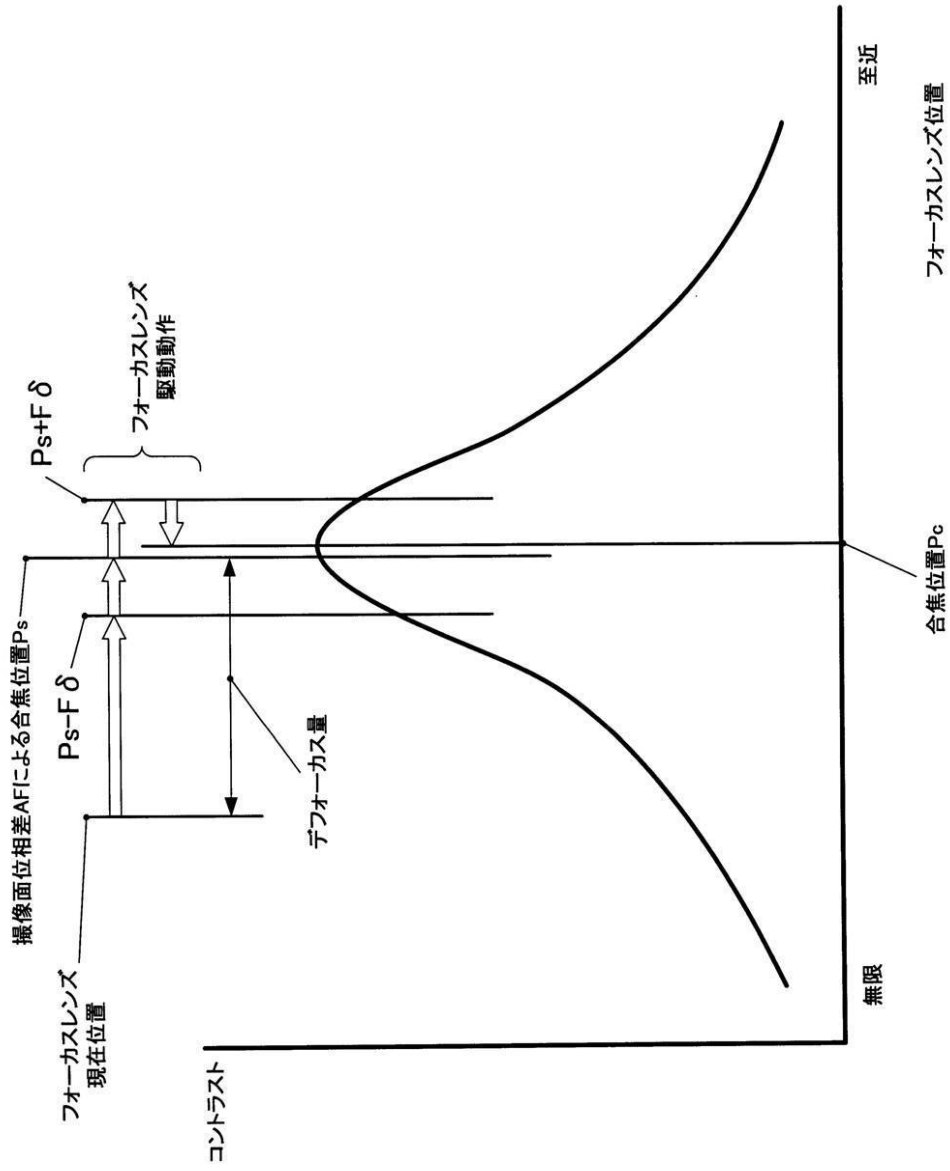
【 図 1 4 】



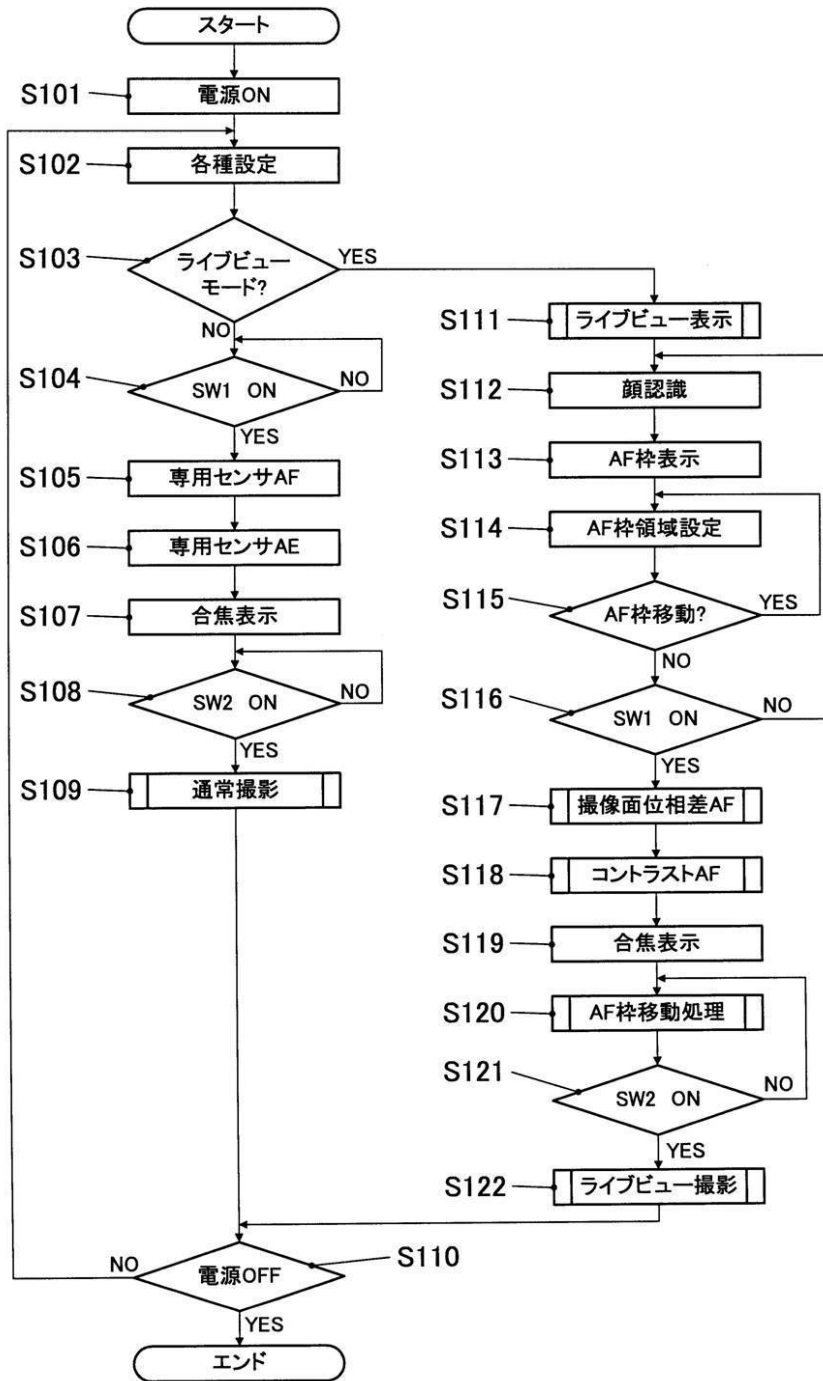
【図15】



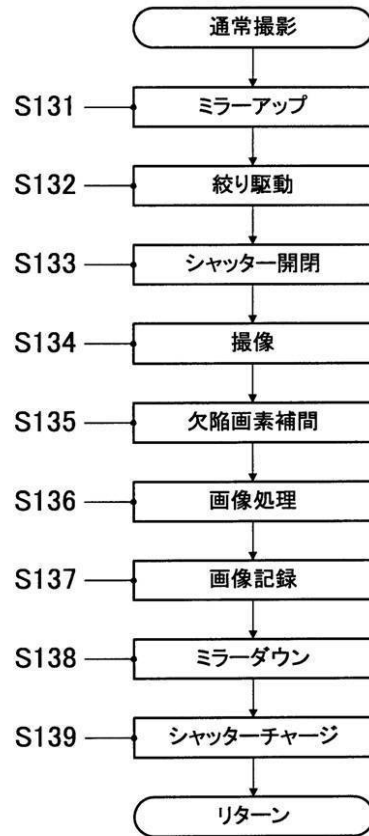
【 図 16 】



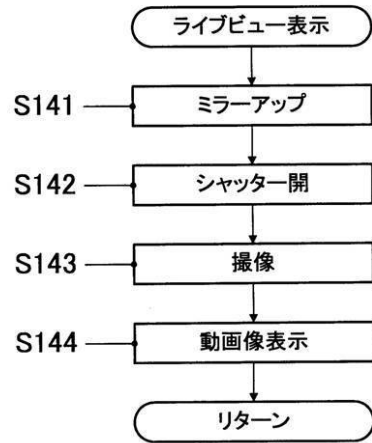
【図17】



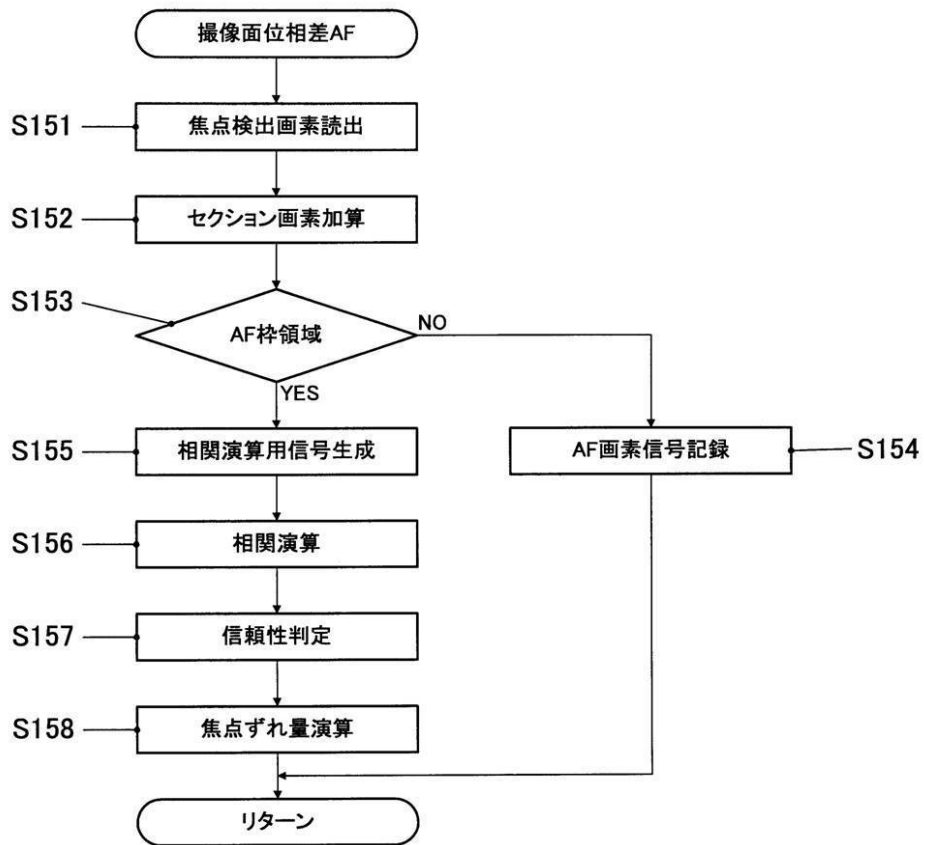
【図18】



【図19】



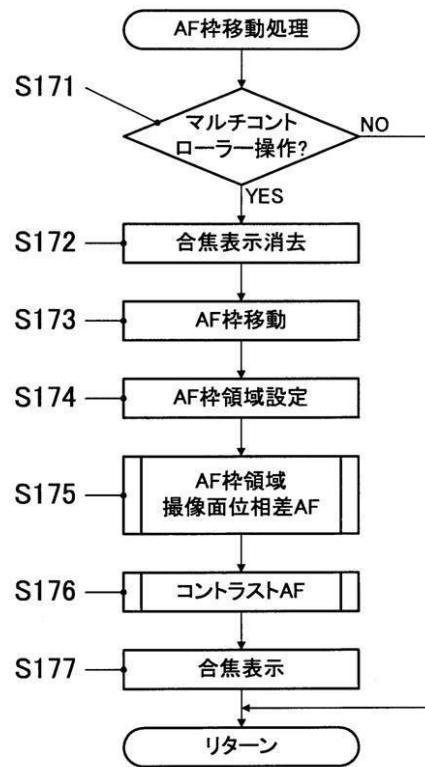
【図20】



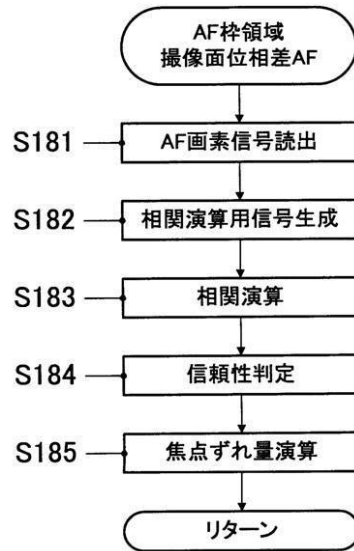
【図 2 1】



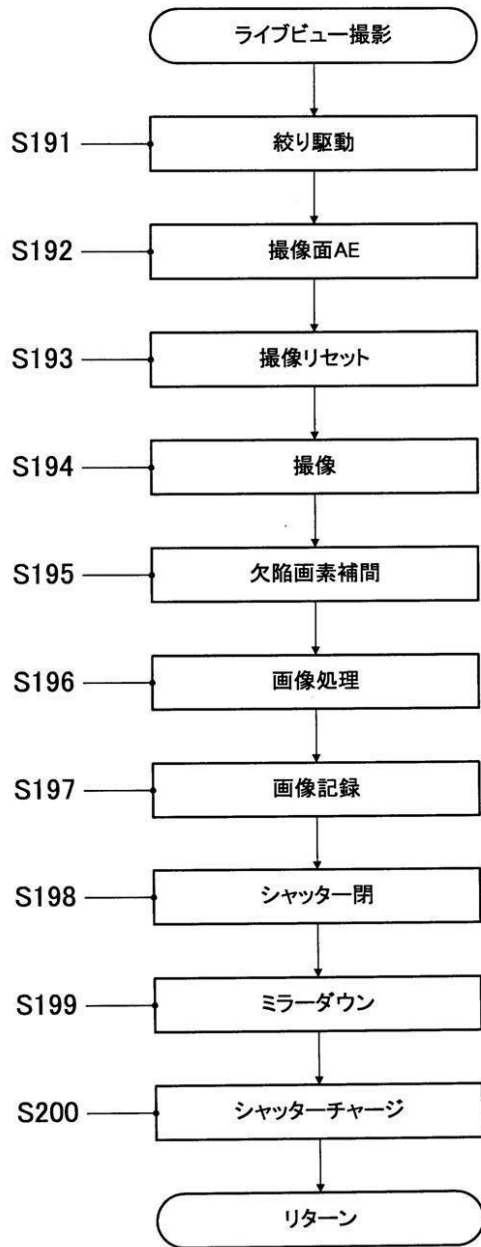
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 4 N 101/00 (2006.01) H 0 4 N 101:00

(56) 参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 5 4 0 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 3 3 0 6 4 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 7 9 6 0 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 3 1 6 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 9 3 3 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 8 4 6 9 4 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 5 0 0 8 0 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 5 2 1 9 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 3 3 0 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 0 8 0 8 5 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)

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