

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5669558号
(P5669558)

(45) 発行日 平成27年2月12日 (2015. 2. 12)

(24) 登録日 平成26年12月26日 (2014. 12. 26)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 5/232 (2006. 01)

H O 4 N 5/232 H

G O 2 B 7/28 (2006. 01)

H O 4 N 5/232 Z

G O 2 B 7/34 (2006. 01)

G O 2 B 7/28

G O 3 B 13/36 (2006. 01)

G O 2 B 7/34

H O 4 N 101/00 (2006. 01)

G O 3 B 13/36

請求項の数 4 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-279600 (P2010-279600)
 (22) 出願日 平成22年12月15日 (2010. 12. 15)
 (65) 公開番号 特開2012-129804 (P2012-129804A)
 (43) 公開日 平成24年7月5日 (2012. 7. 5)
 審査請求日 平成25年12月13日 (2013. 12. 13)

(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 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100121614
 弁理士 平山 倫也
 (72) 発明者 君島 裕一郎
 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
 (72) 発明者 小川 武志
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置および撮像装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像光学系からの光束により形成される被写体像を光電変換して信号を出力する第1の画素、および前記撮像光学系の異なる瞳領域を通過した光束を光電変換して、一对の信号を出力することが可能な第2の画素を複数有する撮像素子と、

前記第2の画素からの出力を用いて前記撮像光学系の焦点状態を検出する焦点検出手段と、

前記第1および第2の画素からの出力を用いて撮影画像を生成する画像生成手段とを有し、

前記第1の画素は第1の開口率を有し、前記第2の画素は、前記第1の開口率よりも小さい第2の開口率を有する撮像装置であって、

複数の前記第2の画素のうち特定画素または前記撮像素子上における前記撮像光学系の光学特性が前記特定画素と同じ領域に存在する前記第2の画素を比率算出画素とするとき

前記画像生成手段は、前記焦点検出手段により前記撮像光学系の合焦状態が検出された場合に、前記比率算出画素の出力信号と複数の前記第1の画素のうち前記比率算出画素の周辺に存在する前記第1の画素の出力信号との比率を算出し、該比率を用いて前記特定画素の出力信号を前記第1の開口率での出力信号に換算して信号値を求め、該信号値を用いて前記撮影画像を生成することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

10

20

前記画像生成手段は、前記焦点検出手段により検出された前記焦点状態に応じて、前記撮影画像を生成する際の前記第2の画素からの出力として用いる信号における前記信号値の割合を変更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】

前記画像生成手段は、前記焦点検出手段により前記撮像光学系の非合焦状態が検出された場合に、前記第2の画素の周辺に存在する前記第1の画素の出力信号を用いて当該第2の画素の信号値を補間演算して求め前記撮影画像を生成することを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像装置。

【請求項4】

撮像光学系からの光束により形成される被写体像を光電変換して信号を出力する第1の画素、および前記撮像光学系の異なる瞳領域を通過した光束を光電変換して、一对の信号を出力することが可能な第2の画素を複数有する撮像素子を有し、前記第1の画素は第1の開口率を有し、前記第2の画素は、前記第1の開口率よりも小さい第2の開口率を有する撮像装置の制御方法であって、

前記第2の画素からの出力を用いて前記撮像光学系の焦点状態を検出する焦点検出ステップと、

前記第1および第2の画素からの出力を用いて撮影画像を生成する画像生成ステップとを有し、

前記画像生成ステップでは、複数の前記第2の画素のうち特定画素または前記撮像素子上における前記撮像光学系の光学特性が前記特定画素と同じ領域に存在する前記第2の画素を比率算出画素とすると、前記焦点検出ステップにより前記撮像光学系の合焦状態が検出された場合に、前記比率算出画素の出力信号と複数の前記第1の画素のうち前記比率算出画素の周辺に存在する前記第1の画素の出力信号との比率を算出し、該比率を用いて前記特定画素の出力信号を前記第1の開口率での出力信号に換算して信号値を求め、該信号値を用いて前記撮影画像を生成することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルカメラやビデオカメラ等の撮像装置に関し、特に撮像素子からの出力に基づいて画像生成と焦点検出とを行う撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

上記のような撮像装置として、特許文献1にて開示されたものがある。この撮像装置には、撮影画像を生成するために被写体像を光電変換する複数の撮像素素とこれら撮像素素中に分散配置された複数の焦点検出画素とを備えた撮像素子が用いられている。撮像素素は、その画素を構成するマイクロレンズの光学中心と該画素の開口部の中心とが一致し、かつ開口部ができるだけ大きくなるように構成されている。これに対し、焦点検出画素は、その画素を構成するマイクロレンズとフォトダイオードとの間に遮光層を有し、該遮光層の開口部（半開口部）がマイクロレンズの光学中心に対して上下又は左右のうち一方に偏って形成されている。

【0003】

そして、遮光層の半開口部の偏り方向が互いに反対である2種類の焦点検出画素を設けることで、撮像光学系からの光束の瞳分割を行い、瞳分割された2つの光束により形成された一对の被写体像の光電変換信号（像信号）の位相差を検出する。該位相差に基づいて、撮像光学系の焦点状態を検出することができる。

【0004】

特許文献1にて開示された撮像装置では、焦点検出画素からの出力信号を撮影画像の生成には用いない。その代わり、焦点検出画素の周辺に配置された2以上の撮像素素（以下、周辺画素という）からの出力信号を用いた補間処理によって焦点検出画素の位置の補間信号を生成し、該補間信号を用いて撮影画像を生成する。これにより、焦点検出画素に対

10

20

30

40

50

応する画素の信号欠損がない撮影画像を生成する。

【 0 0 0 5 】

ただし、このような補間処理を用いて撮影画像を生成する方法では、焦点検出画素の数が多くなると、生成される撮影画像の多くの箇所が補間信号によって構成されることになり、この結果、撮影画像の鮮鋭度や像の連続性が低下するおそれがある。また、数が多くなった焦点検出画素の配置周期と撮影画像（被写体像）のパターン周期との関係によって、撮影画像中に低周期のノイズが発生してしまうおそれもある。

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 には、合焦状態において、焦点検出画素からの信号レベルが該焦点検出画素の周辺画素からの信号レベルに近づくように、焦点検出画素からの信号に対するゲイン調整を行う撮像装置が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 1 5 6 8 2 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 0 4 4 6 3 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 2 にて開示された撮像装置では、ゲイン調整前の焦点検出画素の信号レベル（画素値）とは無関係に、周辺画素の信号レベルを目標として焦点検出画素からの信号に対するゲイン調整を行う。このため、生成される撮影画像において焦点検出画素自体の元々の画素値が反映されず、適正な撮影画像が生成されない可能性がある。

20

【 0 0 0 9 】

本発明は、撮像素子に設けられた焦点検出画素の画素値も反映した撮影画像を生成できるようにした撮像装置およびその制御方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の一側面としての撮像装置は、撮像光学系からの光束により形成される被写体像を光電変換して信号を出力する第 1 の画素、および前記撮像光学系の異なる瞳領域を通過した光束を光電変換して、一对の信号を出力することが可能な第 2 の画素を複数有する撮像素子と、前記第 2 の画素からの出力を用いて前記撮像光学系の焦点状態を検出する焦点検出手段と、前記第 1 および第 2 の画素からの出力を用いて撮影画像を生成する画像生成手段とを有し、前記第 1 の画素は第 1 の開口率を有し、前記第 2 の画素は、前記第 1 の開口率よりも小さい第 2 の開口率を有する撮像装置であって、複数の前記第 2 の画素のうち特定画素または前記撮像素子上における前記撮像光学系の光学特性が前記特定画素と同じ領域に存在する前記第 2 の画素を比率算出画素とするとき、前記画像生成手段は、前記焦点検出手段により前記撮像光学系の合焦状態が検出された場合に、前記比率算出画素の出力信号と複数の前記第 1 の画素のうち前記比率算出画素の周辺に存在する前記第 1 の画素の出力信号との比率を算出し、該比率を用いて前記特定画素の出力信号を前記第 1 の開口率での出力信号に換算して信号値を求め、該信号値を用いて前記撮影画像を生成することを特徴とする。

30

40

【 0 0 1 1 】

また、本発明の他の一側面としての制御方法は、撮像光学系からの光束により形成される被写体像を光電変換して信号を出力する第 1 の画素、および前記撮像光学系の異なる瞳領域を通過した光束を光電変換して、一对の信号を出力することが可能な第 2 の画素を複数有する撮像素子を有し、前記第 1 の画素は第 1 の開口率を有し、前記第 2 の画素は、前記第 1 の開口率よりも小さい第 2 の開口率を有する撮像装置の制御方法であって、前記第 2 の画素からの出力を用いて前記撮像光学系の焦点状態を検出する焦点検出ステップと、前記第 1 および第 2 の画素からの出力を用いて撮影画像を生成する画像生成ステップとを

50

有し、前記画像生成ステップでは、複数の前記第 2 の画素のうち特定画素または前記撮像素子上における前記撮像光学系の光学特性が前記特定画素と同じ領域に存在する前記第 2 の画素を比率算出画素とすると、前記焦点検出ステップにより前記撮像光学系の合焦状態が検出された場合に、前記比率算出画素の出力信号と複数の前記第 1 の画素のうち前記比率算出画素の周辺に存在する前記第 1 の画素の出力信号との比率を算出し、該比率を用いて前記特定画素の出力信号を前記第 1 の開口率での出力信号に換算して信号値を求め、該信号値を用いて前記撮影画像を生成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

10

本発明によれば、撮像素素と該撮像素素よりも開口率が小さい焦点検出画素とを有する撮像素子を備えた撮像装置において、合焦状態では、焦点検出画素（特定画素）の画素値を、撮像素素と同じ第 1 の開口率での画素値に換算する。そして、撮像素素の画素値と焦点検出画素の換算画素値を用いて撮影画像を生成する。これにより、焦点検出画素の画素値を反映した撮影画像を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】本発明の実施例 1 であるデジタルカメラの構成を示すブロック図。

【図 2】実施例 1 のデジタルカメラに用いられる撮像素子の画素配置を説明する図。

【図 3】上記撮像素子に設けられた焦点検出画素の半開口部を示す図。

20

【図 4】実施例 1 における合焦状態および非合焦状態での焦点検出画素から得られる濃度値と撮像素素から得られる濃度値との関係を説明する図。

【図 5】実施例 1 における焦点検出画素とその周辺画素に対する光の照射範囲を説明する図。

【図 6】実施例 1 における焦点検出画素の遮光範囲（又は半開口部）と光の照射範囲との関係を説明する図。

【図 7】実施例 1 における撮像領域中のシェーディング特性を説明する図。

【図 8】図 1 に示した画像補間処理部の構成を説明するブロック図。

【図 9】実施例 1 における撮像シーケンスを示すフローチャート。

【図 10】本発明の実施例 2 であるデジタルカメラにおける撮像シーケンスを示すフローチャート。

30

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例 1】

【0015】

図 1 には、本発明の実施例 1 である撮像装置としてのデジタルカメラの構成を示している。なお、本実施例では撮像装置の一例としてデジタルカメラについて説明するが、本発明の実施例としては、ビデオカメラや携帯電話等のモバイル機器用のカメラも含まれる。

【0016】

40

図 1 において、100 は撮像光学系であり、ズームレンズやフォーカスレンズ等のレンズユニットおよびシャッター又は絞り等の光量調節ユニットを含む。101 は CMOS センサ等により構成された撮像素子であり、撮像光学系 100 からの光束により形成された被写体像を光電変換する複数の撮像素素（第 1 の画素）101a を有する。また、撮像素子 101 は、撮像光学系 100 からの光束のうち撮像素素 101a に入射する光束とは異なる瞳領域を通過し、かつ瞳分割された光束を光電変換する複数の焦点検出画素（第 2 の画素）101b も備えている。撮像素子 101 の詳しい構成については後述する。

【0017】

102 は撮像光学系 100 のズームレンズやフォーカスレンズを移動させてズーミング（変倍）やフォーカシングを行わせる光学系駆動部である。103 は撮像素子駆動部であ

50

り、撮像素子 101 の光電変換（電荷蓄積）駆動を行うとともに、蓄積された電荷（アナログ信号としての画素信号）を出力させるための読み出し駆動を行う。

【0018】

104 はアナログ処理部であり、撮像素子 101 から出力されたアナログ画素信号に対して相関二重サンプリングや利得可変増幅等のアナログ処理を行う。105 は A/D 変換部であり、アナログ処理部 104 から出力された画素信号をデジタル信号に変換する。

【0019】

108 はデジタル信号処理部であり、A/D 変換部 105 から出力された、焦点検出画素群 101 b からの出力に対応するデジタル画素信号を用いて撮像光学系 100 の焦点状態を検出する焦点検出部 108 a を含む。また、デジタル信号処理部 108 は、撮像画素群 101 a と焦点検出画素群 101 b からの出力に対応するデジタル画素信号に対して画像処理を行うことで、画像データ（撮影画像）を生成する画像生成手段としてのデジタル信号処理部 108 c も有する。さらに、デジタル信号処理部 108 は、後述する画素補間処理部 108 b も備えている。焦点検出部 108 a と画素補間処理部 108 b については後に詳述する。

【0020】

106 はタイミングジェネレータであり、撮像素子駆動部 103、アナログ処理部 104、A/D 変換部 105 およびデジタル信号処理部 108 にタイミング信号を供給する。107 は外部メモリであり、デジタル信号処理部 108 の処理過程において生成された中間データをバッファしておくために設けられている。

【0021】

109 は上記各部の動作を制御する CPU 等により構成されるコントローラである。110 はユーザによって操作されるスイッチ等の操作部である。113 はコントローラ（CPU）109 の動作に用いられるデータや情報が格納されている ROM である。

【0022】

次に、撮像素子 101 の構成についてさらに詳しく説明する。撮像画素 101 a は、RGB のうちいずれか 1 色のカラーフィルタを備え、撮像光学系 100 からの光束により形成された被写体像を光電変換して該カラーフィルタに対応する色の画素信号を出力する。撮像画素 101 a は、図示はしないが、その全体が開口部となっている（つまり、遮光されていない）全開口画素である。

【0023】

一方、焦点検出画素 101 b はいずれも G 色のカラーフィルタを備える。焦点検出画素 101 b には、図 3 に示すように、右半分が遮光されて左半分が開口部（左半開口部）となっている X タイプの焦点検出画素と、左半分が遮光されて右半分が開口部（右半開口部）となっている Y タイプの焦点検出画素を含む。つまり、焦点検出画素 101 b は、その半開口部が左右のうち一方と他方にそれぞれ偏った半開口画素である。撮像画素 101 a の開口率を 1 とすると（第 1 の開口率）、焦点検出画素 101 b の開口率はそれよりも小さい 0.5（第 2 の開口率）となる。なお、第 2 の開口率の 0.5 は例に過ぎず、0.4 等、他の開口率でもよい。

【0024】

このような X タイプおよび Y タイプの焦点検出画素 101 b は、撮像光学系 100 からの光束の瞳分割を行い、瞳分割された 2 つの光束により形成された一对の被写体像を光電変換して一对の像信号を出力する。焦点検出部 108 a は、該一对の像信号の位相差を算出し、該位相差に基づいて撮像光学系 100 の焦点状態（合焦状態と非合焦状態）を検出することができる。このような焦点検出方式は、位相差検出方式と称される。

【0025】

図 2 には、撮像素子 101 上に配置された撮像画素群 101 a を各撮像画素に備えられたカラーフィルタの色である R、G、B を用いて示している。また、図 2 には、撮像素子 101 上に配置された焦点検出画素群 101 b を、各焦点検出画素に備えられたカラーフィルタの色である G を用いて示すとともに、上記 X タイプおよび Y タイプの別を括弧書き

10

20

30

40

50

で示している。なお、図2では、水平方向をHとし、垂直方向をVとして各画素の位置（座標）を（H，V）で表現する。例えば、H座標が2でV座標が3の焦点検出画素101bは、座標（2，3）に配置されたXタイプの焦点検出画素である。以下の説明において、Xタイプの焦点検出画素101bをX半開口画素ともいい、Yタイプの焦点検出画素101bをY半開口画素ともいう。また、これらに対して撮像素素101aを全開口画素ともいう。

【0026】

ここで、焦点検出画素を、撮像素素として使用可能か否かについて考察する。図4は、撮像光学系100が（a）非合焦状態にあるときと（b）合焦状態にあるときの複数のX，Y半開口画素により得られる一对の像信号と複数の全開口画素により得られる像信号とを示している。縦軸は像信号の濃度値（言い換えれば各画素の濃度値）を示しており、横軸は各画素の座標を示している。

10

【0027】

なお、本実施例（および後述する他の実施例）では、各画素からの出力、すなわち画素信号のレベル（強度）を表す数値に相当する画素値を濃度値として説明するが、濃度値に代えて輝度値を用いてもよい。

【0028】

非合焦状態では、半開口画素により得られる像信号の重心は、全開口画素により得られる像信号の重心とは一致しない。したがって、半開口画素の濃度値と全開口画素の濃度値との線形性は保証されない。

20

【0029】

一方、合焦状態では、半開口画素により得られる像信号と全開口画素により得られる像信号の形状および重心が互いに一致する。このため、半開口画素の濃度値と全開口画素の濃度値との線形性は保証される。

【0030】

ここで、合焦状態においては、X，Y半開口画素により得られる一对の像信号は互いに一致するはずであるが、撮像光学系100の光学特性の影響により信号レベルまでは必ずしも一致しない。撮像素子101における各画素の前面にはマイクロレンズが配置されており、該マイクロレンズに関して瞳補正が適正に行われているとすると、信号レベルに影響する撮像光学系100の光学特性は、主としてシェーディングやケラレに関する特性である。

30

【0031】

シェーディングについて、撮像素子上のある一点に入射する光線の入射角を θ とし、そのときの照度（光量）を E とすると、照度 E は、撮像素子の周辺部においては中心部に対して \cos^4 だけ減少する。これを、コサイン4乗則という。照度 E は、撮像光学系100の光軸位置を中心とした同心円状に変化する。一方、ケラレによる照度の減少も、撮像光学系100内の絞りを絞り込めば軽減されるものの、撮像光学系100の光軸位置からの距離と方向によってその減少量が変化する。

【0032】

このため、X，Y半開口画素にて得られる信号レベル、つまりは濃度値については、撮像光学系100の光軸位置からの距離と方向を考慮しなくてはならない。このことは、全開口画素の濃度値についても同様である。

40

【0033】

本実施例では、後述する半開口画素（焦点検出画素）の濃度値と全開口画素（撮像素素）の濃度値との比率 R の計算において、複数の半開口画素のうちの1つを着目画素（特定画素）とする。そして、この着目画素と光軸位置からの距離および方向が同じ、言い換えれば撮像素子上に現れる撮像光学系100の光学特性（特に照度に関する特性）が同じ領域内に存在する半開口画素の濃度値を用いて比率 R を算出する。

【0034】

次に、図1に示したデジタル信号処理部108について、さらに詳細に説明する。焦点

50

検出部 108a は、A/D 変換部 105 からのデジタル画素信号のうち X, Y 半開口画素からの信号を抽出し、これら X, Y 半開口画素からの信号により形成される一対の像信号に対して相関演算を行うことにより、該一対の像信号の位相差を算出する。そして、該位相差から撮像光学系 100 の焦点状態を表す合焦度を算出する。焦点検出部 108a は、この合焦度の情報を画素補間処理部 108b に送信する。

【0035】

また、焦点検出部 108a は、位相差に基づいて撮像光学系 100 の焦点状態を表すデフォーカス量を算出し、該デフォーカス量の情報をコントローラ 109 に送信する。コントローラ 109 は、該デフォーカス量に基づいて合焦状態を得るためのフォーカスレンズの移動量と移動方向を算出し、光学系駆動部 102 を介してフォーカスレンズを移動させる。これにより、オートフォーカスが行われる。

10

【0036】

画素補間処理部 108b は、A/D 変換部 105 からのデジタル画素信号のうち全開口画素からの信号についてはそのまま信号処理部 108c に出力する一方、X, Y 半開口画素からの信号に対しては少なくとも合焦状態においては全開口換算を行う。全開口換算は、半開口画素で得られた実際の濃度値を、全開口画素の濃度値に換算することをいう。そして、この全開口換算した濃度値（換算画素値）を信号処理部 108c に出力する。以下の説明において、全開口換算した濃度値を、全開口換算濃度値という。なお、画素補間処理部 108b は、非合焦状態においては後述する別の濃度値演算を行う。

【0037】

20

信号処理部 108c は、全開口画素の濃度値と半開口画素の全開口換算濃度値（又は非合焦状態において別の濃度値演算により算出された濃度値）とを用いて撮影画像データを生成する。撮影画像データの生成において、全開口画素の濃度値と半開口画素の全開口換算濃度値とは特に区別されない。そして、信号処理部 108c は、撮影画像データを所定の記録又は表示フォーマットに変換して記録メディア 112 に記録したり表示部 111 に表示したりする。

【0038】

次に、半開口画素の濃度値の全開口換算方法について説明する。図 5 には、図 2 に示した座標 (2, 3) の半開口画素 (G 画素) とその周辺に存在する 8 つの全開口画素 (G0, G1, G2, G3 画素および 2 つの R 画素と 2 つの B 画素) を示している。これら 9 つの画素のそれぞれには、撮像光学系 100 からの光が図示した楕円形状の領域に照射されている。また、これら 9 つの画素は互いに近傍に位置しているので、各画素における光の照射範囲はほぼ同じ大きさと形状を有する。また、G0, G1, G2, G3 画素から得られる濃度値をそれぞれ、S0, S1, S2, S3 とする。

30

【0039】

図 6 には、図 5 に示した半開口画素 (G 画素) を拡大して示している。この半開口画素では、斜線で示した右半分が遮光部（以下、領域 M という）となっており、左半分が開口部（以下、領域 N という）となっている。光の照射範囲は、領域 M と領域 N にほぼ半分ずつ掛かっている。この半開口画素から実際に得られる濃度値（以下、半開口濃度値という）は、領域 N から入射した光の量（強度）に対応した濃度値となる。この実際の半開口濃度値を S4 とする。

40

【0040】

本実施例では、該半開口画素が全開口画素であるとして換算した濃度値、すなわち全開口換算濃度値として、その周辺画素である 8 つの全開口画素のうち同色の画素 (G0, G1, G2, G3) の濃度値の平均値である $(S0 + S1 + S2 + S3) / 4$ を用いる。したがって、半開口濃度値と全開口換算濃度値との比率（ここでは、半開口濃度値に対する全開口換算濃度値の比率）は、以下の式 (1) により求められる。

$$= \text{全開口換算濃度値} / \text{半開口濃度値}$$

$$= \{ (S0 + S1 + S2 + S3) / 4 \} / S4 \quad \dots (1)$$

次に、上記比率を用いた具体的な着目画素（半開口画素）の全開口換算濃度値の算出

50

方法について説明する。

【 0 0 4 1 】

前述したように、半開口画素を用いて検出された焦点状態が合焦状態である場合は、当該半開口画素の濃度値と全開口画素の濃度値との線形性が保証される。以下、焦点状態が合焦状態であることを前提として説明する。

【 0 0 4 2 】

例えば、図 2 に示した座標 (6 , 5) の半開口画素を着目画素とし、その半開口濃度値を W_{65} として、その全開口換算濃度値を求める。この場合、それぞれ着目画素 (6 , 5) との間に 1 つの全開口画素 (B 画素) を挟んで互いに反対側に配置された 2 つの半開口画素 (4 , 5) , (8 , 5) について上記式 (1) により算出した比率 r_{45} , r_{85} を用いて、以下の式 (2) により算出する。2 つの半開口画素 (4 , 5) , (8 , 5) は比率算出画素に相当し、以下、参照画素ともいう。

着目画素 (6 , 5) の全開口換算濃度値

= 半開口濃度値 \times 着目画素の比率 (= 2 つの参照画素の平均比率)

= $W_{65} \times \{ (r_{45} + r_{85}) / 2 \}$... (2)

なお、焦点状態が非合焦状態である場合は、式 (2) により算出した値を全開口換算濃度値として使用せず、周辺同色画素の濃度値の平均値 (($S_0 + S_1 + S_2 + S_3$) / 4) を全開口換算濃度値として使用してもよい。すなわち、焦点状態に応じて、全開口換算濃度値の算出方法を切り替えてもよい。

【 0 0 4 3 】

式 (2) では、座標 (6 , 5) の着目画素の全開口換算濃度値の算出において、着目画素の比率として、座標 (4 , 5) , (8 , 5) の 2 つの参照画素にて算出された比率 r_{45} , r_{85} の平均値を用いた。しかし、座標 (4 , 5) , (8 , 5) 以外の座標の半開口画素を参照画素の比率を用いて、または座標 (4 , 5) , (8 , 5) とこれら以外の座標の半開口画素とを含めたより多数の参照画素の比率 r を適応的に用いてもよい。ただし、以下に説明する条件を満足することが望ましい。

【 0 0 4 4 】

図 7 には、前述した撮像光学系 1 0 0 の光学特性 (シェーディング特性) に基づく撮像素子 1 0 1 上での照度 (光量) の分布の例を示している。図中の領域 A , B , C , D は、それぞれ照度が同じ領域を示しており、領域 D , C , B , A の順で撮像光学系 1 0 0 の光軸位置からの距離が遠くなり、照度が低下する。実際には、領域 A , B , C , D はそれぞれ光軸位置からの距離がある幅を有するが、照度が同じであるという観点から各領域内のいずれの位置も光軸位置から互いに等距離の位置とみなす。

【 0 0 4 5 】

前述したように、着目画素の比率 r の算出には、該着目画素と光軸位置からの距離および方向が同じである参照画素 (半開口画素) の濃度値を用いることが望ましい。そこで、本実施例では、領域 A , B , C , D のうち着目画素が存在する領域と同じ領域内の参照画素の濃度値を用いて着目画素の比率 r を算出する。例えば、図 7 には、着目画素が領域 B に存在している場合を示しており、該着目画素の比率 r を、同じ領域 B 内の参照画素である半開口画素 A と半開口画素 B の濃度値から算出する。さらに、半開口画素 A と半開口画素 B は、光軸位置から見て着目画素と同じ方向に位置する。ここにいう「同じ方向」とは、完全に同じである場合だけでなく、近似的に同じとみなせる場合も含む。

【 0 0 4 6 】

このように、半開口画素 A と半開口画素 B は、着目画素と撮像素子上に現れる撮像光学系 1 0 0 の光学特性が同じ領域 (領域 B 又はより厳密には領域 B のうち光軸位置からの方向が同じ領域) に存在する画素である。

【 0 0 4 7 】

着目画素上に被写体像のエッジ部が形成されている場合においては、着目画素と撮像光学系 1 0 0 の光学特性が同じ領域内に存在する 1 つの参照画素の濃度値を用いて着目画素の比率 r を算出すると、誤差が大きくなる可能性が高い。このため、式 (2) に示すよう

に、着目画素とは異なる複数の参照画素の比率 の平均値を着目画素の比率 として用いるとよい。

【 0 0 4 8 】

次に、画素補間処理部 1 0 8 b の構成について、図 8 を用いてより詳細に説明する。A D 変換部 1 0 5 からのデジタル画素信号のうち全開口画素（撮像画素）からの信号は、前述したようにそのままセクタ 2 0 8 を介して信号処理部 1 0 8 c に送られるとともに、周辺平均値計算部 2 0 0、比率 計算部 2 0 1 および乗算器 2 0 4 に入力される。また、A D 変換部 1 0 5 からのデジタル画素信号のうち半開口画素（焦点検出画素）からの信号は、比率 計算部 2 0 1 に入力される。

【 0 0 4 9 】

周辺平均値計算部 2 0 0 は、全開口画素からの信号により表される濃度値を用いて、着目画素の周辺画素のうち同色の全開口画素の濃度値の平均値を算出する。例えば、式（ 1 ）中の $\{ (S_0 + S_1 + S_2 + S_3) / 4 \}$ を算出する。

【 0 0 5 0 】

比率 計算部 2 0 1 は、各半開口画素からの信号と各全開口画素からの信号によりそれぞれ表される濃度値を用いて、式（ 1 ）により、参照画素として選択された場合に式（ 2 ）の計算で使用されることになる各半開口画素の比率 を算出する。算出された各半開口画素の比率 は、メモリ 2 0 2 によって保持される。

【 0 0 5 1 】

画素位置判定部 2 0 6 は、各半開口画素が着目画素となったときの参照画素の位置を決定する。そして、メモリ 2 0 2 から、メモリ I F 2 0 3 を介して参照画素の比率 を読み出す。

【 0 0 5 2 】

乗算器 2 0 4 は、着目画素からの信号より表される半開口濃度値と、メモリ 2 0 2 から読み出された参照画素の比率 とを用いて、式（ 2 ）により、着目画素の全開口換算濃度値を算出する。

【 0 0 5 3 】

線形補間演算部 2 0 5 は、焦点検出部 1 0 8 a により算出された合焦度 、周辺平均値計算部 2 0 0 より算出された周辺同色画素の平均濃度値および乗算器 2 0 4 より算出された着目画素の全開口換算濃度値を以下の式（ 3 ）に代入する。これにより、着目画素の出力濃度値の線形補間演算を行う。合焦度 は、0 ～ 1 の値であり、値が大きいほど合焦状態に近いことを示す。

（着目画素の出力濃度値）

$$= (\text{周辺同色画素の平均濃度値}) \times (1 - \text{合焦度}) + (\text{着目画素の全開口換算濃度値}) \times \text{合焦度} \quad \dots (3)$$

式（ 3 ）によれば、合焦度 が高いほど、着目画素の出力濃度値として全開口換算濃度値を反映する割合が高くなり、 $\text{合焦度} = 1$ （最も合焦度が高い合焦状態）では着目画素の全開口換算濃度値のみが使用される。また、逆に、合焦度 が低いほど、着目画素の出力濃度値として周辺同色画素の平均濃度値を反映する割合が高くなり、 $\text{合焦度} = 0$ （最も合焦度が低い非合焦状態）では周辺同色画素の平均濃度値のみが使用され、着目画素の全開口換算濃度値は全く使用されない。

【 0 0 5 4 】

このように、本実施例では、合焦度 に応じて着目画素の出力濃度値に含まれる全開口換算濃度値の割合を変更することで、合焦状態と非合焦状態との境界において着目画素の出力濃度値が不連続に変化して撮影画像の画質を低下させることを防止できる。

【 0 0 5 5 】

次に、図 9 のフローチャートを用いて、本実施例のカメラにおける撮像シーケンスについて説明する。本シーケンスは、コントローラ 1 0 9 によりコンピュータプログラムに従って実行される。

【 0 0 5 6 】

ステップS 1 0 0にてユーザによりリリーススイッチがON操作されると、ステップS 1 0 1にて、コントローラ1 0 9は、プリ露光1の処理を開始する。

【0 0 5 7】

ステップS 1 0 2では、コントローラ1 0 9は、焦点検出部1 0 8 aに、プリ露光1によって得られた焦点検出画素(X, Y半開口画素)からの像信号の位相差を算出させ、さらに各焦点検出画素に対する合焦度を算出させる。また、コントローラ1 0 9は、焦点検出部1 0 8 aから得られたデフォーカス量に基づいて、光学系駆動部1 0 2を介してオートフォーカスを行う。

【0 0 5 8】

次にステップS 1 1 1では、コントローラ1 0 9は、プリ露光2の処理を開始する。そして、ステップS 1 0 3では、コントローラ1 0 9は、画像補間処理部1 0 8 bに、プリ露光2により得られた各画素の濃度値を用いて各焦点検出画素の比率を算出させる。さらに、コントローラ1 0 9は、次に行われる本露光による撮影画像の生成に用いる焦点検出画素(着目画素)の比率(参照画素の平均比率)を決定しておく。

【0 0 5 9】

続いてステップS 1 0 4では、コントローラ1 0 9は、本露光を開始する。ステップS 1 0 5では、コントローラ1 0 9は、本露光において順次、撮像素子1 0 1から画素信号を読み出す画素が、撮像画素か焦点検出画素(図中にはAF画素と記す)かを判定する。撮像画素である場合はステップS 1 0 9に進み、焦点検出画素(着目画素)である場合はステップS 1 0 6に進む。

【0 0 6 0】

ステップS 1 0 6では、コントローラ1 0 9は、画像補間処理部1 0 8 bに、式(2)による着目画素の全開口換算濃度値の算出を行わせる。また、ステップS 1 0 7では、コントローラ1 0 9は、画像補間処理部1 0 8 bに、着目画素の周辺同色画素の平均濃度値を算出させる。そして、ステップS 1 0 8では、コントローラ1 0 9は、画像補間処理部1 0 8 bに、式(3)による合焦度に応じた線形補間演算を行わせ、その結果(出力濃度値)を信号処理部1 0 8 cに出力させる。

【0 0 6 1】

ステップS 1 0 9では、コントローラ1 0 9は、画像補間処理部1 0 8 bに、入力された撮像画素からの信号をそのまま信号処理部1 0 8 cに出力される。

【0 0 6 2】

そして、ステップS 1 1 0では、コントローラ1 0 9は、信号処理部1 0 8 cに、入力された濃度値(撮像画素の濃度値および焦点検出画素の全開口換算濃度値)を用いて撮影画像を生成させ、該撮影画像の記録および表示を行わせる。こうして撮像シーケンスが終了する。

【0 0 6 3】

以上説明したように、本実施例では、撮像素子1 0 1が複数の撮像画素1 0 1 aとこれよりも開口率が小さい複数の焦点検出画素1 0 1 bとを有する場合に、合焦状態において、焦点検出画素(着目画素)の濃度値と撮像画素(周辺画素)の濃度値との比率を求める。そして、該比率を用いて、着目画素の濃度値を撮像画素と同じ開口率での濃度値に換算し、撮像画素の濃度値と焦点検出画素の換算濃度値とを用いて撮影画像を生成する。これにより、焦点検出画素の濃度値を反映した撮影画像を生成することができる。

【0 0 6 4】

また、着目画素と撮像光学系1 0 0の光学特性が同じ領域に含まれる焦点検出画素の濃度値を用いて上記比率を算出することで、換算濃度値の算出精度を向上させることができる。

【実施例2】

【0 0 6 5】

実施例1では、着目画素の全開口換算濃度値を求める際に用いる着目画素の比率を、該着目画素とは別の半開口画素(参照画素)の比率を用いて算出する場合について説明し

10

20

30

40

50

た。すなわち、図 2 中の着目画素 (6 , 5) の全開口換算濃度値を求めるために、参照画素 (4 , 5) , (8 , 5) の比率 $4/5$, $8/5$ の平均値から着目画素の比率 $6/5$ を算出した。

【 0 0 6 6 】

仮に、着目画素 (6 , 5) 自体の比率 $6/5$ (= { ($S_0 + S_1 + S_2 + S_3$) / 4 } / S_4) を用いて、着目画素 (6 , 5) の全開口換算濃度値を算出すると、式 (2) より、

$$\begin{aligned} W_{65} &\times \frac{6}{5} \\ &= S_4 \times \{ (S_0 + S_1 + S_2 + S_3) / 4 \} / S_4 \\ &= (S_0 + S_1 + S_2 + S_3) / 4 \end{aligned}$$

10

となる。つまり、着目画素 (6 , 5) の全開口換算濃度値が、周辺同色画素の平均濃度値と同じ値になってしまう。

【 0 0 6 7 】

しかし、着目画素の比率 $6/5$ を求める時点での S_4 の値と、全開口換算濃度値を求める時点での S_4 の値とが互いに異なる場合には例外となる。すなわち、比率 $6/5$ を求める時点での S_0 , S_1 , S_2 , S_3 , S_4 の値をそれぞれ $S_1(0)$, $S_1(0)$, $S_2(0)$, $S_3(0)$, $S_4(0)$ とし、全開口換算濃度値を求める時点での S_4 の値を $S_4(1)$ とする。このとき、着目画素 (6 , 5) の全開口換算濃度値は、以下の式 (4) に示すようになる。

$$\begin{aligned} W_{65} &\times \frac{6}{5} \\ &= S_4(1) \times \{ (S_0(0) + S_1(0) + S_2(0) + S_3(0)) / 4 \} / S_4(0) \end{aligned}$$

20

... (4)

つまり、各画素の濃度値を $S_X(t)$ とすれば ($X = 1, 2, 3, 4$ であり、 t は時刻を示す)、 $S_X(0)$ と、 $S_X(1)$ の値は必ずしも同じ値とはならない。例えば、カメラを第 1 の時刻 ($t = 0$) から第 2 の時刻 ($t = 1$) にかけてパンニングした場合、 $S_X(0)$ の値と $S_X(1)$ の値は多くの場合で異なる。このように、 $S_X(0)$ と $S_X(1)$ とが異なる撮影状況においては、着目画素自体の比率 $6/5$ を用いて該着目画素の全開口換算濃度値を算出することができる。この場合、着目画素自体が比率算出画素に相当する。

【 実施例 3 】

30

【 0 0 6 8 】

実施例 1 では、着目画素の全開口換算濃度値を求める際に用いる着目画素の比率 $6/5$ を、1 つの時点での値として算出した。しかし、比率 $6/5$ を、以下の式 (5) に示すように、ある時間 ($t = 0 \sim n$) における平均比率 $6/5(n)$ とすることも可能である。

$$\begin{aligned} &(n) \\ &= \{ [\{ (S_0(t) + S_1(t) + S_2(t) + S_3(t)) / 4 \} / S_4(t)] \\ &/ n \\ &\dots (5) \end{aligned}$$

本実施例でも、実施例 1 と同様に、光軸中心からの距離と方向が着目画素と同じ半開口画素の濃度値から比率 $6/5(n)$ を求めるが、式 (5) を用いることで、さらに時間的に平均化した比率 $6/5(n)$ を算出することができる。このように時間軸方向での平均値としての比率 $6/5(n)$ を使用することにより、前述した被写体像のエッジ部にて発生する比率の誤差をより軽減することができる。

40

【 0 0 6 9 】

図 10 のフローチャートには、本実施例における撮像シーケンスを示している。この撮像シーケンスは、実施例 1 において図 9 に示したフローチャートに対して、ステップ S_{103} とステップ S_{104} との間にステップ S_{300} を挿入し、さらにステップ S_{106} に代えてステップ S_{301} を設けた点異なる。図 9 に示したフローチャート中のステップと同じステップについては、図 9 中の符号と同符号を付して説明に代える。また、カメラの構成は、実施例 1 において図 1 を示したものと同一であり、本実施例において実施例 1

50

と共通する構成要素には実施例 1 と同符号を付して説明に代える。

【0070】

コントローラ 109 は、ステップ S103 において実施例 1 と同様に画像補間処理部 108b に比率 を算出させた後、ステップ S300 において、画像補間処理部 108b に、比率 (n-1) と比率 との平均値である比率 (n) を算出させる。比率 (n-1) は、絞り値、ズームポジションおよびフォーカスポジション等の撮像光学系 100 の状態が同一という条件で、ある時間内で積算された比率を示す。

【0071】

そして、ステップ S301 では、コントローラ 109 は、画像補間処理部 108b に、着目画素の半開口濃度値 × 着目画素の比率 (n) により着目画素の全開口換算濃度値を算出させる。この後、ステップ S107 ~ S110 へと進む。

10

【0072】

なお、実施例 2 にて説明したように、本実施例でも、比率算出画素として、着目画素自体を用いてもよい。

【0073】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0074】

撮像素子に焦点検出画素を含みながらも、良好な撮影画像が得られる撮像装置を提供できる。

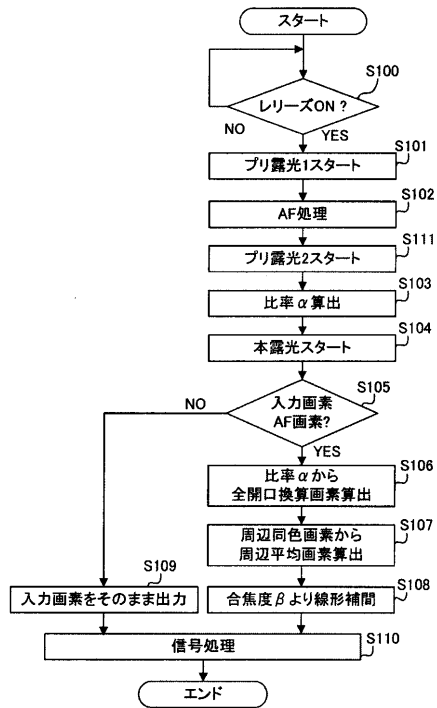
20

【符号の説明】

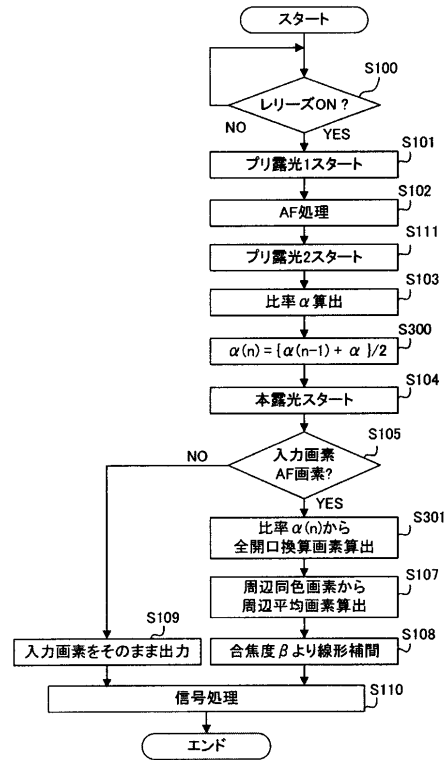
【0075】

- 100 撮像光学系
- 101 撮像素子
- 108 デジタル信号処理部
- 108a 焦点検出部
- 108b 画像補間処理部
- 108c 信号処理部

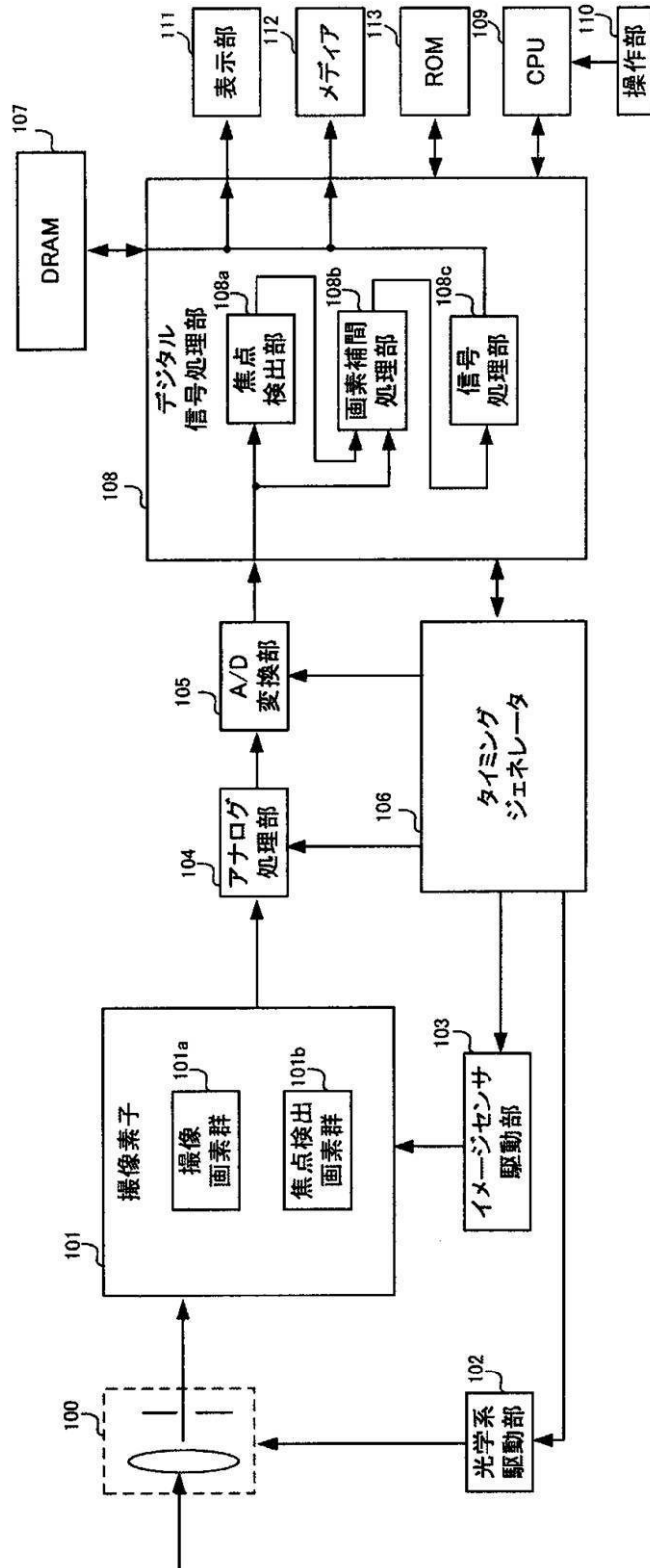
【図 9】



【図 10】



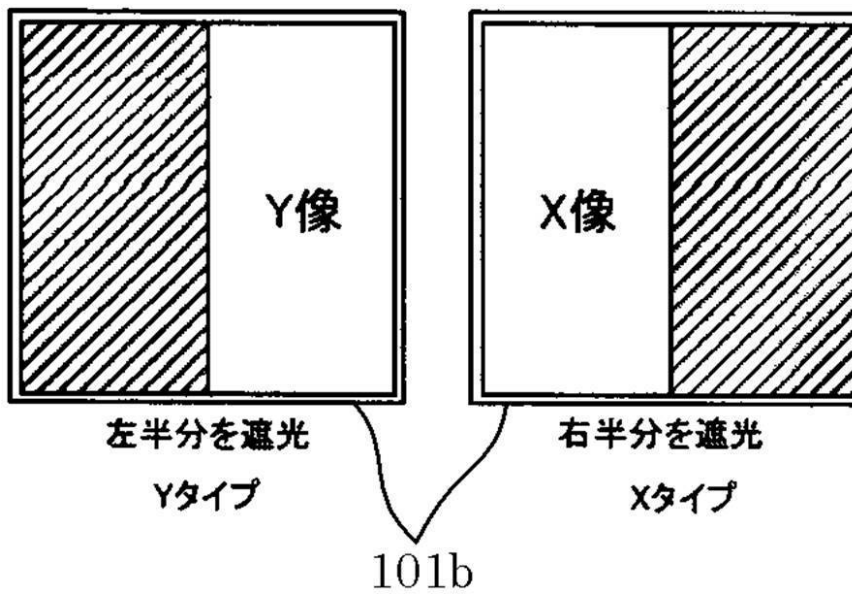
【図1】



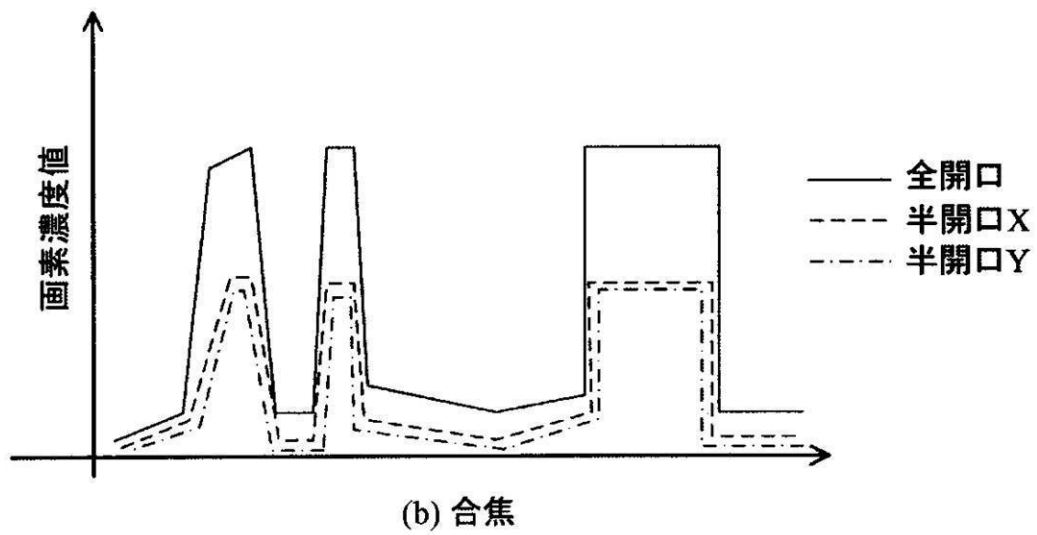
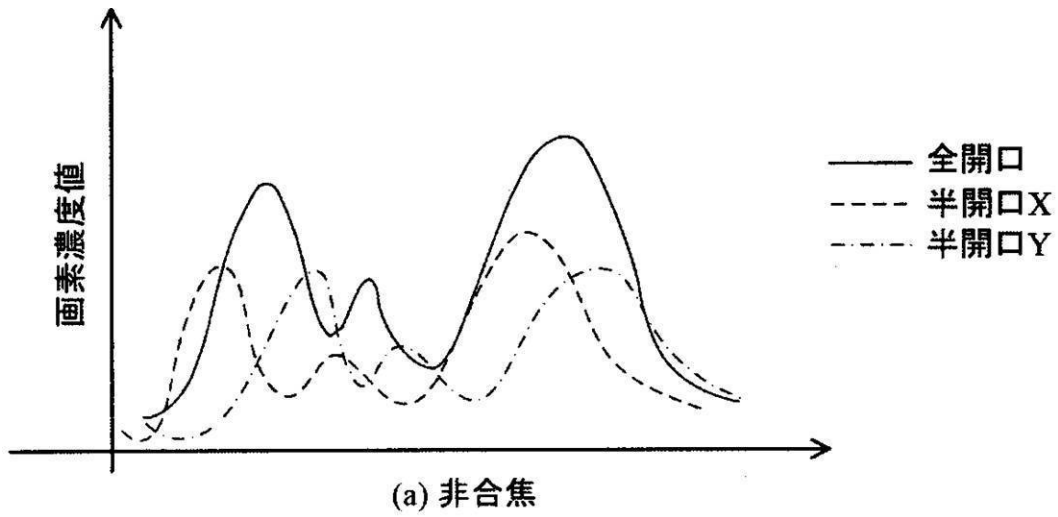
【図2】

(H,V)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
1	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B
2	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
3	G	B	G(X)	B	G(X)	B	G(X)	B	G(X)	B	G(X)	B	G(X)	B	G(X)	B	G(X)	B	G	B
4	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
5	G	B	G(Y)	B	G(Y)	B	G(Y)	B	G(Y)	B	G(Y)	B	G(Y)	B	G(Y)	B	G(Y)	B	G	B
6	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
7	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B
8	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G

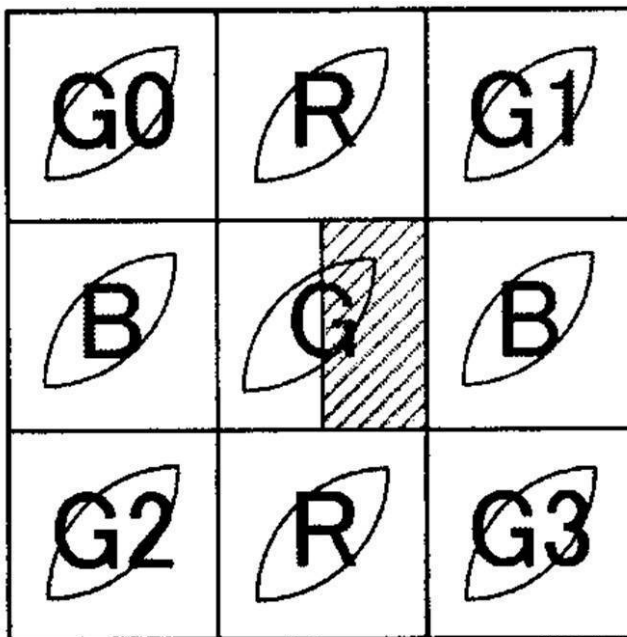
【図3】



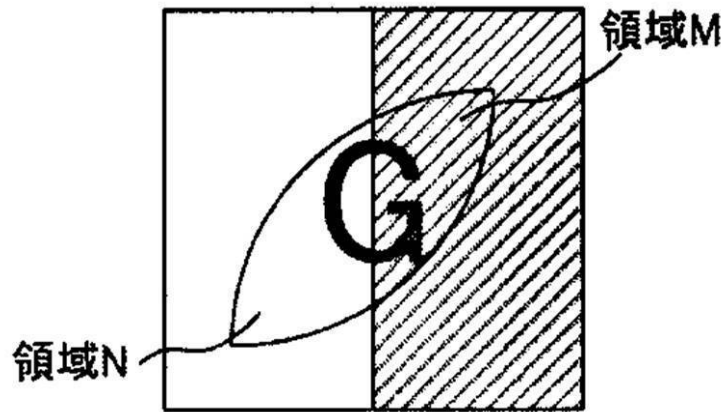
【図4】



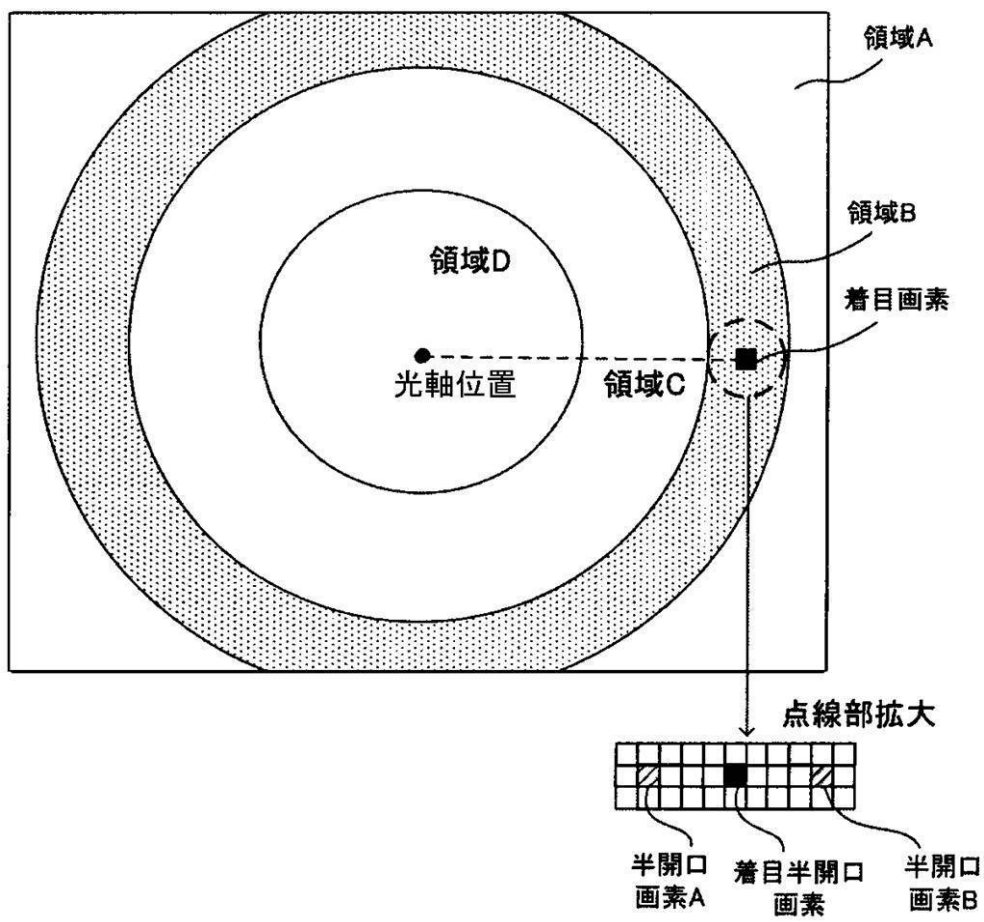
【図5】



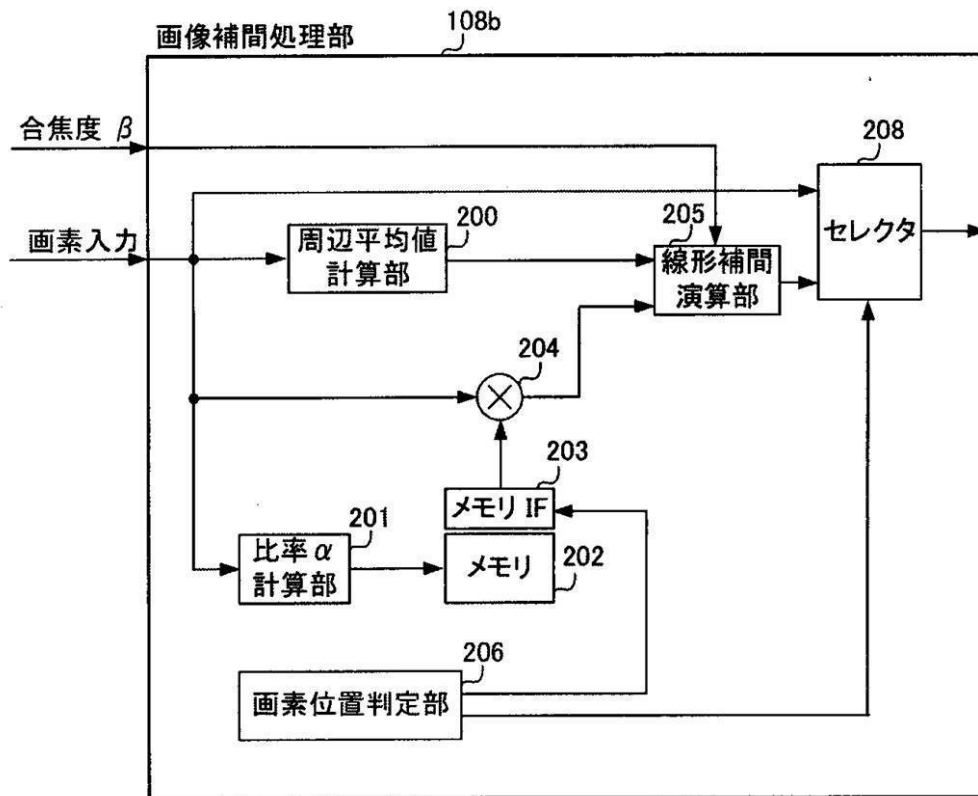
【図6】



【図7】



【図 8】



フロントページの続き

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

審査官 徳 田 賢二

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 5 / 2 3 2
G 0 2 B 7 / 2 8
G 0 2 B 7 / 3 4
G 0 3 B 1 3 / 3 6
H 0 4 N 1 0 1 / 0 0