

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5417827号
(P5417827)

(45) 発行日 平成26年2月19日(2014.2.19)

(24) 登録日 平成25年11月29日(2013.11.29)

(51) Int.Cl.	F 1		
G02B 7/28	(2006.01)	G02B	7/11
G02B 7/34	(2006.01)	G02B	7/11
G02B 7/36	(2006.01)	G02B	7/11
G03B 13/36	(2006.01)	G03B	3/00
HO4N 5/232	(2006.01)	HO4N	5/232

請求項の数 6 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-313479 (P2008-313479)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(22) 出願日	平成20年12月9日 (2008.12.9)	(74) 代理人	100084412 弁理士 永井 冬紀
(65) 公開番号	特開2010-139563 (P2010-139563A)	(74) 代理人	100078189 弁理士 渡辺 隆男
(43) 公開日	平成22年6月24日 (2010.6.24)	(72) 発明者	前田 敏彰 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
審査請求日	平成23年12月6日 (2011.12.6)	審査官	齋藤 阜司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】焦点検出装置及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学系による被写体像から顔に対応する第1検出領域を検出する顔検出手段と、前記第1検出領域内の被写体像のコントラスト情報を検出して前記第1検出領域における前記光学系の焦点調節状態を示す第1焦点検出情報を検出するコントラスト式焦点検出手段と、

複数の第2検出領域を有し、前記第1検出領域内に前記第2検出領域が存在しない場合に、前記第1検出領域の下方に位置する第2検出領域に対して、前記光学系の焦点調節状態を示す第2焦点検出情報を検出する位相差式焦点検出手段と、

前記第1焦点検出情報に対応する前記光学系の第1合焦距離と前記第2焦点検出情報に対応する前記光学系の第2合焦距離との差が所定のしきい値を超える場合に、前記第2焦点検出情報に基づき前記光学系の焦点調節を行い、前記差が前記所定のしきい値以下の場合に、前記第1焦点検出情報に基づき前記光学系の焦点調節を行う焦点調節手段と、を備えることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の焦点検出装置において、前記像面の位置に設けられ、前記光学系を介した光を受光して画像信号を出力する撮像画素と、前記光学系を介した一対の光を受光して一対の焦点検出信号を出力する焦点検出画素とを含む複数の画素を有する撮像手段をさらに備え、前記コントラスト式焦点検出手段は、前記第1検出領域に対応する前記撮像画素から出

10

20

力される前記画像信号に基づいて前記第1焦点検出情報を検出し、

前記位相差式焦点検出手段は、前記一対の焦点検出信号に基づいて前記第2焦点検出情報を検出することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項3】

請求項2に記載の焦点検出装置において、

前記第1検出領域の下方に探索範囲を設定する探索範囲設定手段を更に備え、

前記位相差式焦点検出手段は、前記探索範囲内に位置する前記第2検出領域に対して、前記第2焦点検出情報を検出することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項4】

請求項3に記載の焦点検出装置において、

10

前記焦点調節手段は、前記探索範囲内に位置する前記第2検出領域が存在しない場合に、前記第1焦点検出情報に基づき前記焦点調節を行うことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項5】

請求項2～4のいずれか一項に記載の焦点検出装置において、

前記焦点調節手段により前記第2焦点検出情報に基づく前記光学系の焦点調節が行われた後に、前記コントラスト式焦点検出手段は、前記第1検出領域に対して前記光学系の焦点調節状態を示す第1焦点検出情報を検出し、前記焦点調節手段は、当該第1焦点検出情報に基づき前記焦点調節を行うことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項6】

請求項2～5のいずれか一項に記載の焦点検出装置と、

20

前記撮像手段の出力信号に基づき、画像データを生成する画像処理部とを備えることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点検出装置、焦点調節装置および撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

フォーカシングレンズを所定の間隔で少しづつ移動させながら焦点評価値を算出し（以下、A F (Auto focus；自動焦点調節)サーチという）、焦点評価値が最大となる位置を合焦位置として焦点調節を行うコントラスト検出方式自動焦点調節装置（以下、単にコントラスト方式A Fという）において、撮像画像から人物の顔を検出し、この検出した顔領域に対して焦点評価値を求めるようにしたデジタルカメラが知られている（例えば、特許文献1参照）。

30

【0003】

この出願の発明に関連する先行技術文献としては次のものがある。

【特許文献1】特開2006-208443号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

一般に、人物の顔はコントラストが低く、風景は高周波成分が多く含まれているためコントラストが高い。コントラスト方式A Fは焦点検出エリア内のコントラストの高さに大きく依存しているため、景勝地などで記念撮影を行う場合に背景の高周波部分が焦点検出エリアに含まれると、せっかく人物の顔を焦点検出エリア内に捕捉しても背景の方に合焦してしまうことがある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項1の発明による焦点検出装置は、光学系による被写体像から顔に対応する第1検出領域を検出する顔検出手段と、前記第1検出領域内の被写体像のコントラスト情報を検出して前記第1検出領域における前記光学系の焦点調節状態を示す第1焦点検出情報を検

50

出するコントラスト式焦点検出手段と、複数の第2検出領域を有し、前記第1検出領域内に前記第2検出領域が存在しない場合に、前記第1検出領域の下方に位置する第2検出領域に対して、前記光学系の焦点調節状態を示す第2焦点検出情報を検出する位相差式焦点検出手段と、前記第1焦点検出情報に対応する前記光学系の第1合焦距離と前記第2焦点検出情報に対応する前記光学系の第2合焦距離との差が所定のしきい値を超える場合に、前記第2焦点検出情報に基づき前記光学系の焦点調節を行い、前記差が前記所定のしきい値以下の場合に、前記第1焦点検出情報に基づき前記光学系の焦点調節を行う焦点調節手段と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、焦点検出エリアに含まれる撮影者が意図しない被写体の影響を受けた焦点評価値に基づいて焦点調節が行われるのを防止して、正確に焦点調節を行うことができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

図1は一実施の形態のデジタルカメラの構成を示す図である。撮影レンズ1はフォーカシングレンズを備えており、所定の像面に被写体像を結像する。撮影レンズ1のフォーカシングレンズは、フォーカスマーター10により駆動される。フォーカスマーター10には通常、ステッピングモーターが用いられ、CPU9によりオープンループ制御のパルス駆動が行われる。

20

【0008】

撮像素子2は、撮影レンズ1による像面の位置に設けられている。撮像素子2には、撮像画素が二次元状に配置されるとともに、撮影レンズ1による像面内に予め設定された位相差AF用の焦点検出領域に対応した部分に焦点検出画素が組み込まれている。各撮像画素は、撮影レンズ1を介した光を受光し、その光強度分布に応じた画像信号を出力する。一方、焦点検出画素は後述するように隣接する画素同士が対をなしている。この焦点検出画素の各対は、撮影レンズ1を介した一対の光を受光し、その光強度分布に応じた一対の焦点検出信号を出力する。

【0009】

アナログ信号処理部3は図示しないCDS回路、AGC回路および色分離回路などを備え、撮像素子2の各撮像画素から出力される画像信号と、撮像素子2の各焦点検出画素から出力される焦点検出信号とをそれぞれ処理する。CDS回路では信号が相關二重サンプリング(CDS)処理され、AGC回路では信号のレベル調整が行われる。A/D変換器4は、アナログ信号処理部3から出力される処理後の画像信号および焦点検出信号をデジタル信号に変換する。デジタル信号処理部5は補正回路、輝度信号および色差信号生成回路などの信号処理回路を備え、画像信号に各種処理を施す。

30

【0010】

位相差AF部6は、A/D変換器4によってデジタル信号に変換された焦点検出信号に基づいて、瞳分割型位相差検出方式によるAF演算(位相差AF演算)を行う。表示処理部7は、バッファーメモリ12に保持された画像データ等に基づいて、LCD8に各種画像を表示する処理を行う。LCD8は液晶ディスプレイであり、表示処理部7の制御に応じて各種画像を表示する。

40

【0011】

CPU9は、AE演算機能、AF演算機能、AWB演算機能などを有する。これらの機能により、カメラ全体のシーケンス制御、露出演算制御、焦点検出および焦点調節制御、ホワイトバランス制御などを行う。なお、CPU9が行う焦点検出制御では、A/D変換器4によってデジタル信号に変換された画像データに基づいて、コントラスト方式によるAF演算(コントラストAF演算)を行う。コントラスト方式AFは、像のボケの程度とコントラストとの間に相関があり、焦点が合ったときに像のコントラストが最大になることを利用して焦点合わせを行うものである。コントラストの高低は、画像信号の高周波分

50

を抽出するような評価関数を与え、その評価関数から得られる焦点評価値の大小により評価することができる。

【0012】

焦点評価値のピークを探索する場合には、通常、フォーカシングレンズを無限遠側または至近側に所定量ずらし、そのときに算出される焦点評価値と移動前の焦点評価値とを比較する。移動後の焦点評価値が大きい場合は、より解像感（合焦度合い）が高まる傾向であると見なし、フォーカシングレンズをさらに同一方向に移動して同様の演算と比較を行う。一方、移動後の焦点評価値が小さい場合は、合焦度合いが低くなる傾向であると見なし、フォーカシングレンズを逆方向に移動して同様の演算と比較を行う。このような処理を繰り返し行う、いわゆる“山登り方式AF”によって焦点評価値が最大となる位置、すなわち合焦位置を探す。

10

【0013】

上記のAFサーチとは異なるが、所定位置、例えば無限端から至近端までフォーカシングレンズを移動させつつ、所定間隔で焦点評価値を取得し、全範囲から焦点評価値の最大値を探索する、いわゆる“全域サーチ”を行ってもよい。

【0014】

バッファーメモリ12は、撮像素子2で撮像された複数フレーム分のデータを記憶することができるフレームメモリであり、デジタル信号処理部5で一連の処理が施された画像データが格納される。顔認識演算部11は、バッファーメモリ12に保持されたスルー画表示用の静止画に対して顔認識処理を施し、顔の存在が検出された場合は、CPU9に認識した顔検出エリアの位置と大きさを示す座標を出力する。

20

【0015】

記録・再生信号処理部13は、デジタル信号処理部5で一連の処理が施された画像データの外部記憶装置14への記録制御、および外部記憶装置14に記録された画像データの読み出し制御を行う。外部記憶装置14は、カメラに対して着脱可能な不揮発性の記録媒体であり、記録・再生信号処理部13の制御により画像データを記録する。

【0016】

図2は、撮影レンズ1による像面内に設定された位相差AF用の焦点検出領域の例を示す図である。この焦点検出領域は、後述する焦点検出画素列により焦点検出を行うときに画面上で像をサンプリングする領域（焦点検出エリア、焦点検出位置）の一例である。この一実施の形態では、矩形の像面100内の中央に位相差AF用の焦点検出エリア101が配置される。長方形で示した焦点検出エリア101の長手方向に、複数の焦点検出画素が直線的に配列される。なお、ここでは位相差AF用の焦点検出領域として像面100内に焦点検出エリア101が1つだけ存在する例を示しているが、実際には複数の焦点検出領域が像面100内のそれぞれ異なる位置に設定されている。

30

【0017】

図3は撮像素子2の詳細な構成を示す正面図であり、撮像素子2上の焦点検出エリア101の近傍を拡大して示したものである。撮像素子2は、撮像画素310と、対をなす焦点検出画素313、314から構成される。撮像画素310は水平および垂直方向に2次元状に正方格子配列されており、一方、焦点検出画素313、314は水平方向に配列されている。

40

【0018】

撮像画素310は、図4に示すように、マイクロレンズ20と光電変換部21を備えている。また、焦点検出画素313は、図5(a)に示すように、マイクロレンズ20と光電変換部23を備えている。光電変換部23の形状は、マイクロレンズ20の垂直2等分線に接する左半円である。さらに、焦点検出画素314は、図5(b)に示すように、マイクロレンズ20と光電変換部24を備えている。光電変換部24の形状は、マイクロレンズ20の垂直2等分線に接する右半円である。

【0019】

光電変換部23、24は、マイクロレンズ20を重ね合わせて表示した場合に左右水平

50

方向に並んでおり、マイクロレンズ 20 の垂直 2 等分線に関して対称な形状をしている。焦点検出画素 313 と焦点検出画素 314 は、水平方向（光電変換部 23 と 24 の並び方向）に交互に配置される。これらの撮像画素 310 と焦点検出画素 313、314 の分光感度特性は、図 6 に示すような特性となっている。

【0020】

図 7 は撮像画素 310 の断面図である。撮像画素 310 には、撮像用の光電変換部 21 の前方にマイクロレンズ 20 が配置されており、マイクロレンズ 20 により光電変換部 21 が前方に投影される。光電変換部 21 は半導体回路基板 29 上に形成される。

【0021】

図 8 (a) は、焦点検出画素 313 の断面図である。焦点検出画素 313 には、光電変換部 23 の前方にマイクロレンズ 20 が配置されており、マイクロレンズ 20 により光電変換部 23 が前方に投影される。光電変換部 23 は半導体回路基板 29 上に形成されるとともに、その上にマイクロレンズ 20 が半導体イメージセンサーの製造工程により一体的かつ固定的に形成される。光電変換部 23 はマイクロレンズ 20 の光軸の片側に配置される。10

【0022】

図 8 (b) は、焦点検出画素 314 の断面図である。焦点検出画素 314 では、光電変換部 24 の前方にマイクロレンズ 20 が配置されており、マイクロレンズ 20 により光電変換部 24 が前方に投影される。光電変換部 24 は半導体回路基板 29 上に形成されるとともに、その上にマイクロレンズ 20 が半導体イメージセンサーの製造工程により一体的かつ固定的に形成される。光電変換部 24 はマイクロレンズ 20 の光軸の片側で、かつ光電変換部 23 の反対側に配置される。20

【0023】

図 9 は、マイクロレンズを用いた瞳分割型位相差検出方式の焦点検出光学系の構成を示す。図 9 において、90 は、撮影レンズ 1 (図 1 参照) の予定結像面に配置されたマイクロレンズから前方 d の距離に設定された射出瞳である。この距離 d は、マイクロレンズの曲率、屈折率、マイクロレンズと光電変換部との間の距離などに応じて決まる距離であって、この明細書では測距瞳距離と呼ぶ。91 は交換レンズの光軸、20a ~ 20d はマイクロレンズ、23a、23b、24a、24b は光電変換部、313a、313b、314a、314b は焦点検出画素、73, 74, 83, 84 は焦点検出光束である。30

【0024】

また、93 は、マイクロレンズ 20a、20c により投影された光電変換部 23a、23b の領域であり、この明細書では測距瞳と呼ぶ。図 9 では、説明を解りやすくするために測距瞳 93 を橢円形の領域で示しているが、実際には光電変換部の形状が拡大投影された形状になる。同様に、94 は、マイクロレンズ 20b、20d により投影された光電変換部 24a、24b の領域であり、この明細書では測距瞳と呼ぶ。図 9 では、説明を解りやすくするために測距瞳 94 を橢円形の領域で示しているが、実際には光電変換部の形状が拡大投影された形状になる。

【0025】

図 9 では、隣接する 4 つの焦点検出画素 313a、313b、314a、314b を模式的に例示しているが、その他の焦点検出画素においても光電変換部はそれぞれ対応した測距瞳から各マイクロレンズに到来する光束を受光する。焦点検出画素の配列方向は一対の測距瞳の並び方向、すなわち一対の光電変換部の並び方向と一致させる。40

【0026】

マイクロレンズ 20a ~ 20d は、撮影レンズ 1 (図 1 参照) の予定結像面近傍に配置されている。マイクロレンズ 20a ~ 20d は、それらの背後に配置された光電変換部 23a、23b、24a、24b の形状をマイクロレンズ 20a ~ 20c から測距瞳距離 d だけ離間した射出瞳 90 上に投影する。その投影形状は、測距瞳 93, 94 を形成する。すなわち、投影距離 d にある射出瞳 90 上で各焦点検出画素の光電変換部の投影形状 (測距瞳 93, 94) が一致するように、各焦点検出画素における光電変換部の投影方向が決50

定されている。

【0027】

測距瞳93を通過してマイクロレンズ20aに向う光束73は、マイクロレンズ20a上に像を形成する。光電変換部23aは、形成された像の光強度に対応した信号を出力する。同様に、測距瞳93を通過してマイクロレンズ20cに向う光束83は、マイクロレンズ20c上に像を形成し、光電変換部23bは形成された像の光強度に対応した信号を出力する。

【0028】

また、測距瞳94を通過してマイクロレンズ20bに向う光束74は、マイクロレンズ20b上に像を形成する。光電変換部24aは、形成された像の光強度に対応した信号を出力する。同様に、測距瞳94を通過してマイクロレンズ20dに向う光束84は、マイクロレンズ20d上に像を形成し、光電変換部24bは形成された像の光強度に対応した信号を出力する。

10

【0029】

上述した2種類の焦点検出画素を直線状に多数配置し、各画素の光電変換部の出力を測距瞳93および測距瞳94に対応した出力グループにまとめることによって、測距瞳93および測距瞳94をそれぞれ通過した焦点検出用光束が画素列上に形成する一対の像に対して、像の強度分布に関する情報を得ることができる。図1に示す位相差AF部6は、この情報に対して、相関演算処理や位相差検出処理を施すことによって、いわゆる瞳分割型位相差検出方式で一対の像の像ズレ量を検出する。さらに、像ズレ量に一対の測距瞳の重心間隔に応じた変換演算を行うことによって、予定結像面に対する現在の結像面（予定結像面上のマイクロレンズアレイの位置に対応した焦点検出エリアにおける結像面）の偏差（デフォーカス量）を算出する。

20

【0030】

以上説明したようにして位相差AF部6により求められたデフォーカス量に基づいて、CPU9はフォーカスモーター10を制御して撮影レンズ1のフォーカシングレンズを駆動し、撮影レンズ1の焦点調節を行う。このようにして位相差AFが行われる。

【0031】

一方、コントラストAFでは、CPU9により、顔認識演算部11から出力された座標によって特定される顔検出エリアに基づいて、撮影レンズ1による像面内にコントラストAF用の焦点検出領域を設定する。たとえば図10に示すような画像の顔検出エリアに対して、この顔検出エリアと一致する領域をコントラストAF用の焦点検出領域30に設定する。なお、顔検出エリアとコントラストAF用の焦点検出領域30とは完全に一致しなくてもよい。たとえば、顔検出エリアの一部分のみをコントラストAF用の焦点検出領域30に設定してもよい。あるいは、顔検出エリアよりも大きな範囲をコントラストAF用の焦点検出領域30に設定してもよい。

30

【0032】

上記のようにして設定された焦点検出領域30に対応する撮像画素から出力される画像信号に基づいて、CPU9の制御により、前述したように撮影レンズ1のフォーカシングレンズを移動させて焦点評価値が最大となる合焦位置を探す。合焦位置が求められたら、撮影レンズ1のフォーカシングレンズをその合焦位置まで駆動し、撮影レンズ1の焦点調節を行う。このようにしてコントラストAFが行われる。

40

【0033】

ところで、顔検出エリアを焦点検出領域30としてコントラストAFを行うと、図11に示すようなフォーカシングレンズの位置に対する焦点評価値の特性曲線が得られる場合がある。背景の被写体には高周波成分が多く含まれるため、背景のみの焦点評価値の特性曲線は図11に破線で示す特性曲線になる。一方、人の顔はコントラスト変化（空間周波数変化）が小さいため、人物のみの焦点評価値の特性曲線は図11に実線で示すような特性曲線になる。図10に示すように、焦点検出領域30内において人物の顔と背景などが重なっている、つまり遠近競合している場合、背景の特性曲線（破線）と人物の特性曲線

50

(実線)とが合成された焦点評価値の特性曲線が得られることがある。

【0034】

このような焦点評価値の特性曲線に基づいて合焦探索を行うと、本来の主要被写体である人物の位置(図11に示すレンズ位置L2)ではなく、背景の位置に相当するレンズ位置L4を目標駆動位置としてレンズ駆動を行ってしまう。これではせっかく顔検出機能により焦点検出エリアを設定したにも関わらず、人物に正しく合焦していないピンボケ写真となってしまう。

【0035】

上記のような問題に対処するために、本実施の形態では、図12のフローチャートに示す処理を実行することで、撮影の状況に応じて位相差AFとコントラストAFのいずれかを適切に選択して撮影レンズ1の焦点調節を行う。以下、図12のフローチャートに従って処理の内容を説明する。

10

【0036】

ステップS10では、顔認識演算部11により顔認識処理を実行する。この顔認識処理によって検出された顔検出エリアの情報は、前述のようにCPU9へ出力される。ステップS20では、CPU9により、ステップS10の顔認識処理によって得られた顔検出エリアに基づいて、コントラストAF用の焦点検出領域を設定する。これにより、たとえば顔検出エリアと一致する図10の焦点検出領域30が設定される。

【0037】

ステップS30では、CPU9により、ステップS20で設定したコントラストAF用の焦点検出領域内に、撮影レンズ1による像面内に複数設定されている位相差AF用の焦点検出領域のうちいずれかが存在するか否かを判定する。コントラストAF用の焦点検出領域内に少なくとも1つの位相差AF用の焦点検出領域が存在する場合は、ステップS120へ進む。一方、コントラストAF用の焦点検出領域内に位相差AF用の焦点検出領域が1つも存在しない場合は、ステップS40へ進む。

20

【0038】

たとえば図13のように、撮影レンズ1による像面内において、一点鎖線41, 42および43でそれぞれ示すような位置に位相差AF用の焦点検出領域が設定されているとする。また、顔認識処理によって検出された顔検出エリアに対して、コントラストAF用の焦点検出領域30が設定されたとする。このような場合、焦点検出領域30内には位相差AF用の焦点検出領域が存在しないため、ステップS40へ進む。

30

【0039】

ステップS40では、CPU9により、ステップS20で設定したコントラストAF用の焦点検出領域に基づいて、デフォーカス量の検出対象とする位相差AF用の焦点検出領域を探索するための探索エリアを撮影レンズ1による像面内に設定する。ここでは、コントラストAF用の焦点検出領域に対して、その下方に位置する所定範囲の領域を探索エリアに設定する。例えば図14に示すように、焦点検出領域30の下方に隣接する同じ大きさの探索エリア31を設定する。これにより、顔検出エリアに位相差AF用の焦点検出領域がなくても、当該人物の襟元や胸元までデフォーカス量を検出する位相差AF用の焦点検出領域の範囲を拡張することができる。なお、焦点検出領域30と探索エリア31の大きさは違っていてもよい。また、撮影レンズ1の光軸回りにカメラの向きが変化した場合、その向きの変化に応じて、コントラストAF用の焦点検出領域に対する探索エリアの設定方向を変化させることができ。すなわち、カメラの向きが変化しても、コントラストAF用の焦点検出領域に対して探索エリアが常に下方に位置するようにする。

40

【0040】

ステップS50では、CPU9により、ステップS40で設定した探索エリア内に位相差AF用の焦点検出領域が存在するか否かを判定する。探索エリア内に少なくとも1つの位相差AF用の焦点検出領域が存在する場合は、ステップS60へ進む。一方、探索エリア内に位相差AF用の焦点検出領域が1つも存在しない場合は、ステップS130へ進む。前述した図14の例では、探索エリア31と一点鎖線42とが重なっていることから、

50

この一点鎖線 4 2 により示される位相差 A F 用の焦点検出領域が探索エリア 3 1 内に存在すると判定してステップ S 6 0 へ進む。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 6 0 では、位相差 A F 部 6 により、ステップ S 5 0 で探索エリア内にあると判定した位相差 A F 用の焦点検出領域に対してデフォーカス量を検出する。すなわち、当該焦点検出領域に対応して配置された焦点検出画素から出力される一対の焦点検出信号に基づいて、一対の像のずれ量を表すデフォーカス量を算出する。

【 0 0 4 2 】

なお、図 1 4 における探索エリア 3 1 の位置は、焦点検出領域 3 0 の位置を基準として、ステップ S 1 0 で顔認識された人物の像が延在する方向にある。ステップ S 6 0 では、この探索エリア 3 1 内に存在する位相差 A F 用の焦点検出領域に対してデフォーカス量を検出する。換言すれば、ステップ S 6 0 において位相差 A F 部 6 は、複数の位相差 A F 用の焦点検出領域のうち、焦点検出領域 3 0 を基準として撮影レンズ 1 による像が延在する方向に位置する位相差 A F 用の焦点検出領域に対して、デフォーカス量を検出する。すなわち、コントラスト A F 用の焦点検出領域として設定された顔に対応する領域の下方に位置する位相差 A F 用の焦点検出領域に対して、デフォーカス量を検出する。

10

【 0 0 4 3 】

ステップ S 7 0 では、C P U 9 により、ステップ S 6 0 で検出したデフォーカス量に対応する合焦距離（合焦距離 A と称する）を算出する。この合焦距離 A は、フォーカシングレンズをデフォーカス量に応じて移動させたときの合焦位置に対応して決まり、カメラからピントが合う被写体までの撮影距離に相当する。

20

【 0 0 4 4 】

ステップ S 8 0 では、C P U 9 により、ステップ S 2 0 で設定したコントラスト A F 用の焦点検出領域に対して焦点評価値を検出する。ここでは前述のように、フォーカシングレンズの移動と、コントラスト A F 用の焦点検出領域に対応する撮像画素から出力される画像信号に基づく焦点評価値の検出とを繰り返し行い、最大焦点評価値が得られる合焦位置を求める。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 9 0 では、C P U 9 により、ステップ S 8 0 で検出した最大焦点評価値に対応する合焦距離（合焦距離 B と称する）を算出する。この合焦距離 B は、最大焦点評価値が得られたときのフォーカシングレンズの位置、すなわち合焦位置に対応して決まり、ステップ S 7 0 で得られた合焦距離 A と同様にカメラからピントが合う被写体までの撮影距離に相当する。

30

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 0 0 では、C P U 9 により、ステップ S 9 0 、 S 7 0 でそれぞれ算出した合焦距離 B と合焦距離 A との差（B - A）が所定のしきい値 t h よりも大きいか否かを判定する。B - A の値がしきい値 t h を超える場合、すなわち合焦距離 A よりも合焦距離 B の方が大きく、さらにその差がしきい値 t h を上回っている場合は、ステップ S 1 1 0 へ進む。一方、B - A の値がしきい値 t h 以下である場合は、ステップ S 1 4 0 へ進む。なお、この判定に用いるしきい値 t h は、被写界深度に基づいて決定することが好ましい。ここで被写界深度は、撮影レンズ 1 の実焦点距離と絞りに基づいて求めることができる。

40

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 1 0 では、C P U 9 により、ステップ S 6 0 で検出したデフォーカス量に基づく位相差 A F を行う。すなわち、フォーカスモーター 1 0 を用いて、デフォーカス量に対応する合焦位置へとフォーカシングレンズを駆動させることにより、撮影レンズ 1 の焦点調節を行う。合焦距離 B と合焦距離 A との差が大きい場合にコントラスト A F を行うと、前述のように背景の位置に相当するレンズ位置を目標駆動位置として焦点調節を行ってしまう危険性がある。したがって、このような場合はステップ S 1 1 0 を実行して位相差 A F を行うことで、正確に焦点調節を行うようにする。ステップ S 1 1 0 を実行したら、図 1 2 のフローチャートに示す処理を終了する。

50

【0048】

一方、ステップS100においてB-Aがしきい値th以下であると判定した場合は、ステップS140において、CPU9により、ステップS80で検出した焦点評価値に基づくコントラストAFを行う。すなわち、フォーカスモーター10を用いて、最大焦点評価値が得られたときの合焦位置へとフォーカシングレンズを駆動させることにより、撮影レンズ1の焦点調節を行う。ステップS140を実行したら、図12のフローチャートに示す処理を終了する。

【0049】

以上説明したような処理を実行することで、焦点評価値とデフォーカス量をそれぞれ検出し、これらの値に基づいて、当該焦点評価値に応じて撮影レンズ1を焦点調節するか否かをステップS100において判定することができる。すなわち、合焦距離Bと合焦距離Aとの差が所定のしきい値thを超える場合、焦点評価値に応じて撮影レンズ1を焦点調節しないと判定してステップS110へ進み、位相差AFにより焦点調節を行う。一方、合焦距離Bと合焦距離Aとの差がしきい値th以下である場合は、焦点評価値に応じて撮影レンズ1を焦点調節すると判定してステップS140へ進み、コントラストAFにより焦点調節を行う。これにより、撮影の状況に応じて位相差AFとコントラストAFのいずれかを適切に選択して撮影レンズ1の焦点調節を行うことができる。

10

【0050】

なお、ステップS30においてコントラストAF用の焦点検出領域内に位相差AF用の焦点検出領域が存在すると判定された場合、ステップS120において、位相差AF部6により、当該位相差AF用の焦点検出領域に対して、ステップS60と同様にデフォーカス量を検出する。ここで、コントラストAF用の焦点検出領域内に複数の位相差AF用の焦点検出領域が存在する場合は、そのいずれかを選択してデフォーカス量を検出してもよい。あるいは、該当する全ての焦点検出領域についてデフォーカス量を検出してもよい。この場合、検出したデフォーカス量のうちいずれか、たとえば最至近を示すデフォーカス量を焦点調節用のデフォーカス量として選択してもよいし、検出した各デフォーカス量の平均値を求めてよい。ステップS120を実行したらステップS110へ進み、CPU9により、ステップS120で検出したデフォーカス量に基づく位相差AFを行う。

20

【0051】

以上説明したように、位相差AF用の焦点検出領域がコントラストAF用の焦点検出領域内にある場合は、ステップS100の判定を行わずに、位相差AFによる焦点調節を行う。これにより、顔検出エリアに対応する位相差AF用の焦点検出領域がある場合は、位相差AFを優先して実行することで適切に撮影レンズ1の焦点調節を行うことができる。なお、このときステップS120において適切なデフォーカス量が得られなかった場合は、位相差AFに替えてコントラストAFを用いてよい。

30

【0052】

上記のとおり、位相差AF部6は、ステップS120では、コントラストAF用の焦点検出領域30内に存在する位相差AF用の焦点検出領域に対してデフォーカス量を検出する。一方、前述のステップS60では、焦点検出領域30の周囲に設定された探索エリア31内に存在する位相差AF用の焦点検出領域に対してデフォーカス量を検出する。総括すると、位相差AF部6は、撮影レンズ1による像面内の焦点検出領域30およびその周囲（すなわち、焦点検出領域30を含む範囲）に設定された位相差AF用の焦点検出領域に対して、デフォーカス量を検出するものである。なお、探索エリアを設定する代わりに、焦点検出領域30の近傍に設定された位相差AF用の焦点検出領域を選択するようにしてもよい。

40

【0053】

また、ステップS50において探索エリア内に位相差AF用の焦点検出領域が存在しないと判定された場合、ステップS130において、CPU9により、コントラストAF用の焦点検出領域に対して、ステップS80と同様に焦点評価値を検出する。ステップS130を実行したらステップS140へ進み、CPU9により、ステップS130で検出し

50

た焦点評価値に基づくコントラスト A F を行う。

【0054】

ステップ S 110において位相差 A F を行った後、さらにコントラスト A F を行うよう 10 にしてもよい。このような焦点調節の方法はハイブリッド A F と呼ばれている。このハイブリッド A F における時間経過に応じたフォーカシングレンズの位置変化の様子を、図 15 に示す例により以下に説明する。

【0055】

最初に時刻 T 0において、フォーカシングレンズが位置 L 0 にあり、位置 L 2 を合焦位置とするデフォーカス量が検出されたとする。この場合、時刻 T 0 から T 1 の間に、フォーカシングレンズを位置 L 2 よりも所定量だけ手前の位置 L 1 へ移動させる。その後、時刻 T 1 から T 2 の間にコントラスト A F を行い、位置 L 1 、 L 2 および L 3 においてそれぞれ焦点評価値 V a 、 V b および V c をそれぞれ取得する。なお、位置 L 1 、 L 2 および L 3 はいずれも等間隔に設定される。こうして取得した焦点評価値 V a 、 V b および V c の中から最大のものを選択し、その最大焦点評価値に対応する位置へとフォーカシングレンズを移動させる。このようにして焦点調節を行う。

【0056】

上記のハイブリッド A F により、位相差 A F とコントラスト A F それぞれの利点を生かした焦点調節を行うことができる。すなわち、位相差 A F を利用して素早く焦点調節を行うと共に、コントラスト A F を利用してより正確に焦点調節を行うことができる。なお、撮影状況などに応じて、通常の位相差 A F とハイブリッド A F のいずれか一方を選択的に用いるようにしてもよい。

【0057】

以上説明した実施の形態によれば、次の作用効果を奏する。

【0058】

(1) C P U 9 は、撮影レンズ 1 による像面内に設定されたコントラスト A F 用の焦点検出領域に対して、撮影レンズ 1 の焦点調節状態を示す焦点評価値を検出する(ステップ S 80)。また位相差 A F 部 6 は、C P U 9 とは異なる方法で、像面内のコントラスト A F 用の焦点検出領域を含む範囲に設定された位相差 A F 用の焦点検出領域に対して、撮影レンズ 1 の焦点調節状態を示すデフォーカス量を検出する(ステップ S 60)。こうして検出した焦点評価値とデフォーカス量に基づいて、C P U 9 は、コントラスト A F により焦点評価値に応じて撮影レンズ 1 を焦点調節するか否かを判定する(ステップ S 100)。このようにしたので、焦点検出エリアに含まれる撮影者が意図しない被写体の影響を受けた焦点評価値に基づいて焦点調節が行われるのを防止して、正確に焦点調節を行うことができる。

【0059】

(2) ステップ S 100において、C P U 9 は、ステップ S 80 で検出した焦点評価値のうちの最大焦点評価値に対応する合焦距離 B と、ステップ S 60 で検出したデフォーカス量に対応する合焦距離 A との差が所定のしきい値 t h を超える場合に、コントラスト A F を行わないとしてステップ S 110 へ進む。すなわち、焦点評価値に応じて撮影レンズ 1 を焦点調節しないと判定する。これにより、背景の位置に相当するレンズ位置を目標駆動位置とした焦点調節が行われるのを回避することができる。

【0060】

(3) C P U 9 は、位相差 A F 用の焦点検出領域がコントラスト A F 用の焦点検出領域内にあるか否かを判定し(ステップ S 30)、ある場合は、ステップ S 100 の判定を行わずに、ステップ S 120 、 S 110 の処理によって位相差 A F による焦点調節を行う。したがって、顔検出エリアに対応する位相差 A F 用の焦点検出領域がある場合は、位相差 A F を優先して実行することで適切に撮影レンズ 1 の焦点調節を行うことができる。

【0061】

(4) 位相差 A F 部 6 は、ステップ S 60 において、予め設定された複数の位相差 A F 用の焦点検出領域のうち、ステップ S 20 で設定されたコントラスト A F 用の焦点検出領域

10

20

30

40

50

を基準として撮影レンズ1による像が延在する方向に位置する位相差AF用の焦点検出領域に対して、デフォーカス量を検出する。換言すると、CPU9は、撮影レンズ1による像のうち顔に対応する領域を検出し(ステップS10)、この顔に対応する領域をコントラストAF用の焦点検出領域として設定する(ステップS20)。また、位相差AF部6は、ステップS60において、当該顔に対応する領域の下方に位置する位相差AF用の焦点検出領域に対して、デフォーカス量を検出する。したがって、顔検出エリアに対応する位相差AF用の焦点検出領域がない場合であっても、適切な焦点検出領域を選択してデフォーカス量を検出することができる。

【0062】

(5) CPU9は、ステップS20で設定したコントラストAF用の焦点検出領域に基づいて、撮影レンズ1による像における位相差AF用の焦点検出領域の探索範囲を設定する(ステップS40)。位相差AF部6は、ステップS60において、この探索範囲内に位置する位相差AF用の焦点検出領域に対して、デフォーカス量を検出する。したがって、上記と同様に、顔検出エリアに対応する位相差AF用の焦点検出領域がない場合であっても、適切な焦点検出領域を選択してデフォーカス量を検出することができる。

10

【0063】

(6) 撮像素子2は、撮影レンズ1による像面の位置に設けられ、撮影レンズ1を介した光を受光して画像信号を出力する撮像画素と、撮影レンズ1を介した一対の光を受光して一対の焦点検出信号を出力する焦点検出画素とを含む複数の画素を有する。CPU9は、ステップS80において、コントラストAF用の焦点検出領域に対応する撮像画素から出力される画像信号に基づいて焦点評価値を検出する。また、位相差AF部6は、ステップS60において、焦点検出画素から出力される一対の焦点検出信号に基づいてデフォーカス量を検出する。したがって、撮像素子2による1回の撮像で画像信号と焦点検出信号を両方取得して、焦点評価値とデフォーカス量をそれぞれ検出することができる。

20

【0064】

(7) CPU9は、ステップS80で検出した焦点評価値とステップS60で検出したデフォーカス量とのいずれか少なくとも一方に基づいて、フォーカスモーター10を制御してフォーカシングレンズを駆動し、撮影レンズ1の焦点調節を行う(ステップS110、S140)。これにより、ステップS100の判定結果に応じて適切に焦点調節を行うことができる。

30

【0065】

(8) なお、ステップS110においてCPU9は、ハイブリッドAFを用いてもよい。ハイブリッドAFを用いる場合、最初に位相差AFによりデフォーカス量に基づく撮影レンズ1の焦点調節を行い、その後に、焦点評価値を検出してコントラストAFにより撮影レンズ1の焦点調節を行う。このようにすれば、位相差AFとコントラストAFそれぞれの利点を生かして、正確かつ素早い焦点調節を行うことができる。

【0066】

なお、以上説明した実施の形態では、撮像素子2に配置された焦点検出画素からの焦点検出信号に基づいてデフォーカス量を検出することとしたが、焦点検出信号を出力するための焦点検出装置を撮像素子2とは別個に設けてもよい。すなわち、撮影レンズ1を介した光束の一部を分岐して焦点検出装置に導き、この焦点検出装置において、瞳分割型位相差検出方式により一対の像の像ズレ量を検出するようにしてもよい。この場合、撮像素子2は焦点検出画素を有さず、撮像画素のみが配置されたものであってもよい。

40

【0067】

また、上記の実施の形態では、顔認識処理によって人物の顔を検出し、その検出結果に応じてコントラストAF用の焦点検出領域を設定することとしたが、検出する対象は人物の顔に限らず、動物、植物、工業製品などであっても良いことは言うまでもない。さらに、このような対象の検出を行わずにコントラストAF用の焦点検出領域を設定してもよい。たとえば、ユーザがスルー画上で指定した領域をコントラストAF用の焦点検出領域に設定してもよい。

50

【0068】

上記の実施の形態では、コントラストAFと位相差AFのいずれか少なくとも一方を選択して焦点調節を行うこととしたが、これとは別のAF方式を選択するようにしてもよい。たとえば、アクティブAF方式と外光パッシブAF方式のいずれかを選択してもよい。異なる2つのAF方式のいずれか少なくとも一方を撮影状況に応じて適切に選択して焦点調節を行う限り、どのようなものであっても本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】一実施の形態のデジタルカメラの構成を示す図である。

【図2】撮影レンズによる像面内に設定された位相差AF用の焦点検出領域の例を示す図 10 である。

【図3】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

【図4】撮像画素の詳細を示す正面図である。

【図5】焦点検出画素の詳細を示す正面図である。

【図6】撮像画素と焦点検出画素の分光感度特性を示す図である。

【図7】撮像画素の断面図である。

【図8】焦点検出画素の断面図である。

【図9】マイクロレンズを用いた瞳分割型位相差検出方式の焦点検出光学系の構成を示す図である。

【図10】焦点検出領域の設定例を示す図である。

20

【図11】焦点検出領域内に人物の顔と背景とが重なっている場合の、フォーカシングレンズ位置に対する焦点評価値の特性曲線の例を示す図である。

【図12】撮影の状況に応じて位相差AFとコントラストAFのいずれかを適切に選択して撮影レンズの焦点調節を行う際に実行される処理のフローチャートである。

【図13】撮影レンズによる像面内における位相差AF用の焦点検出領域とコントラストAF用の焦点検出領域との設定例を示す図である。

【図14】探索エリアの設定例を示す図である。

【図15】ハイブリッドAFにおける時間経過に応じたフォーカシングレンズの位置変化の様子を示す図である。

【符号の説明】

30

【0070】

1 撮影レンズ

2 撮像素子

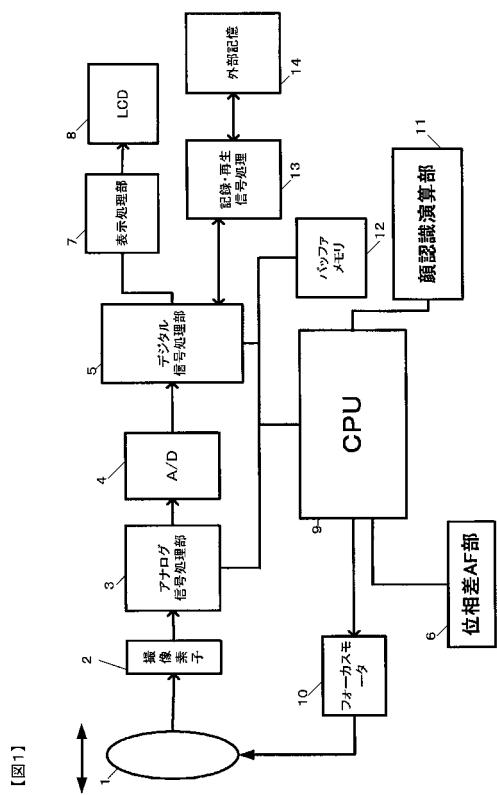
6 位相差AF部

9 CPU

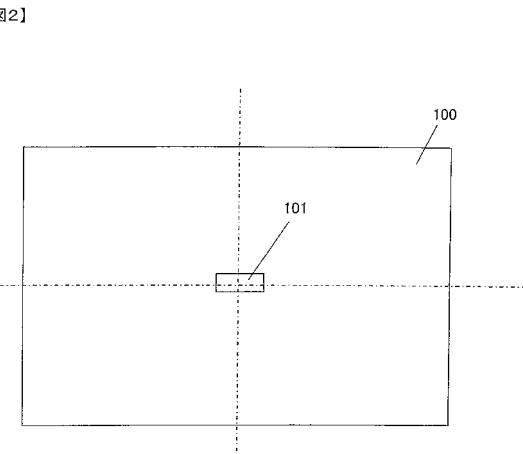
10 フォーカスモーター

11 顔認識演算部

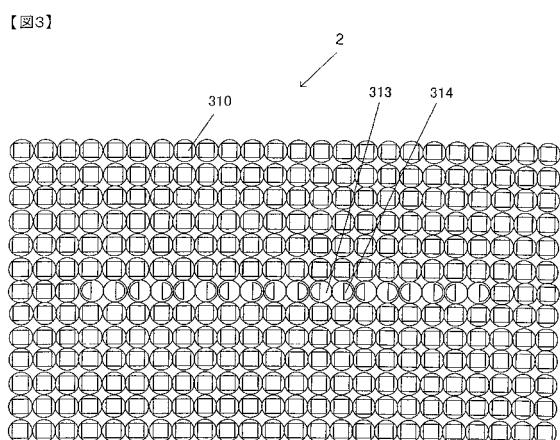
【図1】



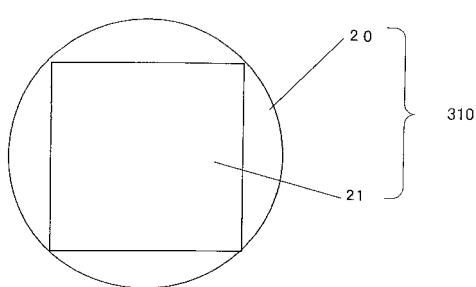
【図2】



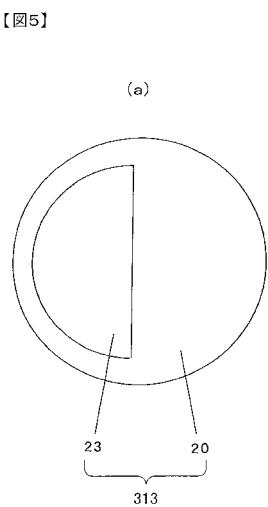
【図3】



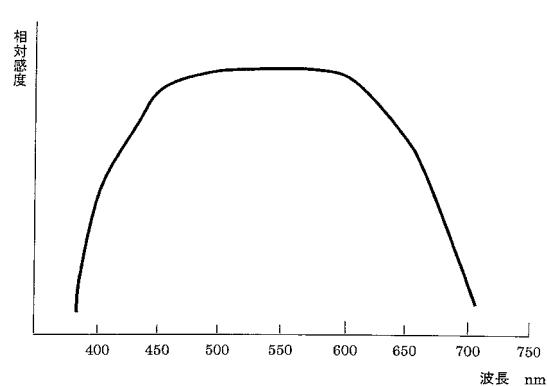
【図4】



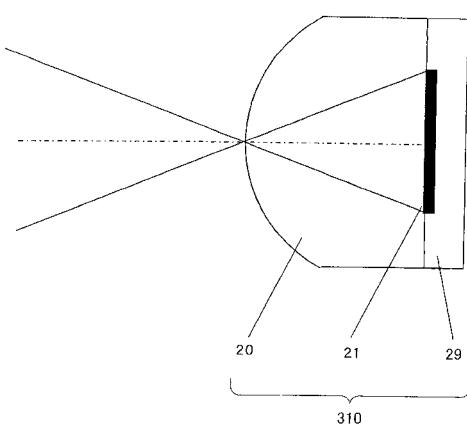
【図5】



【図6】



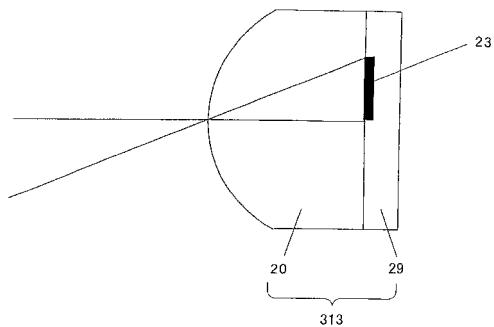
【図7】



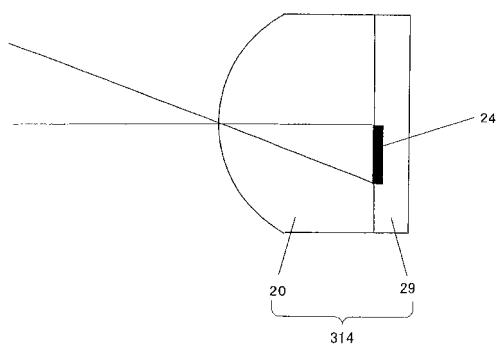
【図8】

【図8】

(a)

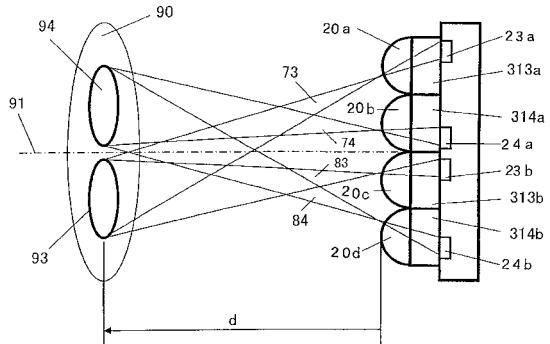


(b)

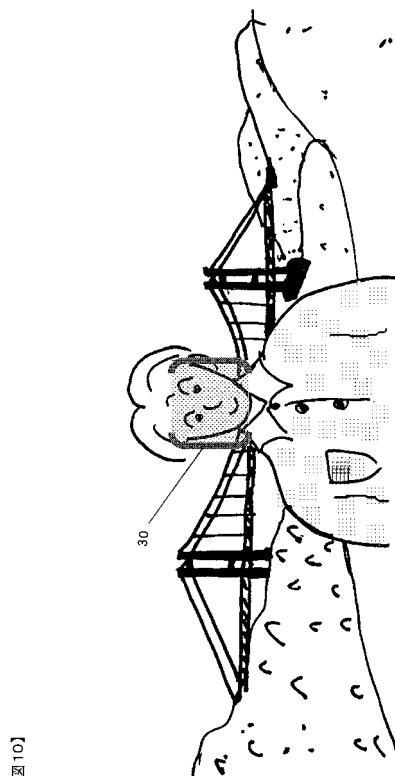


【図 9】

【図9】

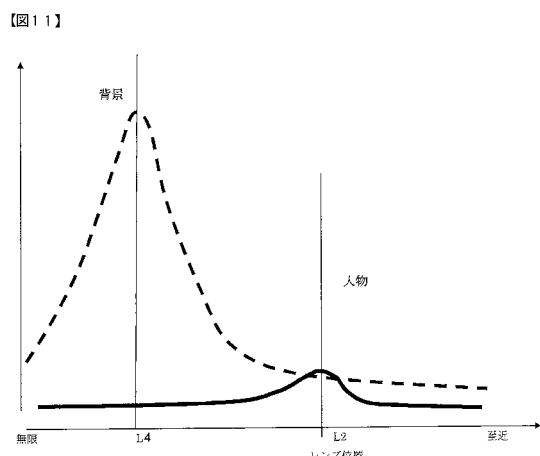


【図 10】

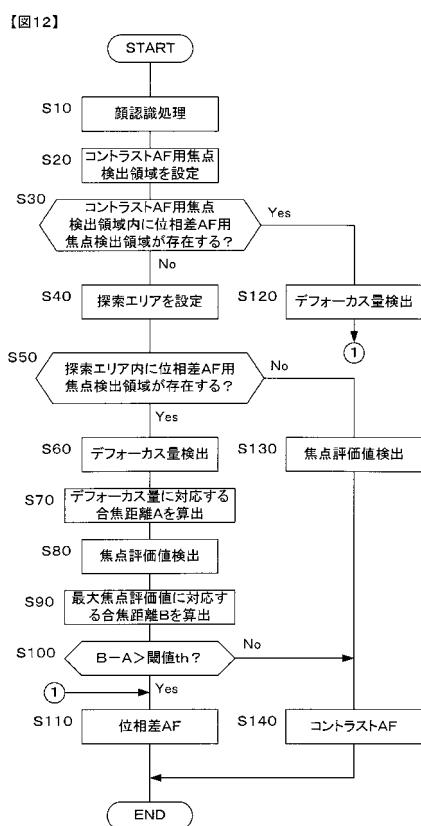


【図10】

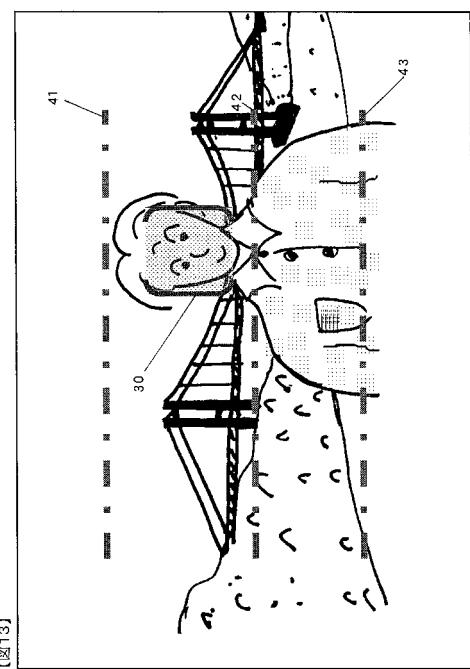
【図 11】



【図 12】

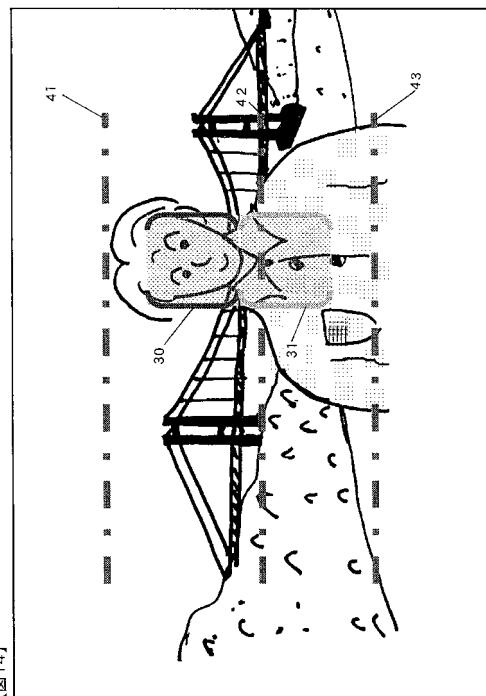


【図 1 3】



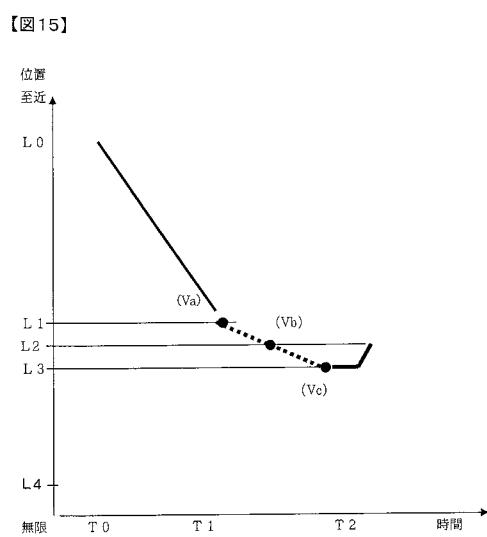
【図13】

【図 1 4】



【図14】

【図 1 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 04N 101/00 (2006.01) H 04N 101:00

(56)参考文献 特開2008-070428 (JP, A)
特開2008-070640 (JP, A)
特開2001-264622 (JP, A)
特開2007-179029 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 7 / 28
G 02 B 7 / 34
G 02 B 7 / 36
G 03 B 13 / 36
H 04 N 5 / 232
H 04 N 101 / 00