

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4678603号  
(P4678603)

(45) 発行日 平成23年4月27日(2011.4.27)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4N 5/232	(2006.01)	HO4N 5/232	A
HO4N 5/225	(2006.01)	HO4N 5/225	Z
HO4N 5/91	(2006.01)	HO4N 5/91	F
GO6T 3/00	(2006.01)	HO4N 5/91	J
HO4N 1/387	(2006.01)	GO6T 3/00	300

請求項の数 5 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2007-112146 (P2007-112146)

(22) 出願日

平成19年4月20日 (2007.4.20)

(65) 公開番号

特開2008-271240 (P2008-271240A)

(43) 公開日

平成20年11月6日 (2008.11.6)

審査請求日

平成22年4月8日 (2010.4.8)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 306037311

富士フィルム株式会社

東京都港区西麻布2丁目26番30号

(74) 代理人 100083116

弁理士 松浦 憲三

(72) 発明者 田丸 雅也

埼玉県朝霞市泉水3丁目11番46号 富士フィルム株式会社内

審査官 吉川 康男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置及び撮像方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定の移動量で離散的に焦点位置を移動して順次画像を撮影することにより複数の画像を得るフォーカスプラケット撮影手段であって、前記所定の移動量を、撮影条件で決まる被写界深度が浅いときは小さく、被写界深度が深いときは大きくなるように変更することで前記複数の画像の枚数を変更するフォーカスプラケット撮影手段と、

前記フォーカスプラケット撮影手段により撮影された複数の画像の中から選択された1枚の基準画像内の被写体の特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、

前記複数の画像のうち前記基準画像以外の画像内の前記特徴点に対応する被写体の対応点を検出する対応点検出手段と、

前記対応点の座標がそれぞれ対応する前記特徴点の座標に一致するように前記基準画像以外の前記複数の画像を変形する画像変形手段と、

前記変形された画像を含む複数の画像の画素毎の鮮鋭度を算出する鮮鋭度算出手段と、

画面全体に焦点の合った全焦点画像を得る画像合成手段であって、前記変形された画像を含む複数の画像間で対応する画素のうち最も鮮鋭度の高い画素を選択して、該選択された画素を合成する画像合成手段と、

前記画像合成手段により得られた全焦点画像を記録媒体に記録する記録手段と、

を備え、

前記画像合成手段は、前記変形された画像を含む複数の画像間で対応する画素毎の鮮鋭度の高い画素の重みを大きくするように加重平均して画素毎に合成することを特徴とする

撮像装置。

【請求項 2】

前記対応点検出手段は、前記焦点位置の移動に伴い、前記対応点の位置が画面中心から放射方向に変化又は画面中心へ放射方向に変化することを予測し、前記予測結果に基づいて前記対応点を検出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】

前記対応点検出手段は、前記焦点位置の移動に伴う前記対応点の移動量を予測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】

前記画像変形手段は、ワーピングを用いて画像を変形することを特徴とする請求項 1 から3のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 5】

所定の移動量で離散的に焦点位置を移動して順次画像を撮影することにより複数の画像を得るフォーカスプラケット撮影工程であって、前記所定の移動量を、撮影条件で決まる被写界深度が浅いときは小さく、被写界深度が深いときは大きくなるように変更することで前記複数の画像の枚数を変更するフォーカスプラケット撮影工程と、

前記フォーカスプラケット撮影工程により撮影された複数の画像の中から選択された1枚の基準画像内の被写体の特徴点を抽出する特徴点抽出工程と、

前記複数の画像のうち前記基準画像以外の画像内の前記特徴点に対応する被写体の対応点を検出する対応点検出工程と、

前記対応点の座標がそれぞれ対応する前記特徴点の座標に一致するように前記基準画像以外の前記複数の画像を変形する画像変形工程と、

前記変形された画像を含む複数の画像の画素毎の鮮鋭度を算出する鮮鋭度算出工程と、

画面全体に焦点の合った全焦点画像を得る画像合成工程であって、前記変形された画像を含む複数の画像間で対応する画素のうち最も鮮鋭度の高い画素を選択して、該選択された画素を合成する画像合成工程と、

前記画像合成工程により得られた全焦点画像を記録媒体に記録する記録工程と、

を備え、

前記画像合成工程は、前記変形された画像を含む複数の画像間で対応する画素毎の鮮鋭度の高い画素の重みを大きくするように加重平均して画素毎に合成することを特徴とする撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像装置、画像処理装置、撮像方法、及び画像処理方法に係り、特に焦点位置の異なる複数の画像を合成することにより、全焦点画像やぼけ強調画像を得る撮像装置、画像処理装置、撮像方法、及び画像処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、焦点位置を変更しながら連続して撮影を行うフォーカスプラケット撮影により撮影された複数の画像を合成処理することにより、ぼけのコントロールを行った画像や、画面全体に焦点の合った全焦点画像を得ることが行われてきた。しかしこの合成処理は、連続して撮影を行う間に手ブレや被写体ブレがあると処理に使用する画像間の相関度が下がり、意図した画像が得られないという問題があった。

【0003】

特許文献1は、焦点距離の異なる複数画像を画像合成処理してぼけコントロール画像を作成する場合に、通常撮影モードにおける撮影条件とは異なる撮影条件に切り換えることにより、合成処理に適した撮影条件で画像を取得することができる撮像装置について開示している。特許文献1に記載の撮像装置によれば、フォーカスプラケット撮影時に、可能な限り撮像素子の露光時間が短くなるような絞り値とその最短露光時間との組み合わせと

10

20

30

40

50

なるような露光条件を採用することにより、画像のぶれを最小限に抑えることが可能となる。

【特許文献1】特開2002-84444号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の撮像装置のように可能な限り露光時間が短くなる露光条件に設定しても、手ブレや被写体ブレを起こす可能性は残り、この場合には意図した画像が得られないという欠点があった。本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、手ブレや被写体ブレのあるシーンにおいても、意図した全焦点画像やぼけ強調画像を得ることができる撮像装置、画像処理装置、撮像方法、及び画像処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記目的を達成するために本発明に係る撮像装置は、所定の移動量で離散的に焦点位置を移動して順次画像を撮影することにより複数の画像を得るフォーカスプラケット撮影手段であって、前記所定の移動量を、撮影条件で決まる被写界深度が浅いときは小さく、被写界深度が深いときは大きくなるように変更することで前記複数の画像の枚数を変更するフォーカスプラケット撮影手段と、前記フォーカスプラケット撮影手段により撮影された複数の画像の中から選択された1枚の基準画像内の被写体の特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、前記複数の画像のうち前記基準画像以外の画像内の前記特徴点に対応する被写体の対応点を検出する対応点検出手段と、前記対応点の座標がそれぞれ対応する前記特徴点の座標に一致するように前記基準画像以外の前記複数の画像を変形する画像変形手段と、前記変形された画像を含む複数の画像の画素毎の鮮鋭度を算出する鮮鋭度算出手段と、画面全体に焦点の合った全焦点画像を得る画像合成手段であって、前記変形された画像を含む複数の画像間で対応する画素のうち最も鮮鋭度の高い画素を選択して、該選択された画素を合成する画像合成手段と、前記画像合成手段により得られた全焦点画像を記録媒体に記録する記録手段とを備え、前記画像合成手段は、前記変形された画像を含む複数の画像間で対応する画素毎の鮮鋭度の高い画素の重みを大きくするように加重平均して画素毎に合成することを特徴とする。

【0006】

これにより、手ブレや被写体ブレのあるシーンにおいても、全焦点画像を得ることができる。

【0008】

これにより、意図した全焦点画像を得ることができる。

【0017】

前記画像変形手段は、ワーピングを用いて画像を変形することが好ましい。

【0018】

これにより、適切に画像を変形することができる。

【0021】

前記対応点検出手段は、前記焦点位置の移動に伴い、前記対応点の位置が画面中心から放射方向に変化又は画面中心へ放射方向に変化することを予測し、前記予測結果に基づいて前記対応点を検出することが好ましい。

【0022】

これにより、対応点検出の性能を向上させることができる。

【0029】

前記目的を達成するために本発明に係る撮像方法は、所定の移動量で離散的に焦点位置を移動して順次画像を撮影することにより複数の画像を得るフォーカスプラケット撮影工程であって、前記所定の移動量を、撮影条件で決まる被写界深度が浅いときは小さく、被写界深度が深いときは大きくなるように変更することで前記複数の画像の枚数を変更する

10

20

30

40

50

フォーカスプラケット撮影工程と、前記フォーカスプラケット撮影工程により撮影された複数の画像の中から選択された1枚の基準画像内の被写体の特徴点を抽出する特徴点抽出工程と、前記複数の画像のうち前記基準画像以外の画像内の前記特徴点に対応する被写体の対応点を検出する対応点検出工程と、前記対応点の座標がそれぞれ対応する前記特徴点の座標に一致するように前記基準画像以外の前記複数の画像を変形する画像変形工程と、前記変形された画像を含む複数の画像の画素毎の鮮鋭度を算出する鮮鋭度算出工程と、画面全体に焦点の合った全焦点画像を得る画像合成工程であって、前記変形された画像を含む複数の画像間で対応する画素のうち最も鮮鋭度の高い画素を選択して、該選択された画素を合成する画像合成工程と、前記画像合成工程により得られた全焦点画像を記録媒体に記録する記録工程とを備え、前記画像合成工程は、前記変形された画像を含む複数の画像間で対応する画素毎の鮮鋭度の高い画素の重みを大きくするように加重平均して画素毎に合成することを特徴とする。

10

## 【0030】

これにより、手ブレや被写体ブレのあるシーンにおいても、全焦点画像を得ることができます。

## 【発明の効果】

## 【0041】

本発明によれば、複数の画像間の対応点の位置が一致するように画像を変形し、対応点の位置を一致させた状態で画像の合成を行うので、手ブレや被写体ブレのあるシーンにおいても、意図した全焦点画像やぼけ強調画像を得る撮像装置、画像処理装置、撮像方法、及び画像処理方法を提供することができる。

20

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0042】

以下、添付図面に従って本発明を実施するための最良の形態について説明する。

## 【0043】

## &lt;第1の実施の形態&gt;

図1は、本発明に係る第1の実施の形態のデジタルカメラ1の内部構成の一例を示すブロック図である。

## 【0044】

CPU24は、シャッタースイッチを含む操作部23の入力に基づいてデジタルカメラ1内の各回路を統括制御するもので、カメラ制御プログラムにしたがった処理を実行する。

30

## 【0045】

このCPU24の各回路の制御は、アドレスバス25及びデータバス26を介しておこなう。またCPU24は、メインメモリ28との間で、必要なデータの授受を行う。メインメモリ28の内部はROM領域とRAM領域に分かれており、このROM領域には、カメラ制御プログラム、起動時のオープニング画像、停止時のエンディング画像、デジタルカメラ1の操作に使用するメニュー画像等のGUI用の画像、スクリーンセイバー用の画像、処理中のプログレス表示用の画像（目盛りが変化する砂時計の画像等）、キー操作音（シャッター音等）、警告音、及びエラー音等を示す音声データ等が記録されている。

40

## 【0046】

デジタルカメラ1に電源が投入されると、CPU24はこれを検出し、一定期間メインメモリ28のROM領域に格納されているオープニング画像を表示部35に表示した後、撮影モードで撮影スタンバイ状態にする。この撮影スタンバイ状態では、CPU24は、表示部35に動画（スルー画）を表示させる。

## 【0047】

ユーザ（撮影者）は、表示部35に表示されるスルー画を見ながらフレーミングしたり、撮影したい被写体を確認したり、撮影後の画像を確認したり、撮影条件を設定したりする。

## 【0048】

50

上記撮影スタンバイ状態時に操作部 23 の図示しないシャッタースイッチが押されると、C P U 24 は、積算部 31 で算出した A F 評価値に基づいて合焦位置を判断し、レンズ駆動部 16 を介してレンズ 11 を駆動しフォーカス制御を行い、絞り駆動部 17 を介して絞り 12 を駆動し露出制御を行い、レンズ 11、絞り 12、I r カットフィルタ 13、及び光学ローパスフィルタ 14 を介して固体撮像素子 15 の受光面上に被写体像を結像させる。ここで、必要であれば発光部 19 を撮影補助光として発光させる。またこのとき、受光部 20 により発光部 19 の発光量を制御する。固体撮像素子 15 の受光面に結像された被写体像をその光量に応じた量の信号電荷に変換し、この信号電荷は C P U 24 の指令に従い撮像素子駆動部 18 から与えられる駆動パルスに基づいてアナログ信号処理部 21 に送られ、ここで相関二重サンプリング処理された後に増幅され、A / D 変換器 22 に加えられる。10

#### 【 0 0 4 9 】

A / D 変換器 22 によってデジタル信号に変換された点順次の R、G、B 信号は、メインメモリ制御部 27 を介してメインメモリ 28 の R A M 領域に記憶される。

#### 【 0 0 5 0 】

デジタル信号処理部 29 は、上記メインメモリ 28 の R A M 領域に格納された R、G、B の生データを読み出し、これらに光源種に応じたデジタルゲインをかけることでホワイトバランス調整を行うとともに、ガンマ（階調変換）処理、シャープネス処理等を行って R、G、B 信号を生成する。更に Y C 信号処理して輝度信号 Y とクロマ信号 C r、C b (Y C 信号) を生成し再びメインメモリ 28 の R A M 領域に格納する。20

#### 【 0 0 5 1 】

上記のようにしてメインメモリ 28 の R A M 領域に格納された Y C 信号は、圧縮伸張処理部 30 により所定のフォーマットに圧縮されたのち、メモリ制御部 32 を介して、デジタルカメラ 1 に着脱自在な記録媒体 33 に記録される。

#### 【 0 0 5 2 】

また各種操作部 23 を操作して再生モードが選択されると、記録メディアに記録されている最終コマの画像ファイルがメモリ制御部 32 を介して読み出される。この読み出された画像ファイルの圧縮データは、圧縮伸張処理部 30 により非圧縮の Y C 信号に伸張される。伸張された Y C 信号は、表示用の信号形式に変換されて表示部 35 に出力される。これにより、表示部 35 には記録メディアに記録されている最終コマの画像が表示される。30

#### 【 0 0 5 3 】

次に、デジタルカメラ 1 における全焦点画像撮影について説明する。図 2 は、全焦点画像を撮影するための全焦点画像撮影モードの動作を示すフローチャートである。本発明に係るデジタルカメラ 1 の全焦点画像撮影モードでは、フォーカスプラケット撮影を行い、各撮影画像の対応点を検出し、対応点の位置が一致するように各撮影画像を変形し、変形した画像を合成することにより全焦点画像を得る。

#### 【 0 0 5 4 】

操作部 23 の図示しないモードスイッチを操作することにより全焦点画像撮影モードが設定され、さらに操作部 23 のシャッタースイッチが押されると、C P U 24 はこれらの操作に基づいて、焦点位置を設定し（ステップ S 21）、撮影を行う（ステップ S 22）。次に撮影した回数の判定を行う（ステップ S 23）。所定回数に満たない場合は、異なる焦点位置に設定し（ステップ S 21）、さらに撮影を行う（ステップ S 22）。このように異なる焦点位置での撮影を繰り返し、所定回数の撮影を行う（フォーカスプラケット撮影）。各撮影画像は、メインメモリ 28 の R A M 領域に格納される。40

#### 【 0 0 5 5 】

ここで、所定回数については、デジタルカメラ 1 内において予め定められた回数でもよいし、ユーザが設定できるようにしてもよい。また、撮影条件で決まる被写界深度を判断し、この被写界深度に応じて決定してもよい。全焦点画像を得るためにには、画像内の全ての被写体において、いずれか 1 枚の画像においては合焦していることが必要である。よって、被写界深度が浅い場合は焦点位置の移動量を少なくして撮影枚数を多くする必要があ50

る。また被写界深度が深い場合は焦点位置の移動量を多くして撮影枚数を少なくすることにより、無駄に多くの枚数を撮影してメモリを消費したり、処理負荷を増やすことを防止することができる。

【0056】

また、この焦点位置の移動については、焦点位置が近い位置から遠い位置へ移動しても、遠い位置から近い位置へ移動しても、又はランダムに移動してもよい。

【0057】

所定回数の撮影が終了すると、各撮影画像における対応点の検出を行う（ステップS24）。

【0058】

ここで、画像内の対応点の検出について説明する。対応点検出は、複数画像間で対応する点の位置関係を求めるものである。図3は、フォーカスプラケット撮影から得られた画像を示す図である。対応点検出部36が、図3(a)に示す基準画像から特徴点を抽出し、その特徴点が図3(b)に示す追跡画像のどの位置に移動したかを追跡することにより、対応点の検出を行う。図4は、デジタルカメラ1の対応点検出の動作について示すフローチャートである。

10

【0059】

まず、CPU24は、対応点検出部36へフォーカスプラケット撮影を行った複数画像を入力する（ステップS41）。次に、対応点検出部36は、この複数画像の中から基準画像を選択し（ステップS42）、この基準画像から特徴点の抽出を行う（ステップS43）。基準画像の選択については、デジタルカメラ1内において予め定められた方法に基づいて選択してもよいし、ユーザが選択してもよい。ここでは、最初に撮影した画像を基準画像とする。特徴点抽出の手法は種々のものが提案されているが、ここでは、ある点を中心とする所定領域内の輝度の標準偏差が所定値以上の場合に、その点を特徴点として抽出する。図3(a)における丸印が、図3(a)の画像における特徴点を示す。特徴点は多いほうが以後の処理を精度よく行うことができるが、特徴点が多くなると処理負荷が増大するため、特徴点の数はハード性能から適宜決めればよい。

20

【0060】

次に、追跡画像の選択を行う（ステップS44）。ステップS41で入力された複数画像のうち、基準画像以外の画像を選択する。

30

【0061】

選択した追跡画像において、基準画像から抽出された特徴点の1つを選択し（ステップS45）、この特徴点がどの位置へ移動したかを追跡する（ステップS46）。追跡手法についても種々のものが提案されているが、ここではその点を中心とする所定領域内の相互相関係数が最小となるような座標を見つける手法（ブロックマッチング法）を用いて追跡を行う。なお、本発明ではフォーカスプラケット撮影を行っているので、焦点位置が移動することによって対応点が移動する方向、及び移動する量は予測可能である。焦点位置の移動による対応点の移動は、画面中心から放射方向へ、又はその逆方向への移動であり、これは焦点位置の移動方向から予測可能である。またその移動量も焦点位置の移動量から予測可能である。よって、これらを考慮して対応点を検出することで、精度、速度ともに対応点検出性能を向上させることができる。

40

【0062】

特徴点の追跡が終了すると、全特徴点に対して処理を行ったか否かの判定を行う（ステップS47）。処理を行っていない特徴点がある場合は、その特徴点を選択し（ステップS45）、追跡を行う（ステップS46）。このように全ての特徴点において、追跡を行う。

【0063】

全ての特徴点に対して処理を行うと、次に全ての追跡画像に対してこの処理を行ったか否かの判定を行う（ステップS48）。前述したように、この処理は基準画像以外の画像について行う。処理を行っていない追跡画像がある場合は、その追跡画像において同様の

50

処理を行う。全ての追跡画像に対して処理が終了すると、対応点検出処理が終了する。

【0064】

対応点検出処理が終了すると、次に画像変形を行う（ステップS25）。この画像変形処理は、対応点検出処理で得られた各追跡画像の対応点が基準画像の対応点の位置に極力一致するように、画像変形部37が追跡画像を変形する。図5は、画像変形について示す図である。図5（a）に示す基準画像に対して、図5（b）に示すように各対応点が平行移動している場合は、平行移動を行う。また図5（c）に示すように各対応点が回転移動移動している場合は、回転移動を行う。また図5（d）に示すように各対応点が拡大（縮小）している場合は、縮小（拡大）を行う。これらの画像変形は、複数組の対応点の距離の総和が最小となるように移動ベクトルを決めればよい。なお、これらの平行移動、回転、及び拡大・縮小処理は、アフィン変換により行う。10

【0065】

また図5（e）に示すように基準画像と追跡画像との間に複雑な動きが生じている場合は、全ての対応点をより精度よく一致させるためにはワーピングを行う。ワーピングは全ての対応点の組を完全に一致するような移動ベクトルを選択するとともに、その周囲の点も補間により求めるものである。

【0066】

このように対応点の位置を極力一致させた複数画像に対して、画像合成を行う（ステップS26）。図6は、画像合成処理の動作を示すフローチャートである。画像合成処理では、複数画像において最も鮮鋭度が高い画像、即ち最も焦点の合った画像の画素値を選択し、合成することにより、最終画像として画面内のどの位置においても鮮鋭度が高い画像、即ち全焦点画像を得る。20

【0067】

まず、画像合成部38が、処理を行う画素の選択を行う（ステップS61）。この画素の選択の順序については、画面の端から順に行えばよく、また他の順序でも構わない。次に、画像の選択を行い（ステップS62）、選択した画像における、ステップS61で選択された画素の鮮鋭度を算出する（ステップS63）。

【0068】

鮮鋭度の算出については、ラプラシアンフィルタ処理による出力値の絶対値を算出することにより行う。図7は、ラプラシアンフィルタのフィルタ行列を示す図である。ラプラシアンフィルタ処理を行うことによりエッジ検出をすることができる、この出力値の絶対値が鮮鋭度を示す。画像のぼけと鮮鋭度に関しては、画像のぼけが小さい画素ほど鮮鋭度が高く、ぼけが大きくなるほど鮮鋭度が低くなるという関係がある。なお、ラプラシアンフィルタのカーネルはこの例に限定されるものではなく、またラプラシアンフィルタ以外の鮮鋭度算出フィルタを用いてもよい。30

【0069】

次に、全画像に対して鮮鋭度の算出が終了したか否かの判定を行う（ステップS64）。鮮鋭度の算出をしていない画像が有る場合には、再び画像の選択を行い（ステップS62）、選択した画像における、ステップS61で選択された画素の鮮鋭度を算出する（ステップS63）。このように、全画像に対して、ステップS61で選択された画素の鮮鋭度を算出する。40

【0070】

次に、鮮鋭度が最大となる画像の画素値を出力する（ステップS65）。ステップS63において算出した、各画像のステップS61で選択した画素のラプラシアンフィルタ処理における出力値の絶対値を比較し、最大の値である画像の画素値を出力画素として採用する。また、鮮鋭度の高い画像の画素値に対する重みを大きくして加重平均を算出し、これを出力してもよい。

【0071】

以上の処理を全ての画素に対して行う。全画素に対して処理が行われたか否かを判定し、全画素に対して終了した場合は、画像合成処理が終了する。50

## 【0072】

画像合成処理が終了すると、C P U 2 4 は画像合成部3 8 の出力画像をメモリ制御部3 2 を介して記録媒体3 3 に記録して、全焦点画像撮影が終了する(ステップS 2 7 )。

## 【0073】

この画像合成部3 8 の出力画像は、記録媒体3 3 に保存せずに、表示制御部3 4 を介して表示部3 5 に表示するだけでもよいし、図示しない外部インターフェースを用いて、外部モニタに表示したり、プリンタ等に印刷物として出力してもよい。

## 【0074】

このようにして、被写体ブレや手ブレがあっても、全焦点画像を得ることができる。

## 【0075】

特徴点の抽出方法や、特徴点の追跡方法、画像の変形方法、及び画素の鮮鋭度の算出方法については、本実施の形態の方法に限定されず、どの手法を用いても構わない。

10

## 【0076】

<第2の実施の形態>

次に、デジタルカメラ1におけるぼけ強調撮影について説明する。図8は、ぼけ強調画像を撮影するためのぼけ強調撮影モードの動作を示すフローチャートである。なお、図2のフローチャートと共に通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

20

## 【0077】

本発明に係るデジタルカメラ1のぼけ強調画像撮影モードでは、オートフォーカスにより主要被写体の合焦位置とその前後の焦点位置での撮影を含むフォーカスプラケット撮影を行い、各撮影画像の対応点を検出し、対応点の位置が一致するように各撮影画像を変形し、変形した画像を合成することによりぼけ強調画像を得る。

## 【0078】

まず操作部2 3 のモードスイッチを操作することにより、ぼけ強調画像撮影モードに設定される。次に操作部2 3 におけるシャッターボタンが押されると、まず主要被写体に対して自動合焦位置判断(A F)を行う(ステップS 8 1)。このA Fについては、通常撮影の際に行われるA Fと同じものでよく、撮影に先立ってレンズの焦点位置を駆動させ、その都度積算部3 1 でバンドパスフィルタの出力値等のA F評価値を算出し、C P U にて最もA F評価値の高い焦点位置を合焦位置と判断する。

30

## 【0079】

ぼけ強調画像撮影モードでのフォーカスプラケット撮影においては、主要被写体のA F合焦位置と主要被写体のA F合焦位置の前後の焦点位置を含むように焦点位置を移動させて撮影を行う。図9は、デジタルカメラ1の各焦点位置を横軸に、各焦点位置における主要被写体に対するA F評価値を縦軸に表したグラフである。最もA F評価値の高い焦点位置が主要被写体の合焦位置であり、この主要被写体の合焦位置をBとすると、本実施の形態のフォーカスプラケット撮影においては、合焦位置Bと、その前後に所定距離dだけ離れた焦点位置A及びCの3点を撮影の際の焦点位置とする。このdについては、予めデジタルカメラ1内に記憶された固定値でもよいし、ユーザが設定してもよい。また被写界深度を判断し、この被写界深度によって異ならせてよい。被写界深度によりぼけの度合いが異なるため、被写界深度によりdの値を変更することにより、適切なぼけ具合の意図する画像を得ることが可能となる。

40

## 【0080】

このように決められた焦点位置において、第1の実施の形態の全焦点画像撮影モードと同様に、フォーカスプラケット撮影を行う(ステップS 2 1～S 2 3)。各撮影画像は、メインメモリ2 8 のR A M領域に格納される。

## 【0081】

フォーカスプラケット撮影が終了すると、各撮影画像における対応点の検出を行う(ステップS 2 4)。ここでは、基準画像を主要被写体の合焦位置Bで撮影された画像とする。対応点検出は第1の実施の形態と同様に行う。

## 【0082】

50

対応点検出処理が終了すると、次に画像変形を行う（ステップS25）。画像変形においても、第1の実施の形態と同様に行う。

【0083】

画像変形処理が終了すると、次に画像合成を行う。図10は第2の実施の形態における画像合成処理の動作のフローチャートである。なお、図6のフローチャートと共通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。本発明の第2の実施の形態のデジタルカメラ1のぼけ強調画像撮影モードにおいては、画像合成処理において、複数画像において基準画像が最も鮮鋭度が高い場合は基準画像の画素を選択し、基準画像以外の画像が最も鮮鋭度が高い場合は、主要被写体の合焦位置に関して、画素の鮮鋭度が最大の焦点位置と対称となる焦点位置で撮影された画像の画素を選択することにより、ぼけ強調画像を得る。

10

【0084】

第1の実施の形態と同様に、画像合成部38は、処理を行う画素の選択を行い（ステップS61）、この選択された画素の各画像の鮮鋭度を算出する（ステップS62～S64）。図11は、主要被写体の合焦位置Bで撮影された画像と、その合焦位置の前後の焦点位置であるA及びCで撮影された画像の、鮮鋭度の関係を示すグラフである。フォーカスプラケット撮影で3枚の画像を撮影した場合、このA、B、及びCの焦点位置で撮影された画像の鮮鋭度の関係は、図11(a)に示すCが最大の場合、図11(b)に示すBが最大の場合、及び図11(c)に示すAが最大の場合の3種類に分類することができる。

【0085】

全画像において選択された画素の鮮鋭度を算出すると、この算出された鮮鋭度に基づいて、基準画像の鮮鋭度が最大であるか否か、即ち鮮鋭度が図11(b)に示す関係であるか否かの判定を行う（ステップS101）。基準画像の鮮鋭度が最大の場合は、基準画像の画素値を出力する（ステップS102）。基準画像の鮮鋭度が最大でない場合は、主要被写体の合焦位置より遠い側の画像の鮮鋭度が最大であるか否か、即ち鮮鋭度が図11(a)に示す関係であるか否かの判定を行う（ステップS103）。主要被写体の合焦位置より遠い側の画像の鮮鋭度が最大の場合は、主要被写体の合焦位置より近い側の画像の画素値を出力する（ステップS104）。また逆に、主要被写体の合焦位置より近い側の画像の鮮鋭度が最大でない場合は、主要被写体の合焦位置より近い側の画像の鮮鋭度が最大である、即ち鮮鋭度が図11(c)に示す関係であるので、主要被写体の合焦位置より近い側の画像の画素値を出力する（ステップS105）。

20

【0086】

この処理を、全ての画素について行う。全画素に対して処理が終了したと判断すると（ステップS106）、画像合成処理が終了する。

【0087】

画像合成処理が終了すると、CPU24は画像合成部38の出力画像をメモリ制御部32を介して記録媒体33に記録して（ステップS27）、ぼけ強調画像撮影が終了する。

【0088】

このように、主要被写体の合焦位置Bで撮影された画像の鮮鋭度が低い画素の座標において、ぼけが強くなる画素値を選択することにより、ぼけ強調が可能となる。焦点位置が3点を超える場合でも、鮮鋭度の最大値を取る焦点位置と合焦位置を挟んで反対側の焦点位置にある複数画像から、ぼけ強調度合いに応じて選択すればよい。つまり、よりぼけを強調したい場合には、より鮮鋭度の低い画像の画素値を出力すればよい。

40

【0089】

なお、本実施の形態においては主要被写体の合焦位置と、合焦位置に対してdだけ離れたA及びCにおいてフォーカスプラケット撮影を行ったが、A及びCはBに対して対称でなく、dとd'のように合焦位置からの距離が異なってもよい。

【0090】

また、本実施の形態の図10に示す画像合成処理は、対応点検出及び画像変形を行わない画像に対して行ってもよい。即ち、フォーカスプラケット撮影した複数画像において、

50

直接この画像合成処理を行ってもよい。

【0091】

<第3の実施の形態>

本発明に係る第3の実施の形態のぼけ強調撮影について説明する。図12は、本発明に係る第3の実施の形態のデジタルカメラ1の内部構成の一例を示すブロック図である。図1に示すブロック図とは、画像合成部38の代わりにフィルタ処理部40を備えたところだけが異なる。

【0092】

図13は、デジタルカメラ1のぼけ強調撮影モードの動作を示すフローチャートである。なお、図2及び図8のフローチャートと共に通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。本発明の第3の実施の形態のデジタルカメラ1のぼけ強調画像撮影モードでは、オートフォーカスにより主要被写体の合焦位置とその前後の焦点位置での撮影を含むフォーカスプラケット撮影を行い、各撮影画像の対応点を検出し、対応点の位置が一致するように各撮影画像を変形し、変形した画像から各画素の鮮鋭度を算出し、鮮鋭度に基づいたフィルタ係数で基準画像にフィルタ処理を施すことによりぼけ強調画像を得る。

【0093】

これまでと同様に、ぼけ強調撮影モードにおいて操作部23のシャッターボタンが押されると、主要被写体に対して自動合焦位置判断を行い(ステップS81)、次に焦点位置間隔dを決定する(ステップS161)。

【0094】

本実施の形態では、フォーカスプラケット撮影の際に設定される焦点位置には、主要被写体の合焦位置と、その前後の焦点位置を含むようにする。ここでは図14に示すように、主要被写体の合焦位置F3、主要被写体の合焦位置から前後に焦点間隔dだけ離れた焦点位置F2及びF4、さらに主要被写体の合焦位置F3から遠ざかる方向に、焦点位置F2及びF4から焦点間隔dだけ離れた焦点位置のF1及びF5、の計5点をフォーカスプラケット撮影の際の焦点位置とする。なお、焦点位置の端から順に、F1で撮影された画像の番号を1、F2で撮影された画像の番号を2、…、F5で撮影された画像の番号を5、とする。

【0095】

図15は、撮影時の絞りと焦点距離、及びフォーカスプラケット撮影時の焦点位置の間隔dの関係を3次元的に示したグラフである。このように、絞りのF値が小さい場合や焦点距離が長い場合など、被写界深度が浅い場合はdを小さく、逆に絞りのF値が大きい場合や焦点距離が短い場合など、被写界深度が深い場合はdを大きくするように設定されている。CPU24は、メインメモリ28のROM領域に記憶されたこの設定に基づいて焦点間隔dを決定する。これにより、任意の絞りと焦点距離において、ぼけ強調に適した焦点の異なる画像を得ることができる。なお、焦点間隔dは一定でなくてもよく、例えば主要被写体の合焦位置から見てNEAR側とFAR側で変えるようにしてもよい。

【0096】

以上のように撮影時の絞りと焦点距離から焦点間隔dを決定すると、次にF1～F5の焦点位置において、フォーカスプラケット撮影を行う(ステップS21～S23)。この撮影の順序に関しては、適宜決めてよい。各撮影画像は、メインメモリ28のRAM領域に格納される。

【0097】

フォーカスプラケット撮影が終了すると、主要被写体の合焦位置で撮影された画像を基準画像として、各撮影画像における対応点の検出を行う(ステップS24)。対応点の検出は、第一の実施の形態と同様に行う。対応点検出処理が終了すると、次に画像変形を行う(ステップS25)。

【0098】

画像変形処理が終了すると、次にぼかし量算出を行う(ステップS162)。図16は

10

20

30

40

50

、ぼかし量算出処理の動作を示すフローチャートである。なお、図6のフローチャートと共に通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

#### 【0099】

最初に、フィルタ処理部40が、処理を行う画素の選択を行う（ステップS61）。次に、画像の選択を行い（ステップS62）、選択した画像における、ステップS61で選択された画素の鮮鋭度を算出する（ステップS63）。鮮鋭度の算出においては、第1の実施の形態と同様に、ラプラシアンフィルタ処理における出力値の絶対値を算出することにより行う。全画像に対して、ステップS61で選択された画素の鮮鋭度を算出する。

#### 【0100】

全画像に対して鮮鋭度の算出が終了したと判断すると（ステップS64）、次に算出した鮮鋭度が最大である画像番号nを算出し（ステップS191）、ぼかし量kを算出する（ステップS192）。

#### 【0101】

ここで、主要被写体の合焦位置で撮影された画像番号をcとすると、ぼかし量kは以下の式で表される。

#### 【0102】

（数1）

$$k = u \times (n - c)$$

ここで、uはユーザが指定したぼけ強調度合いであり、uが1.0よりも大きければ基準設定よりもぼけが強調され、uが1.0未満の場合は基準設定よりもぼけが緩和される画像となる。なお、ぼけ強調度合いuは、ユーザが操作部23を操作することにより設定が可能となっている。また、本実施の形態ではc=3である。

#### 【0103】

このぼかし量kの算出を全ての画素について行う。全ての画素について終了したと判断すると（ステップS66）、ぼかし量算出処理が終了する。

#### 【0104】

ぼかし量算出処理が終了すると、次にぼかし処理を行う（ステップS163）。図17は、ぼかし処理の動作を示すフローチャートである。本実施の形態では、ぼかし処理にガウシアンフィルタを用いる。

#### 【0105】

まずフィルタ処理部40が、画素の選択を行い（ステップS61）、選択した画素のぼかし量kを選択する。図16のステップS192で算出された各画素のぼかし量kは、メインメモリ28のRAM領域に記憶されており、これを読み出す。

#### 【0106】

次に、読み出したぼかし量の絶対値|k|と所定の閾値Thとの比較を行う（ステップS202）。所定の閾値Thの方が大きい場合は、この画素を合焦領域とみなして被写体の合焦位置F3で撮影した画素値を出力する（ステップS146）。ぼかし量の絶対値|k|の方が大きい場合は、この画素をぼけ強調すべき領域とみなしてフィルタ係数を決定する（ステップS203）。

#### 【0107】

前述したように、本実施の形態では、このフィルタ処理にガウシアンフィルタを用いる。図18は、ぼかし量の絶対値|k|と、ガウシアンフィルタのパラメータの関係を示したグラフである。図18に示すように、ぼかし量の絶対値|k|が所定の閾値Th以上のとき、ぼかし量の絶対値|k|と比例関係にあるガウシアンフィルタのパラメータが求められ、このパラメータに応じたガウシアンフィルタ係数f(x)を決定する。CPU24は、メインメモリ28のRAM領域に記憶されたこの関係に基づいてパラメータを決定する。

#### 【0108】

図18(b)は、注目画素からの距離xとガウシアンフィルタのフィルタ係数f(x)の関係を示したグラフである。図18(b)に示すように、ガウシアンフィルタはパラ

10

20

30

40

50

メータが大きいほど周辺画素の重みを大きくして加重平均をとる。よってぼかし量の絶対値  $|k|$  の大きさに応じて パラメータを大きくすることにより、ぼかし量の絶対値  $|k|$  が大きいほど平滑化の度合いを大きくすることができる。

【0109】

このように求められた パラメータからフィルタ係数  $f(x)$  を算出するには、[数2] を用いて演算を行い、算出されたフィルタ係数の総和が 1 になるように正規化を行う。

【0110】

【数2】

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)$$

10

【0111】

デジタルフィルタの場合は注目画素を中心とした離散位置ごとに  $f(x)$  が決定される。例えば 5 タップフィルタの場合は、 $f(x) = \{0.1, 0.2, 0.4, 0.2, 0.1\}$  などとなる。なお一般には画像の明るさが変動しないよう、各係数の総和が 1.0 になるように正規化される。またここでは 1 次元のフィルタ係数で表現しているが、このフィルタを水平方向と垂直方向に順に施すことにより 2 次元のフィルタ処理を行うことができる。

20

【0112】

このように、選択した画素について、ぼかし量に応じたフィルタ処理を行い、出力画素値を算出する(ステップ S145)。この処理を全画素について行い、全画素に対して処理が終了したと判断すると(ステップ S66)、ぼかし処理が終了する。このように、主要被写体の合焦位置 B で撮影された基準画像に対してフィルタ処理を行うことにより、より自然なぼけ強調が可能となる。

【0113】

なお、このフィルタ処理に用いるフィルタはガウシアンフィルタに限られるものではなく、ローパスフィルタなら他のフィルタでも構わない。例えば絞りやレンズの特性に応じたぼけ形状を持ったフィルタを用いてもよい。

30

【0114】

ぼかし処理が終了すると、CPU24 はフィルタ処理部 40 の出力画像をメモリ制御部 32 を介して記録媒体 33 に記録して(ステップ S27)、ぼけ強調撮影が終了する。

【0115】

このようにして、ぼけ強調画像を得ることができる。

【0116】

なお、本実施の形態の図 16 及び図 17 に示すぼかし処理は、対応点検出及び画像変形を行わない画像に対して行ってもよい。即ち、フォーカスプラケット撮影した複数画像において、直接このぼかし処理を行ってもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図1】図1は、本発明に係る第1の実施の形態のデジタルカメラ1の内部構成の一例を示すプロック図である。

【図2】図2は全焦点画像を撮影するための全焦点画像撮影モードの動作を示すフローチャートである。

【図3】図3は、フォーカスプラケット撮影から得られた画像を示す図である。

【図4】図4は、デジタルカメラ1の対応点検出の動作について示すフローチャートである。

【図5】図5は、画像変形について示す図である。

【図6】図6は、画像合成処理の動作を示すフローチャートである。

50

【図7】図7は、ラプラシアンフィルタのフィルタ行列を示す図である。

【図8】図8は、ぼけ強調撮影モードの動作を示すフローチャートである。

【図9】図9は、各焦点位置と各焦点位置におけるAF評価値を示したグラフである。

【図10】図10は第2の実施の形態における画像合成処理の動作のフローチャートである。

【図11】図11は、主要被写体の合焦点位置Bで撮影された画像と、その合焦点位置の前後の焦点位置であるA及びCで撮影された画像の、鮮鋭度を示すグラフである。

【図12】図12は、本発明に係る第3の実施の形態のデジタルカメラ1の内部構成の一例を示すブロック図である。

【図13】図13は、第3の実施の形態のぼけ強調撮影モードの動作を示すフローチャートである。 10

【図14】図14は、各焦点位置と各焦点位置におけるAF評価値を示したグラフである。

【図15】図15は、絞りと焦点距離と焦点位置の間隔dの関係を示すグラフである。

【図16】図16は、ぼかし量算出処理の動作を示すフローチャートである。

【図17】図17は、ぼかし処理の動作を示すフローチャートである。

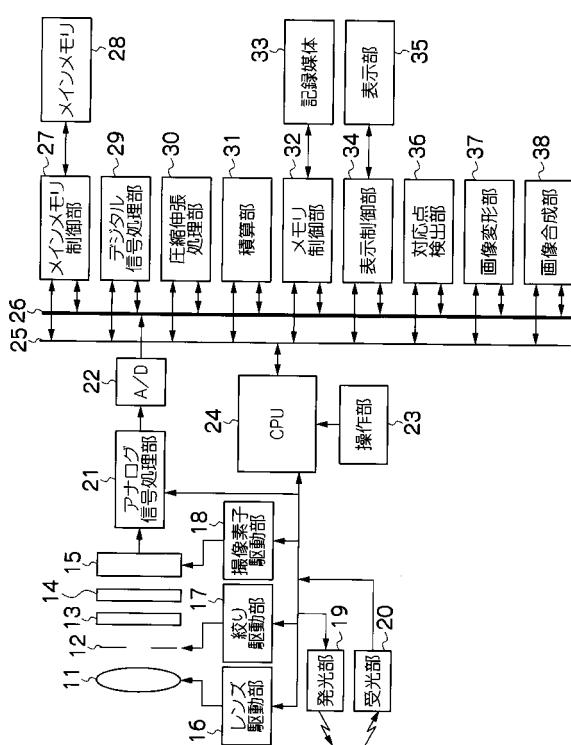
【図18】図18は、ぼかし量の絶対値|k|とガウシアンフィルタのパラメータの関係、及びを示したグラフである。

【符号の説明】

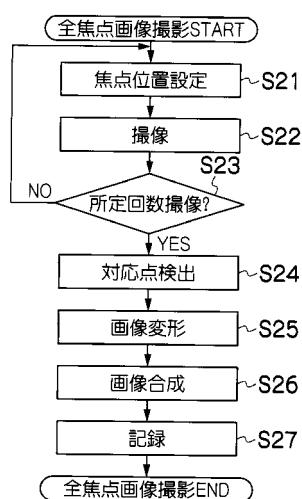
【0118】

1...デジタルカメラ、11...撮影レンズ、12...絞り、13...I rカットフィルタ、14...光学ローパスフィルタ、15...固体撮像素子、23...操作部、24...CPU、25...アドレスバス、26...データバス、27...メインメモリ、28...ディジタル信号処理部、29...圧縮伸張処理部、30...演算部、31...メモリ制御部、32...表示部、33...記録媒体、34...表示制御部、35...表示部、36...対応点検出部、37...画像変形部、38...画像合成部、40...フィルタ処理部

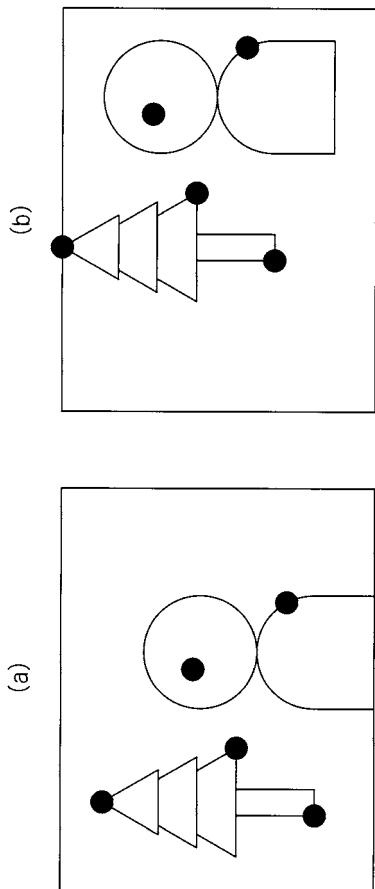
【図1】



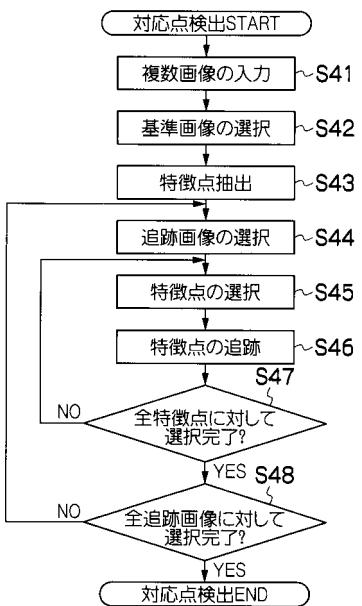
【図2】



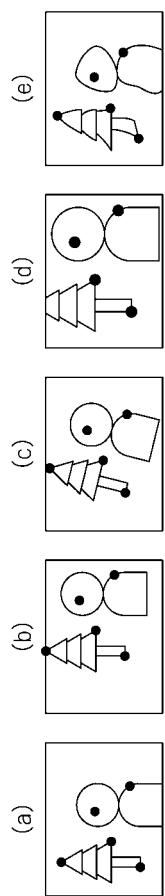
【図3】



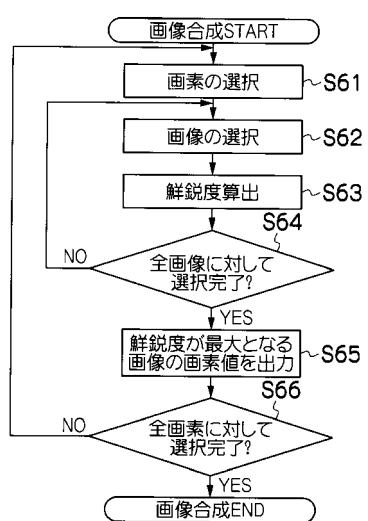
【図4】



【図5】



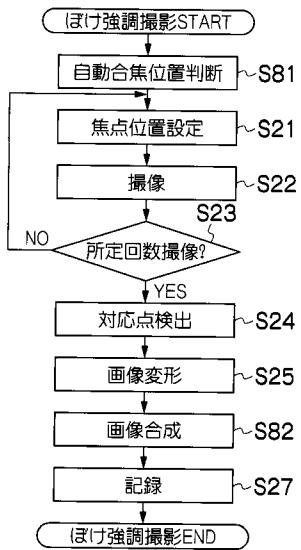
【図6】



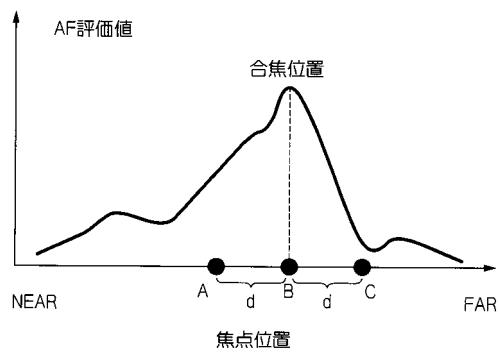
【図7】

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

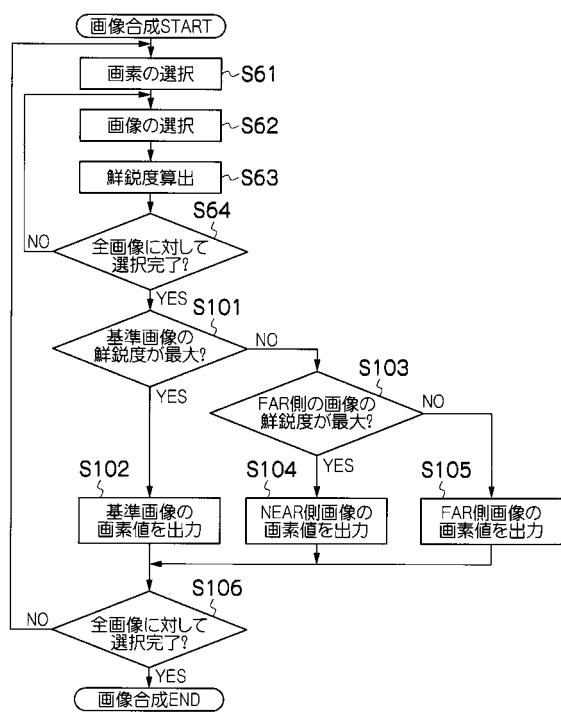
【図 8】



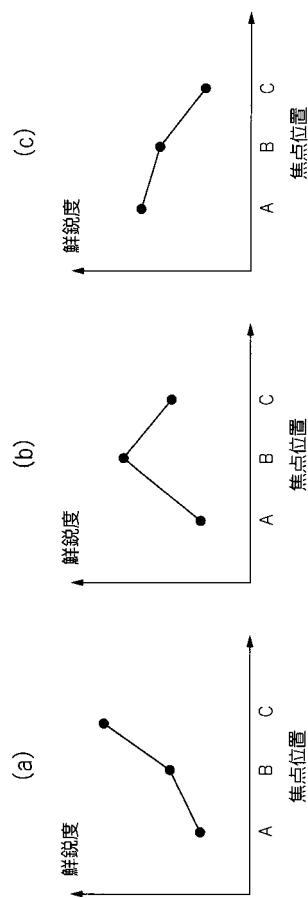
【図 9】



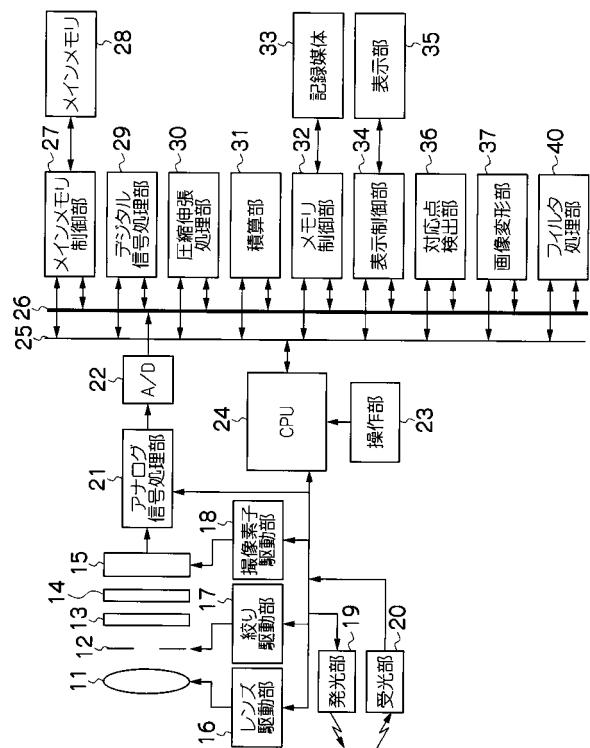
【図 10】



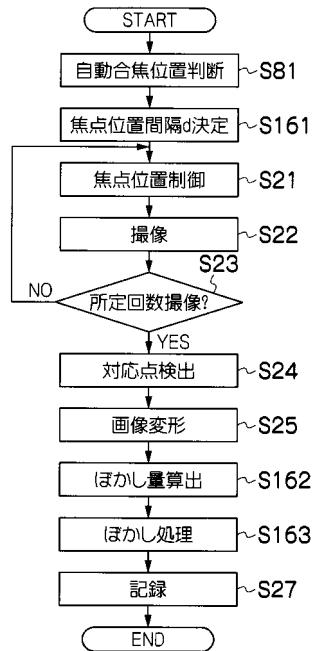
【図 11】



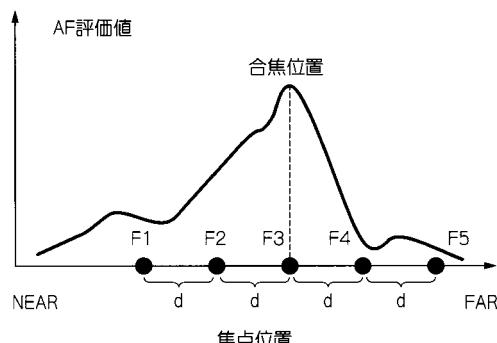
【図12】



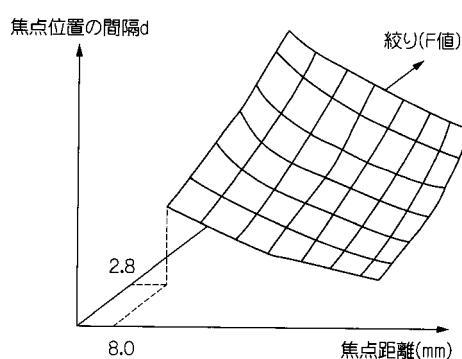
【図13】



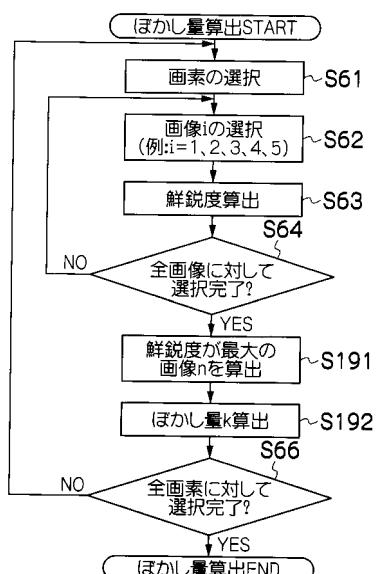
【図14】



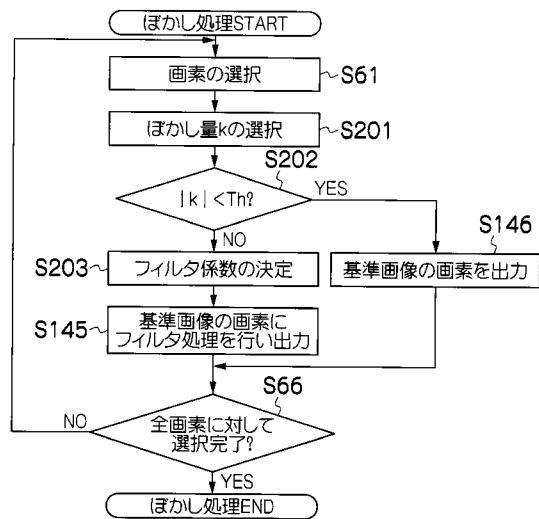
【図15】



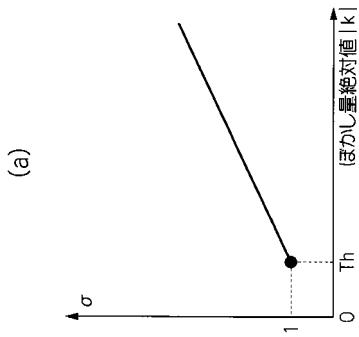
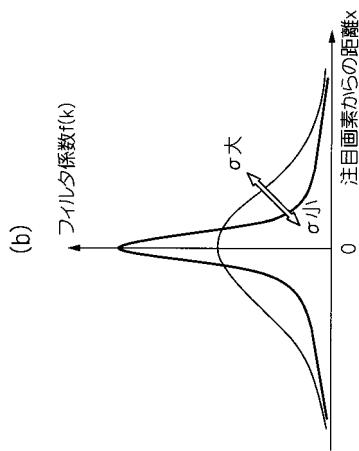
【図16】



【図17】



【図18】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
G 0 3 B 13/36	(2006.01)	H 0 4 N	1/387
G 0 2 B 7/28	(2006.01)	G 0 3 B	3/00
		G 0 2 B	7/11
			A
			Z

(56)参考文献 特開2001-298657 (JP, A)  
特開2007-074243 (JP, A)  
特開平10-290389 (JP, A)  
特開2004-289383 (JP, A)  
特開2007-020087 (JP, A)  
特開2005-204185 (JP, A)  
特開平11-317905 (JP, A)  
特開2002-094860 (JP, A)  
特開平03-080676 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N	5 / 2 3 2
G 0 2 B	7 / 2 8
G 0 3 B	1 3 / 3 6
G 0 6 T	3 / 0 0
H 0 4 N	1 / 3 8 7
H 0 4 N	5 / 2 2 5
H 0 4 N	5 / 9 1